

# Analisa Perbandingan Biaya, Waktu, dan Karakteristik Struktur Bangunan Konstruksi Baja menggunakan Sistem *Pre-Engineering Building* (PEB) dan Sistem *Conventional Steel Building* (CSB)

Azaria Andreas<sup>1\*</sup>, Lukman Hakim<sup>1</sup>, Resti Nur Arini<sup>1</sup>, dan Akhmad Dofir<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila, Jakarta

**Abstrak.** Konstruksi baja sistem PEB mulai diterapkan pada banyak bangunan konstruksi baja untuk menggantikan sistem CSB. Desain PEB akan menghasilkan banyak keuntungan karena elemen struktur baja dirancang sesuai diagram momen lentur sehingga mengurangi kebutuhan volume material. Dalam Proyek Rusun Stasiun Tanjung Barat digunakan struktur baja PEB pada bangunan stasiun untuk menggantikan desain awal yang menggunakan CSB. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan waktu penyelesaian konstruksi yang lebih cepat tanpa mengorbankan kekuatan struktur bangunan. Penelitian ini bertujuan untuk menghitung perbedaan waktu, biaya, dan struktur antara struktur baja sistem PEB dan CSB. Proses penelitian dimulai dari pengumpulan data, analisis volume, biaya, dan waktu pekerjaan (termasuk analisis waktu *erection* menggunakan simulasi monte carlo). Perbandingan analisa struktur dilakukan dengan menggunakan software ETABS untuk sistem CSB, dibandingkan dengan *design calculation* sistem PEB. Hasil analisis sistem PEB, biaya material Rp. 5.545.713.089, dan biaya *erection* Rp. 1.357.853.182, waktu pekerjaan 288 hari. Sementara sistem CSB, biaya material Rp. 11.336.579.479, dan biaya *erection* Rp. 2.023.362.574, waktu pekerjaan 215 hari. Untuk kuat penampang struktur baja PEB dan CSB masih dikategorikan aman terhadap beban yang disimulasikan. Hasil analisis struktur sistem PEB dapat mengoptimalkan desain sampai kebatas maksimal izin yang disyaratkan aturan SNI, sehingga bisa memperkecil dimensi profil baja.

**Kata kunci**— *Konstruksi baja, Pre Engineering Building, Conventional Steel Building, Monte Carlo*

## 1. PENDAHULUAN

Industri konstruksi baja berkembang pesat di sebagian besar elemen dunia, penggunaan struktur baja tidak hanya ekonomis tetapi juga ramah lingkungan pada saat ada bahaya pemanasan dunia. Kata “Ekonomis” menjelaskan bahwa di konstruksi baja harus mempertimbangkan waktu dan Harga. Waktu adalah sisi yang paling penting, struktur baja (Pre-fabrikasi) ukuran persegi in built jumlah yang sangat singkat dan salah satu contohnya adalah bangunan *Pre Engineering Building* (PEB). Bangunan PEB menghindari baja tambahan untuk menyesuaikan kebutuhan penampang, akan tetapi dengan meruncingkan satu sisi bagian sesuai permintaan momen lentur [1].

Profil baja yang awalnya hanya produk dari pabrik yang tersedia dalam konfigurasi yang sudah di sediakan, namun saat ini dibantu oleh pengembangan teknologi solusi yang dibuat khusus untuk membuat jangka waktu pelaksanaan yang sangat singkat. Berdasarkan dari survei oleh Asosiasi Bangunan Logam (MBMA) bahwa sekitar 60% dari bangunan bertingkat rendah non-residensial di Amerika Serikat adalah bangunan konstruksi baja dengan sistem PEB [2]. Bangunan PEB direncanakan dengan menggunakan persediaan bahan baku dan metode manufaktur yang telah ditentukan sebelumnya, dan dapat secara efisien memenuhi berbagai persyaratan desain struktural dan estetika. Struktur rangka utama bangunan konstruksi pada umumnya adalah diproduksi secara *hot rolled* dan di bentuk menjadi baja profil. Pada baja Sistem PEB, balok penampang I yang digunakan, dibentuk dengan cara mengelas beberapa plat baja hingga membentuk penampang I [3].

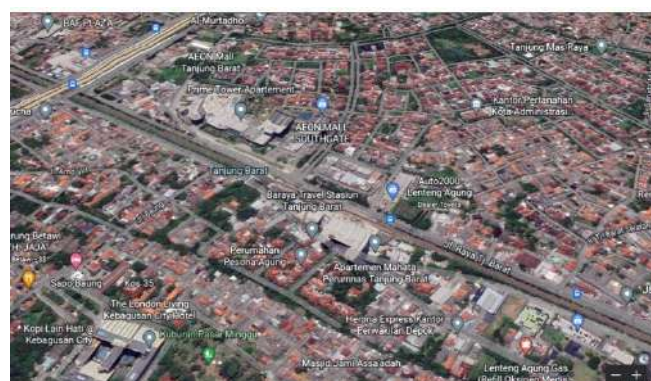
\* Corresponding author: [azaria.andrea@uniupancasila.ac.id](mailto:azaria.andrea@uniupancasila.ac.id)

Proyek Rusun Stasiun Tanjung Barat menggunakan struktur baja pada stasiunnya, pada desain awal menggunakan struktur baja konvensional (CSB), dengan terjadinya pandemi pada tahun 2020 yang dimana sangat berpengaruh terhadap harga baja di pasaran Indonesia, sedangkan untuk pekerjaan stasiun Tanjung Barat ini menggunakan acuan anggaran biaya di tahun 2019 dan pelaksanaan proyek dihentikan untuk sementara waktu, kemudian pada bulan Agustus tahun 2021 proyek dilaksanakan kembali, dan untuk progress pekerjaan di stasiun Tanjung Barat masih dalam tahap pekerjaan struktur bawah (pengeboran pondasi, dan pilecap), maka dari itu untuk struktur baja belum bisa dilaksanakan, maka dari itu untuk pekerjaan struktur baja dari proses re-desain sampai proses pengiriman material sampai ke site dilakukan secara simultan dengan pekerjaan struktur bawah untuk bisa mendapatkan biaya yang lebih rendah dan mendapatkan waktu yang lebih efektif. Struktur baja di stasiun Tanjung Barat ini dilakukan value engineering, dari struktur baja sistem CSB dirubah ke sistem PEB.

Adapun maksud dan tujuan dari penelitian ini yaitu menghitung waktu dan biaya yang diperlukan untuk masing-masing sistem PEB dan CSB pada bangunan konstruksi baja pada proyek rumah susun stasiun Tanjung Barat, Membandingkan besar kuat momen nominal, kuat geser nominal, lendutan yang terjadi di masing-masing sistem PEB dan CSB pada bangunan konstruksi baja stasiun Tanjung Barat. Bangunan prakayasa adalah struktur yang dirancang sebelumnya menggunakan beberapa perangkat lunak simulasi dan pemodelan dan kemudian dibangun di lokasi menggunakan komponen pracetak [4]. PEB adalah teknik konstruksi yang didasarkan pada konsep perincian desain dan perincian dilakukan sebelum pekerjaan yang sebenarnya dimulai. Dalam sistem PEB, semua komponen sudah direncanakan mulai dari merancang, merincikan setiap proses meliputi fabrikasi, transportasi, dan ereksi. Setiap detail dirancang termasuk sambungan, perancang desain PEB akan menyediakan jumlah baut yang akurat. Sehingga sistem PEB membutuhkan lebih sedikit waktu karena hanya perlu mengkoneksikan tiap baja, desain PEB semua anggota yaitu bagian canai panas dan bagian cetakan dingin. Desain berat minimum CSB dilakukan untuk mencapai desain PEB. Mereka menyatakan bahwa Bobot Minimum berbanding lurus dengan Biaya Minimum. Kedua struktur ini dibandingkan tidak hanya secara ekonomis tetapi juga untuk keamanan struktural [5].

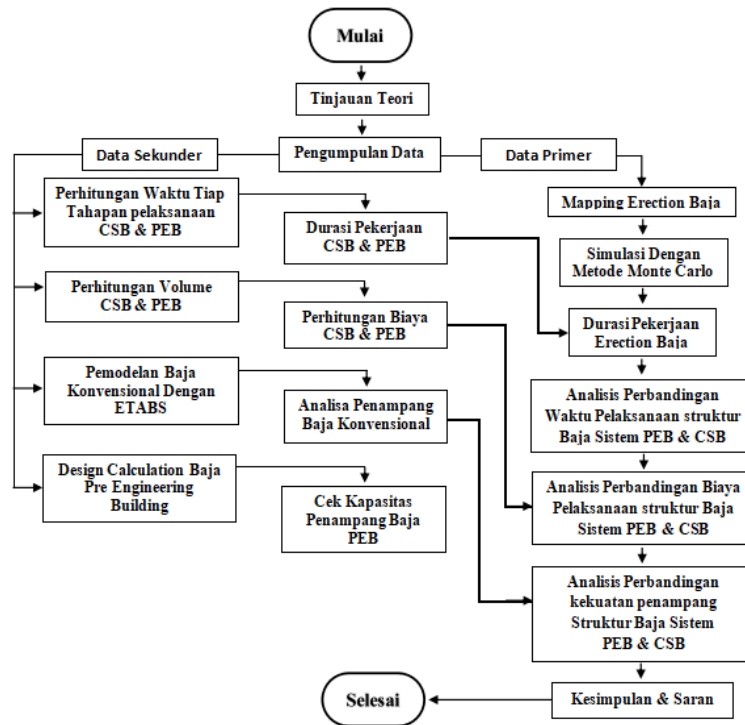
## 2. METODE

Penelitian ini menerapkan metode penelitian kuantitatif, menggunakan metode deskriptif, dengan cara mengumpulkan data, kemudian disusun dan diolah untuk bisa mendeskripsikan atau memberi gambaran terhadap perbedaan dari dua sistem struktur PEB dan CSB dalam faktor biaya dan waktu serta kekuatan struktur. Objek Penelitian adalah proyek pembangunan rusun stasiun Tanjung Barat. Penelitian dilakukan pada Proyek Rumah Susun Stasiun Tanjung Barat yang berlokasi pada Jalan Raya Lenteng Agung No. 55, Lenteng Agung, Kecamatan Jagakarsa, Kota Jakarta Selatan, DKI Jakarta.



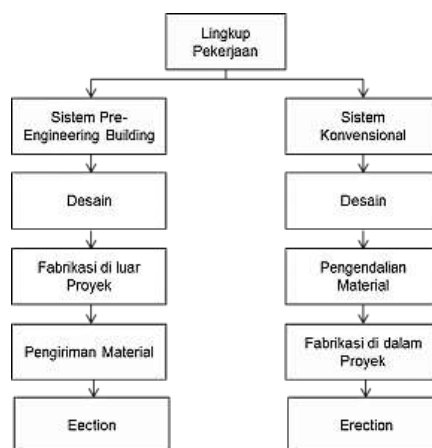
Gambar 1. Lokasi Proyek Rusun Stasiun Tanjung Barat

Pada penelitian ini diperlukan data yang dijadikan bahan acuan dalam pelaksanaan dan penyusunan laporan Penelitian. Data yang dibutuhkan dapat diklasifikasikan dalam dua jenis data, yaitu: data primer dan data sekunder, Pengumpulan Data yang digunakan Data Primer: Observasi, Perhitungan Volume, Mapping Pekerjaan *Erection* dan Data Sekunder: *Drawing, design Calculation, Harga Penawaran, Schedule*. Kemudian dilakukan Analisa perbandingan. Adapun proses alur penelitian ini dapat digambarkan seperti dalam diagram alur yang disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

Analisa data dilakukan untuk mengolah data sekunder dan data primer menjadi informasi yang nantinya bisa dipergunakan dalam mengambil kesimpulan. Dari data sekunder dan data primer, terdapat lingkup pekerjaan dari masing- masing metode yang menjadi parameter perbedaan antara struktur baja sistem PEB dan CSB seperti pada gambar 3.



Gambar 3. Diagram Alir Lingkup Pekerjaan

Dari diagram alir lingkup pekerjaan antara struktur baja sistem PEB dan CSB pada gambar di atas, pada masing-masing sistem terdapat tahapan analisa yang dilakukan sebagai berikut. Analisa biaya dan waktu pelaksanaan pada masing-masing metode dihitung dengan cara menganalisa besaran biaya yang ditimbulkan dari Sistem PEB dan CSB yaitu: Proses fabrikasi di luar proyek, Proses Pengiriman Material dari Luar Negeri, Proses erection, Dan dilakukan Analisa struktur portal dengan memodelkan konstruksi baja sistem CSB dengan bantuan software ETABS, Lalu di bandingkan dengan *design calculation* baja PEB untuk beberapa kuat penampang sebagai berikut: Kuat Momen Nominal, Kuat Geser Nominal, Besar Lentutan

### 3. HASIL

#### A. Analisis Biaya

Analisis perbandingan biaya antara sistem PEB dan CSB bisa diperhitungkan dari volume material baja, biaya produksi, biaya pengiriman dari masing masing sistem. Berikut adalah tabel hasil analisis volume baja untuk sistem PEB dan CSB.

Tabel 1. Rekapitulasi Perhitungan Volume Baja Sistem Conventional Steel Building

No	Pekerjaan	Volume	Satuan
1	kolom	92.880	kg
2	Balok	161.710	kg
3	Rafter	36.271	kg
4	Purlin	14.122	kg
5	Plat sambungan	40.806	kg
6	Sagrod	687,30	kg
7	Angkur	1.300	Set
8	Sambungan Baut	10.193	Set
	Total	346.481	kg

Tabel 2. Rekapitulasi Perhitungan Volume Baja Sistem Pre Engineering Building

No	Pekerjaan	Volume	Satuan
1	Kolom	66.114	kg
2	Balok	78.355	kg
3	Rafter	8.051	kg
4	Purlin	8.561	kg
5	Portal pengaku	259	kg
6	wall Brace	7.926	kg
7	Flange Brace	5.428	kg
8	sambungan	34.048	kg
	Total	208.751	kg

Perhitungan kebutuhan biaya material konstruksi baja *Pre Engineering Building* dan *Conventional Steel Building* dapat dihitung dengan mengalikan volume dari tiap tiap item pekerjaan dengan harga satuan pekerjaan yang telah ditentukan berdasarkan referensi harga satuan dari dokumen penawaran pekerjaan konstruksi baja oleh kontraktor pelaksana proyek. Berikut adalah tabel perhitungan biaya pekerjaan.

Tabel 3. Perhitungan Biaya Baja Sistem Pre Engineering Building

No	Uraian	Satuan	Volume	Harga Satuan	Jumlah Harga
1	Main structure (Kolom, balok, rafter)	Kg	186.830	Rp 22.778	Rp 4.255.691.527
2	Secondary structure (Purlins, bracing dan lain-lain)	Kg	21.916	Rp 41.409	Rp 907.547.563
3	Anchor bolts	Set			<i>included on secondary</i>
4	Bolt & nuts	Set			<i>included on secondary</i>
5	Painting 80 micron Alkyd	m <sup>2</sup>	7.428	Rp 8.452	Rp 62.784.000
6	Shipping and Insurance to port	Container	14	Rp 18.848.571	Rp 263.880.000
7	Shipping to project				Rp 55.810.000
	Total Material On Site				Rp 5.545.713.089

Tabel 4. Perhitungan Biaya Baja Sistem Conventional Steel Building

No	Uraian	Satuan	Volume	Harga Satuan	Jumlah Harga
1	Main structure (Kolom, balok, rafter)	Kg	331.668	Rp 30.800	Rp 10.215.382.862
2	Secondary structure (Purlins, bracing dan lain-lain)	Kg	14.809	Rp 28.400	Rp 420.589.218
3	Anchor bolts	Set	1.300	Rp 368.000	Rp 478.400.000
4	Bolt & nuts	Set	10193	Rp 21.800	Rp 222.207.400
5	Painting 80 micron Alkyd	m <sup>2</sup>			<i>included on secondary</i>
6	Shipping and Insurance to port	Container			<i>included on secondary</i>
7	Shipping to project				<i>included on secondary</i>
	Total Material On Site				Rp 12.545.713.089



Perhitungan kebutuhan biaya untuk erection konstruksi baja sistem PEB dapat dihitung dengan mengalikan volume dari tiap item pekerjaan dengan harga satuan pekerjaan yang telah ditentukan, dan untuk alat berat biaya sudah termasuk dalam harga satuan material, dan biaya tersebut berdasarkan referensi harga satuan dari dokumen penawaran pekerjaan konstruksi baja oleh kontraktor pelaksana proyek. Berikut adalah tabel hasil perhitungan biaya ereksi baja untuk ke dua sistem.

Tabel 5. Perhitungan Biaya Erection Baja Sistem PEB

No	Uraian	Satuan	Volume	Harga Satuan	Jumlah Harga
1	Main structure (Kolom, balok, rafter)	Kg	186.830	Rp 6.500	Rp 1.214.395.872
2	Secondary structure (Purlins, bracing dan lain-lain)	Kg	21.916	Rp 6.500	Rp 142.458.910
3	Anchor bolts	Set	768	Rp 1.300	Rp 998.400
4	Bolt & nuts	Set			<i>included on main Structure</i>
	Total Material On Site				Rp 1.357.853.182

Tabel 6. Perhitungan Biaya Erection Baja Sistem CSB

No	Uraian	Satuan	Volume	Harga Satuan	Jumlah Harga
1	Main structure (Kolom, balok, rafter)	Kg	331.668	Rp 5.800	Rp 1.923.675.993
2	Secondary structure (Purlins, bracing dan lain-lain)	Kg	14.809	Rp 5.800	Rp 85.894.981
3	Anchor bolts	Set	1.300	Rp 1.200	Rp 1.560.000
4	Bolt & nuts	Set	10.193	Rp 1.200	Rp 12.231.600
	Total Material On Site				Rp 2.023.362.575

## B. Analisis Waktu

Untuk menghitung waktu yang dibutuhkan untuk konstruksi baja PEB dan CSB dari proses produksi sampai material on site dengan menghitung durasi waktu dari tiap tahap pekerjaan kedua system konstruksi baja tersebut. Pada pekerjaan konstruksi baja PEB ini dihitung waktu pengiriman material mulai dari proses approval drawing disepakati bersama lalu dilanjutkan dengan proses fabrikasi di workshop dan dikirim sampai tiba dilokasi proyek. Pada tahapan pekerjaan ini karena workshop manufaktur baja yang berada di Vietnam, perlu di lakukan analisa kebutuhan waktu untuk tahapan - tahapan pengadaan material konstruksi baja PEB dan pengiriman baja PEB dilakukan kontraktor dengan mengimpor material konstruksi baja sampai tiba dilokasi untuk kemudian dilakukan tahapan pekerjaan erection. Adapun tahapan-tahapan pekerjaan untuk analisis waktu dapat dilihat pada gambar diagram alir berikut ini.



Gambar 4. Alur Pekerjaan Kontruksi baja PEB

Proses approval drawing & design calculation dilakukan oleh sub-kontraktor dengan mengacu design yang sudah di buat oleh kontraktor & perencana, berdasarkan penawaran yang diberikan oleh sub-kontraktor untuk waktu yang dibutuhkan adalah 4 minggu. Proses fabrikasi dilakukan di pabrik yang berada di Vietnam, berdasarkan penawaran yang diberikan oleh sub-kontraktor untuk waktu yang dibutuhkan adalah 14 Minggu dari approval drawing sudah di sepakati bersama. Pada pekerjaan pengiriman material ini dihitung waktu pengiriman material mulai dari material yang sudah di fabrikasi di workshop dan dikirim sampai tiba dilokasi proyek, Beberapa tahap pengiriman material sebagai berikut;

- Pengiriman Ke Pelabuhan Vietnam = 2 Hari

- Pembongkaran materi = 5 Hari
- Transportasi laut = 14 Hari
- Pemuatan material ke kapal = 7 Hari
- Transportasi darat ke lokasi = 1 Hari
- Pembongkaran material di lokasi = 1 hari

Pada pekerjaan *erection* dilakukan analisa berdasarkan mapping pekerjaan yang sudah dilaksanakan dilapangan, dapat diperhitungkan durasi pekerjaan dari data yang sudah di dapatkan menggunakan metode simulasi Monte Carlo. Tabel berikut memperlihatkan hasil analisis menggunakan simulasi Monte Carlo untuk mencari durasi waktu ereksi kolom baja untuk hari 17-38.

Tabel 7. Perhitungan Simulasi Durasi Erection Kolom

Hari ke	Actual Data (Pcs)	Frequency (hari)	Probability	Cumulative	Random Number Intervals			Hari ke	Random Number	Prediction Data (Pcs)
1	1	1	0,06	0,06	0,00	-	0,06	18	41	1
2	1	1	0,06	0,12	0,06	-	0,12	19	38	1
3	1	1	0,06	0,18	0,12	-	0,18	20	25	2
4	2	1	0,06	0,24	0,18	-	0,24	21	62	2
5	2	1	0,06	0,29	0,24	-	0,29	22	18	1
6	2	1	0,06	0,35	0,29	-	0,35	23	80	1
7	1	1	0,06	0,41	0,35	-	0,41	24	76	1
8	1	1	0,06	0,47	0,41	-	0,47	25	56	1
9	1	1	0,06	0,53	0,47	-	0,53	26	73	1
10	1	1	0,06	0,59	0,53	-	0,59	27	81	1
11	2	1	0,06	0,65	0,59	-	0,65	28	35	2
12	1	1	0,06	0,71	0,65	-	0,71	29	84	2
13	1	1	0,06	0,76	0,71	-	0,76	30	81	1
14	1	1	0,06	0,82	0,76	-	0,82	31	13	1
15	2	1	0,06	0,88	0,82	-	0,88	32	76	1
16	1	1	0,06	0,94	0,88	-	0,94	33	71	1
17	2	1	0,06	1,00	0,94	-	1,00	34	20	2
	23	17						35	10	1
								36	82	1
								37	65	2
								38	47	1
								<b>Total Erection</b>		27

Tabel berikut memperlihatkan hasil analisis menggunakan simulasi Monte Carlo untuk mencari durasi waktu ereksi balok utama dan rafter baja untuk hari 10-29.

Tabel 8. Perhitungan Simulasi Durasi Erection Balok utama & Rafter

Hari ke	Actual Data (Pcs)	Frequency (hari)	Probability	Cumulative	Random Number Intervals			Hari ke	Random Number	Prediction Data (Pcs)
1	2	1	0,11	0,11	0,00	-	0,11	10	1	2
2	1	1	0,11	0,22	0,11	-	0,22	11	66	3
3	1	1	0,11	0,33	0,22	-	0,33	12	6	2
4	2	1	0,11	0,44	0,33	-	0,44	13	29	1
5	2	1	0,11	0,56	0,44	-	0,56	14	64	3
6	3	1	0,11	0,67	0,56	-	0,67	15	89	2
7	1	1	0,11	0,78	0,67	-	0,78	16	85	2
8	2	1	0,11	0,89	0,78	-	0,89	17	49	2
9	1	1	0,11	1,00	0,89	-	1,00	18	21	1
	15	9						19	41	2
								20	29	1
								21	93	1

22	70	1
23	23	1
24	69	1
25	34	2
26	53	2
27	77	1
28	79	2
29	61	3
	<b>Total Erection</b>	35

Tabel berikut memperlihatkan hasil analisis menggunakan simulasi Monte Carlo untuk mencari durasi waktu ereksi balok tepi dan bracing baja untuk hari 13-34.

Tabel 9. Perhitungan Simulasi Durasi Erection Balok Tepi & Bracing

Hari ke	Actual Data (Pcs)	Frequency (hari)	Probability	Cumulative	Random Number Intervals			Hari ke	Random Number	Prediction Data (Pcs)
						-				
1	1	1	0,08	0,08	0,00	-	0,08	13	22	1
2	4	1	0,08	0,17	0,08	-	0,17	14	95	5
3	1	1	0,08	0,25	0,17	-	0,25	15	99	5
4	1	1	0,08	0,33	0,25	-	0,33	16	56	1
5	2	1	0,08	0,42	0,33	-	0,42	17	12	4
6	1	1	0,08	0,50	0,42	-	0,50	18	17	4
7	1	1	0,08	0,58	0,50	-	0,58	19	90	3
8	1	1	0,08	0,67	0,58	-	0,67	20	52	1
9	2	1	0,08	0,75	0,67	-	0,75	21	38	2
10	2	1	0,08	0,83	0,75	-	0,83	22	17	4
11	3	1	0,08	0,92	0,83	-	0,92	23	64	1
12	5	1	0,08	1,00	0,92	-	1,00	24	8	1
	24	12						25	20	1
								26	29	1
								27	78	2
								28	100	5
								29	25	1
								30	70	2
								31	33	1
								32	6	1
								33	62	1
								34	62	1
								<b>Total Erection</b>		48

Tabel berikut memperlihatkan hasil analisis menggunakan simulasi Monte Carlo untuk mencari durasi waktu ereksi balok anak baja untuk hari 13-33.

Tabel 10. Perhitungan Simulasi Durasi Erection Balok Anak

Hari ke	Actual Data (Pcs)	Frequency (hari)	Probability	Cumulative	Random Number Intervals			Hari ke	Random Number	Prediction Data (Pcs)
						-				
1	2	1	0,05	0,05	0,00	-	0,05	13	16	3
2	3	1	0,05	0,09	0,05	-	0,09	14	61	3
3	2	1	0,05	0,14	0,09	-	0,14	15	6	3
4	3	1	0,05	0,18	0,14	-	0,18	16	57	4
5	1	1	0,05	0,23	0,18	-	0,23	17	35	2
6	1	1	0,05	0,27	0,23	-	0,27	18	90	2
7	3	1	0,05	0,32	0,27	-	0,32	19	89	2
8	2	1	0,05	0,36	0,32	-	0,36	20	48	1

9	1	1	0,05	0,41	0,36	-	0,41	21	50	1
10	5	1	0,05	0,45	0,41	-	0,45	22	99	1
11	1	1	0,05	0,50	0,45	-	0,50	23	97	1
12	3	1	0,05	0,55	0,50	-	0,55	24	75	10
	24	12						25	45	5
								26	45	5
								27	76	10
								28	61	3
								29	59	4
								30	25	1
								31	35	2
								32	2	2
								33	6	3
									<b>Total Erection</b>	68

Tabel berikut memperlihatkan resume hasil analisis untuk durasi pekerjaan ereksi baja sistem PEB.

Tabel 11. Rekapitulasi Perhitungan Simulasi Durasi Erection Baja

No	Tipe Baja	Satuan	Jumlah	Durasi (hari)
1	Kolom	Btg	50	37
2	Balok Utama & Rafter	Btg	50	29
3	Balok Tepi	Btg	72	34
4	Balok Anak	Btg	144	33
	<b>Total</b>			133

Dari perhitungan durasi pekerjaan konstruksi baja PEB di dapatkan rekapitulasi durasi pekerjaan sebagai berikut:

Tabel 12. Perhitungan Durasi Pekerjaan Kontruksi Baja Sistem PEB

No	Pekerjaan	Durasi (hari)
1	Approval Drawing & Approval Desain	28
2	Fabrikasi Profil Baja	98
3	Pengiriman Ke Pelabuhan Vietnam	1
4	Pembongkaran material + <i>Custom Clearance</i> di pelabuhan Merak	5
5	Transportasi laut	14
6	Pemuatan material ke kapal	7
7	Transportasi darat ke lokasi	1
8	Pembongkaran material di lokasi	1
9	Erection	133
	<b>Total</b>	288

Analisa proses alur pekerjaan konstruksi baja CSB dengan menghitung waktu yang dibutuhkan dari proses perencanaan approval drawing sampai ke masa konstruksi. Pada pekerjaan pengiriman material konstruksi baja sistem CSB, pengadaan material baja dilakukan pada pabrikan baja di Indonesia seperti PT Krakatau Steel dan PT Gunung Garuda, yang dimana lokasi workshop baja tersebut masih berada di sekitar Jabodetabek. Adapun tahapan-tahapan pekerjaan tersebut dapat dilihat pada diagram alir berikut ini.



Gambar 5. Alur Pekerjaan Kontruksi baja CSB

Proses pembuatan shop drawing dilakukan oleh Sub-Kontraktor yang mengembangkan atau mendetailkan dari DED yang sudah dibuat oleh kontraktor dan tim perencana, berdasarkan referensi dari tim proyek

memberikan waktu 7 hari kepada Sub-Kontraktor. Proses pengadaan material dilakukan di area Jabodetabek, untuk kebutuhan waktu berdasarkan jarak diperkirakan paling lambat 1 hari. Proses pembongkaran material dilakukan pada malam hari untuk menghindari kemacetan yang terjadi, pembongkaran material menggunakan bantuan alat Tower Crane dan Forklift. Proses fabrikasi material utama konstruksi baja sistem CSB yang merupakan baja profil WF dan H yang dilakukan langsung di area proyek. Waktu pekerjaan fabrikasi dengan rincian pekerja sebagai berikut:

Koefisien waktu pekerjaan = 40,18 kg/jm

Terdiri dari 1 tukang las, 1 tukang blender, 1 tukang gerinda, 1 tukang cat

Total volume berat material konstruksi baja sistem CSB = 346.488 kg dengan waktu pekerjaan 12 jam/ hari.

Koefisien waktu pekerjaan = 401,80 kg/jm, dengan

10 tukang las, 10 tukang blender, 10 tukang gerinda, 10 tukang cat

Durasi waktu pekerjaan =  $346.488 \text{ kg} / 401,80 \text{ kg/ jam}$

= 862,34 kg/jam = 71,86 hr  $\approx$  72 hr

Pekerjaan *Erection* kolom konstruksi baja sistem CSB diasumsikan tidak berbeda dengan sistem PEB dikarenakan bentuk dan jumlah Kolom dan balok relatif sama. Dari perhitungan durasi pekerjaan konstruksi baja sistem CSB di dapatkan rekapitulasi durasi pekerjaan yang disampaikan pada tabel berikut:

Tabel 13. Perhitungan Durasi Pekerjaan Kontruksi Baja Sistem CSB

No	Pekerjaan	Durasi (hari)
1	Approval Drawing	7
2	Pengadaan Material	1
3	Pengiriman Material	1
4	Pembongkaran Material	1
5	Pekerjaan Fabrikasi	72
6	Erection	133
	Total	215

### C. Analisis Struktur

Dengan perbedaan volume material baja maka dilakukan Analisa struktur untuk mengecek kapasitas penampang terhadap kuat momen nominal, kuat geser nominal dan besar lendutan yang terjadi.

#### Data Beban

Tahap pertama dari proses analisis struktur bangunan adalah menetapkan parameter untuk perencanaan elemen struktur bangunan, dalam hal ini adalah pembebanan yang akan membebani struktur bangunan. Tabel berikut memperlihatkan daftar beban dan parameter perencanaan struktur yang diperlukan untuk proses analisis struktur.

Tabel 14. Parameter Perencanaan Pembebanan Struktur

No	Data Perencanaan Struktur	Nilai
1	Beban hidup lantai 2	500 kg/m <sup>2</sup>
2	Beban SIDL lantai 2	135 kg/m <sup>2</sup>
3	Beban Angin	40 kg/m <sup>2</sup>
4	Beban Dinding Bata Ringan	100 kg/m <sup>2</sup>
5	Beban Hidup Rafter	30 kg/m <sup>2</sup>
6	Beban Hidup Purlin	57 kg/m <sup>2</sup>
7	Beban Atap	24 kg/m <sup>2</sup>
8	Beban Gempa zona depok	SE
	SS	0,607 (g)
	S1	0,549 (g)



9	Sistem Rangka Struktur	
	SRPMK (R) → CSB	8
	SRPMB (R) → PEB	3,5

### Kombinasi Pembebanan

Setelah pembebanan dilakukan, maka tahap selanjutnya adalah mengkombinasikan beban-beban tersebut sesuai dengan SNI untuk pembebanan bangunan gedung.

- 1,4 DL
- 1,2 DL + 1,6 LL + 0,5 LR
- 1,2 DL + 1,6 LR + 0,5 LL
- 1,2 DL + 1,6 LR ± 0,5 W
- 1,2 DL ± 1W + 1 LL + 0,5 LR
- (1,2 + 0,2 Sds) DL + 0,5 LL ± p (EX ± 0,3 EY)
- (1,2 + 0,2 Sds) DL + 0,5 LL ± p (EY ± 0,3 EX)
- (0,9 - 0,2 Sds) DL ± p (EX ± 0,3 EY)
- (0,9 + 0,2 Sds) DL ± p (EY ± 0,3 EX)
- 0,9 DL ± 1W

Dimana:

DL : Beban mati

LL : Beban hidup

E : Beban gempa lateral

x,y : Arah beban gempa lateral

p : Faktor reduksi

Sds : Parameter respons spektral percepatan desain pada periode pendek

W : Beban angin

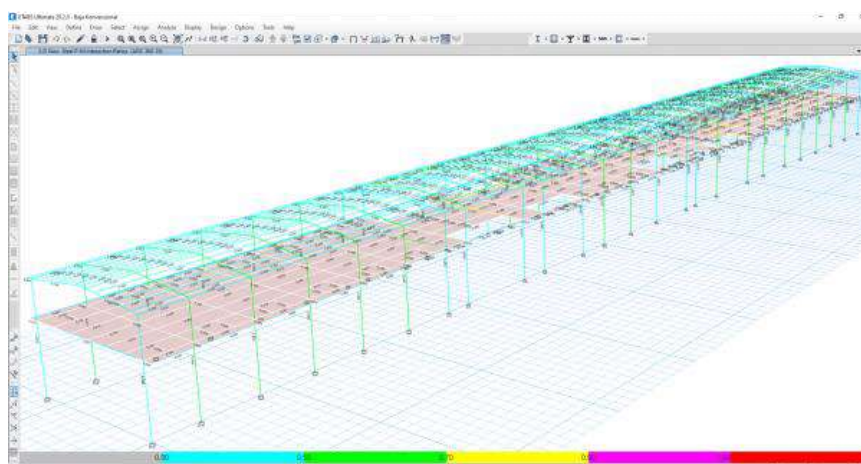
LR : Beban atap

### Spesifikasi Bahan Material untuk Analisis:

CSB - Spesifikasi untuk kolom = mutu  $F_y = 345$  Mpa (A36), Spesifikasi untuk Balok = mutu  $F_y = 345$  Mpa (A36). PEB - Spesifikasi untuk kolom = mutu  $F_y = 345$  Mpa (A572 Gr50), Spesifikasi untuk Balok = mutu  $F_y = 345$  Mpa (A572 Gr50).

### Analisis Struktur

Analisa kapasitas penampang struktur dilakukan dengan bantuan software ETABS. Dimulai dengan melakukan define material yang akan digunakan, lalu melakukan penggambaran model struktur, lalu melakukan identifikasi beban, selanjutnya melakukan input beban pada model struktur yang sudah dibuat, dan terakhir melaksanakan *Run Analisis* sehingga bisa mendapatkan hasil PMM Ratio yang menandakan aman atau tidaknya rangka batang baja tersebut. Gambar berikut memperlihatkan hasil analisis.



Gambar 6. Hasil Run Analisis ETABS

### Pengecekan Kuat Momen Nominal

Berdasarkan dari Analisa struktur baja sistem CSB di dapatkan nilai kuat momen nominal yang terjadi di portal dengan pembebanan yang paling besar, dilihat dari tabel berikut memperlihatkan bahwa nilai momen nominal yang terjadi masih lebih kecil di dibandingkan dengan momen ultimate.

Tabel 15. Kuat Momen Nominal Balok Sistem CSB

Momen	Mu	Mn
Major Bending	1541,98	1783,64

Pada baja sistem PEB berdasarkan dari *design calculation* yang sudah disetujui didapatkan nilai momen nominal yang terjadi lebih kecil dari momen ultimate. Tabel berikut memperlihatkan nilai momen nominal untuk baja sistem PEB.

Tabel 16. Kuat Momen Nominal Balok Sistem PEB

Momen	Mu	Mn
Major Bending	1699,24	1959,24

### Pengecekan Kuat Geser Nominal

Berdasarkan dari Analisa struktur baja sistem CSB di dapatkan nilai kuat geser nominal yang terjadi di portal dengan pembebanan yang paling besar, dilihat dari tabel berikut memperlihatkan bahwa nilai geser nominal yang terjadi masih lebih kecil dibanding kan dengan geser ultimate.

Tabel 17. Kuat Geser Nominal Balok Sistem CSB

Geser	Vu	Vn
Major Bending	53,668	1451,52

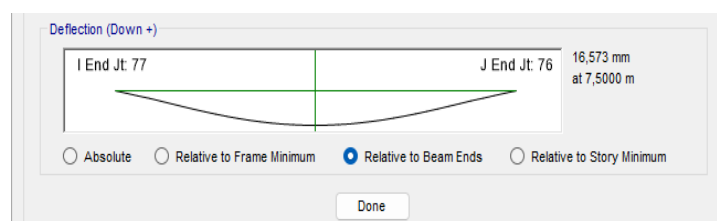
Pada baja sistem PEB berdasarkan dari design calculation yang sudah disetujui didapatkan nilai geser nominal yang terjadi lebih kecil dari momen ultimate. Tabel berikut memperlihatkan nilai geser nominal untuk baja sistem PEB.

Tabel 18. Kuat Geser Nominal Balok Sistem PEB

Geser	Vu	Vn
Major Bending	605,475	605,500

### Pengecekan Lentutan Balok

Berdasarkan dari Analisa struktur baja sistem CSB di dapatkan nilai kuat geser nominal yang terjadi di struktur portal dengan pembebanan yang paling besar, dilihat dari gambar berikut bahwa besar lentutan yang terjadi adalah 16,573 mm, dimana masih lebih kecil dari lentutan izin yaitu sebesar 62,5 mm ( $L/240$ ).



Gambar 7. Lentutan balok hasil Run Analisis di ETABS

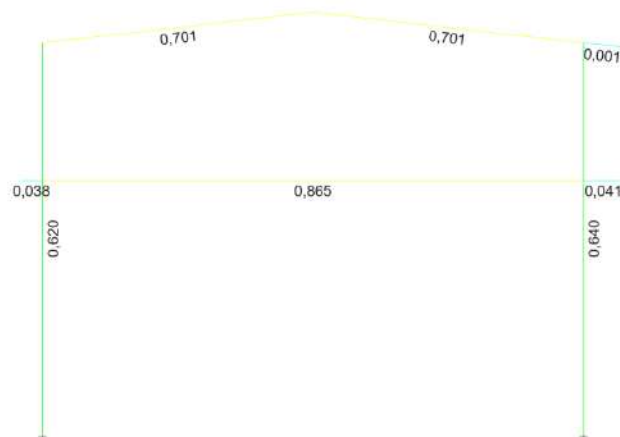
Pada baja sistem PEB berdasarkan dari *design calculation* yang sudah disetujui didapatkan nilai lentutan yang terjadi adalah 45,556 mm, dimana nilai tersebut masih lebih kecil dari lentutan izin yaitu sebesar 62,5 mm ( $L/240$ ). Gambar berikut memperlihatkan nilai lentutan untuk baja sistem PEB.



Gambar 8. Lendutan balok dari design calculation PEB

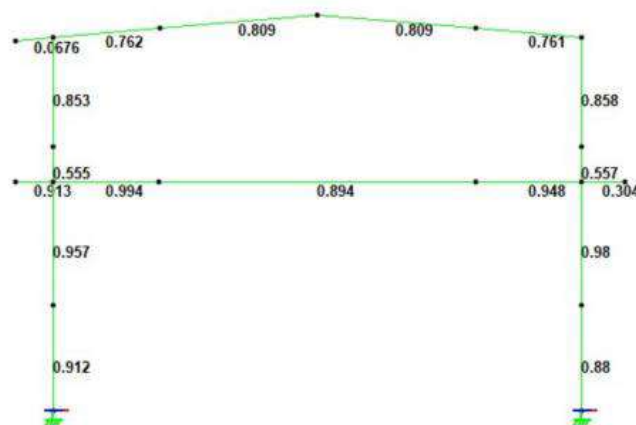
### Pengecekan PMM Ratio

Berdasarkan dari Analisa struktur baja sistem CSB di dapatkan nilai PMM Ratio yang terjadi di struktur portal dengan pembebanan yang paling besar, dilihat dari gambar berikut bahwa PMM Ratio yang terjadi masih lebih kecil dari 1, maka rangka batang tergolong aman. Gambar berikut memperlihatkan hasil PMM rasio untuk baja PEB.



Gambar 9. PMM Ratio balok dari hasil *Run Analisis* software ETABS untuk CSB

Pada baja sistem PEB berdasarkan dari *design calculation* yang sudah disetujui didapatkan PMM Ratio yang terjadi lebih kecil dari 1, maka struktur portal masih tergolong aman. Gambar berikut memperlihatkan hasil PMM rasio untuk baja PEB.



Gambar 10. PMM Ratio design calculation PEB

### Pembahasan hasil analisis struktur

Berdasarkan hasil Analisa dari kedua sistem tersebut, bahwa PEB dan CSB dapat dikategorikan sebagai struktur portal yang aman terhadap beban-beban yang terjadi. Namun dari Analisa struktur untuk baja sistem PEB mengoptimalkan design samai kebatas maximal izin yang disyaratkan, sehingga dapat memperkecil dimensi profil baja yang akan digunakan.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan dari analisa waktu, biaya, dan struktur dari konstruksi baja sistem PEB dan CSB, maka didapatkan hasil sebagai berikut: Analisis perbandingan waktu pelaksanaan yang dihasilkan untuk masing-masing sistem PEB dan CSB pada bangunan konstruksi baja pada proyek rumah susun stasiun tanjung barat masing-masing yaitu 288 hari dan 215 hari. Analisis perbandingan biaya pekerjaan yang dihasilkan untuk masing-masing sistem PEB dan CSB pada bangunan konstruksi baja pada proyek rumah susun stasiun tanjung barat masing-masing yaitu Rp. 5.545.713.089 dan Rp. 11.336.579.479. Analisis perbandingan struktur baja sistem PEB dan CSB masih dikategorikan rangka batang yang aman terhadap beban – beban yang terjadi. Namun untuk struktur baja dengan sistem PEB didesain dengan lebih mendekati ke batas maksimum izin yang disyaratkan, sehingga desain profil struktur baja dengan sistem PEB yang dihasilkan bisa lebih efektif dan efisien. Sehingga dapat disimpulkan dengan kondisi proyek rusun tanjung barat yang masih di tahap pondasi saat proses tender baja stasiun ini, maka lebih baik memilih untuk menggunakan konstruksi baja sistem PEB, dikarenakan biaya yang bisa lebih efisien.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini tidak dapat terlaksana tanpa bantuan berbagai pihak, khususnya kepada PT. Brantas Abipraya sebagai kontraktor pelaksana yang memberikan akses data primer maupun sekunder pada penelitian ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Thorat, Mr. V., & Parekar, Mr. S. (2022). *Pre Engineering Building as a Modern Era: A Review. International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology*, 10 (3). <https://doi.org/10.22214/ijraset.2022.40955>
- [2] Mohanraj, C. (2017). *International Research A Study o. www.ijtsrd.com*
- [3] Verma, A., & Chandak, Dr. R. (2022). Analysis and Design of Pre-Engineered Building with Different Parameters. *International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology*, 10 (3). <https://doi.org/10.22214/ijraset.2022.40982>
- [4] Sharma, L., Taak, N., & Mishra, P. K. (2021). A comparative study between the pre-engineered structures and conventional structures using STAADPRO. *Materials Today: Proceedings*, 45, 3469–3475. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.12.942>
- [5] Gawade, M. D., & Waghe, U. P. (2018). Study Of Pre-Engineered Building Concept. *Journal of Research in Engineering and Applied Sciences*, 03 (03). <https://doi.org/10.46565/jreas.2018.v03i03.003>
- [6] Kurniawan E.P, R., Nurcahyo, C. B., & Putri R.W, Y. E. (2015). Analisa Perbandingan Biaya dan Waktu Bangunan Konstruksi Baja Menggunakan Sistem *Pre Engineering Building* dan Sistem *Conventional Steel Building* pada Proyek Pabrik Fober Cement Boards Mojosari. *Jurnal Teknik Sipil ITS*, 4(1).
- [7] Ir. Susy Fatena Rostianti. (2008). alat-berat-untuk-proyek-konstruksi. In *Alat Berat Untuk Proyek Konstruksi* (2nd ed.). Rineka Cipta.
- [8] Permata Sari, K., Arman, U. D., & Ridwan, M. (2021). Analisis Perbandingan Rencana Anggaran Biaya Berdasarkan Metode Sni Dengan Perhitungan Kontraktor. *Jurnal Teknologi Dan Sistem Informasi Bisnis*, 3 (1). <https://doi.org/10.47233/jteksis.v3i1.222>
- [9] Jonathan, R., & Anondho, D. B. (2021). Perbandingan Perhitungan Volume Pekerjaan Dak Beton Bertulang Antara Metode Bim Dengan Konvensional (Vol. 4, Issue 1).
- [10] Abdillah, N. (2018). Perbandingan Aplikasi Program Microsoft Project, Project Libre dan Gantt Project Dalam Penjadwalan Proyek Konstruksi. *Jurnal Unitek*, 10 (2). <https://doi.org/10.52072/unitek.v10i2.83>
- [11] A. Fadjar, “Aplikasi Simulasi *Monte Carlo* Dalam Estimasi Biaya Proyek,” *Jurnal SMARTek*, vol. 6, no. 4, p. 223, 2008.
- [12] Badan Standardisasi Nasional. (2020). Penetapan Standar Nasional Indonesia 1727:2020 Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait Untuk Bangunan Gedung dan Struktur. *Badan Standardisasi Nasional 1727:2020*, 8, 1–336.

# Sarana Dan Prasarana Transportasi Perkotaan Berkelanjutan Penerapan Konsep Transit Oriented Development (TOD) Pada Penataan Kota

Mukhamad Khafiffauzun<sup>1</sup>, Adnan Hari Nurdhi<sup>1\*</sup>, dan Rahadian Putra Prasetya S.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila, Jakarta

**Abstrak.** Transportasi perkotaan yang berkelanjutan menjadi perhatian utama dalam menghadapi pertumbuhan pesat populasi perkotaan dan mobilitas yang meningkat. Artikel ini memfokuskan pada penerapan konsep *Transit Oriented Development* (TOD) sebagai strategi untuk mencapai penataan transportasi perkotaan yang berkelanjutan. Penelitian ini bertujuan untuk menggali hasil penerapan konsep TOD dalam konteks perkotaan, khususnya menyoroti peningkatan aksesibilitas transportasi publik, pengurangan kemacetan lalu lintas, perbaikan lingkungan, peningkatan kualitas hidup, serta dampak sosial dan ekonomi. Pendekatan penelitian melibatkan analisis data sekunder dari sumber-sumber terpercaya, termasuk BPS, Departemen, dan dinas terkait, untuk mencakup informasi transportasi perkotaan selama lima tahun terakhir. Analisis data dilakukan secara kuantitatif dan kualitatif untuk mengidentifikasi dampak signifikan dari penerapan TOD. Informasi yang dihimpun melibatkan hasil penataan transportasi perkotaan yang berkelanjutan dengan fokus pada indikator-indikator yang telah dijelaskan. Implementasi TOD terbukti memberikan hasil positif, termasuk peningkatan aksesibilitas transportasi publik, pengurangan kemacetan lalu lintas, perbaikan lingkungan, peningkatan kualitas hidup, dan dampak sosial dan ekonomi yang menguntungkan. Meskipun terdapat manfaat yang jelas dari penerapan TOD, tantangan seperti koordinasi antar pemangku kepentingan, masalah pembiayaan, dan resistensi terhadap perubahan juga diidentifikasi. Dalam konteks ini, penerapan TOD dianggap sebagai langkah penting menuju perkotaan yang lebih berkelanjutan, dan artikel ini memberikan wawasan yang berharga untuk pengembangan kebijakan dan praktik terbaik dalam merancang kota-kota masa depan.

**Kata Kunci:** Sarana dan prasarana, transportasi perkotaan, penataan kota, kemacetan lalu lintas, kualitas lingkungan.

## 1. PENDAHULUAN

Transportasi perkotaan yang berkelanjutan telah menjadi isu penting dalam perkembangan kota-kota modern di seluruh dunia. Dalam beberapa dekade terakhir, pertumbuhan populasi perkotaan yang cepat dan mobilitas yang semakin tinggi telah menghadirkan tantangan besar dalam hal pengelolaan transportasi perkotaan [1]. Dalam konteks ini, konsep *Transit Oriented Development* (TOD) telah muncul sebagai suatu pendekatan yang bertujuan untuk menciptakan kota-kota yang lebih berkelanjutan, terintegrasi, dan berorientasi pada sistem transportasi publik.

Transportasi perkotaan yang berkelanjutan telah menjadi salah satu isu paling mendesak dalam perkembangan kota-kota modern di seluruh dunia. Pertumbuhan pesat populasi perkotaan dan mobilitas yang semakin tinggi telah menciptakan tantangan besar dalam hal pengelolaan transportasi perkotaan. Fenomena urbanisasi yang meluas dan percepatan perkembangan perkotaan menyebabkan kendaraan bermotor pribadi semakin melimpah di jalan-jalan kota. Ini mengakibatkan masalah kemacetan lalu lintas yang kronis, meningkatnya emisi gas buang, peningkatan konsumsi energi, dan berbagai dampak negatif lainnya terhadap lingkungan perkotaan dan kualitas hidup penduduknya [2].

---

Corresponding author: [adnanhn03@gmail.com](mailto:adnanhn03@gmail.com)



TOD adalah suatu pendekatan perencanaan perkotaan yang didasarkan pada ide bahwa pengembangan kota seharusnya fokus pada lokasi-lokasi yang terhubung dengan sistem transportasi publik, seperti kereta api, bus rapid transit, dan sistem transportasi lainnya [3]. Pendekatan ini mempromosikan pengembangan perumahan, komersial, dan fasilitas umum di sekitar stasiun-stasiun transportasi, menciptakan kota yang lebih berjalan kaki, ramah lingkungan, dan efisien dalam penggunaan lahan.

Konsep TOD memandang sistem transportasi publik sebagai tulang punggung mobilitas perkotaan dan berusaha untuk mengurangi ketergantungan pada kendaraan pribadi [4]. Dengan menciptakan kota-kota yang lebih terhubung dengan sistem transportasi publik, TOD berpotensi untuk meningkatkan aksesibilitas, mengurangi kemacetan lalu lintas, meningkatkan kualitas udara, dan menciptakan lingkungan yang lebih berkelanjutan. Oleh karena itu, banyak kota di seluruh dunia, terutama yang menghadapi masalah kemacetan lalu lintas dan masalah lingkungan, semakin tertarik untuk menerapkan konsep TOD dalam penataan perkotaan mereka.

Kota-kota di seluruh dunia, terutama yang menghadapi masalah kemacetan lalu lintas dan masalah lingkungan, semakin tertarik untuk menerapkan konsep TOD dalam penataan perkotaan mereka. Namun, penerapan TOD tidak selalu mudah, dan keberhasilannya bergantung pada sejumlah faktor, termasuk infrastruktur transportasi yang sudah ada, peraturan tata ruang, kebijakan perencanaan perkotaan, dan partisipasi masyarakat.

Kemajuan teknologi dan sistem transportasi yang semakin canggih, seperti kereta cepat, transportasi berbasis aplikasi, dan layanan ridesharing, juga telah mengubah lanskap transportasi perkotaan. Oleh karena itu, penelitian yang mendalam mengenai penerapan konsep TOD dalam konteks perkotaan yang terus berubah menjadi semakin penting. Artikel jurnal ini akan menggali lebih dalam tentang bagaimana konsep TOD dapat diterapkan dalam penataan perkotaan yang berkelanjutan, mengidentifikasi tantangan-tantangan utama yang dihadapi, serta mengevaluasi keberhasilan dan dampaknya pada masyarakat dan lingkungan.

Berdasarkan penelitian terdahulu, urgensi keseimbangan antara aspek ekonomi, sosial, dan lingkungan dalam mencapai perkotaan yang berkelanjutan. Keseimbangan ekonomi dalam konteks pertumbuhan yang berkelanjutan dan efisien penggunaan sumber daya menjadi kunci untuk mencapai tujuan tersebut. Saat ini, terdapat tantangan serius dalam kinerja ekonomi nasional, terutama di kawasan perkotaan yang merupakan pusat pertumbuhan ekonomi, karena biaya ekonomi tinggi akibat penataan ruang dan transportasi yang kurang optimal. Dalam rangka mengatasi permasalahan ini, konsep Pembangunan berorientasi transit atau *Transit Oriented Development* (TOD) diusung sebagai pendekatan pengelolaan ruang dan transportasi secara terintegrasi. Penelitian ini menganalisis karakteristik TOD yang telah diimplementasikan di kawasan stasiun kota Tangerang, sebagai representasi dari kawasan transit berbasis TOD. Metode kualitatif digunakan dalam penelitian ini, dengan fokus pada penataan kawasan stasiun kota Tangerang sebagai kunci untuk meningkatkan pertumbuhan ekonomi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penataan tersebut tidak hanya dapat mempercepat pertumbuhan ekonomi, tetapi juga memudahkan masyarakat dalam menggunakan transportasi umum yang terintegrasi, mengurangi ketergantungan pada kendaraan bermotor, serta menciptakan kawasan yang bersih dan tertata. Dengan demikian, implementasi TOD di kawasan stasiun kota Tangerang diharapkan dapat mencerminkan citra kota yang baik dan berkontribusi positif terhadap visi perkotaan berkelanjutan secara keseluruhan [5].

Penelitian ini memperlihatkan GAP yang jelas dengan penelitian sebelumnya yang mengeksplorasi karakteristik *Transit Oriented Development* (TOD) di kawasan stasiun kota Tangerang. Sementara penelitian sebelumnya menitikberatkan pada analisis TOD di konteks geografis yang spesifik, kajian ini merambah lebih jauh untuk menjelajahi tantangan dan dampak penerapan konsep TOD dalam lingkup perkotaan yang terus berubah secara global. Dengan menekankan aspek-aspek seperti infrastruktur yang sudah ada, peraturan tata ruang, kebijakan perencanaan, dan partisipasi masyarakat, penelitian ini menghadirkan dimensi yang lebih luas dalam pemahaman kompleksitas implementasi TOD. Selain itu, melibatkan aspek kemajuan teknologi dan perubahan dalam sistem transportasi, seperti kereta cepat, transportasi berbasis aplikasi, dan layanan ridesharing, menjadikan penelitian ini relevan dalam konteks evolusi terus-menerus dalam bidang transportasi perkotaan. Dengan demikian, penelitian ini memberikan kontribusi yang signifikan dalam melengkapi pemahaman kita tentang tantangan dan dampak penerapan TOD dalam mewujudkan perkotaan yang lebih berkelanjutan dan terintegrasi.

Penelitian ini bertujuan untuk mendalami penerapan konsep *Transit Oriented Development* (TOD) dalam konteks perkotaan yang mengalami pertumbuhan dan transformasi cepat. Tujuan utama penelitian ini adalah

mengidentifikasi tantangan utama yang dihadapi dalam menerapkan TOD, mengevaluasi keberhasilan implementasinya, serta menganalisis dampaknya terhadap masyarakat dan lingkungan. Melalui pendekatan kualitatif, penelitian ini berharap dapat memberikan wawasan yang lebih mendalam tentang kompleksitas dan dinamika penerapan TOD, dengan mempertimbangkan faktor-faktor seperti infrastruktur transportasi, regulasi tata ruang, kebijakan perencanaan, dan partisipasi masyarakat. Harapan penelitian ini adalah dapat memberikan rekomendasi yang konkret dan relevan bagi pembuat kebijakan, perencana kota, dan pemangku kepentingan lainnya dalam merancang strategi implementasi TOD yang efektif dan berkelanjutan. Selain itu, diharapkan hasil penelitian ini dapat memberikan pemahaman yang lebih baik terhadap peran teknologi dan perkembangan sistem transportasi terkini dalam konteks TOD. Hipotesis penelitian ini mencakup keyakinan bahwa implementasi konsep TOD dapat memberikan kontribusi positif dalam mengatasi tantangan transportasi perkotaan, seperti kemacetan lalu lintas dan dampak lingkungan negatif. Selain itu, diasumsikan bahwa faktor-faktor seperti infrastruktur transportasi yang ada, regulasi tata ruang yang mendukung, kebijakan perencanaan yang terintegrasi, dan partisipasi masyarakat akan mempengaruhi keberhasilan penerapan TOD. Dengan demikian, penelitian ini berusaha untuk menguji dan mengonfirmasi asumsi-asumsi tersebut melalui analisis mendalam terhadap kasus-kasus implementasi TOD dalam perkotaan yang tengah berkembang. Dengan memahami latar belakang yang mencakup isu-isu transportasi perkotaan, konsep TOD, dan perubahan dalam lanskap transportasi, artikel jurnal ini diharapkan dapat memberikan wawasan yang berharga tentang bagaimana penerapan TOD dapat membantu mengatasi tantangan-tantangan dalam penataan perkotaan yang berkelanjutan, serta memberikan dasar bagi pengembangan kebijakan dan praktek-praktek terbaik dalam merancang kota-kota masa depan.

## 2. METODE

Metode penelitian yang digunakan dalam artikel jurnal ini mengandalkan data sekunder yang diperoleh dari sumber-sumber terpercaya, seperti BPS, Departemen, dan dinas terkait, yang mencakup data statistik dan informasi tentang transportasi perkotaan selama periode lima tahun ke belakang. Data ini kemudian dianalisis secara kuantitatif dan kualitatif untuk mengidentifikasi tren dan pola yang berkaitan dengan penerapan konsep *Transit Oriented Development* (TOD) dalam penataan kota-kota perkotaan yang berkelanjutan. Penelitian ini mencakup analisis perubahan infrastruktur, kebijakan pemerintah, perkembangan sosial, dan dampak lingkungan yang berkaitan dengan penerapan TOD. Data sekunder ini menjadi landasan yang kuat untuk mendukung temuan dan kesimpulan dalam artikel jurnal ini.

## 3. HASIL

Pembahasan mengenai penerapan konsep *Transit Oriented Development* (TOD) dalam penataan transportasi perkotaan yang berkelanjutan telah menjadi isu yang semakin mendalam dan relevan dalam beberapa tahun terakhir [6]. Dalam pembahasan ini, kami akan menjelaskan lebih rinci hasil penelitian yang mencakup berbagai aspek penting yang terkait dengan penerapan TOD dalam konteks perkotaan. Dengan mempertimbangkan dampaknya pada aksesibilitas transportasi publik, pengurangan kemacetan lalu lintas, perbaikan kualitas lingkungan, peningkatan kualitas hidup masyarakat, serta dampak sosial dan ekonomi, kami juga akan menyoroti tantangan dan kendala yang dihadapi dalam penerapan konsep TOD.

### Peningkatan Aksesibilitas Transportasi Publik

Salah satu hasil utama dari penerapan konsep TOD adalah peningkatan signifikan dalam aksesibilitas transportasi publik. Dalam kota-kota yang mengadopsi TOD, lokasi-lokasi perumahan dan komersial yang strategis ditempatkan di sekitar stasiun-stasiun transportasi publik, seperti kereta api, bus rapid transit, atau tram. Hal ini telah membantu menciptakan kawasan yang lebih aksesibel bagi penduduk untuk mengakses sarana transportasi publik dengan mudah.

Tabel 1 Data Peningkatan Aksesibilitas Transportasi Publik dalam Implementasi TOD

Tahun	Jumlah Stasiun TOD	Persentase Penduduk dengan Aksesibilitas Lebih Baik ke Transportasi Publik
2018	15	48%
2019	18	52%
2020	21	57%
2021	24	61%
2022	28	65%

Tabel di atas menunjukkan perkembangan jumlah stasiun TOD dan persentase penduduk yang memiliki aksesibilitas yang lebih baik ke transportasi publik dalam beberapa tahun terakhir. Peningkatan jumlah stasiun TOD telah berdampak positif pada aksesibilitas transportasi publik bagi penduduk. Persentase penduduk dengan aksesibilitas yang lebih baik terus meningkat seiring dengan peningkatan jumlah stasiun TOD yang diimplementasikan di kota-kota perkotaan. Hal ini menggambarkan bagaimana TOD telah membantu meningkatkan aksesibilitas transportasi publik di kota-kota yang menerapkannya selama periode tersebut.

Studi kasus dari berbagai kota menunjukkan bahwa keberadaan TOD telah meningkatkan tingkat penggunaan transportasi publik. Masyarakat yang tinggal di sekitar stasiun-stasiun TOD cenderung lebih memilih transportasi publik sebagai sarana utama perjalanan mereka, mengurangi ketergantungan pada kendaraan pribadi. Fasilitas ini juga meningkatkan kenyamanan perjalanan, mengurangi waktu perjalanan, dan mengurangi biaya transportasi, yang semuanya berkontribusi pada meningkatnya aksesibilitas.

### Pengurangan Kemacetan Lalu Lintas

Pengurangan kemacetan lalu lintas adalah salah satu dampak paling diharapkan dari penerapan TOD [7]. Dengan mengurangi jumlah kendaraan pribadi yang beredar di jalan-jalan perkotaan, TOD telah membantu mengatasi masalah kemacetan lalu lintas yang sering kali menjadi momok bagi banyak kota. Dengan lebih banyak orang yang memilih transportasi publik dan berjalan kaki, kota-kota yang menerapkan TOD mengalami penurunan volume lalu lintas kendaraan pribadi yang signifikan.

Dampak ini dapat diukur melalui berbagai indikator, seperti peningkatan kecepatan rata-rata lalu lintas, penurunan waktu perjalanan, dan pengurangan emisi gas buang. Beberapa kota yang menerapkan TOD juga telah melihat penurunan kecelakaan lalu lintas karena lebih sedikit kendaraan pribadi di jalan-jalan, menciptakan lingkungan yang lebih aman untuk semua pengguna jalan.

### Perbaikan Kualitas Lingkungan

Dampak positif lain dari penerapan TOD adalah perbaikan kualitas lingkungan [8]. Dengan mengurangi emisi gas buang dari kendaraan bermotor, TOD berkontribusi pada pengurangan polusi udara dan peningkatan kualitas udara di kota-kota yang menerapkannya. Ini memiliki manfaat langsung bagi kesehatan penduduk, mengurangi risiko penyakit pernapasan dan masalah kesehatan lain yang terkait dengan polusi udara.

Tabel 2. Konsep *Transit Oriented Development* (TOD) dalam kota-kota

Kota	Pengurangan Volume Kendaraan Pribadi (%)	Peningkatan Kecepatan Rata-Rata (%)	Pengurangan Waktu Perjalanan (%)	Pengurangan Kecelakaan Lalu Lintas (%)
Kota A	25	15	20	10
Kota B	30	20	25	12
Kota C	20	10	15	8
Kota D	28	18	22	11
Kota E	22	12	18	9

Data dalam tabel ini adalah data yang digunakan untuk menggambarkan dampak penerapan TOD pada pengurangan kemacetan lalu lintas di berbagai kota. Pengurangan volume kendaraan pribadi diukur dalam persentase, peningkatan kecepatan rata-rata lalu lintas diukur dalam persentase, pengurangan waktu perjalanan diukur dalam persentase, dan pengurangan kecelakaan lalu lintas diukur dalam persentase.

TOD juga dapat membantu dalam pelestarian lingkungan alam. Dengan mempromosikan penggunaan transportasi berkelanjutan, seperti berjalan kaki dan sepeda, serta pelestarian ruang terbuka hijau, TOD berperan dalam menjaga kualitas lingkungan perkotaan. Lingkungan yang lebih hijau dan berkelanjutan memberikan manfaat ekologis dan psikologis, menciptakan kota yang lebih menyenangkan untuk ditinggali.

### Peningkatan Kualitas Hidup

Implementasi TOD juga telah membawa perubahan positif dalam kualitas hidup penduduk perkotaan. Dengan mengurangi waktu perjalanan, lebih banyak waktu dapat dialokasikan untuk kegiatan-kegiatan yang lebih bermanfaat, seperti bekerja, beristirahat, atau bersosialisasi. Fasilitas penataan kota yang berorientasi pada berjalan kaki dan sepeda telah menciptakan kawasan yang lebih aman dan nyaman untuk penduduknya.

Studi-studi kasus menunjukkan bahwa TOD telah menciptakan komunitas yang lebih ramah manusia, di mana penduduknya dapat lebih mudah berinteraksi dan berkomunikasi. Inisiatif peningkatan keamanan jalur berjalan kaki dan jalur sepeda telah menciptakan kota yang lebih inklusif dan ramah bagi semua golongan masyarakat, termasuk lansia dan anak-anak.

### **Dampak Sosial dan Ekonomi**

Penerapan TOD juga memiliki dampak yang signifikan pada aspek sosial dan ekonomi. Secara ekonomi, penelitian telah menunjukkan bahwa pembangunan kawasan TOD telah mendorong pertumbuhan ekonomi di sekitarnya. Dengan menarik investasi dan perusahaan ke kawasan yang lebih terhubung dengan transportasi publik, banyak kota telah menciptakan lapangan kerja baru dan peluang bisnis.

Selain itu, pengembangan properti komersial dan perumahan yang terintegrasi dengan TOD telah membantu menciptakan perumahan yang lebih terjangkau dan beragam. Ini mengurangi tekanan pada harga perumahan dan menciptakan peluang bagi berbagai lapisan masyarakat untuk tinggal di kawasan yang terhubung dengan transportasi publik.

Dampak sosial juga penting. Masyarakat di kota-kota yang menerapkan TOD telah melaporkan perasaan yang lebih positif tentang lingkungan mereka. Peningkatan interaksi sosial, perasaan aman yang meningkat, dan akses yang lebih baik ke fasilitas pendidikan dan kesehatan telah memperbaiki kualitas hidup penduduk.

### **Tantangan dan Kendala**

Meskipun penerapan TOD memiliki banyak manfaat, ada sejumlah tantangan dan kendala yang perlu diatasi. Salah satu tantangan utama adalah koordinasi antara berbagai pemangku kepentingan, termasuk pemerintah daerah, pengembang, dan masyarakat. Proses perencanaan dan pengambilan keputusan yang efektif memerlukan kerjasama yang kuat antara semua pihak terlibat.

Pembiayaan juga menjadi masalah serius dalam pengembangan TOD. Pembangunan infrastruktur transportasi publik yang efisien memerlukan investasi besar, dan sumber dana yang cukup seringkali menjadi kendala utama. Upaya perlu dilakukan untuk menemukan sumber pendanaan yang berkelanjutan untuk proyek-proyek TOD.

Selain itu, resistensi terhadap perubahan juga merupakan kendala yang signifikan. Beberapa kelompok masyarakat mungkin menolak atau mengkhawatirkan perubahan dalam lingkungan mereka. Oleh karena itu, komunikasi yang efektif dan pendekatan yang inklusif diperlukan untuk memenangkan dukungan masyarakat.

## **4. KESIMPULAN**

Kesimpulan dari pembahasan mengenai penerapan konsep *Transit Oriented Development* (TOD) menunjukkan bahwa implementasi TOD memiliki dampak positif yang signifikan dalam konteks perkotaan yang berkembang. Peningkatan aksesibilitas transportasi publik, pengurangan kemacetan lalu lintas, perbaikan kualitas lingkungan, peningkatan kualitas hidup, dan dampak sosial serta ekonomi yang positif menjadi bukti efektivitas konsep ini. Data yang disajikan menunjukkan peningkatan jumlah stasiun TOD dan persentase penduduk dengan aksesibilitas yang lebih baik ke transportasi publik seiring waktu. Dalam melihat pengurangan kemacetan lalu lintas, konsep TOD memberikan dampak positif yang diukur melalui peningkatan kecepatan rata-rata lalu lintas, penurunan waktu perjalanan, dan pengurangan kecelakaan lalu lintas. Selain itu, pengurangan volume kendaraan pribadi di jalan-jalan perkotaan menciptakan lingkungan yang lebih aman dan mendukung pelestarian lingkungan alam.

Perbaikan kualitas lingkungan juga terlihat dari data yang menggambarkan pengurangan emisi gas buang dan peningkatan kualitas udara. Konsep TOD menciptakan lingkungan yang lebih hijau dan berkelanjutan, dengan dampak positif terhadap kesehatan penduduk. Studi kasus dari berbagai kota menunjukkan bahwa keberadaan TOD meningkatkan penggunaan transportasi publik, mengurangi ketergantungan pada kendaraan pribadi, meningkatkan kenyamanan perjalanan, dan mengurangi biaya transportasi. Dari segi sosial dan ekonomi, TOD memberikan dampak positif dalam bentuk pertumbuhan ekonomi, penciptaan lapangan kerja baru, dan perumahan yang lebih terjangkau. Masyarakat di kota-kota yang menerapkan TOD melaporkan perasaan yang lebih positif tentang lingkungan mereka, dengan peningkatan interaksi sosial, perasaan aman yang meningkat, dan akses yang lebih baik ke fasilitas pendidikan dan kesehatan. Namun, sejumlah tantangan dan kendala juga diidentifikasi, termasuk koordinasi antar-pihak terlibat, masalah pembiayaan, dan resistensi terhadap perubahan. Oleh karena itu, meskipun konsep TOD membawa manfaat yang besar, langkah-langkah

strategis dan kerjasama yang kuat diperlukan untuk mengatasi hambatan tersebut dan memastikan keberlanjutan implementasinya.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ramadhani, V. S., & Sardjito, S. (2018). Penentuan Prioritas Pengembangan Kawasan Transit Stasiun Gubeng dengan Konsep Transit Oriented Development. *Jurnal Teknik ITS*, 6 (2). <https://doi.org/10.12962/j23373539.v6i2.24950>
- [2] Ridhoni, M., & Ridhani, M. Y. (2018). Evaluasi Keberlanjutan Terminal Berbasis Transit Oriented Development (TOD), Studi Kasus di Terminal Pal Enam Kota Banjarmasin. *The Indonesian Green Technology Journal*, 007 (01), 6–13. <https://doi.org/10.21776/ub.igtj.2018.007.01.02>
- [3] Sinaga, S. M., Hamdi, M., Wasistiono, S., & Lukman, S. (2020). Implementasi Kebijakan Angkutan Umum Massal Berbasis Bus Rapid Transit (BRT) Dalam Mewujudkan Sistem Transportasi Publik Perkotaan Yang Berkeadilan Dan Berkelanjutan Di Provinsi DKI Jakarta. *Papatung: Jurnal Ilmu Administrasi Publik, Pemerintahan Dan Politik*, 2 (3), 203–220. <https://doi.org/10.54783/japp.v2i3.31>
- [4] Julio, T., Liong, J. T., & Pribadi, I. G. O. S. (2020). Evaluasi Perencanaan Transit Oriented Development (TOD) Stasiun Mrt Fatmawati Kecamatan Cilandak, Kota Jakarta Selatan. *Jurnal Sains, Teknologi, Urban, Perancangan, Arsitektur (Stupa)*, 2 (2), 2877. <https://doi.org/10.24912/stupa.v2i2.8850>
- [5] Adji. (2017). Penerapan Konsep Transit Oriented Development (TOD) Pada Penataan Kawasan Di Kota Tangerang. *Jurnal Arsitektur PURWARUPA*. Vol 1 (2)
- [6] Wirasmoyo, W., & Ratriningsih, D. (2019). Ruang Transit Bus Trans Jogja Berbasis Kesesuaian Dengan Standar Transit Oriented Development (TOD). *Senthong*, 2, 213–224. Retrieved from <https://jurnal.ft.uns.ac.id/index.php/senthong/article/view/864>
- [7] Apriliyani, D., & Mardiansjah, F. H. (2020). Potensi Pengembangan Kawasan Transit Oriented Development (TOD) Pada Lintasan Brt Trans Jateng Koridor Ungaran - Bawen. *Desa-Kota*, 2 (2), 217. <https://doi.org/10.20961/desa-kota.v2i2.40015.217-231>
- [8] Wirasmoyo, W., Ratriningsih, D., & Rahman, M. I. A. A. (2019). Ruang Transit Bus Trans Jogja Berbasis Kesesuaian dengan Standar Transit Oriented Development (TOD) Studi Kasus: Halte Bus Trans Jogja Malioboro 1 dan Parkir Ngabean. *Senthong*, 2 (1), 213–224. Retrieved from <https://jurnal.ft.uns.ac.id/index.php/senthong/article/view/864>



# Upaya Adaptif Masyarakat Daerah Sempadan Sungai untuk Mitigasi Bahaya Banjir (Studi Kasus: Sungai Ciliwung Tengah)

Gita Ayu<sup>1\*</sup>, dan Dwi Ariyani<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila, Jakarta

**Abstrak.** Kabupaten Bogor merupakan kabupaten yang termasuk dalam benang merah untuk bencana banjir. Beberapa Kecamatan di Kabupaten Bogor rawan terjadi banjir setiap tahun. Pembangunan infrastruktur area sempadan sungai Ciliwung yang merupakan kawasan lindung dan reservasi di dalam Kota Bogor menjadi pemicu bencana banjir dan longsor. Berdasarkan permasalahan di atas penelitian ini dilakukan untuk mengetahui adaptasi masyarakat daerah sempadan sungai untuk mitigasi bahaya banjir. Jenis penelitian ini menggunakan metode campuran yaitu kualitatif dan kuantitatif deskriptif. Teknik pengambilan data menggunakan kuesioner, wawancara, dan observasi. Teknik pengambilan sampel yang digunakan yaitu *Purposive Sampling*. Hasil penelitian menunjukkan titik-titik lokasi bencana banjir berada di Kecamatan Bojong Gede (6°28'40.81"S, 106°48'55.64"E), Kecamatan Cibinong (6°27'54.36"S, 106°49'4.88"E), dan Kecamatan Cilodong (6°25'51.10"S, 106°49'0.73"E). Upaya adaptif yang dilakukan yaitu mendirikan bangunan tempat tinggal lebih dari satu lantai, menggunakan stuktur bangunan material yang tahan terhadap banjir atau tanggul, saluran pembuangan air, dan membuat penghalang khusus penghambat banjir sedangkan upaya mitigasi yang dilakukan yaitu melakukan pemantauan, pembersihan lingkungan, dan pembangunan kembali sarana dan prasarana pada pasca bencana banjir. Penanganan yang dilakukan oleh pihak berwenang dalam mengatasi bencana banjir yaitu membangun kembali tanggul yang rusak akibat terjadinya limpasan tersebut. Pihak berwenang memberi bantuan kepada masyarakat yang terkena dampak fisik/ non fisik, melakukan penyuluhan untuk masyarakat agar tidak membangun bangunan dekat dengan daerah sempadan sungai karena beresiko sangat tinggi terkena banjir, melakukan penerapan berlanjut terkait peraturan yang terkait dengan daerah sempadan sungai

**Kata kunci:** *Adaptasi, Mitigasi, Sempadan Sungai*

## 1. PENDAHULUAN

Daerah aliran sungai (DAS) merupakan suatu daerah daratan yang satu kesatuan dengan sungai serta anak-anak sungainya, yang berperan menampung, menaruh, serta mengalirkan air yang berasal dari curah hujan ke danau atau ke laut secara natural, yang batasan di darat ialah pemisah topografis serta batas di laut hingga dengan wilayah perairan yang masih terbawa – bawa aktivitas daratan. Dalam pengelolaan daerah sungai diperlukan terdapatnya uraian menimpa batas wilayah sempadan yang merupakan kawasan – kawasan selama kiri kanan sungai tercantum sungai buatan yang memiliki khasiat berarti untuk mempertahankan kelestarian fungsi sungai [1].

Banjir merupakan masalah yang sangat serius dan berdampak besar bagi masyarakat namun terjadi secara rutin. Fenomena banjir disebabkan oleh curah hujan yang meningkatkan debit sungai sehingga sungai tidak dapat lagi mengolah airnya, namun ada juga faktor lain yang mempengaruhi, seperti berkurangnya simpanan air di sungai akibat sedimentasi, degradasi sungai, tata batas dan tata ruang perencanaan di sekitar sungai, konstruksi ilegal di sepanjang sungai dan banyak jalur pengaspalan di daerah aliran sungai[2]. Sungai Ciliwung merupakan sungai besar yang melalui Kota Bogor. Sungai sepanjang 117 km ini sering menjadi penyebab terjadinya bencana banjir di Bogor. Pesatnya pembangunan pada sempadan Sungai Ciliwung telah menyebabkan fungsi ekologi kawasan tersebut berkurang. Saat terjadi hujan dengan intensitas tinggi, debit air Sungai Ciliwung akan meningkat dan terakumulasi di kawasan hilir sehingga menyebabkan banjir di

\* Corresponding author: [Gitaaayu73@gmail.com](mailto:Gitaaayu73@gmail.com)

Bogor [3]. Kabupaten Bogor merupakan salah satu kabupaten yang termasuk dalam benang merah untuk bencana banjir. Berdasarkan keterangan dan data dari BPBD Kabupaten Bogor, terdapat 14 kecamatan yang sering menjadi langganan banjir. Salah satu kecamatan dengan banjir paling parah adalah Kecamatan Bojong Gede. BPBD Kabupaten Bogor mengatakan banjir disebabkan oleh tingginya intensitas hujan dan adanya penyumbatan drainase dimana ini berdampak pada bangunan sekitar dan titik kejadian berada pada dataran rendah. Hal tersebut menyebabkan kecamatan ini berpotensi terhadap bencana banjir. Salah satu area yang tidak banyak mendapat perhatian adalah area sempadan sungai. Sempadan sungai merupakan area yang sangat rentan terhadap aktivitas manusia, berkenaan dengan pemanfaatan lahan yang tidak sesuai dengan daya dukung dan peruntukannya[4]. Pembangunan infrastruktur di area sempadan sungai Ciliwung yang jelas nyata merupakan kawasan lindung dan reservasi di dalam Kota Bogor menjadi pemicu bencana banjir dan longsor pada area tersebut[5]. Dari permasalahan tersebut maka perlu dilakukan upaya adaptif dan mitigasi bahaya banjir ke masyarakat daerah sempadan sungai ciliwung. Adapun tujuan dari penelitian ini mengetahui upaya adaptif dan mitigasi masyarakat daerah sempadan sungai terkait bahaya banjir. Kebaruan dari penelitian ini adalah, untuk menilai upaya adaptif yang telah dilakukan masyarakat di sempadan sungai khususnya di Sungai Ciliwung.

### **Sempadan Sungai**

Sempadan sungai sering juga disebut bantaran sungai. Namun ada sedikit perbedaan, karena bantaran sungai adalah daerah pinggiran sungai yang tergenang air saat banjir (flood plain). Bantaran sungai dapat juga disebut bantaran banjir. Sedangkan sempadan sungai adalah daerah bantaran sungai ditambah lebar longoran tebing sungai (sliding) yang mungkin terjadi, lebar bantaran ekologis dan lebar bantaran keamanan yang diperlukan, terkait dengan letak sungai (misal untuk kawasan pemukiman dan non-pemukiman)[6]. Sempadan sungai yang demikian itu sesungguhnya secara alami akan terbentuk sendiri, sebagai zona transisi antara ekosistem daratan dan ekosistem perairan (sungai). Namun karena ketidapkahaman tentang fungsinya yang sangat penting, umumnya diperkotaan, sempadan tersebut menjadi hilang didesak oleh peruntukan lain. Sempadan sungai yang cukup lebar dengan banyak kehidupan tetumbuhan (flora) dan binatang (fauna) didalamnya merupakan cerminan tata guna lahan yang sehat pada suatu wilayah. Keberadaan banyak jenis spesies flora dan fauna merupakan aset keanekaragaman hayati yang penting bagi keberlangsungan kehidupan manusia dan alam dalam jangka panjang. Mengingat alur sungai dari Hulu sampai ke Hilir yang sangat panjang dengan ciri spesifik dan kondisi yang berbeda-beda pada tiap ruasnya, penetapan sempadan sungai tidak dapat ditetapkan untuk seluruh panjang sungai pada saat yang bersamaan[7].

### **Perlindungan Sempadan Sungai**

Sungai sebagai sumber air mempunyai fungsi yang sangat penting bagi kehidupan dan penghidupan masyarakat, maka perlu dijaga kelestarian dan kelangsungan fungsinya dengan mengamankan lahan sekitarnya. Garis Sempadan Sungai adalah garis batas luar pengamanan sungai yang membatasi adanya pendirian bangunan di tepi sungai dan ditetapkan sebagai perlindungan sungai. Jaraknya bisa berbeda di tiap sungai, tergantung dari kedalaman sungai, keberadaan tanggul, letak sungai, serta pengaruh air laut[8]. Untuk melindungi kawasan sempadan sungai, maka perlu menetapkan lebar atau wilayah sempadan sungai, sebagai penyangga kelestarian fungsi sungai[9]. Sehingga kelestarian sungai, berupa kelestarian sumber daya air yang terkandung di dalamnya dan sistem hidrologinya dapat terjaga dengan baik. Selain itu, penetapan lebar sempadan sungai merupakan bentuk perlindungan pemerintah terhadap masyarakat, yaitu perlindungan terhadap daya rusak air. Misalnya, ancaman terjadinya banjir. Dengan kata lain, sempadan sungai juga dapat dikatakan, sebagai kawasan rawan bencana, yang sangat berbahaya bagi masyarakat apabila dimanfaatkan sebagai kawasan pemukiman, perdagangan, dan kawasan budidaya lainnya bagi pembangunan dan pendapatan daerah. Pengaturan terhadap perlindungan sempadan sungai sudah diatur dalam Permen Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat No. 28 – 2015 Tentang Penetapan Garis Sempadan Sungai Dan Garis Sempadan Danau, Peraturan Pemerintah No.35 Tahun 1991 Tentang Sungai, dan Permen PU No.63 Tahun 1993 Tentang Garis Sempadan Sungai Daerah Manfaat Sungai Daerah Penguasaan Sungai dan Bekas Sungai. Pasal 3 Permen PUPR Nomor 28 Tahun 2015 menjelaskan, bahwa penetapan garis sempadan sungai dan garis sempadan danau dimaksudkan sebagai upaya agar kegiatan perlindungan, pemanfaatan, dan pengendalian atas sumber daya pada sungai dan danau dapat dilaksanakan sesuai dengan tujuannya[10].

### **Banjir**

Banjir adalah peristiwa dimana tanah biasanya kering (bukan daerah rawa) menjadi tergenang dengan air, hal ini disebabkan tingginya curah hujan dan kondisi topografi wilayah berupa dataran rendah hingga

cekung. Selain itu, terjadinya banjir dapat disebabkan oleh limpasan air permukaan yang meluap dan volumenya melebihi daya dukung pengaliran sistem drainase atau sistem aliran sungai. Terjadinya banjir juga disebabkan oleh rendahnya level kemampuan infiltrasi tanah, sehingga menyebabkan tanah menjadi tidak berdaya lagi menyerap air. Banjir dapat terjadi karena naiknya permukaan air karena curah hujan di atas normal, perubahan suhu, tanggul/bendungan yang rusak, pencairan salju yang cepat, terhambatnya aliran air di tempat lain[11].

Bencana banjir merupakan peristiwa alam yang dapat terjadi kapan saja dan sering mengakibatkan hilangnya nyawa dan harta benda. Kerugian akibat banjir dapat berupa kerusakan bangunan, kehilangan barang berharga, dan kerugian yang mengakibatkan tidak dapat pergi bekerja dan sekolah. Banjir tidak bisa dicegah, tetapi bisa dikendalikan dan mengurangi dampak kerugian yang ditimbulkannya[12].

### **Bentuk Adaptasi Masyarakat**

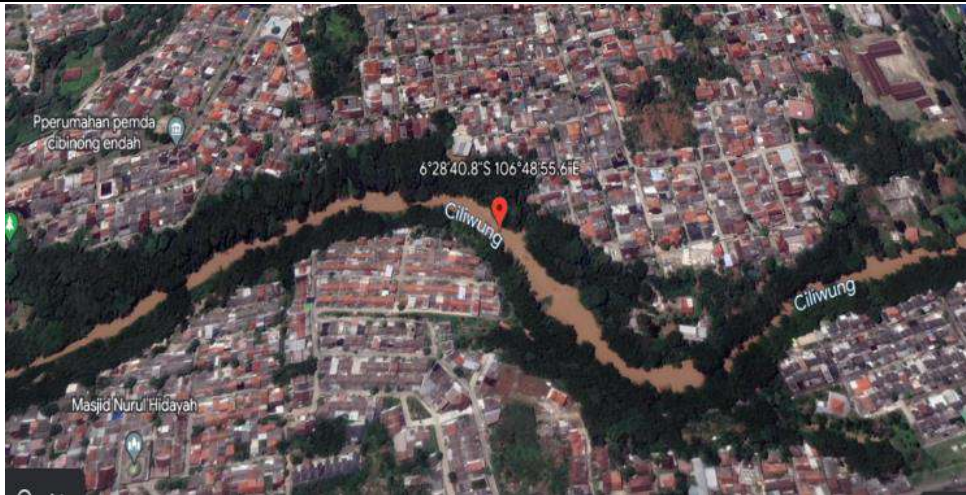
Adaptasi terhadap bencana merupakan sebuah kemampuan masyarakat untuk menyesuaikan diri dengan bencana yang terjadi, dengan cara mengurangi kerusakan yang ditimbulkan, mengambil manfaat maupun mengatasi perubahan dengan segala akibatnya. Adaptasi dipengaruhi oleh kondisi sosial ekonomi dan ekologi tertentu. Adaptasi merupakan bentuk dari mitigasi bencana, dengan mempertahankan keputusan untuk tetap tinggal di kawasan rawan bencana. Akan tetapi, keputusan tersebut diiringi oleh Tindakan mengurangi resiko serta mengurangi dampak bencana yang ada. Adaptasi dalam menghadapi bencana banjir dapat diatasi dengan melakukan tindakan diantaranya seperti aspek fisik, aspek sosial, dan aspek ekonomi. Secara umum, adaptasi adalah upaya menyesuaikan diri terhadap lingkungan. Dalam analisis bentuk adaptasi terhadap lingkungan (perubahan lingkungan seperti bencana banjir), tema hubungan antara manusia dan penekanan pada lingkungan adalah perilaku (behavior) manusia, perilaku manusia berdasarkan berbagai faktor, termasuk persepsi, preferensi dan tindakannya menentukan sesuatu dan sesuatu tercipta karena berbagai faktor[13][14].

### **Bentuk Mitigasi Masyarakat**

Mitigasi bencana merupakan rangkaian upaya untuk mengurangi risiko bencana, baik melalui pembangunan fisik maupun peningkatan kesadaran dan kemampuan dalam menghadapi ancaman bencana[15][16]. Upaya mitigasi struktural berupa perlindungan buatan dan perlindungan alami, sedangkan mitigasi non struktural berupa penyediaan peta daerah rawan bencana, relokasi daerah rawan bencana, tata guna lahan maupun tata ruang, informasi publik/edukasi, dan penegakan hukum[17]. Mitigasi struktur dapat dilakukan dengan memperkuat bangunan dan infrastruktur yang terkena bencana, seperti membuat kode bangunan, desain teknik, dan konstruksi untuk memelihara dan memperkuat struktur atau membangun struktur tahan longsor, dan dinding penahan pantai. Sedangkan upaya yang dapat dilakukan untuk mitigasi non struktural adalah menghindari daerah bencana dengan membangun jauh dari lokasi bencana yang dapat diidentifikasi melalui perencanaan tata ruang dan wilayah serta dengan memberdayakan masyarakat dan pemerintah daerah[18]. Dua jenis kegiatan kesiapsiagaan untuk melindungi keselamatan jiwa yang dapat digunakan di setiap bahaya adalah membuat rencana evakuasi keluarga (merencanakan titik kumpul, transportasi, dan jalur evakuasi) dan mensimulasikan pelatihan perencanaan evakuasi keluarga. Selain itu, berpendapat bahwa di tingkat rumah tangga selain melindungi keselamatan jiwa, perlindungan harta benda juga dilakukan dengan mendaftarkan diri ke asuransi[19]. dan juga mengambil langkah-langkah untuk menghadapi bencana dalam keadaan darurat, membuat rencana tindakan dalam menghadapi bencana, membuat rencana jalur evakuasi untuk menghadapi bencana, membagi tugas dalam menghadapi bencana, menyiapkan peralatan darurat, menyepakati lokasi evakuasi, melakukan pelatihan dan simulasi evakuasi, asuransi jiwa, dan asuransi properti[16].

## **2. METODE**

Jenis penelitian ini adalah penelitian deskriptif untuk menjelaskan secara spesifik gejala, peristiwa, yang sedang terjadi saat ini dan masa yang akan datang atau masalah aktual dengan menggunakan data berupa kualitatif dan kuantitatif. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode survey. Metode survey digunakan untuk mengetahui pola adaptasi masyarakat dalam menghadapi banjir di Kabupaten Bogor. Untuk lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 1 dibawah ini.

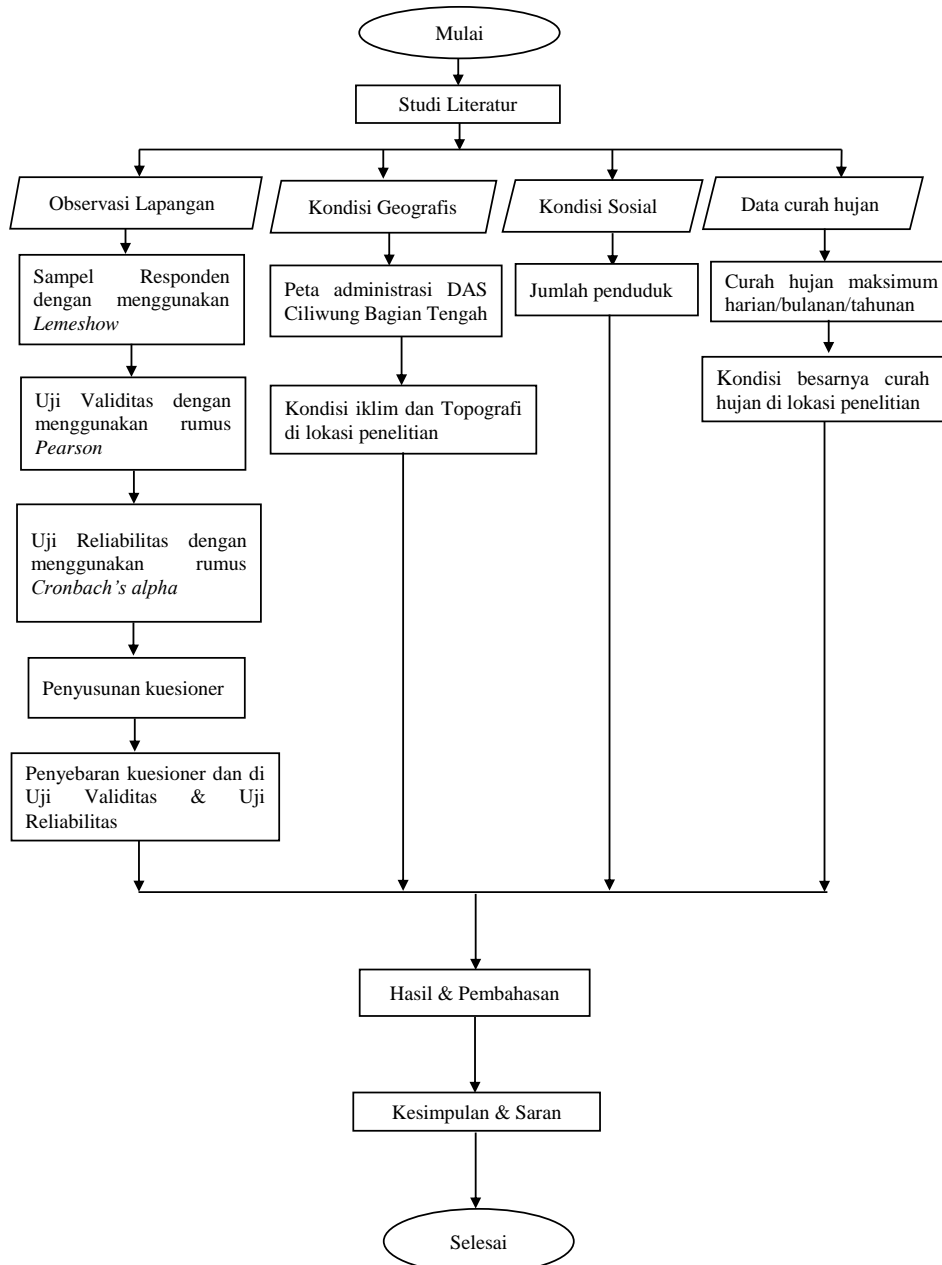


Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian.

Adapun data yang digunakan yaitu:

- Peta lokasi yang bersumber dari google earth.
- Data terkait bencana yang bersumber dari BPBD Kabupaten Bogor.
- Data jumlah penduduk, kepadatan bangunan, dll yang bersumber dari RTRW Kabupaten Bogor, dan Kabupaten Bogor dalam angka.

Populasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah tiga kecamatan sungai ciliwung tengah yaitu Kecamatan Bojong Gede, Kecamatan Cibinong, dan Kecamatan Cilodong. Pemilihan sampel dalam penelitian ini menggunakan purposive sampling, dengan mempertimbangkan kemudahan akses peneliti ke lokasi penelitian, dan keunikann fenomena sosial yaitu kawasan pemukiman sempadan sungai Ciliwung di lokasi yang sudah terpilih. Informan pada penelitian kualitatif dipilih untuk menjelaskan kondisi atau fakta/fenomena yang terjadi informan itu sendiri. Informan dalam penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik masyarakat, dampak bencana dan pola adaptasi masyarakat terhadap bencana banjir. Untuk pola bagan alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 2 dibawah ini



Gambar 2. Bagan Alir Penelitian.

Teknik pemilihan informan dengan praduga digunakan dalam penelitian dengan menentukan karakteristik informan berdasarkan masalah dan tujuan penelitian. Informan penelitian yang dipilih yaitu masyarakat yang berada pada kawasan rentan tinggi terhadap bencana banjir di Kecamatan Bojong Gede, Kecamatan Cibinong, dan Kecamatan Cilodong.

### 3. HASIL

#### Kondisi Wilayah Penelitian

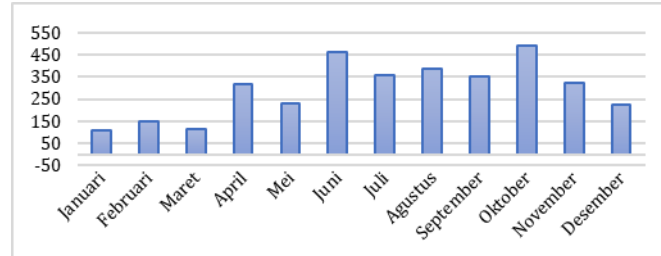
Sungai Ciliwung adalah salah satu sungai yang melewati wilayah administratif DKI Jakarta, Kota Depok, Kota Bogor dan Kabupaten Bogor, yang bermuara di Banjir Kanal Barat (BKB) menuju ke Laut Jawa. Sungai Ciliwung Bagian Tengah memiliki luas  $\pm 15$  ha dan secara geografis Sungai Ciliwung Bagian Tengah terletak di antara Kabupaten/Kota Bogor dan Kabupaten/ Kota Depok pada  $6^{\circ}12'0''$  LS –  $106^{\circ}48'00''$  BJ.

#### Kondisi Topografi dan Iklim

Topografi di Kecamatan Bojong Gede, Kecamatan Cibinong, dan Kecamatan Cilodong ini sebagian besar topografi bergelombang serta berbukit memiliki variasi ketinggian antara 100 m sampai 300 m. Secara



umum iklim di lokasi penelitian wilayah DAS Ciliwung bagian tengah yang secara wilayah administrasi berada di Kabupaten Bogor bagian Utara dan Kota Depok yang berbatasan dengan DKI Jakarta. Wilayah Bogor bagian Utara ini memiliki suhu rata – rata 30°, dengan rata – rata kelembaban udara 83,5%, rata – rata kecepatan angin 3,36 m/det, serta rata – rata curah hujan 292,8 mm<sup>3</sup>. Data rata – rata curah hujan dan hari hujan di Kabupaten Bogor dapat dilihat pada Gambar 3 di bawah ini.



Gambar 3. Diagram Batang Jumlah Curah Hujan Menurut Bulan (mm)

Gambar 3 merupakan diagram batang yang menyajikan data jumlah curah hujan menurut bulan, dari data di atas diketahui pada bulan Oktober mengalami jumlah curah hujan terbesar dengan jumlah hari hujan 28 hari.

### Kondisi Sosial

Jumlah penduduk di Kecamatan Bojong Gede, Cibinong dan Cilodong dapat dilihat pada Tabel 1 dibawah ini,

Tabel 1. Jumlah Penduduk Berdasarkan Jenis Kelamin

No	Kecamatan	Laki - laki	Perempuan	Total
1.	Bojong Gede	148.777	143.688	292.465
2.	Cibinong	184.899	181.504	366.403
3.	Cilodong	85.313	82.865	168.178

Berdasarkan data dari tabel jumlah penduduk terbanyak dari ketiga kecamatan diduduki oleh Kecamatan Cibinong kemudian Kecamatan Bojong Gede dan terakhir yaitu Kecamatan Cilodong. Untuk jumlah penduduk berdasarkan kelompok Usia/Umur di tahun 2021 dapat dilihat pada Tabel 2 dibawah ini

Tabel 2. Jumlah Penduduk Berdasarkan Kelompok Umur

No	Umur	Laki-laki	Perempuan
		2021	2021
1	0-4	43625	41648
2	5-9	42158	39746
3	10-14	44345	41613
4	15-19	44681	41894
5	20-24	43983	42403
6	25-29	44963	43109
7	30-34	44265	42100
8	35-39	41901	40293
9	40-44	40425	39148
10	45-49	36780	35858
11	50-54	31817	31727
12	55-59	25913	25950
13	60-64	20000	20504
14	65-69	14563	15220
15	70-74	7929	8427
16	75+	6426	8945
		533774	518585

Berdasarkan data dari Tabel 2. jumlah penduduk berdasarkan kelompok umur jumlah populasi Laki-laki sebesar 533.774 jiwa lebih banyak dibandingkan dengan populasi Perempuan sebesar 518.585 jiwa. Untuk status ketenagakerjaan penduduk Kota Bogor dapat dilihat pada Tabel 3. dibawah ini,

Tabel 3. Status Ketenagakerjaan Penduduk Kota Bogor

		Laki - laki	Perempuan	Jumlah Total	
Bogor	I.	Angkatan Kerja	335.094	179.229	514.323
		1. Bekerja	295.513	153.607	449.120
		2. Pengangguran Terbuka	39.581	256.22	65.203
	II.	Bukan Angkatan Kerja (sekolah, Mengurus Rumah Tangga, dll)	185.144	477.764	662.908

Berdasarkan data dari tabel 3 telah diketahui kegiatan utama penduduk terbanyak ialah bekerja. Setelah mengetahui kegiatan utama yang dilakukan maka penduduk dapat memahami dampak dari bencana banjir dalam menjalani aktivitas sehari-hari.

### Hasil Uji Validitas

Pengujian validitas ini dilakukan untuk mengetahui valid tidaknya suatu kuesioner dari masing-masing variable tersebut. Uji validitas yang telah dilakukan dengan Aplikasi SPSS dalam penelitian ini ditampilkan dalam Tabel 4 dan Tabel 5.

Tabel 4. Uji Validitas Pearson Correlation

		X01	X02	X03	X04	X05	X06	X07	X08	X09	TOTAL	
X01	Pearson Correlation	1	.382*	.253	.463**	-.091	.019	.156	.103	.128	.466**	
	Sig. (1-tailed)		.019	.089	.005	.317	.460	.206	.293	.250	.005	
	N	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	
X02	Pearson Correlation	.382*	1	.746**	.249	.212	-.085	-.076	.041	.080	.495**	
	Sig. (1-tailed)	.019		<.001	.092	.130	.328	.346	.415	.337	.003	
	N	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	
X03	Pearson Correlation	.253	.746**	1	.339*	.359*	.216	.255	.185	.114	.691**	
	Sig. (1-tailed)	.089	<.001		.033	.026	.126	.087	.163	.273	<.001	
	N	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	
X04	Pearson Correlation	.463**	.249	.339*	1	.069	.169	.313*	.440**	.116	.592**	
	Sig. (1-tailed)	.005	.092	.033		.359	.186	.046	.007	.271	<.001	
	N	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	
X05	Pearson Correlation	-.091	.212	.359*	.069	1	.127	.330*	.612**	.211	.585**	
	Sig. (1-tailed)	.317	.130	.026	.359		.252	.038	<.001	.132	<.001	
	N	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	
X06	Pearson Correlation	.019	-.085	.216	.169	.127	1	.320*	.363*	.335*	.513**	
	Sig. (1-tailed)	.460	.328	.126	.186	.252		.042	.024	.035	.002	
	N	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	
X07	Pearson Correlation	.156	-.076	.255	.313*	.330*	.320*	1	.370*	.196	.575**	
	Sig. (1-tailed)	.206	.346	.087	.046	.038	.042		.022	.150	<.001	
	N	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	
X08	Pearson Correlation	.103	.041	.185	.440**	.612**	.363*	.370*	1	.190	.670**	
	Sig. (1-tailed)	.293	.415	.163	.007	<.001	.024	.022		.157	<.001	
	N	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	
X09	Pearson Correlation	.128	.080	.114	.116	.211	.335*	.196	.190	1	.444**	
	Sig. (1-tailed)	.250	.337	.273	.271	.132	.035	.150	.157		.007	
	N	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	
TOTAL	Pearson Correlation	.466**	.495**	.691**	.592**	.585**	.513**	.575**	.670**	.444**	1	
	Sig. (1-tailed)	.005	.003	<.001	<.001	<.001	.002	<.001	<.001	<.001	.007	
	N	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	

\*, Correlation is significant at the 0.05 level (1-tailed).

\*\*, Correlation is significant at the 0.01 level (1-tailed).

Tabel 5. Hasil Uji Validitas Kuesioner

Indikator	r hitung	r tabel	Keterangan
X.1	0,466	0,361	Valid
X.2	0,495	0,361	Valid
X.3	0,691	0,361	Valid
X.4	0,592	0,361	Valid
X.5	0,585	0,361	Valid
X.6	0,513	0,361	Valid
X.7	0,575	0,361	Valid
X.8	0,670	0,361	Valid
X.9	0,444	0,361	Valid

Dari hasil pengujian validitas pada tabel diatas, 9 kuesioner yang telah diisi oleh 30 responden pada penelitian ini. Salah satu cara agar bisa mengetahui kuesioner telah valid dan tidak valid, kita harus mencari tau r tabelnya terlebih dahulu. Melihat nilai r tabel ketetapan dengan N sebesar 30, sehingga r tabel = 0,361 dengan taraf signifikan 5%. Dari hasil perhitungan validitas pada tabel diatas, dapat dilihat bahwa r hitung > r tabel ada 9 kuisisioner yang semua dinyatakan valid.

### Hasil Uji Reliabilitas

Penelitian ini harus dilakukan uji reliabilitas untuk mengukur reliabel atau tidak kuesioner dalam penelitian yang digunakan untuk mengukur pengaruh tidaknya variabel X dengan variabel Y dengan menggunakan Aplikasi SPSS. Interpretasi hasil uji reliabilitas metode Cronbach's alpha dapat dilihat pada tabel 6 berikut ini:

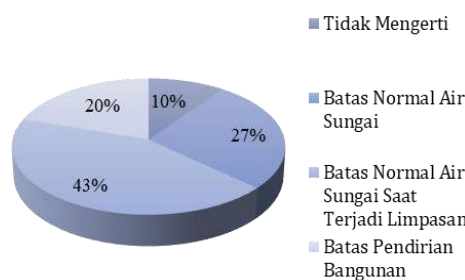
Tabel 6. Uji Reliabilitas Statistik

Reliability Statistics	
Cronbach's Alpha	N of Items
.720	9

Variabel yang dianggap reliabel jika nilai variabel tersebut lebih besar dari > 0,60 jika lebih kecil maka variabel yang diteliti tidak bisa dikatakan reliabel. Hasil perhitungan uji reliabilitas metode Cronbach's Alpha (r hitung) dapat dilihat pada kolom Cronbach's Alpha, yaitu 0.720 dengan N of Items menunjukkan bahwa jumlah dari items atau jumlah pertanyaan yang di input pada variable view adalah 9. Sehingga dapat dikatakan bahwa hasil Cronbach's Alpha untuk 9 data dari items atau 9 pertanyaan, yaitu 0.720 dan dapat dikatakan reliabel.

### Hasil Pemahaman Tentang Sempadan Sungai

Untuk memperoleh informasi terkait upaya adaptif dan mitigasi masyarakat pada area sempadan sungai, maka perlu di peroleh pemahaman masyarakat tentang sempadan sungai. Dalam penelitian ini dibagi menjadi 4 pokok jawaban. Hasil dari wawancara ke masyarakat terkait dengan pemahaman tentang sempadan sungai dapat dilihat pada Gambar 4. Di bawah ini,

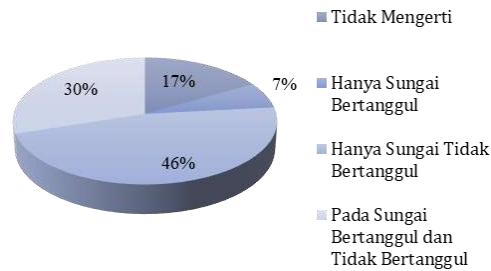


Gambar 4. Pemahaman Tentang Sempadan Sungai

Berdasarkan data di atas, dapat diketahui bahwa pemahaman masyarakat tentang sempadan sungai dalam penelitian ini terdiri dari 4 jenis tingkatan yaitu tidak mengerti, batas normal air sungai, batas normal air sungai saat terjadi limpasan, dan batas pendirian bangunan. Dan diperoleh hasil bahwa 10% masyarakat tidak mengerti mengenai sempadan sungai, 27% masyarakat menjawab batas normal air sungai, 43% masyarakat menjawab batas normal air sungai saat terjadi limpasan, dan 20% masyarakat menjawab batas pendirian bangunan. Dengan ini dapat di simpulkan bahwa masyarakat di lokasi penelitian memahami sempadan sungai sebagai batas normal air sungai saat terjadi limpasan.

### Penetapan Daerah Sempadan Sungai

Dalam penetapan sempadan sungai dibagi menjadi 4 pokok jawaban. Hasil penelitiannya sebagai berikut:

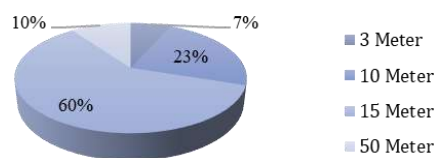


Gambar 5. Penetapan Daerah Sempadan Sungai

Untuk bagaimana penetapan daerah sempadan sungai responden sebanyak 46% menjawab hanya sungai tidak bertanggul, sebanyak 17% responden menjawab tidak mengerti, sebanyak 7% responden menjawab hanya sungai bertanggul, dan yang menjawab sesuai dengan peraturan dalam Permen PU No.63 Tahun 1993 yaitu penetapan garis sempadan sungai di lakukan di sungai bertanggul dan tidak bertanggul hanya sebanyak 30%.

### Pemahaman Penetapan Daerah Sempadan Sungai

Dalam Pemahaman penetapan sempadan sungai dibagi menjadi 4 pokok jawaban dapat dilihat pada Gambar 6,

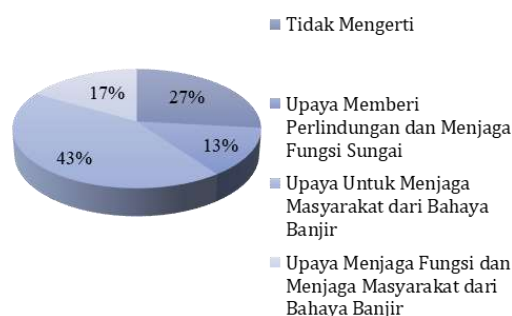


Gambar 6. Pemahaman Penetapan Daerah Sempadan Sungai

Untuk bagaimana pemahaman penetapan daerah sempadan sungai responden sebanyak 7% menjawab 3 meter, sebanyak 23% responden menjawab 10 meter, sebanyak 10% responden menjawab 50 meter, dan yang menjawab sesuai dengan peraturan dalam Permen PU No. 63 Tahun 1993 yaitu penetapan area sempadan sungai di lakukan di sungai bertanggul dan tidak bertanggul hanya sebanyak 60%.

### Tujuan dari Daerah Sempadan Sungai

Daerah sempadan sungai sendiri memiliki tujuan yaitu untuk agar menjaga fungsi sungai tidak terganggu sehingga dapat memberikan manfaat secara lebih optimal. Dalam tujuan penetapan sempadan sungai dibagi menjadi 4 pokok jawaba yang dapat dilihat pada Gambar 7,



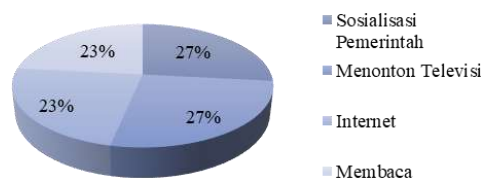
Gambar 7. Tujuan dari Daerah Sempadan Sungai

Berdasarkan data di atas, dapat diketahui bahwa pemahaman masyarakat tentang tujuan keberadaan area sempadan sungai dalam penelitian ini terdiri dari 4 jenis tingkatan yaitu tidak mengerti, upaya memberi perlindungan dan menjaga fungsi sungai, upaya untuk menjaga masyarakat dari bahaya banjir, dan upaya menjaga fungsi dan menjaga masyarakat dari bahaya banjir. Dan diperoleh hasil bahwa 27% masyarakat menjawab tidak mengerti mengenai tujuan keberadaan area sempadan sungai, 13% masyarakat menjawab upaya memberi perlindungan dan menjaga fungsi sungai mengenai tujuan keberadaan area sempadan sungai,

43% masyarakat menjawab upaya untuk menjaga masyarakat dari bahaya banjir mengenai tujuan keberadaan area sempadan sungai, dan 17% masyarakat menjawab upaya menjaga fungsi dan menjaga masyarakat dari bahaya banjir mengenai tujuan keberadaan area sempadan sungai. Dengan ini dapat di simpulkan bahwa masyarakat di lokasi penelitian memahami tujuan keberadaan area sempadan sungai sebagai upaya untuk menjaga masyarakat dari bahaya banjir.

### Sumber Pengetahuan Sempadan Sungai

Untuk mengetahui jenis sumber pengetahuan masyarakat dibagi menjadi 4 pokok jawaban, hasil analisa dapat dilihat pada Gambar 8,

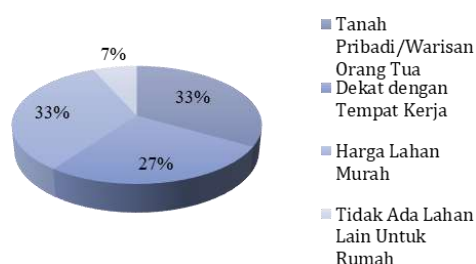


Gambar 8. Sumber Pengetahuan Sempadan Sungai

Berdasarkan data di atas, dapat diketahui bahwa pemahaman masyarakat tentang sumber pengetahuan sempadan sungai dalam penelitian ini terdiri dari 4 jenis tingkatan yaitu sosialisasi pemerintah, menonton televisi, internet, dan membaca. Dan diperoleh hasil bahwa 27% masyarakat menjawab sosialisasi pemerintah sebagai sumber pengetahuan sempadan sungai, 27% masyarakat menjawab masyarakat menjawab menonton televisi sebagai sumber pengetahuan sempadan sungai, 23% masyarakat menjawab internet sebagai sumber pengetahuan sempadan sungai, dan 23% masyarakat menjawab masyarakat menjawab membaca sebagai sumber pengetahuan sempadan sungai. Dengan ini dapat di simpulkan bahwa masyarakat di lokasi penelitian mengetahui sumber pengetahuan sempadan sungai berasal dari sosialisasi pemerintah dan menonton televisi.

### Alasan Tinggal Masyarakat

Untuk memperoleh informasi terkait alasan utama masyarakat memilih lokasi tersebut di bagi 4 pokok jawaban. Hasil penelitiannya sebagai berikut:



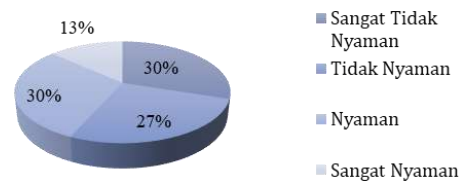
Gambar 9. Alasan Tinggal Masyarakat

Berdasarkan data di atas, dapat diketahui bahwa pemahaman masyarakat tentang alasan utama memilih tinggal di sempadan sungai dalam penelitian ini terdiri dari 4 jenis tingkatan yaitu tanah pribadi/warisan orang tua, dekat dengan tempat kerja, harga lahan murah, dan tidak ada lahan lain untuk rumah. Dan diperoleh hasil bahwa 33% masyarakat menjawab tanah pribadi/warisan orang tua sebagai alasan utama memilih tinggal di sempadan sungai, 27% masyarakat menjawab dekat dengan tempat kerja sebagai alasan utama memilih tinggal di sempadan sungai, 33% masyarakat menjawab harga lahan murah sebagai alasan utama memilih tinggal di sempadan sungai, dan 7% masyarakat menjawab masyarakat menjawab tidak ada lahan lain untuk rumah sebagai alasan utama memilih tinggal di sempadan sungai. Dengan ini dapat di simpulkan bahwa masyarakat di lokasi penelitian beralasan memilih tinggal di lokasi karena tanah pribadi/warisan orang tua dan harga lahan yang murah.

### Pendapat Tentang Kondisi Pemukiman

Kemudian terkait dengan alasan utama mereka memilih tetap tinggal di lokasi tersebut walaupun merupakan daerah rawan bencana banjir, diperoleh hasil dari responden bahwa mayoritas masyarakat pada

dasarnya mereka sadar akan bahaya bencana tersebut yang dimana 30% masyarakat merasa tidak nyaman, kemudian 30% berpendapat nyaman untuk tinggal didaerah tersebut dengan beberapa alasan seperti dikarenakan dekat dengan pasar, dekat dengan keluarga dan merasa nyaman karena lingkungan yang cukup bersih dapat dilihat pada Gambar 10 di bawah ini,

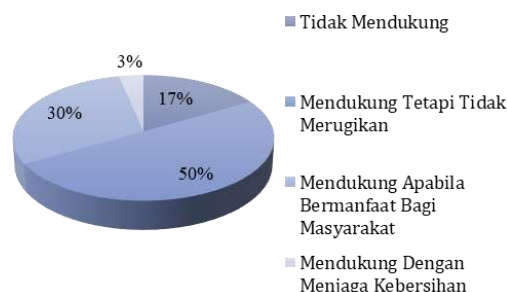


Gambar 10. Pemahaman Tentang Kondisi Pemukiman

Berdasarkan data di atas, dapat diketahui bahwa pemahaman masyarakat tentang kondisi pemukiman di sempadan sungai dalam penelitian ini terdiri dari 4 jenis tingkatan yaitu sangat tidak nyaman, tidak nyaman, nyaman, dan sangat nyaman. Dan diperoleh hasil bahwa 30% masyarakat menjawab sangat tidak nyaman sebagai kondisi pemukiman di sempadan sungai, 27% masyarakat menjawab tidak nyaman sebagai kondisi pemukiman di sempadan sungai, 30% masyarakat menjawab nyaman sebagai kondisi pemukiman di sempadan sungai, dan 13% masyarakat menjawab sangat nyaman sebagai kondisi pemukiman di sempadan sungai. Dengan ini dapat di simpulkan bahwa masyarakat di lokasi penelitian merasakan tidak nyaman dan nyaman dengan kondisi pemukiman di sempadan sungai.

### Tanggapan dan Dukungan Tentang Peraturan Sempadan Sungai

Untuk mengurangi bencana banjir salah satunya adalah dengan mengikuti dan menaati peraturan. Berikut ini tanggapan dan dukungan masyarakat terkait peraturan sempadan sungai dibagi menjadi 4 pokok jawaban dapat dilihat pada Gambar 11 dibawah ini,



Gambar 11. Tanggapan dan Dukungan Terkait Peraturan Sempadan Sungai

Berdasarkan data di atas, dapat diketahui bahwa tanggapan dan bentuk dukungan masyarakat tentang peraturan terkait sempadan sungai dalam penelitian ini terdiri dari 4 jenis tingkatan yaitu tidak mendukung, mendukung tetapi tidak merugikan, mendukung apabila bermanfaat bagi masyarakat, dan mendukung dengan menjaga kebersihan. Dan diperoleh hasil bahwa 17% masyarakat menjawab tidak mendukung dengan adanya peraturan terkait sempadan sungai, 50% masyarakat menjawab mendukung tetapi tidak merugikan dengan adanya peraturan terkait sempadan sungai, 30% masyarakat menjawab mendukung apabila bermanfaat bagi masyarakat dengan adanya peraturan terkait sempadan sungai, dan 3% masyarakat menjawab mendukung dengan menjaga kebersihan dengan adanya peraturan terkait sempadan sungai. Dengan ini dapat di simpulkan bahwa masyarakat di lokasi penelitian menanggapi dengan mendukung tetapi tidak merugikan terhadap peraturan sempadan sungai.

### Upaya Adaptif dan Mitigasi

Penyebab banjir secara alami biasanya terjadi karena penebangan hutan liar, dan curah hujan yang tinggi. Berdasarkan hasil wawancara dengan ketua RT banjir yang sering terjadi di Kelurahan yaitu dikarenakan banjir kiriman, dan curah hujan yang tinggi. Dan tanggul jebol akibat tidak bisa menampung debit air yang tinggi. Penyebab banjir aktivitas manusia merupakan hal yang mendorong terjadinya banjir di Jakarta salah satunya karena banyak bangunan permukiman penduduk yang ada di sempadan sungai. Berdasarkan hasil



wawancara banjir terbesar di wilayah setempat terjadi pada tahun 2022 karena adanya tanggul jebol dan banjir bandang sekaligus. Masyarakat setempat berupaya bersama-sama dengan melakukan peninggian rumah, menyiapkan pelampung, membuat saluran pembuangan air, melakukan pembersihan sampah-sampah yang berserakan setiap minggunyaa, memindahkan barang-barang berharga ke tempat yang lebih tinggi, membuat bipori, dan membangun tanggul.

Upaya-upaya yang dilakukan oleh masyarakat Kecamatan Bojong Gede, kecamatan Cibinong, dan Kecamatan Cilodong dalam menghadapi bencana banjir masyarakat meningkatkan mitigasi banjir dilakukan dengan cara:

- Meresapkan air hujan sebanyak mungkin ke dalam tanah dengan sumur resapan dan menyediakan daerah terbuka hijau.
- Menahan air sebesar mungkin di hulu dengan membuat waduk dan konservasi tanah dan air.
- Mengamankan masyarakat, prasarana vital, dan harta benda.
- Perbaiki lingkungan daerah bencana, seperti memperbaiki tanggul akibat bencana banjir.
- Perbaiki prasarana dan sarana umum yang rusak akibat bencana banjir.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis data dan pembahasan pada penelitian ini, didapatkan kesimpulan yaitu mengetahui bahwa titik-titik lokasi bencana banjir berada di Kecamatan Bojong Gede pada koordinat 6°28'40.81"S,106°48'55.64"E, Kecamatan Cibinong pada koordinat 6°27'54.36"S,106°49'4.88"E, dan Kecamatan Cilodong pada koordinat 6°25'51.10"S,106°49'0.73"E. Upaya adaptif yang dilakukan yaitu mendirikan bangunan tempat tinggal lebih dari satu lantai, menggunakan stuktur bangunan material yang tahan terhadap banjir atau tanggul, saluran pembuangan air, dan membuat penghalang khusus penghambat banjir sedangkan upaya mitigasi yang dilakukan yaitu melakukan pemantauan, pembersihan lingkungan, dan pembangunan kembali sarana dan prasarana pada pasca bencana banjir. Pihak berwenang bersama masyarakat sekitar membangun kembali tanggul yang rusak akibat terjadinya limpasan tersebut, pihak berwenang juga mengirimi bantuan kepada masyarakat yang terkena dampak fisik/non fisik, pihak berwenang juga melakukan penyuluhan untuk masyarakat agar tidak membangun bangunan dekat dengan daerah sempadan sungai karena beresiko sangat tinggi terkena banjir, pihak berwenang juga melakukan penerapan berlanjut terkait peraturan yang terkait dengan daerah sempadan sungai.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Q. Tian, D. G. Brown, S. Bao, and S. Qi, "Assessing and mapping human well-being for sustainable development amid flood hazards: Poyang Lake Region of China," *Appl. Geogr.*, vol. 63, pp. 66–76, 2015, doi: 10.1016/j.apgeog.2015.06.007.
- [2] T. B. Jakarta, "Hidrologi das ciliwung dan andilnya terhadap banjir jakarta 1," 2002.
- [3] E. Lin, K. Shaad, and C. Girot, "Developing River Rehabilitation Scenarios by Integrating Landscape and Hydrodynamic Modelling for the Ciliwung River in Jakarta, Indonesia," *Sustain. Cities Soc.*, pp. 1–29, 2015, doi: 10.1016/j.scs.2015.09.011.
- [4] R. Moes, "Flood Risk in the Ciliwung Catchment," 2018.
- [5] A. Rohman, A. Comber, and G. Mitchell, "Evaluation of Natural Flood Management using Curve Number in the Ciliwung Basin , West Java," *AGILE*, vol. 2018, no. June, pp. 2–5, 2019.
- [6] R. M. A. Sunarhadi, A. N. Anna, B. S. Anwar, P. Lebar, S. Sebagai, and K. Lindung, "Penentuan Lebar Sempadan Sebagai Kawasan Lindung Sungai di Kabupaten Sukoharjo," *Semin. Nas. Konserv. dan Pemanfaat. Sumber Daya Alam*, pp. 56–64, 2015.
- [7] "Peraturan Pemerintah No. 37 Tahun 2012 Tentang Pengelolaan Daerah Aliran Sungai," 2012, p. 32.
- [8] A. Mohsin, "Jakarta Under Water: The 2007 Flood and The Debate On Jakarta's Future Water Infrastructure (Banjir Jakarta 2007 dan Debat Mengenai Pengelolaan Tata Air Jakarta Kedepannya)," *J. Wil. dan Lingkung.*, vol. 3, no. 1, pp. 39–58, 2015.
- [9] G. I. Danjuma, "Assessment of the Properties of Soil in Flooded and Upland Forest Areas in Yola North Local Government Area of Adamawa State, Nigeria," *Int. J. Innov. Res. Dev.*, vol. 10, no. 10, pp. 200–2018, 2021.
- [10] Presiden Republik Indonesia, *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 37 Tahun 2012 Tentang Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Indonesia: Peraturan pemerintah republik Indonesia, 2012, pp. 1–44.

- 
- [11] I. B. Pramono and P. B. Putra, "Tipologi daerah aliran sungai untuk mitigasi bencana banjir di daerah aliran sungai musi," *J. Penelit. Pengelolaan Drh. Aliran Sungai*, vol. 1, no. 2, pp. 143–165, 2017.
- [12] P. Wijayanti, X. Zhu, P. Hellegers, Y. Budiyo, and E. C. van Ierland, "Estimation of river flood damages in Jakarta, Indonesia," *Nat. Hazards*, vol. 86, no. 3, pp. 1059–1079, 2017, doi: 10.1007/s11069-016-2730-1.
- [13] P. N. Rahardjo and B. Pusat Teknologi Lingkungan, "7 penyebab banjir di wilayah perkotaan yang padat penduduknya 7," *JAI*, vol. 7, no. 2, 2014.
- [14] D. Suadnya, J. Sumarauw, and T. Mananoma, "Analisis Debit Banjir Dan Tinggi Muka Air," *J. Sipil Statik*, vol. 5, no. 3, pp. 143–150, 2017.
- [15] R. C. K and R. D. Supriharjo, "Mitigasi Bencana Banjir Rob di Jakarta Utara," *J. Tek. POMITS*, vol. 2, no. 1, pp. 25–30, 2013.
- [16] Y. Setio, P. I. Dewa, K. Kerta, W. Sarpono, and P. Widodo, "Analisis Upaya Mitigasi Pemerintah Jakarta Utara untuk Menanggulangi Bencana Banjir Rob Guna Mendukung Keamanan Nasional," *J. Kewarganegaraan*, vol. 6, no. 4, pp. 6952–6956, 2022.
- [17] M. G. Pitaloka and U. Lasminto, "Perencanaan Sistem Drainase Kebon Agung Kota Surabaya, Jawa Timur," *J. Tek. ITS*, vol. 6, no. 1, pp. 1–6, 2017, doi: 10.12962/j23373539.v6i1.21425.
- [18] S. Hardjowigeno and Widiatmaka, *Evaluasi Kesesuaian Lahan dan Perencanaan Tataguna Lahan*, 5th ed. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press, 2007.
- [19] G. Clegg, R. Haigh, D. Amaratunga, H. Rahayu, H. Karunarathna, and D. Septiadi, "A Conceptual Framework for Flood Impact Mitigation Through Transboundary River Management," *Int. J. Adv. Sci. Eng. Inf. Technol.*, vol. 11, no. 3, p. 880, 2021, doi: 10.18517/ijaseit.11.3.14329.

# Prinsip Perancangan *Ofimall* Di Kawasan *Central Business District* Pantai Indah Kapuk 2

Trinanda Salsabila<sup>1\*</sup>, Ramadhani Isna Putri<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila, Jakarta

**Abstrak.** Pantai Indah Kapuk merupakan proyek reklamasi yang diinisiasi oleh Ciputra. Dipasarkan pada tahun 2003, PIK berkembang dari proyek reklamasi menjadi area elit di utara Jakarta. Suksesnya pengembangan area PIK, membuat Agung Sedayu dan Salim Group, salah satu perusahaan properti terbesar di Indonesia, mengembangkan area PIK 2 Sedayu Indo City. PIK 2 menjadi salah satu kota satelit baru untuk Jakarta yang berada di Kabupaten Tangerang, melengkapi BSD City, Gading Serpong, dan Citra Raya. Pada rencana pengembangan PIK 2, salah satu fasilitas utamanya adalah Kawasan *Central Business District* (CBD) yang menjadi inti dari perkembangan ekonomi dan bisnis di PIK 2. Untuk merancang kawasan CBD, maka diperlukan perancangan bangunan dengan penggabungan lebih dari dua fungsi atau lebih dikenal dengan *mixed-use building*. Tujuan penulisan artikel ini adalah untuk menghasilkan prinsip perancangan bangunan dengan fungsi campuran berupa *ofimall*, yakni bangunan dengan fungsi campuran *office* dan *mall*. Metode yang digunakan dalam penulisan artikel ini adalah kualitatif dengan metode deskriptif yang menggabungkan hasil analisis studi literatur dan studi preseden untuk menghasilkan prinsip perancangan *mixed use building* dengan tema '*Sustainable Luxury*'. Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, didapatkan empat prinsip utama yang perlu diperhatikan dalam merancang *Ofimall* dengan tema *sustainable luxury*, yakni (1) perancangan fasad bangunan, (2) perancangan interior bangunan, (3) material yang digunakan, dan (4) aspek sustainabilitas bangunan.

**Kata kunci:** PIK 2; *central business district*; *mixed-use*; *luxury*.

## 1. PENDAHULUAN

Pantai Indah Kapuk atau yang lebih dikenal dengan PIK merupakan proyek reklamasi yang diinisiasi oleh Ciputra. Sejak dipasarkan pada tahun 2003, PIK berkembang dari proyek reklamasi menjadi area elit di ujung utara Jakarta. Suksesnya pengembangan area PIK, membuat Agung Sedayu dan Salim Group, yang merupakan salah satu perusahaan properti terbesar di Indonesia, mengembangkan area PIK 2 Sedayu Indo City. PIK 2 menjadi salah satu kota satelit baru untuk Jakarta yang berada di Kabupaten Tangerang, melengkapi BSD City, Gading Serpong, Citra Raya, Suwarna Sutra, dan Telaga Besari [1]. PIK 2 diharapkan dapat menjadi sebuah kota baru yang mendukung Kota Jakarta, terutama dalam hal pemenuhan kebutuhan tempat tinggal.

PIK 2 dikembangkan sebagai sebuah kota yang modern, terpadu, dan berkelanjutan dengan konsep '*one stop living*', yakni kota mandiri dengan fasilitas yang komprehensif agar dapat menjadi tempat pulang, beraktivitas, maupun tujuan wisata masyarakatnya. Pada rencana pengembangan PIK 2, salah satu kawasan yang dirancang adalah *Central Business District* (CBD) yang menjadi inti dari perkembangan ekonomi dan bisnis. Pengembangan CBD di PIK 2 ini akan diarahkan sebagai *Exclusive Luxurious Hub* yang memungkinkan adanya kolaborasi antara perusahaan, *startup*, dan komunitas bisnis lainnya. Kawasan CBD ini akan dilengkapi dengan mall, hotel, dan perkantoran bertaraf internasional, dan juga pusat perbelanjaan dan kuliner eksklusif [2] [3].

---

\*Corresponding author: [trinandasalsabilaa@gmail.com](mailto:trinandasalsabilaa@gmail.com)

Berdasarkan rencana pengembangan di atas, diketahui bahwa pada Kawasan *CBD* akan dibangun berbagai fungsi dan aktivitas yang dapat mendukung kegiatan perekonomian dan bisnis. Untuk mendapatkan perancangan Kawasan *CBD* yang kompak, maka diperlukan perancangan bangunan dengan penggabungan lebih dari dua fungsi atau yang lebih dikenal dengan *mixed use building*. Melihat rencana pengembangan Kawasan PIK 2, penggabungan fungsi yang dinilai saling berhubungan dan menguntungkan satu sama lain dalam rencana pengembangan *CBD* adalah *office* (perkantoran) dan *mall*, atau yang akan disebut sebagai *ofimall*.

Perancangan *ofimall* di kawasan *CBD* PIK 2 dilakukan dengan pendekatan '*Sustainable Luxury*', yakni sebuah ide untuk dapat menonjolkan kemewahan bangunan karena mempertimbangkan letak lokasinya pada kawasan eksklusif, namun dengan tetap memperhatikan keberlanjutan lingkungan. Perancangan *Ofimall* ini diharapkan dapat menjadi titik temu bagi para pelaku bisnis, baik nasional maupun internasional, sehingga memungkinkan terjadinya kolaborasi antar perusahaan, *startup*, maupun komunitas bisnis.

### **Mixed-Use Building**

Pembangunan kota yang berjalan dengan sangat cepat membutuhkan rencana pengembangan yang saling terintegrasi, untuk mendukung terciptanya sebuah kota yang kompak. Pengembangan kota dengan pendekatan *mixed-use development* atau pengembangan campuran menjadi salah satu pilihan utama. Pengembangan campuran tidak hanya menghemat ruang tetapi juga menyediakan lingkungan yang terintegrasi bagi masyarakatnya, dan memungkinkan adanya integrasi antara berbagai fungsi pada satu struktur bangunan [4]. Pengembangan bangunan dengan menggabungkan dua atau lebih fungsi, seperti tempat tinggal, komersial, atau industri, merupakan sebuah strategi perencanaan yang bertujuan menumbuhkan komunitas, sehingga dapat mendorong pembangunan lingkungan dan peningkatan perekonomian [5].

Secara umum *mixed-use development* dibagi menjadi tiga tipologi utama, yakni *vertical mixed-use development*, *horizontal mixed-use development*, dan *mixed-use walkable area*. Pada pengembangan kawasan *CBD* PIK2, tipologi kawasan yang dikembangkan adalah *vertical mixed-use building*, yakni mengkombinasikan beberapa fungsi ruang yang berbeda pada satu bangunan. Pada umumnya lantai dasar digunakan untuk zona publik, sedangkan bagian atas digunakan untuk fungsi yang lebih privat [6]. Pengembangan dengan pendekatan *mixed-use development* ini menjadi cikal bakal munculnya tipologi bangunan baru yang dikenal sebagai *mixed-use building* atau bangunan fungsi campuran. Perancangan bangunan dengan tipologi fungsi campuran ini memungkinkan penggabungan antara berbagai aktivitas pada satu bangunan, seperti bisnis, rekreasi, dan perbelanjaan namun dimiliki oleh suatu pengembang.

*Mixed-use building* merupakan salah satu upaya pendekatan perancangan yang berusaha menyatukan berbagai aktivitas dan fungsi yang berada di bagian area suatu kota yang memiliki luas area yang terbatas, harga beli tanah yang relatif mahal, lokasi tanah yang strategis, serta nilai ekonomi tinggi menjadi sebuah struktur yang kompleks di mana semua kegunaan dan fasilitas yang memiliki keterkaitan dalam kerangka integrasi yang kuat [7].

*Mixed-use building* memiliki ciri-ciri, antara lain (1) terdapat tiga fungsi bangunan atau lebih yang terdapat dalam kawasan tersebut, (2) terdapat pengintegrasian secara fisik dan fungsional terhadap fungsi-fungsi yang terdapat di dalamnya, (3) hubungan yang relatif dekat antar satu bangunan dengan bangunan lainnya dengan interkoneksi antar bangunan di dalamnya, (4) kehadiran jalur pedestrian sebagai penghubung antar bangunan [8]. Konsep *mixed-use building* dalam perancangan bangunan memiliki dampak yang positif bagi berbagai pihak. Terdapat 5 (lima) dampak positif dari konsep *mixed-use building*, yaitu (1) mendorong tumbuhnya kegiatan yang beragam secara terpadu dalam suatu wadah secara memadai, (2) menghasilkan sistem sarana dan prasarana yang lebih efisien dan ekonomis, (3) memperbaiki sistem sirkulasi, (4) mendorong pemisahan yang jelas antara sistem transportasi, dan (5) memberikan kerangka yang luas bagi inovasi perancangan bangunan dan lingkungan [9].

### **Ofimall**

Salah satu penggabungan yang populer dalam perancangan bangunan fungsi campuran adalah menggabungkan fungsi kantor dan komersial. *Ofimall* merupakan sebuah istilah yang digunakan pada penulisan ini untuk menyebut bangunan *mixed-use* yang mengintegrasikan fungsi kantor sewa (*rent office*)

dan *mall*. Perancangan *Ofimall* yang dilakukan diharapkan dapat menjadi hub atau pusat titik temu bagi para pelaku bisnis, baik nasional maupun internasional, untuk melakukan aktivitas bisnis di Kawasan PIK 2. *Hub* dalam konteks sebagai titik pertemuan ini merujuk pada suatu tempat atau area yang menjadi pusat kegiatan atau pertemuan. Sebagai titik fokus, *hub* sering kali menjadi pusat vital di mana berbagai aktivitas, orang, atau elemen berkumpul atau berinteraksi. Dalam lingkup bisnis atau komunitas, *hub* sering kali menjadi pusat kolaborasi dan pertukaran ide [10].

Misalnya, sebuah kawasan perkantoran yang dijuluki sebagai '*business hub*' dapat menjadi tempat di mana berbagai perusahaan berkumpul untuk menciptakan iklim kolaboratif dan meningkatkan peluang kerjasama. Begitu juga, pusat belanja yang dikenal sebagai '*shopping hub*' menjadi titik pertemuan untuk konsumen yang mencari berbagai pilihan produk dan layanan [11]. Konsep *hub* dalam konteks perancangan *Ofimall* ini mencerminkan sebuah entitas atau tempat yang menarik pelaku bisnis atau kegiatan bisnis ke satu titik sentral, sehingga menciptakan energi dan aktivitas yang intens di sekitarnya.

### ***Sustainable Luxury***

Agung Sedayu Group sebagai pengembang utama memiliki tujuan untuk menjadikan PIK 2 sebagai sebuah kota terpadu yang menjadi pusat kekuatan ekonomi Indonesia, sehingga layak menjadi tujuan investasi internasional [12]. Kawasan CBD yang berada di Kawasan PIK 2 juga dirancang sebagai pusat bisnis elit. Untuk mendukung hal tersebut, maka bangunan di Kawasan CBD, perlu dirancang dengan konsep yang dapat memperkuat identitas tersebut. Salah satu konsep perancangan yang dapat digunakan adalah *Luxury*. Penggunaan konsep *luxury* pada perancangan diharapkan dapat menciptakan citra eksklusif dan prestisius pada bangunan. Sehingga membuat bangunan lebih menonjol dan berbeda dari bangunan lainnya.

Kemewahan atau *luxury* mengacu pada kualitas, karakteristik, atau fitur yang sangat tinggi, eksklusif, atau istimewa yang melebihi apa yang dianggap sebagai kebutuhan dasar atau standar. Konsep kemewahan sering kali berhubungan dengan barang atau layanan yang sangat mahal, jarang ditemui, atau memiliki nilai tambah yang signifikan. Kemewahan dapat diterapkan pada berbagai konteks, seperti produk, gaya hidup, perjalanan, atau pengalaman [13]. Pada perancangan yang akan dilakukan, konsep *luxury* akan ditampilkan pada desain bentuk bangunan, tampilan fasad, interior, dan pemilihan material.

Selain menghasilkan sebuah bangunan yang mewah, proses perancangan yang dilakukan juga diharapkan dapat bersifat *sustainable*, karena perancangan yang dilakukan akan berdampak signifikan pada lingkungan, ekonomi, dan kesejahteraan manusia. Oleh karenanya, pada perancangan yang dilakukan akan mengambil tema utama '*Sustainable Luxury*'. Pemborosan, pemanjaan, kemewahan, dan keagungan adalah penggambaran dari kata *luxury*. Sedangkan *sustainable* erat dikaitkan dengan minimal, efisien, bersahaja, jangka panjang, dan ramah lingkungan. *Luxury* dan *sustainable* adalah contoh *oxymoron*, yakni dua kata yang memiliki makna berkebalikan yang dijadikan satu kata atau frasa.

Penerapan konsep *luxury* dan *sustainable* pada perancangan memiliki beberapa aspek yang sama untuk diperhatikan, seperti daya tahan jangka panjang, kreativitas, desain yang *extraordinary*, unik, anggun, bahan yang tidak biasa, dan kualitas yang baik [14]. *Sustainable luxury* pada perancangan arsitektur mulai banyak digunakan seiring dengan semakin sadarnya masyarakat akan perubahan iklim dan ketidakseimbangan ekologi, namun tetap ingin mempertahankan estetika yang tinggi dari rancangan yang dihasilkan.

Saat ini ada empat tipe *sustainable luxury* yang populer dalam dunia arsitektur, yakni *New Green*, *Biodiversity*, *Urban Agriculture*, dan *Sustainability*. Seluruh konsep ini mengusung *eco-luxury* karena memanfaatkan sumber daya yang berbeda-beda tergantung pada apa yang tersedia secara lokal [15]. Penerapan *sustainable luxury* pada perancangan bangunan dapat dicapai dengan beberapa elemen desain, seperti (1) plafond ruangan yang dibuat lebih tinggi, (2) penerangan ruang yang efisien, (3) ventilasi udara alami, (4) pemilihan warna, dan (5) penggunaan material lokal.

## **2. METODE**

Pada penulisan ini metode yang digunakan adalah kualitatif, dengan metode deskriptif yang menyajikan data primer dan data sekunder yang berkaitan dengan CBD dan *mixed-use building*. Studi literatur mengenai CBD dan *mixed-use building* yang telah ada, dibandingkan dengan studi preseden untuk menghasilkan



prinsip perancangan bangunan *mixed-use building* dengan elemen-elemen perancangan yang didapat dari pendekatan *sustainable luxury*. Metode berbasis studi literatur dan studi preseden ini bertujuan untuk mencari informasi, yang kemudian disusun dan dianalisis untuk mendapatkan sebuah prinsip perancangan yang akan digunakan pada proses perancangan selanjutnya.

### 3. HASIL

Untuk dapat merancang *Ofimall* dengan konsep *sustainable luxury*, maka perlu diketahui prinsip-prinsip untuk setiap elemen perancangannya. Studi preseden ini bertujuan untuk mengetahui prinsip-prinsip yang digunakan pada perancangan *mixed-use building* dengan konsep *sustainable luxury*. Pada penelitian ini, studi kasus yang dipilih sebagai kajian perbandingan adalah Pacific Place di Kecamatan Kebayoran Baru, Jakarta Selatan, dan ASHTA District 8 di Kecamatan Kebayoran Baru, Jakarta Selatan. Keduanya dianggap sebagai perancangan *mixed use building* yang berhasil menerapkan konsep *sustainable luxury*.

#### a. Pacific Place

Pacific Place Jakarta adalah sebuah mal perbelanjaan yang terletak di Sudirman *Central Business District* atau dikenal sebagai SCBD, Jakarta Selatan. Bangunan ini terbagi menjadi tiga bagian berbeda, yakni Mal Pacific Place yang terdiri atas enam tingkat, pusat perkantoran One Pacific Place, dan tiga menara hotel The Ritz-Carlton Pacific Place. Semuanya dibangun pada tahun 2005 dalam sebuah proyek senilai US\$250 juta. Mal ini mulai dibuka pada bulan November 2007.



(a)



(b)

Gambar 1 Pacific Place: (a) Denah Pacific Place, (b) *Site plan* One Pacific Place (*office*)

Terletak di jantung SCBD, Pacific Place diatur untuk menjadi patokan perkembangan gagasan. Menawarkan arsitektur modern dengan akses yang sangat baik, Pacific Place akan menjadi tujuan utama untuk belanja dan gaya hidup. Sebagai pusat perbelanjaan regional yang terletak di jantung kota Jakarta, Pacific Place menawarkan kemudahan aksesibilitas bagi pengunjungnya karena dapat diakses langsung dari Jalan Jendral Sudirman.

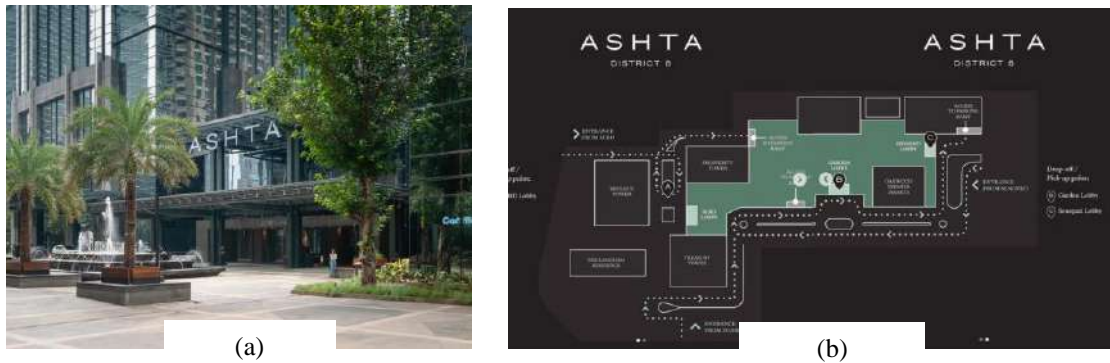
Pacific Place mempunyai luas bangunan 72.000 m<sup>2</sup>, termasuk sebuah *department store* sebagai jangkar utama, supermarket, berbagai toko-toko khusus, delapan layar Cineplex, dan taman permainan. Selain itu, Pacific Place juga memiliki fasilitas pendukung termasuk parkir mobil bawah tanah, loading dock, M&E, dan layanan tambahan. Salah satu keunggulan Pacific Place adalah adanya podium ritel yang terhubung langsung ke Ballroom atau Concert Hall di tingkat atasnya [16].

#### b. ASHTA District 8

Ashta adalah proyek retail keempat dari ASRI (anak perusahaan Agung Sedayu Group) yang menawarkan arsitektur kelas dunia dengan ruang interior yang luas. Terletak di jantung kota Jakarta, Ashta memiliki area sewa seluas 15.000 m<sup>2</sup> untuk mengakomodasi 150 premium lifestyle brands. Ashta berasal dari kata Sansekerta yang berarti delapan. Itu juga mewakili delapan elemen dari kehidupan yang baik yaitu keluarga, teman, kesehatan, pembelajaran, kebebasan, tujuan, cinta, dan kedamaian. Ashta mencoba membina



hubungan erat antara komunitas. Sebagai bagian dari kehidupan komunitas, Ashta adalah rumah pertama di Indonesia untuk merek-merek dunia seperti Maison Kitsune, Level Gym, % Arabica, The Coffee Academic bersanding dengan merek lokal premium seperti Masshiro & Co, Lakon, dan masih banyak lagi [17].



Gambar 2 ASHTA District 8: (a) Gambaran suasana Lobby ASHTA District 8, (b) Site plan ASHTA District 8

Sejak November 2020, Ashta District 8 begitu ramai diperbincangkan. pusat belanja yang berada di CBD Sudirman ini menawarkan sebuah hal yang berbeda dari pusat belanja kebanyakan. Hadirnya pusat belanja ini juga mengisi kevakuman dan kekosongan pusat belanja di CBD Sudirman selama kurang lebih tujuh tahun. Chief Operating Officer Agung Sedayu Retail Indonesia (ASRI) mengatakan kalau tempat ini memang sengaja dibangun sebagai destinasi baru di Ibu Kota. Hal tersebut dilakukan untuk menjawab kebutuhan masyarakat akan sebuah pengalaman yang baru. Selain itu, Ashta juga hadir sebagai ruang untuk mereka yang ingin menjalin interaksi berbisnis [17].

### Kesimpulan Studi Preseden

Berdasarkan kajian studi preseden di atas, dapat disimpulkan beberapa prinsip perancangan apartemen dengan konsep neighbourhood berdasarkan elemen-elemen perancangannya. Berdasarkan studi preseden di atas, contoh penerapan prinsip perancangan apartemen neighbourhood dirangkum pada Tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1 Kesimpulan Studi Preseden

Elemen Perancangan	Pacific Place	ASHTA District 8
Fasad	Fasad bangunan didominasi kaca dan granit memberikan sentuhan modern yang futuristik dan memancarkan kemewahan klasik.	Fasad bangunan didominasi unsur kayu sebagai aksan yang menciptakan kesan natural, tropis, dan mewah. Fasad bangunan juga menggunakan <i>secondary skin</i> bermotif batik yang memberikan kesan elegan. Terdapat penggunaan material batu alam di beberapa area <i>vocal point</i> .
Interior	Kesan luxury sangat dirasakan di bagian dalam Pacific Place, dengan digunakannya lantai marmer, <i>ceiling</i> yang tinggi dan desain ruang terbuka menciptakan ruang yang lapang dan nyaman. Juga adanya void dari lantai 1 sampai 6. Pilihan material seperti kayu dan kaca dipilih untuk memberikan sentuhan kemewahan yang tahan lama. Pencahayaan banyak menggunakan <i>indirect lighting</i> menambah kesan elegan.	Beberapa partisi dinding terbuat dari anyaman rotan dan banyak menggunakan kayu, memberikan nuansa eksklusif dan hangat. <i>Ceiling</i> cukup tinggi. Plafond di beberapa area menggunakan kisi kisi kayu. Tipe pencahayaan yang digunakan adalah <i>indirect lighting</i> .
Elemen Perancangan	Pacific Place	ASHTA District 8

Material	Material lantai menggunakan material granit dan <i>homogenous tile</i> yang bersifat memiliki ketahanan yang baik. Kesan <i>luxury</i> didapatkan dari sebagian besar area di Pacific Place menggunakan eksterior kaca dengan polesan granit, panel baja dan besi.	Material yang banyak digunakan adalah marmer, kayu, kaca, dan granit.
Sustainability	<p>Pencahayaan pada Pacific Place Mall menggunakan <i>sky light</i> pada area atas dan kaca pada sisi fasad bangunan sehingga memanfaatkan energi matahari dan juga LED <i>light</i> pada area dalam.</p> <p>Gedung ini telah meraih penghargaan Platinum Green Building sejak tahun 2014 oleh Green Building Council Indonesia (GBCI). Penerapan konsep berkelanjutan yang dilakukan mampu menghemat biaya operasional karena penggunaan listrik dengan menggunakan sensor lampu dan lampu LED.</p> <p>Selain itu, pengoperasian penyejuk udara yang digunakan dinaikkan satu suhu dari yang sebelumnya. Mal ini juga melakukan daur ulang air untuk kebutuhan dalam dan luar gedung. Hal ini membuat Pacific Place mendapatkan sertifikasi dari GBCI karena sistem daur ulang air yang baik. Investasi penggunaan teknologi terbarukan juga dilakukan gedung green building ini untuk menghemat energi dengan pembelian alat pendingin serta lampu dengan teknologi baru.</p>	Adanya keseimbangan antara gaya hidup mewah dan kepedulian lingkungan. Penggunaan material ramah lingkungan dan teknologi inovatif menciptakan bangunan yang efisien energi dan berkelanjutan, namun sangat terkesan <i>luxury</i> dan eksklusif. Penanaman tanaman hijau dan area terbuka yang luas memberikan ruang yang sejuk. ASHTA District 8 juga mendukung gaya hidup berkelanjutan untuk penggunaannya dengan menyediakan fasilitas sepeda dan sistem transportasi umum yang terintegrasi.

### Prinsip Perancangan

Berdasarkan penjelasan mengenai konsep *sustainable luxury* dan juga berdasarkan studi preseden yang sudah dilakukan, maka dapat disusun prinsip perancangan *Ofimall* yang dapat digunakan pada proses perancangan selanjutnya. Prinsip perancangan ini masih bersifat umum, sehingga dapat diterapkan pada berbagai perancangan lainnya.

Berdasarkan hasil analisis studi literatur dan studi preseden yang dilakukan, maka didapatkan prinsip perancangan *Ofimall* dengan konsep *sustainable luxury* yang didasari pada elemen elemen perancangan, yakni (1) fasad perlu mempertimbangkan aksesoris yang memungkinkan terciptanya kesan mewah dari pemilihan material pada fasad tersebut, karena desain fasad sangat mempengaruhi *image* bangunan, (2) rancangan interior perlu memperhatikan tinggi *ceiling*, adanya void, pencahayaan, dan ruang terbuka sehingga menghasilkan ruang-ruang yang terkesan lebih megah, (3) material yang banyak digunakan adalah marmer, kayu, kaca, dan granit yang terkesan mewah namun juga dapat bertahan lama, (4) sustainability bangunan dapat dicapai dengan penggunaan material ramah lingkungan, menyediakan fasilitas yang menunjang seperti peminjaman sepeda, juga penggunaan teknologi yang dapat meningkatkan efisiensi energi.

#### 4. KESIMPULAN

Pada perancangan Ofimall dengan tema perancangan *sustainable luxury*, agar konsep perancangan yang diharapkan dapat berhasil diterapkan, tidak hanya mempertimbangkan fungsi, dan ruang yang dapat mewadahi aktivitas bisnis bagi penggunanya, juga perlu memperhatikan penggunaan materialnya. Elemen-elemen perancangan yang perlu diperhatikan dalam menghasilkan prinsip merancang *Ofimall* dengan konsep *sustainable luxury* adalah bentuk fasad, interior, dan material. Fasad perlu mempertimbangkan aksesoris yang memungkinkan terciptanya kesan mewah dari pemilihan material pada fasad tersebut, juga desain fasad sangat mempengaruhi *image* bangunan. Rancangan interior perlu memperhatikan tinggi ceiling, adanya void, pencahayaan, dan ruang terbuka. Material yang banyak digunakan adalah marmer, kayu, kaca, dan granit yang terkesan mewah namun juga dapat bertahan lama. Selain itu, *sustainability* suatu bangunan dapat dicapai melalui penggunaan bahan-bahan yang bersahabat dengan lingkungan, penyediaan fasilitas penunjang seperti penyewaan sepeda, dan penerapan teknologi yang dapat meningkatkan efisiensi penggunaan energi.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kompas.com. Sejarah Perkembangan Pantai Indah Kapuk (PIK). [Online]. <https://www.kompas.com/tren/read/2023/09/20/163000765/sejarah-perkembangan-pantai-indah-kapuk-pik-?page=all> (2023) [diakses 4 Desember 2023]
- [2] pik2-asg.com. 2020. [Online]. <https://pik2-asg.com/> (2020) [diakses 4 Desember 2023]
- [3] sedayuindocitypik2.com. 2020 [Online]. <https://www.sedayuindocitypik2.com/lokasi.html> (2020) [diakses 4 Desember 2023]
- [4] A. V. Tamnunobarabonye, Global Scientific Journal, Vol. 08, 840-849 (2020).
- [5] s3da-design.com. 2020. [Online]. <https://s3da-design.com/different-types-of-mixed-use-development/> (2020) [diakses 4 Desember 2023]
- [6] Medtry, M. Kusmalinda. Jurnal IPTEK, Vol 5, No. 01, 1-10, (2020)
- [7] Endy, Marlina. Panduan Perancangan Bangunan Komersial. Jogjakarta: Perpustakaan Nasional (2008)
- [8] Schwanke, D. et al. Mixed-use Development Handbook (2nd ed.). Washington D.C.: ULI. (2003)
- [9] A. F. Aulia. Pengembangan Bangunan Fungsi Campuran Di Kawasan Lempuyangan Dengan Pendekatan *Transit Oriented Development*. Jogjakarta: Universitas Islam Indonesia. (2018)
- [10] itb.ac.id. 2023. [Online]. <https://www.itb.ac.id/berita/ruang-ko-kreasi-di-gedung-stp-itb-siap-menjadi-pusat-knowledge-exchange/59235> (2023) [diakses 4 Desember 2023]
- [11] id.wikipedia.org. 2020. [Online]. <https://id.wikipedia.org/wiki/Belanja#:~:text=Hub%20belanja%2C%20atau%20pusat%20perbelanjaan,%2C%20pasar%20loak%2C%20dan%20bazar.> (2023) [diakses 4 Desember 2023]
- [12] agungsedayu.com. 2020. [Online]. <https://www.agungsedayu.com/id/clusters/houses.> (2020) [diakses 4 Desember 2023]
- [13] Suhas. What Is Sustainable Architecture?. [Online] from <https://www.luxuryabode.com/blog/what-is-sustainable-luxury-architecture/artid1238>. 2022. [diakses 4 Desember 2023]
- [14] Bhagaskara, Shindu. Pengaruh Implementasi Praktik Sustainability terhadap Persepsi Merek Barang dan Keputusan Pembelian pada Generasi Y Dan Z. [Impact of Sustainability Practice Implementation towards Luxury Brand Perception and Purchase Decision on Generation Y and Z] [Tesis]. Fakultas Ekonomi dan Bisnis, Universitas Indonesia. (2022)
- [15] Mauer, Esther. Sustainable Luxury: Challenge Or Strategic Opportunity For The Luxury Sector. Geneva School of Business Administration, University of Applied Science Western Switzerland. (2014)
- [16] stekom.ac.id. 2012. [Online]. [https://p2k.stekom.ac.id/ensiklopedia/Pacific\\_Place.](https://p2k.stekom.ac.id/ensiklopedia/Pacific_Place.) (2023) [diakses 4 Desember 2023]
- [17] agungsedayu.com. 2021. [Online]. <https://www.agungsedayu.com/id/cluster/ashta.> (2023) [diakses 4 Desember 2023]

# Analisis Stabilitas Timbunan Badan Jalan Rel Kereta Api dan Alternatif Perkuatannya

Muhammad Husnul Karim<sup>1\*</sup>, Rini Trisno Lestari<sup>1</sup>, dan Paksitya Purnama Putra<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila, Jakarta

<sup>2</sup> Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Jember, Jawa Timur

**Abstrak.** Struktur jalan rel kereta api merupakan konstruksi yang termasuk dalam infrastruktur kereta api, salah satunya adalah timbunan yang digunakan sebagai badan jalan rel kereta. Struktur timbunan harus kuat dalam memikul beban yang diberikan, perkuatan timbunan yang dapat digunakan salah satunya yaitu dengan menggunakan material *geotextile*. Pembangunan jalan kereta api ini mengacu pada PM. No. 60 Tahun 2012 tentang Persyaratan Teknis Jalur Kereta Api. Analisis yang digunakan dalam memprediksi nilai *Safety Factor* (SF) dengan menggunakan *software* yang berbasis metode *Limit Equilibrium Methode* (LEM). Analisis stabilitas awal timbunan tanpa perkuatan dengan *software* dimana nilai SF diperoleh nilai 1,08. Hal ini menunjukkan bahwa timbunan belum memenuhi nilai persyaratan *safety factor* sesuai SNI sebesar 1,5, sehingga memerlukan perkuatan tambahan untuk dapat memikul beban yang diberikan. Hasil dari perhitungan perkuatan tambahan dengan menggunakan material *geotextile* tipe 25 dengan nilai kuat tarik sebesar 55,79 kN/m menghasilkan kebutuhan 9 lapis dengan panjang sebanyak 68,4 m. Desain *geotextile* yang sudah dihitung kemudian dianalisis kembali dengan menggunakan *software* dimana dihasilkan nilai FS sebesar 1,59. Berdasarkan hasil analisis tersebut perkuatan tambahan dari timbunan badan jalan rel kereta api yang direncanakan dengan menggunakan *geotextile* telah aman dan stabil untuk digunakan.

**Kata kunci:** *Timbunan, Geotextile, Kereta Api, Perkuatan Tanah*

## 1. PENDAHULUAN

Struktur jalan rel kereta api merupakan konstruksi yang termasuk dalam infrastruktur perjalanan kereta api. Konstruksi, struktur jalan rel kereta api dibagi menjadi dua bentuk konstruksi, jalan rel dalam konstruksi galian yang mana umumnya terdapat di daerah pegunungan, dan jalan rel dalam konstruksi timbunan yang terdapat pada areal persawahan atau rawa[1]. Merencanakan suatu konstruksi bangunan sipil yang perlu diperhatikan adalah kekuatan dan stabilitas dari konstruksi bangunan tersebut. Bagian bangunan yang berada di bawah muka tanah (bangunan bawah) memegang peranan penting untuk stabilitas suatu konstruksi di atasnya. Beberapa kondisi tanah tidak memiliki kestabilan yang baik untuk memikul beban yang ada di atasnya, sehingga perlu adanya perbaikan tanah yang dilakukan untuk meningkatkan daya dukung dan menghilangkan penurunan pada struktur konstruksi pada gedung, terowongan, bendungan dan lainnya[2].

Perencanaan perkuatan struktur timbunan pada jalan rel dimaksudkan agar mampu menahan beban konstruksi. Tujuan dari pengerjaan penelitian perencanaan perkuatan struktur timbunan pada jalan rel adalah sebagai berikut Analisis stabilitas timbunan sebelum diberikan perkuatan menggunakan *software* berbasis LEM. Perencanaan perkuatan tanah timbunan dengan menggunakan material geosintetik. Analisis stabilitas timbunan setelah diberikan perkuatan dengan material geosintetik.

Perkuatan tanah (*soil reinforcement*) adalah suatu jenis stabilisasi tanah yang dimaksudkan untuk memperbaiki dan/atau mempertahankan kemampuan dan kinerja tanah sesuai syarat teknis yang dibutuhkan, dengan memberikan material sisipan ke dalam lapisan tanah tersebut. Stabilitas lereng merupakan proses analisis perhitungan dan membandingkan antara tegangan geser dengan kekuatan geser dari tanah atau bidang lereng. Kekuatan geser suatu tanah merupakan daya tolak internal tanah terhadap keruntuhan atau

\* Corresponding author: [karimhusnul237@gmail.com](mailto:karimhusnul237@gmail.com)

pergeseran tanah sepanjang bidang geser[2]. Perkuatan lereng tanah ini menggunakan perkuatan geosintetik yang diletakkan di pinggir timbunan adalah untuk memberikan tahanan lateral dan stabilitas permukaan[3].

*Limit Equilibrium Methode* (LEM) atau metode kesetimbangan batas adalah salah satu metode yang paling umum digunakan untuk menganalisa permasalahan kestabilan dinding lereng. LEM adalah metode yang menggunakan prinsip kesetimbangan gaya. Metoda analisis ini pertama – tama mengasumsikan bidang kelongsoran yang dapat terjadi[4]. Software tersebut merupakan serangkaian program yang dapat mengatasi berbagai masalah geoteknik. Program ini tidak hanya dapat mengatasi berbagai masalah, namun juga menjadikan pekerjaan desain lebih efisien dan cepat. sehingga dapat dengan mudah memilih struktur umum sehingga didapatkan dua solusi yang dapat meningkatkan keamanan desain[5].

## 2. METODE

Pembangunan jalan kereta api ini mengacu pada PM. No. 60 Tahun 2012 tentang Persyaratan Teknis Jalur Kereta Api.

### a. Lebar Badan Jalan

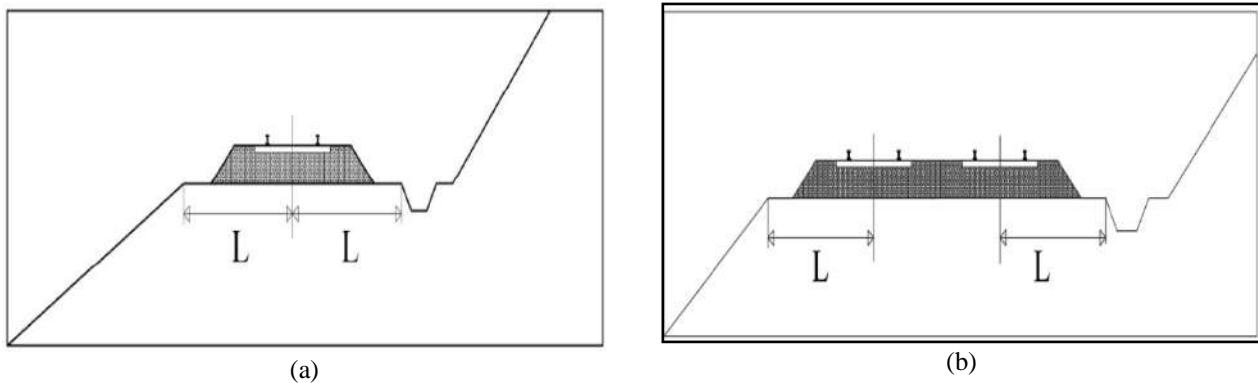
Lebar badan jalan rel kereta api dihitung jarak sumbu jalan rel kereta api ke tepi terluar badan jalan.

$$L = \frac{1}{2} \times \text{lebar jalan rel} \quad (1)$$

Tabel 1 Lebar badan jalan rel kereta api

Kecepatan Maksimum Desain	L	
	Rel 1067 mm (cm)	Rel 1435 mm (cm)
120 km/jam dan 110 km/jam jalur	315 (300)	426 (396)
110 km/jam jalur	295 (285)	396 (366)
90 km/jam jalur	285 (275)	366 (336)
80 km/jam jalur	250 (240)	335 (305)

Catatan: tanda kurung menandakan jarak yang digunakan dalam kasus – kasus seperti topografi yang tidak dapat dihindari.



Gambar 1 (a) penampang rel tunggal; (b) penampang rel ganda

### b. Konstruksi Badan Jalan

Desain badan jalan kereta api harus sesuai dengan beberapa ketentuan, mulai dari besaran faktor keamanan kekuatan gaya geser tanah sebesar 1,5 untuk gaya statis dan sebesar 1,1 gaya gempa. Daya dukung tanah harus dapat menanggung keseluruhan beban yang berada di atasnya, mulai dari beban kereta api, berat balas, dan tanah timbunan. Beberapa gaya yang bekerja pada kereta api meliputi beberapa gaya yang menjadi beban pada konstruksi jalan rel kereta api.

#### 1) Gaya Vertikal Kerea Api

- Gaya lokomotif  
Beban gandar adalah beban yang diterima oleh jalan rel dari satu gandar. Beban gandar untuk lebar jalan rel 1435 mm pada semua kelas jalur maksimum sebesar 22,5 ton.

- Gaya kereta  
Kereta dipakai untuk angkutan penumpang. Berat kereta (berisi penumpang) sebesar 40 ton. Kereta ditumpu oleh 2 bogie ( $P_b = 20$  ton), masing – masing bogie terdiri atas 2 gandar, sehingga  $P_g = 10$ , dan  $P_s = 5$  ton.
- Gaya gerbong  
Gerbong digunakan untuk angkutan barang. Satu gerbong dapat terdiri atas 2 gandar (tanpa bogie) atau 4 gandar (dengan bogie).
- Gaya dinamis  
Faktor dinamis adalah Akibat dari beban dinamik kereta api, maka timbul faktor dinamis. Beban dinamis merupakan gaya yang dipengaruhi oleh faktor aerodinamis, persamaan yang dipakai untuk mengetahui beban dinamis menggunakan persamaan Talbot sebagai berikut.

$$I_p = 1 + 0,01 \left( \frac{v}{1,609} - 5 \right) \quad (2)$$

Dengan:

$I_p$  : faktor dinamis,

$V$  : kecepatan kereta api (km/jam).

## 2) Beban Balas dan Sub Balas

Balas dan sub balas merupakan bagian yang terbentuk dari material agregat kasar sesuai ketentuan dari PM No. 60 Tahun 2012 dengan material lolos saringan sesuai pada tabel berikut:

Tabel 1 Data material lolos saringan untuk sub balas

Standar Saringan ASTM	Presentase Lolos (%)
2 ½ "	100
¾ "	55 - 100
No. 4	25 - 95
No. 40	May-35
No. 200	0 -10

## 3) Beban Rel

Beban rel harus memiliki syarat sebagai berikut:

1. Minimum perpanjangan (elongation) 10%
2. Kekuatan tarik (tensile strength) minimum 1175 N/mm<sup>2</sup>
3. Kekerasan kepala rel tidak boleh kurang dari 320 BHN

Tabel 2 Dimensi penampang Rel

Besaran Geometri Rel	Tipe Rel
	R 54
H (mm)	159
B (mm)	140
C (mm)	70
D (mm)	16
E (mm)	49,4
F (mm)	30,2
G (mm)	74,79
R (mm)	508
A (cm <sup>2</sup> )	69,34
W (kg/m)	54,43
IX (cm <sup>4</sup> )	2346
Yb (mm)	76,2



#### 4) Beban Bantalan

Lebar jalan rel 1435mm harus memiliki kuat tekan karakteristik beton tidak kurang dari 600 kg/cm<sup>2</sup>/ Fc51 Mpa. Bantalan harus memikul momen minimum sesuai hasil desain beban gandar dan kecepatan. Spesifikasi bantalan untuk lebar jalan rel 1435mm:

1. Panjang
  - o 2440 mm untuk beban gandar sampai dengan 22,5 ton
  - o 2740 mm untuk beban gandar di atas 22,5 ton
2. Lebar maksimum 330 mm
3. Tinggi di bawah dudukan rel 220 mm.

#### c. Geotextile

Geotextile adalah jenis material geosintetik yang terbuat dari serat sintetis, seperti polyester atau polipropilena. Material ini digunakan untuk memisahkan dua jenis tanah yang berbeda, atau untuk memperkuat tanah dengan menghindari adanya gerusan.

$$T_{all} = T_{ult} \times \left( \frac{1}{F_{SID} \times F_{SCR} \times F_{SCD} \times F_{SBD}} \right) \quad (3)$$

Untuk pemasangan geotextile pada stabilitas lereng:

T<sub>all</sub> = kekuatan geotextile yang tersedia

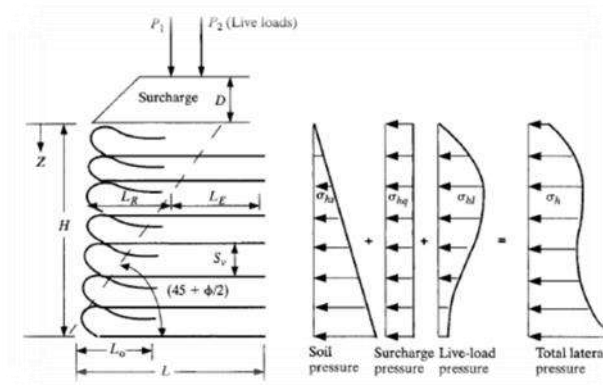
T<sub>ult</sub> = kekuatan ultimate geotextile

F<sub>SID</sub> = faktor keamanan akibat kesalahan pemasangan (1,1 – 1,5)

F<sub>SCR</sub> = faktor keamanan akibat rangkai (1,5 – 2,0)

F<sub>SCD</sub> = faktor keamanan akibat pengaruh kimia (1,0 – 1,5)

F<sub>SBD</sub> = faktor keamanan akibat pengaruh biologi (1,0 – 1,3)



Gambar 2. Konsep dan teori tekanan bumi untuk desain dinding geotextile[4]

Tabel 1 Faktor penggunaan geotextile

PENGUNAAN GEOTEXTILE	EMBANKMENTS
Faktor Pemasangan Fsid	1,1 - 2,0
Faktor Rangkai Fscr	2,0 - 3,0
Faktor Kimia Fscd	1,0 - 1,5
Faktor Biologi Fsbc	1,0 - 1,3

#### d. Lereng

Perencanaan lereng untuk jalan kereta api mengacu pada pasal 7 SNI 8460 – 2017 (Persyaratan Perancangan Geoteknik). Subpasal ini meliputi persyaratan – persyaratan umum dan teknis perancangan lereng buatan yang meliputi lereng galian dan timbunan. Lereng timbunan (engbankment) pada sub pasal 7.3.2.2, nilai safety factor Lereng timbunan sebesar 1,5 umumnya digunakan untuk badan jalan raya, jalan kereta api, dan bendungan tanah. Perhitungan kekuatan menggunakan metode Bishop dimodifikasi (*modified Bishop method*) dengan menggunakan rumus persamaan faktor aman.

$$FS = \frac{\sum_{n=1}^{n-p} (c \cdot b_n + W_n \cdot \tan \phi)}{\sum_{n=1}^{n-p} W_n \cdot \sin \alpha} \quad (4)$$

- SF = faktor aman  
 c = kohesi tanah (kN/m<sup>2</sup>)  
 φ = sudut gesek dalam tanah (derajat)  
 b<sub>i</sub> = a<sub>i</sub> cos θ<sub>i</sub> = lebar irisan ke-i arah horizontal (m)  
 W<sub>i</sub> = berat irisan tanah ke-i (kN/m<sup>2</sup>)  
 θ<sub>i</sub> = sudut didefinisikan (derajat)  
 u<sub>i</sub> = tekanan air pori pada irisan ke-i (kN/m<sup>2</sup>)  
 y<sub>i</sub> = lengan momen tulangan geosintetik (m)

### 3. HASIL

#### a. Data Penelitian

Terdapat dua data yang digunakan, antara lain data primer dan data sekunder. Data primer yang digunakan merupakan data foto – foto proyek yang ditinjau langsung di lapangan. Sedangkan untuk data sekunder yang digunakan pada penelitian ini adalah data tanah yang mewakili kondisi lahan di sekitar proyek.



(a)



(b)

Gambar 3 (a) pekerjaan timbunan rel kereta api; (b) pemakaian material geosintetik

Parameter data tanah dasar dan parameter data tanah timbunan akan digunakan di dalam analisis software dan perhitungan manual, serta perencanaan terhadap perkuatan dari timbunan rel kereta api.

Tabel 5 Parameter data tanah dasar

Parameter Data Tanah Dasar					
Lapisan	Kedalaman (m)	γ <sub>t</sub> (t/m <sup>3</sup> )	γ <sub>d</sub> (t/m <sup>3</sup> )	Ø	C (kg/cm <sup>2</sup> )
1	3,50 – 4,00	1,788	1,305	18	0,14
2	7,50 – 8,00	1,788	1,305	18	0,14
3	11,50 – 12,00	1,456	0,802	14	0,17
4	15,50 – 16,00	1,456	0,802	14	0,17

Tabel 6 Parameter data tanah timbunan

Parameter Data Tanah			
$\gamma_t$ (t/m <sup>3</sup> )	$\gamma_d$ (t/m <sup>3</sup> )	$\emptyset$	C (kg/cm <sup>2</sup> )
1,9	1,8	28	0,17

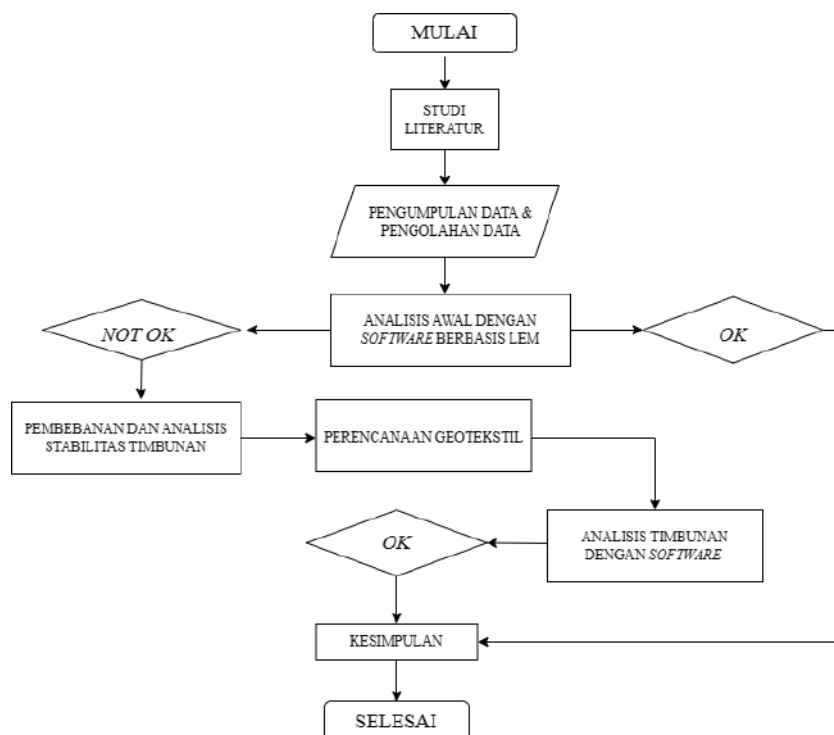
Penelitian ini digunakan material *geotextile* tipe *woven* dengan nilai spesifikasi teknis sebagai berikut:

Tabel 7 Data geotextile woven

<i>Geotextile Woven</i>	Tipe 25	Satuan
Berat	247,5	gr/m <sup>2</sup>
Ketebalan	0,88 - 0,97	mm
Ukuran Pori	75 < ADS < 90	
Ketahanan Tusuk	5796,08	N
Warna	Hitam	
Kuat Tarik		
Arah Panjang	55,79	kN/m
Arah Lebar	42,34	kN/m
Renggang Putus		
Arah Panjang	21	%
Arah Lebar	23,33	%
Kuat Tarik Pegang		
Arah Panjang	1764,07	N
Arah Lebar	1682,78	N
Ukuran		
Panjang	150	m
Lebar	4	m
Luas	500	m <sup>2</sup>

### b. Diagram Alir Penelitian

Penelitian ini menggunakan teknik analisis data kuantitatif, yang mana data didapat berbentuk angka data tanah. Proses pengolahan data penelitian mencakup data tanah, data beban jalan rel kereta api, data spesifikasi material geosintetik. Data tersebut diolah sehingga mendapatkan parameter yang dibutuhkan



Gambar 4. Diagram alir perhitungan

### c. Perhitungan Beban

Beban konstruksi jalan rel kereta api yang dipikul oleh lereng tanah timbunan terdapat beban hidup (live load), beban mati (dead load).

1. Beban lokomotif  
Beban gandar lokomotif adalah beban yang diterima oleh jalan rel dari satu gandar. Beban gandar untuk lebar jalan rel 1435 mm pada semua kelas jalur maksimum sebesar 22,5 ton.
2. Beban sub balas dan balas  
Material yang digunakan untuk sub balas dan balas adalah agregat kasar dengan angka persentase lolos saringan nomor 200 sebesar 0 – 10%, angka persentase lolos saringan nomor 2½” sebesar 100%. Berat material keduanya sebesar 1,45 t/m<sup>3</sup>.
3. Beban rel  
Beban rel tipe R54 mempunyai berat sebesar 0,0544 ton/m. Nilai berat tersebut dikalikan 2 karena jumlah rel itu 2 maka,  

$$P_{rel} = 0,0544 \times 2$$

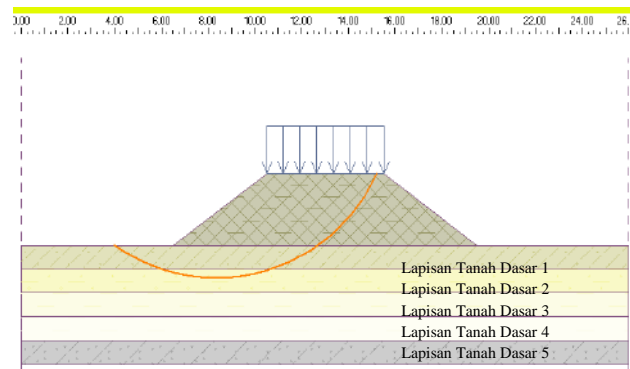
$$P_{rel} = 0,1088 \text{ ton/m}$$
4. Beban bantalan  
Bantalan dengan panjang 2440 mm untuk beban gandar sampai dengan 22,5 ton, dan lebar 330 mm dan tinggi 220 mm. Berat jenis beton 2,4 t/m<sup>3</sup>, sehingga didapatkan berat bantalan sebesar:  

$$2,44 \times 0,33 \times 0,22 = 0,177 \text{ ton}$$
5. Beban mati total  

Beban total	= beban balas dan sub balas + beban rel + beban bantalan
Beban total	= 7,422 + 0,1088 + 0,177
Beban total	= 7,7078 ton

### d. Analisis Timbunan Awal Sebelum Diberikan Perkuatan

Stabilitas lereng pada timbunan rel kereta api diberikan pembebanan sebesar 22,5 kN/m desain ini sebagai analisis awal sebelum timbunan diberi perkuatan.



Gambar 5 Analisa awal sebelum perbaikan dan pemberian perkuatan

Dihasilkan beberapa analisis sebagai berikut:

<i>Safety Factor</i>	= 1,08
<i>Moment Resistant</i>	= 1470,55 kN/m
Momen Dorong	= 1361,47 kN

Berdasarkan hasil tersebut, kekuatan dari timbunan masih belum memenuhi *safety factor* yang dipersyaratkan, sehingga diperlukan perkuatan tambahan dengan material *geotextile*.

### e. Perhitungan Timbunan dengan Material Geotextile

Perhitungan geotextile yang digunakan di dalam perencanaan ini yaitu menggunakan geotextile woven tipe 25 dengan nilai kuat Tarik 55,79 kN/m. Perhitungan geotextile meliputi perhitungan kebutuhan lapisan dan perhitungan kebutuhan panjang geotextile pada saat pemasangan, dimana:

Tult	= 55,79 kN/m
FSID	= 1,3

$$FSCR = 2,0$$

$$FSCD = 1,5$$

$$FSBC = 1,2$$

$$Tall = 55,79 \times \left( \frac{1}{1,3 \times 1,7 \times 1,5 \times 1,2} \right)$$

$$Tall = 11,92 \text{ kN/m}$$

Ldepan dapat diketahui dengan cara mencari jarak dari ujung titik timbunan sampai bidang longsor, lapisan 1 geotextile didapatkan panjang Ldepan sebesar 6,18 m, tebal lapisan didesain sebesar 0,2 m, panjang overlap geotextile ditentukan antara 0,8 m sampai 1 m, ditentukan 0,8 m.

Panjang total kebutuhan geotextile lapisan pertama

$$L_{total} = L_{belakang} + L_{depan} + \text{tebal lapisan} + \text{overlap}$$

$$L_{total} = 0,48 + 6,18 + 0,2 + 0,8 = 7,7 \text{ m (Kebutuhan lembar geotextile lapisan pertama adalah 7,7 m)}$$

Tabel 8 Perhitungan kebutuhan panjang geotextile

Lapis	L belakang (m)	Ldepan (m)	L lipatan (m)	L overlapp (m)	L total (m)
1	0,48	6,18	0,2	0,8	7,7
2	0,50	6,19	0,2	0,8	7,7
3	0,52	6,16	0,2	0,8	7,7
4	0,54	6,13	0,2	0,8	7,7
5	0,57	6,07	0,2	0,8	7,6
6	0,60	6,00	0,2	0,8	7,6
7	0,63	5,92	0,2	0,8	7,6
8	0,67	5,83	0,2	0,8	7,5
9	0,71	5,72	0,2	0,8	7,4

Perhitungan kebutuhan lapisan geotextile dapat dilakukan dengan mencari beberapa nilai antara lain:

Dimana: SF<sub>min</sub> = 1,08 (didapat dari Analisa awal Software)

MR<sub>min</sub> = 1470,55 kN/m (didapat dari Analisa awal software)

M<sub>dorong</sub> = 1361,47 kN/m

Maka,

MR<sub>rencana</sub> = M<sub>dorong</sub> × SF syarat

$$= 1361,47 \times 1,5$$

$$= 2042,205 \text{ kN/m}$$

ΔMR = MR<sub>rencana</sub> – MR<sub>min</sub>

$$= 2042,205 - 709,73$$

$$= 571,655 \text{ kN/m}$$

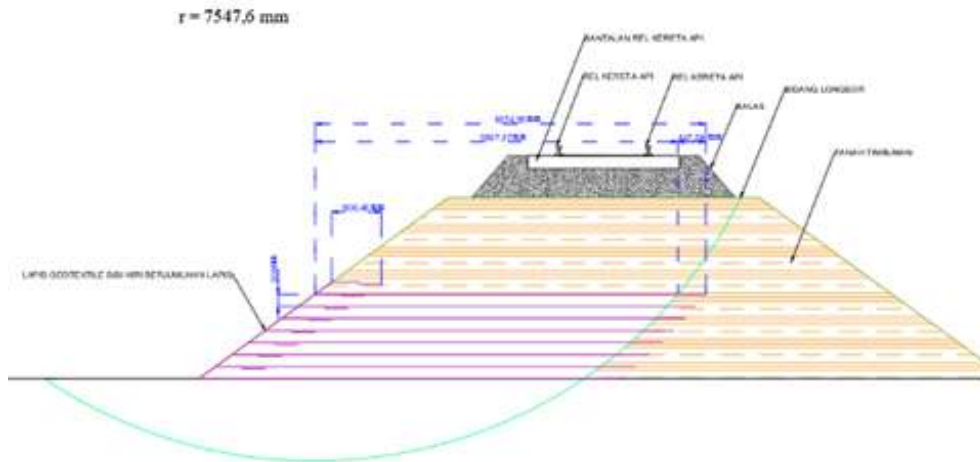
Perhitungan kebutuhan lapis geotextile harus menghasilkan ΣM<sub>geotextile</sub> lebih besar dari ΔMR. Hitungan ΣM<sub>geotextile</sub> terdapat pada tabel berikut:

Tabel 9 Tabel kebutuhan lapisan geotextile

Lapisan	H timb	Ti	Tallow	M <sub>geotextile</sub>	ΣM <sub>geotextile</sub>	Ket
1	3	6,18	11,921	73,671	73,671	Not ok
2	2,8	5,98	11,921	71,287	144,959	Not ok
3	2,6	5,78	11,921	68,903	213,862	Not ok
4	2,4	5,58	11,921	66,519	280,381	Not ok
5	2,2	5,38	11,921	64,135	344,515	Not ok
6	2	5,18	11,921	61,750	406,266	Not ok
7	1,8	4,98	11,921	59,366	465,632	Not ok
8	1,6	4,78	11,921	56,982	522,614	Not ok
9	1,4	4,58	11,921	54,598	577,212	Ok
10	1,2	4,38	11,921	52,214	629,426	Ok
Lapisan	H timb	Ti	Tallow	M <sub>geotextile</sub>	ΣM <sub>geotextile</sub>	Ket
11	1	4,18	11,921	49,830	679,255	Ok
12	0,8	3,98	11,921	47,445	726,701	Ok

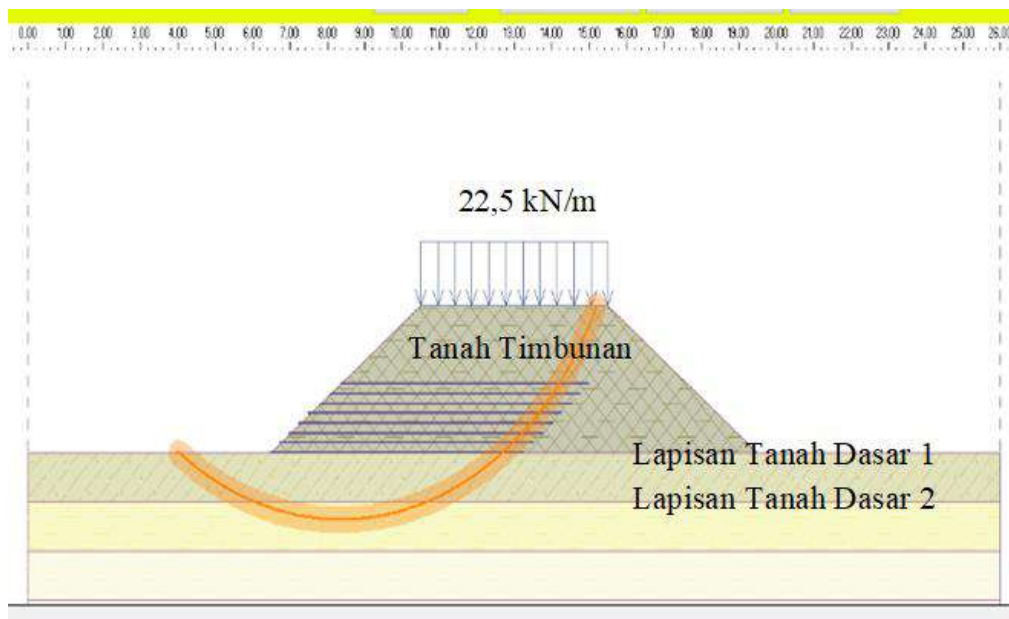


Kebutuhan lapis geotextile adalah 9 lapis dengan panjang total kebutuhan semua lapis sebesar 68,4 m. Dengan nilai  $\sum M$  geotextile sebesar 577,212 kN/m melebihi  $\Delta MR$  sebesar 571,655 kN/m.



Gambar 6 Lapis geotextile timbunan

Kebutuhan lapis geotextile adalah 9 lapis dengan panjang total kebutuhan semua lapis sebesar 68,4 m. Dengan nilai  $\sum M$  geotextile sebesar 577,212 kN/m melebihi  $\Delta MR$  sebesar 571,655 kN/m.



Gambar 7 Analisa timbunan setelah diberikan perkuatan tambahan

SFmin = 1,59  
MRmin = 2170,34 kN/m  
Mdorong = 1361,47 kN/m

#### 4. KESIMPULAN

1. Hasil dari analisis stabilitas timbunan awal badan rel kereta api sebelum diberikan perkuatan dengan menggunakan software didapatkan nilai safety factor sebesar 1,08 dengan jari – jari bidang kelongsoran sebesar 7,55 m dengan nilai moment resistant sebesar 1470,55 kN/m. Berdasarkan hasil dari analisis stabilitas timbunan tersebut didapatkan nilai safety factor kurang dari 1,5, hal ini menunjukkan bahwa timbunan badan jalan rel kereta api tersebut memerlukan perkuatan tambahan untuk memenuhi safety factor yang dipersyaratkan, sehingga timbunan akan aman dan stabil.

2. Perhitungan geosintetik dilakukan di sisi timbunan dengan hasil sebagai berikut: Hasil dari perhitungan untuk perencanaan pemasangan geotextile timbunan dihasilkan kebutuhan lapis geotextile adalah 9 lapis dengan panjang penggunaan geotextile sebanyak 68,4 m. Sedangkan untuk nilai  $\sum M$  geotextile sebesar 577,212 kN/m melebihi  $\Delta MR$  sebesar perhitungan software sebesar 571,655 kN/m.
3. Hasil dari analisis stabilitas timbunan badan rel kereta api setelah diberikan perkuatan geotextile kemudian dianalisis dengan menggunakan software pada menghasilkan nilai sebagai berikut: analisis stabilitas timbunan badan rel kereta api didapatkan nilai safety factor sebesar 1,59 dengan jari – jari bidang kelongsoran sebesar 7,55 m dengan nilai moment resistant sebesar 2170,34 kN/m.

Berdasarkan hasil dari analisis stabilitas timbunan setelah diberikan tambahan perkuatan dengan material geotextile didapatkan nilai safety factor dan kanan timbunan lebih dari 1,5. Hal ini menunjukkan bahwa timbunan badan jalan rel kereta api tersebut telah memenuhi persyaratan keamanan yang dibutuhkan, sehingga timbunan badan jalan rel kereta api tersebut telah aman dan stabil untuk digunakan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Keretamania, “Kelebihan dan Kekurangan Menggunakan Kereta Api,” 2019, [Online]. Available: <https://keretaapikita.com/kelebihan-dan-kekurangan-menggunakan-kereta-api/#:~:text=Kelebihan dan Kekurangan Menggunakan Kereta Api 1 1.,kota.7 7. Kadang ada promo tiketnya.>
- [2] R. Indonesia, Peraturan Menteri no. 60 tahun 2012 Tentang Persyaratan Teknis Jalur Kereta Api. 2012.
- [3] D. Haryadi, M. Mawardi, and M. R. Razali, “Analisis Lereng Terasering Dalam Upaya Penanggulangan Longsor Metode Fellenius Dengan Program Geostudio Slope,” *Inersia, J. Tek. Sipil*, vol. 10, no. 2, pp. 53–60, 2019, doi: 10.33369/ijts.10.2.53-60.
- [4] D. Dr. Ir. Hary Christady Hardiyatmo, M.Eng., *Geosintetik untuk rekayasa jalan raya perancangan dan aplikasi, Pertama*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press, 2008.
- [5] Ceddb.com, “GEO5 - Geotechnical Analysis Suite Software,” 2019, [Online]. Available: <https://www.bing.com/ck/a?!&&p=bf5c33d655151b1fJmltdHM9MTY4OTEyMDAwMCPZ3VpZD0yZmE4ZjAwOS1kNTQ5LTYYNGItMWY1ZS1mZjZhZDQ3MTYzMjYmaW5zaWQ9NTE5MA&ptn=3&hsh=3&fclid=2fa8f009-d549-624b-1f5e-ff6ad4716326&psq=>
- [6] Besta’s blog, “Beban dan Gaya pada Rel,” 2014, [Online]. Available: <https://bestananda.blogspot.com/2014/08/beban-dan-gaya-pada-rel.html>
- [7] Goolemaps.com, “letak lokasi pekerjaan,” 2023, [Online]. Available: <https://www.google.com/maps/@-5.0224683,119.5453146,887m/data=!3m1!1e3?hl=en&entry=t>
- [8] Gubernur Sulawesi Selatan, “Peraturan Provinsi Sulawesi Selatan Nomor 3 tahun 2022 tentang Rencana Tata Ruabg Wilayah Sulawesi Selatan,” *Pemerintah provinsi Sulawesi Selatan*, no. 1, 2022.
- [9] Kementerian Perhubungan Ditjen Perkeretaapian, “Rencana Induk Perkeretaapian Nasional (PM No.43 Tahun 2011),” *Rencana Induk Perkeretaapi. Nas.*, no. 8, pp. 1–85, 2011.
- [10] SNI 8460, “Persyaratan Perancangan Geoteknik SNI 8460:2017,” *Badan Standarisasi Nas.*, vol. 8460, 2017.
- [11] T. Geosynthetics, “Woven *Geotextile*.” <https://www.tencategeo.us/en-us/products/woven-geotextiles>

# Analisis Perbaikan Tanah Dasar pada Konstruksi *Runway* Pesawat dengan Metode *Preloading*

Dicky Nurfauzi Ismail<sup>1\*</sup>, Rini Trisno Lestari<sup>1</sup>, dan Paksitya Purnama Putra<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila, Jakarta

<sup>2</sup> Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Jember, Jawa Timur

**Abstrak.** Salah satu aspek terpenting pada pembangunan bandara yaitu infrastruktur landasan pacunya (*runway*), perencanaan konstruksi *runway* yang baik dan aman diperlukan analisis terhadap kondisi tanah yang akan menahan semua beban seperti beban pesawat dan beban perkerasan *runway* sendiri. Penurunan atau konsolidasi tanah adalah masalah geoteknik yang sering terjadi pada tanah lunak. Salah satu metode perbaikan tanah lunak yaitu dengan metode *preloading*. Penelitian ini menggunakan metode *preloading* dengan permisalan beban yaitu 3 ton/m<sup>2</sup> didapat besar penurunan 0,827 meter, 5 ton/m<sup>2</sup> penurunannya 1,288 meter, 7 ton/m<sup>2</sup> penurunannya 1,63 meter, 9 ton/m<sup>2</sup> penurunannya 1,902 meter, 11 ton/m<sup>2</sup> penurunannya 2,127 meter, kemudian berdasarkan rencana tinggi timbunan 3 meter maka didapat tinggi inisial timbunannya sebesar 4, 401 meter dari hasil ini maka besar perhitungan penurunan yang dihasilkan dari metode *preloading* dengan perencanaan tinggi timbunan 3 meter yaitu sebesar 1,468 meter dengan waktu penurunannya untuk konsolidasi 90% yaitu selama 6,24 tahun.

**Kata kunci:** Perbaikan Tanah Dasar, *Preloading*, Konsolidasi, *Runway*.

## 1. PENDAHULUAN

Pembangunan bandara salah satu aspek terpenting yaitu pada infrastruktur landasan pacunya (*runway*) yang merupakan tempat untuk pesawat terbang dapat *take off* dan mendarat dengan aman. Perencanaan konstruksi *runway* yang baik diperlukan analisis terhadap kondisi tanah yang akan menahan semua beban seperti beban pesawat dan beban perkerasan *runway* sendiri [1].

Pembangunan infrastruktur seperti landasan pacu (*runway*) pesawat terbang sering menimbulkan masalah-masalah yang diakibatkan oleh kondisi tanah. Permasalahan geoteknik utama dalam pembangunan infrastruktur transportasi pada tanah lempung lunak (*soft clay*) adalah daya dukung tanah dasarnya yang relatif rendah, serta penurunan atau konsolidasi tanah yang sering terjadi pada kasus timbunan, terutama pada tanah lunak., sehingga perlu perbaikan agar tanah dasar dapat dipakai dengan baik sebagai pendukung konstruksi yang ada di atasnya yaitu dengan stabilisasi tanah [2].

Penelitian ini menggunakan jenis perbaikan tanah dasar yaitu dengan *Preloading*. Perbaikan tanah dengan metode *Preloading* yaitu pemberian beban statis secara langsung di atas lapisan tanah yang akan dibangun konstruksi di atasnya. Metode konsolidasi ini atau *Preloading* memerlukan waktu yang lama untuk mendapatkan tanah yang terkonsolidasi secara sempurna, maka dari itu metode konsolidasi ini memerlukan kombinasi untuk percepatannya yaitu dengan metode pemberian beban yang lebih bervariasi dimana penggunaannya merupakan upaya meningkatkan daya dukung tanah melalui proses konsolidasi tanah [3].

Maksud dari penulisan penelitian ini adalah perbaikan tanah dasar dengan menggunakan metode *preloading* pada perencanaan landasan pacu (*runway*) pesawat terbang, sedangkan tujuan dari penulisan penelitian ini untuk mengetahui waktu yang dibutuhkan dalam perbaikan tanah dasar dengan metode *preloading* dan mengetahui besarnya nilai penurunan pada tanah dasar dengan metode *preloading*.

Beberapa penelitian terdahulu yang berkaitan penelitian ini yaitu yang ditulis oleh Ana Crosita Ningsih, 2018 dengan judul perencanaan perbaikan tanah lunak menggunakan metode *preloading* dan *prefabricated*

\* Corresponding author: [dickynurfauzi76@gmail.com](mailto:dickynurfauzi76@gmail.com)

*vertical drain* (PVD), dimana penelitian ini menghasilkan waktu yang dibutuhkan untuk pemampatan sebesar 1,9298 dan mencapai derajat konsolidasi 95% adalah 139,41 tahun apabila tidak menggunakan PVD [9].

Penelitian selanjutnya yaitu yang ditulis oleh Zahra Febrina Lilabsari, 2018. Dengan judul Evaluasi Kinerja Perbaikan Tanah Lunak Menggunakan Instrumen Geoteknik Pada Pembangunan Kawasan Kota Summarecon Bandung Area Cluster Amanda Dan Btari Dengan Penggunaan *Preloading* Dan *Prefabricated Vertical Drain*, dengan hasil penelitiannya yaitu dari teori pendekatan Asaoka diketahui besar prediksi penurunan akhir adalah sebesar 1457,69 mm, 2694,3 mm, 2495,18 mm, 1533,89 mm dan 2774,35 mm. Sehingga dapat disimpulkan bahwa penurunan masih terus berjalan mengingat konsolidasi rata-rata masih dibawah 90%. Derajat konsolidasi Settlement Plate yang lebih besar terjadi karena adanya air pori yang terjebak (belum keluar), sehingga Settlement Plate tidak turun [10].

Penelitian selanjutnya yaitu ditulis oleh Rudianto Surbakti, 2021, dengan judul Prediksi Penurunan Konsolidasi Tanah Lunak Dengan Metode Analitis Dan Metode Element Hingga, dengan hasil penelitiannya yaitu pemodelan plaxis 3D memberikan hasil yang lebih mendekati penurunan hasil observasi di lapangan dibandingkan dengan pemodelan hasil perhitungan plaxis 2D [2].

## 2. METODE

Penelitian ini yaitu menggunakan pendekatan analisis kuantitatif. Perencanaan perbaikan tanah pada penelitian ini yaitu menggunakan metode *preloading*, pemilihan metode ini dikarenakan yaitu kemudahan dalam kebutuhan material yang digunakan pada lokasi penelitian ini.

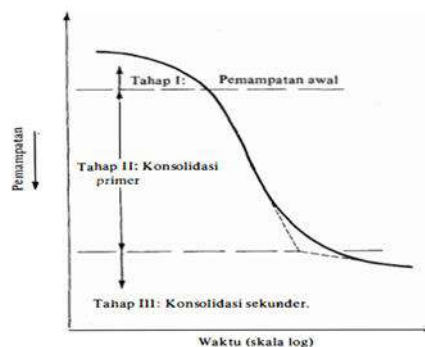
Pembebanan awal (*Preloading*) merupakan salah satu metode perbaikan tanah, yaitu dengan pemberian pembebanan awal yang sifatnya sementara pada tanah yang akan dibangun bangunan struktur di atasnya. Secara umum pembebanan awal ini dilakukan pada tanah lunak, mudah mampat, dan tebal. Pemberian beban ini dilakukan hingga proses konsolidasi yang diinginkan tercapai, yaitu tercapainya penurunan primer (*primary settlement*).

Suatu lapisan tanah mengalami penambahan beban di atasnya, maka seiring bertambahnya waktu air pori dalam tanah akan keluar dari rongga-rongga tanah tersebut dan volume total tanah akan menjadi berkurang. Secara umum konsolidasi primer ini berlangsung satu arah yaitu ke arah vertikal, hal ini karena lapisan tanah yang diberikan pembebanan di atasnya tidak bergerak ke arah horizontal [10]

Beban *preloading* yang diberikan secara bertahap ditentukan berdasarkan besar pemampatan tanah dasar yang akan dihilangkan. Maksud dari pemberian beban awal ini yaitu untuk menghilangkan atau mereduksi penurunan konsolidasi primer, sebelum pelaksanaan pembangunan struktur di atasnya. Kelebihan dari pemberian pembebanan awal selain mengurangi penurunan pada tanah juga dapat memperkuat gaya geser tanah itu sendiri, tanah yang diberikan pembebanan awal juga menjadi lebih solid dan padat sehingga memperkecil terjadinya masalah penurunan tanah pada saat struktur bangunan di atasnya sudah dibangun [6].

### a. Konsolidasi Tanah

Konsolidasi merupakan proses berkurangnya volume atau rongga air pori dari tanah jenuh yang memiliki permeabilitas rendah akibat pembebanan yang terjadi pada tanah. Proses konsolidasi terdapat tiga tahapan yaitu pemampatan awal, konsolidasi primer dan konsolidasi sekunder, dapat dilihat pada gambar 1 ini [4].



Gambar 1. Grafik hubungan antara penurunan dan Log waktu Konsolidasi [4]

## b. Penurunan Tanah (*Settlement*)

Penurunan tanah (*settlement*) adalah suatu peristiwa berubahnya susunan tanah dan berkurangnya rongga pori atau air dalam tanah akibat adanya regangan pada tanah yang disebabkan oleh pembebanan yang diberikan terhadap tanah tersebut. Penurunan tanah dibagi menjadi dua yaitu:

### 1) Penurunan Segera (*Immediate Settlement-S<sub>i</sub>*)

Penurunan segera merupakan penurunan yang biasa terjadi pada tanah dengan butiran kasar dan halus atau tidak jenuh, penurunan ini terjadi dengan segera setelah beban bekerja pada tanah

### 2) Penurunan Konsolidasi Primer (*Consolidation Settlement-S<sub>c</sub>*)

Penurunan konsolidasi primer atau konsolidasi hidrodinamis, yaitu penurunan yang dipengaruhi oleh kecepatan aliran air yang meninggalkan rongga pori tanah akibat adanya tambahan tekanan yang terjadi pada tanah tersebut. Perhitungan penurunan konsolidasi primer menurut, Braja M. Das mempunyai beberapa perumusan sesuai dengan kondisi tanah, yaitu untuk tanah yang terkonsolidasi secara normal (*Normally Consolidation*) dan tanah yang terkonsolidasi berlebih (*Over Consolidation*) [4].

- Untuk tanah terkonsolidasi normal (NC – *Soil*)

$$S_c = \frac{C_c H}{1+e_0} \log \left( \frac{p_0 + \Delta p}{p_n} \right) \quad (1)$$

- Untuk tanah terkonsolidasi berlebih (OC – *Soil*)

$$\text{Bila } (P_0' > \Delta p') \leq P_0'$$

$$S_c = \frac{C_c H}{1+e_0} \log \left( \frac{p_0 + \Delta p}{p_n} \right) \quad (2)$$

- Bila  $(P_0' > \Delta p') > P_c'$

$$S_c = \frac{C_c H}{1+e_0} \log \frac{p_c}{p_n} + \frac{C_c H}{1+e_0} \log \left( \frac{p_0 + \Delta p}{p_r} \right) \quad (3)$$

### 3) Penurunan Konsolidasi Sekunder (*Secondary Settlement-S<sub>s</sub>*)

Penurunan konsolidasi sekunder terjadi setelah penurunan konsolidasi primer berhenti. Penurunan ini terjadi akibat setelah tegangan air pori yang berlebih hilang sepenuhnya,

## c. Parameter Tanah untuk Perhitungan Konsolidasi

Perhitungan konsolidasi membutuhkan beberapa parameter tanah, berikut adalah parameter-parameter tanah yang digunakan dalam perhitungan penurunan konsolidasi (*Consolidation Settlement*) [5]:

### 1) Tebal lapisan compressible

Tebal lapisan compressible (H) merupakan jenis tanah yang masih dapat mengalami penurunan konsolidasi primer yaitu memiliki nilai N-SPT kurang dari 10.

### 2) Beban atau surcharge

Beban atau surcharge yang dimaksud yaitu besarnya beban yang bekerja di atas permukaan tanah asli (compressible soil) dalam satuan tegangan. Persamaan untuk perhitungan tegangan tanah dapat dilihat pada persamaan di bawah ini:

$$P_0 = Y_{\text{tanah}} \times H \quad (4)$$

Dimana:

$Y_{\text{tanah}}$  = Berat volume tanah (t/m<sup>3</sup>)

H = Tebal lapisan tanah

### 3) Distribusi tegangan tanah ( $\Delta p$ )



Distribusi tegangan tanah ( $\Delta p$ ) merupakan kondisi dimana semakin dalam lapisan tanah maka pengaruh  $\Delta p$  yang diterima semakin kecil. Persamaan untuk perhitungan distribusi tegangan tanah dapat dilihat pada persamaan berikut:

$$\Delta p = I \times q_0 \quad (5)$$

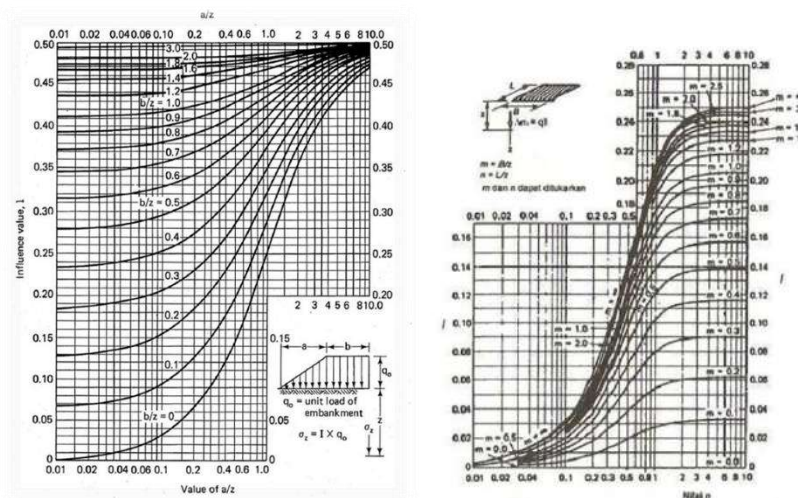
Dimana:

$I$  = Faktor pengaruh

$q_0$  = Beban terbagi rata (t/m<sup>2</sup>)

#### 4) Koefisien pengaruh ( $I$ )

Besarnya nilai koefisien pengaruh ( $I$ ) untuk perhitungan tegangan vertikal ( $\Delta p$ ) yang diterima suatu titik tinjau tertentu yang dipengaruhi oleh karakteristik geometrik, bentuk timbunan reklamasi serta kedalaman titik tinjau. Gambar grafik untuk koefisien pengaruh dapat dilihat pada gambar 2 di bawah ini: [9]



Gambar 2. Gambar grafik untuk menentukan faktor pengaruh pada beban trapesium dan terbagi rata (persegi) [9]

#### 5) Compressible dan swelling index

Harga compression index ( $C_c$ ) dan swelling index ( $C_s$ ) merupakan nilai yang diperoleh dari hasil uji tes laboratorium (consolidation test).

#### 6) Angka pori (initial void ratio)

Angka pori awal ( $e_0$ ) merupakan nilai yang di dapat dari hasil uji tes laboratorium (volumetric dan gravimetric).

#### 7) Tegangan overburden efektif ( $P_o'$ )

Tegangan vertikal efektif dari tanah asli dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$P_o' = \gamma' \times h \quad (6)$$

Dimana:

$\gamma' = (\gamma' = \gamma_{sat} - \gamma_w)$  bila terendam air

$h$  = setengah dari lapisan tanah yang diperhitungkan

#### d. Waktu Penurunan Konsolidasi

Waktu penurunan konsolidasi merupakan hal yang paling penting dalam memprediksi penurunan konsolidasi pada tanah. Banyak hal yang mempengaruhi waktu penurunan konsolidasi salah satunya yaitu seperti Panjang lintasan yang dilalui air untuk keluar dari pori tanah. Pada umumnya air bergerak keluar pada arah vertikal, karena permeabilitas tanah lempung kecil sehingga dibutuhkan waktu yang lebih lama. Lama waktu konsolidasi dapat dilihat pada persamaan berikut [5]:



$$t = \frac{T_v (H_{dr})^2}{C_v} \quad (7)$$

dimana:

$t$  = waktu konsolidasi

$T_v$  = Faktor waktu konsolidasi

$H_{dr}$  = Panjang aliran air

$C_v$  = koefisien konsolidasi vertikal

#### e. Parameter Waktu Penurunan Konsolidasi

Dalam perhitungan waktu konsolidasi terdapat beberapa parameter yang dijelaskan sebagai berikut:

##### 1) Faktor waktu ( $T_v$ )

Faktor waktu ( $T_v$ ) merupakan fungsi dari derajat konsolidasi ( $U\%$ ) dan bentuk dari distribusi tegangan air pori di dalam tanah. Hubungan antara  $T_v$  dan  $U$  pada tegangan air pori yang homogen dapat dilihat pada tabel 1 di bawah ini:

Tabel 1. Derajat konsolidasi dan faktor waktu

Derajat Konsolidasi	Faktor Waktu ( $T_v$ )
0	0
10	0,008
20	0,031
30	0,071
40	0,126
50	0,197
60	0,287
70	0,403
80	0,567
90	0,848
100	$\infty$

##### 2) Panjang aliran drainage

Tebal lapisan tanah (*compressible soil*) dengan notasi  $H$ , maka Panjang aliran drainage adalah  $H_{dr}$ , dimana:

$H_{dr} = \frac{1}{2} H$ , jika arah aliran air selama proses konsolidasi adalah 2 arah

$H_{dr} = H$ , jika arah aliran air selama proses konsolidasi hanya satu arah

##### 3) Koefisien konsolidasi vertikal ( $C_v$ )

Koefisien konsolidasi vertikal ( $C_v$ ) merupakan parameter yang menentukan kecepatan proses pengaliran air selama proses konsolidasi. Pada umumnya proses konsolidasi hanya berlangsung satu arah (vertikal). Harga dari nilai  $C_v$  dapat dicari dengan menggunakan persamaan di bawah ini:

$$C_v = \frac{T_v \times H^2}{t} \quad (8)$$

Jika pada suatu lapisan tanah yang homogen terdapat beberapa nilai  $C_v$  maka harga  $C_v$  rata – rata dihitung dengan persamaan berikut:

$$C_v \text{ rata – rata} = \frac{H}{\frac{H_1}{C_{v1}} + \frac{H_1}{C_{v1}} + \dots + \frac{H_1}{C_{v1}}} \quad (9)$$

Dimana:

$C_v$  = Koefisien konsolidasi ( $m^2/tahun$ )

$H$  = Tebal lapisan compressible ( $m$ )

$T_v$  = Faktor waktu dari derajat konsolidasi ( $U$ )

$t$  = Waktu untuk mencapai derajat konsolidasi  $U\%$  ( $tahun$ )

$C_{vi}$  = Koefisien konsolidasi vertikal lapisan ke -i

$H_i$  = Tebal lapisan compressible ke -i

### 3. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

#### a. Data Penelitian

Terdapat dua data yang digunakan, antara lain data primer dan data sekunder. Data primer yang digunakan merupakan data foto – foto proyek yang ditinjau langsung di lapangan dan juga wawancara. Sedangkan untuk data sekunder yang digunakan pada penelitian ini adalah data tanah yang mewakili kondisi lahan di sekitar proyek dimana dapat dilihat pada tabel 2 di bawah ini.

Tabel 2. Parameter data tanah dasar

Laboratoy Test Resume								
No. Sample			STA 1 + 680					
Depth			1	2	3	4	5	
Index Properties		Symbol	Unit					
1	Density	$\gamma$	Kn/m <sup>3</sup>	18	18	18	18	20
2	Water content	$\omega$	%	70	70	70	70	70
	Saturation density	$\gamma_{sat}$	Kn/m <sup>3</sup>	18,8	18,8	18,8	18,8	21
	Dry density	$\gamma_d$	Kn/m <sup>3</sup>	17	17	17	17	17
	Void ratio	$e$	-	1,9	1,9	1,9	1,9	0,51
	Porosity	$n$	-	66	66	66	66	66
3	Relative density	$D_r$	-	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
4	Cohesion undrain	$C_u$	ton/m <sup>3</sup>	3	3	3,6	3,6	18
5	Compression Index	$C_c$	kg/cm <sup>2</sup>	1,78	1,78	1,78	1,78	1,78
6	Coeficient consolidation	$C_v$	m <sup>2</sup> /Tahun	10	10	10	10	10
7	Anggle of friction	$\phi_{ef}$	(°)	28,02	28,02	28,02	28,02	28,02

Perencanaan pembebanan pada jalan yang dijadikan sebagai studi kasus mengacu kepada peraturan direktur jendral perhubungan udara tentang standar teknis dan operasi peraturan keselamatan penerbangan sipil – bagian 139. Penentuan lebar minimum landasan pacu (*runway*) pesawat terbang dapat dilihat pada tabel 3 di bawah ini [7]:

Tabel 3. Lebar Minimum *Runway*

Code Number	Code Letter					
	A	B	C	D	E	F
1	18 m	18 m	23 m	-	-	-
2	23 m	23 m	30 m	-	-	-
3	30 m	30 m	30 m	45 m	-	-
4	-	-	45 m	45 m	45 m	60 m

Catatan:

Jika sebuah *Code Number precision approach runway* adalah 1 atau 2, maka lebar landas pacu (*runway*) tidak boleh kurang dari 30 m.

Tabel 4. Jenis dan Karakteristik Pesawat Udara

Jenis Pesawat	REF CODE	KARAKTERISTIK PESAWAT UDARA					
		ARFL (m)	Lebar Sayap (m)	OMGWS (m)	Panjang (m)	MTOW (Kg)	TP (Kpa)
Boeing B737-300	4C	1940	28,9	6,4	33,4	61230	1344
Boeing B737-400	4C	2540	28,9	6,4	36,5	63083	1400
Boeing B737-500	4C	1830	28,9	5,2	31	60560	
Boeing B737-600	4C	1750	34,3	5,72	31,2	65090	
Boeing B737-700	4C	1600	34,3	5,72	33,6	70143	
Boeing B737-800	4C	2256	34,3	6,4	39,5	70535	1470
Boeing B737-900	4C	2240	34,3	7	42,1	66000	14702

Penelitian ini direncanakan jenis dan karakteristik pesawat yang digunakan sebagai acuan dalam merencanakan landasan pacu (*runway*) berdasarkan tabel 3 dan 4 sebagai berikut:

Jenis pesawat : Boeing 737 – 500

REF Code : 4C

ARFL : 1830 m (Aeroplan Reference Field Length)

MTOW : 60560 kg (Maximum Take Off Weight)

### b. Diagram Alir Penelitian

Penelitian ini menggunakan teknik analisis data kuantitatif, yang mana data didapat berbentuk angka data tanah. Proses pengolahan data penelitian mencakup data tanah, dan data pembebanan rencana *runway*, yang kemudian data tersebut diolah sehingga mendapatkan parameter data tanah yang dibutuhkan dalam perencanaan. Diagram alir penelitian dapat dilihat pada gambar 3 di bawah ini.



Gambar 3. Diagram alir penelitian

### c. Perhitungan Preloading

Perhitungan *preloading* dilakukan dengan beberapa tahapan yaitu:

#### 1) Menghitung penurunan (*settlement*) akibat beban timbunan

Beban rencana yang dipakai pada penelitian ini yaitu diantaranya 3 ton/m<sup>2</sup>, 5 ton/m<sup>2</sup>, 7 ton/m<sup>2</sup>, 9 ton/m<sup>2</sup>, 11 ton/m<sup>2</sup>.

Tabel 5. Rekapitulasi perhitungan preloading dengan beban rencana 3 ton/m<sup>2</sup>

q	=	3	t/m <sup>2</sup>
H timbunan	=	1,67	m
Rasio Miring	=	1:1	-
a	=	1,67	m

kedalaman	Tebal Lapisan (H <sub>i</sub> )	C <sub>c</sub>	C <sub>s</sub>	e <sub>0</sub>	Akibat Beban Timbunan					γ (t/m <sup>3</sup> )	γ air (t/m <sup>3</sup> )	P <sub>o</sub> (t/m <sup>2</sup> )	P <sub>c</sub> (t/m <sup>2</sup> )	ΔP (t/m <sup>2</sup> )	ΔP + P <sub>o</sub> (t/m <sup>2</sup> )	S <sub>c</sub> (m)	S <sub>c</sub> (m) Cumulativ e	
					z	a =	1,67	b =	22,5									I
					(m)	a/z	b/z											
1	1	1,78	0,356	1,9	0,5	3,33	45	0,5	1,8	1	1,8	2,8	3	4,8	0,167	0,167		
2	1	1,78	0,356	1,9	1,5	1,11	15	0,5	1,8	1	1,8	2,8	3	4,8	0,167	0,334		
3	1	1,78	0,356	1,9	2,5	0,67	9	0,5	1,8	1	1,8	2,8	3	4,8	0,167	0,502		
4	1	1,78	0,356	1,9	3,5	0,48	6,43	0,5	1,8	1	1,8	2,8	3	4,8	0,167	0,669		
5	1	1,78	0,356	1,9	4,5	0,37	5	0,5	2	1	2	3	3	5	0,158	0,827		

Berdasarkan tabel 5 di atas dapat dilihat hasil rekapitulasi perhitungan preloading dengan beban timbunan rencana sebesar 3 ton/m<sup>2</sup>. menghasilkan penurunan sebesar 0,167 meter per lapisan tanahnya dengan komulatif penurunannya sebesar 0,827 meter yang dapat dilihat pada tabel di atas.

Tabel 6. Rekapitulasi perhitungan preloading dengan beban rencana 5 ton/m<sup>2</sup>

q	=	5	t/m <sup>2</sup>
H timbunan	=	2,78	m
Rasio Miring	=	1:1	-
a	=	2,78	m

kedalaman	Tebal Lapisan (Hi)	Cc	Cs	e0	Akibat Beban Timbunan				γ (t/m <sup>3</sup> )	γ air (t/m <sup>3</sup> )	Po (t/m <sup>2</sup> )	Pc (t/m <sup>2</sup> )	ΔP (t/m <sup>2</sup> )	ΔP + Po (t/m <sup>2</sup> )	Sc (m)	Sc (m) Cumulativ e		
					z (m)	a =	2,78	b =									22,5	I
						a/z		b/z										
1	1	1,78	0,356	1,9	0,5		5,56	45	0,5	1,8	1	1,8	2,8	5	6,8	0,260	0,260	
2	1	1,78	0,356	1,9	1,5		1,85	15	0,5	1,8	1	1,8	2,8	5	6,8	0,260	0,520	
3	1	1,78	0,356	1,9	2,5		1,11	9	0,5	1,8	1	1,8	2,8	5	6,8	0,260	0,780	
4	1	1,78	0,356	1,9	3,5		0,79	6,43	0,5	1,8	1	1,8	2,8	5	6,8	0,260	1,040	
5	1	1,78	0,356	1,9	4,5		0,62	5	0,5	2	1	2	3	5	7	0,247	1,288	

Berdasarkan tabel 6 di atas dapat dilihat hasil rekapitulasi perhitungan preloading dengan beban timbunan rencana sebesar 5 ton/m<sup>2</sup> sehingga menghasilkan penurunan sebesar 0,26 meter per lapisan tanahnya dengan komulatif penurunannya sebesar 1,288 meter yang dapat dilihat pada tabel di atas.

Tabel 7. Rekapitulasi perhitungan preloading dengan beban rencana 7 ton/m<sup>2</sup>

q	=	7	t/m <sup>2</sup>
H timbunan	=	3,89	m
Rasio Miring	=	1:1	-
a	=	3,89	m

kedalaman	Tebal Lapisan (Hi)	Cc	Cs	e0	Akibat Beban Timbunan				γ (t/m <sup>3</sup> )	γ air (t/m <sup>3</sup> )	Po (t/m <sup>2</sup> )	Pc (t/m <sup>2</sup> )	ΔP (t/m <sup>2</sup> )	ΔP + Po (t/m <sup>2</sup> )	Sc (m)	Sc (m) Cumulativ e		
					z (m)	a =	3,89	b =									22,5	I
						a/z		b/z										
1	1	1,78	0,356	1,9	0,5		7,78	45	0,5	1,8	1	1,8	2,8	7	8,8	0,329	0,329	
2	1	1,78	0,356	1,9	1,5		2,59	15	0,5	1,8	1	1,8	2,8	7	8,8	0,329	0,658	
3	1	1,78	0,356	1,9	2,5		1,56	9	0,5	1,8	1	1,8	2,8	7	8,8	0,329	0,986	
4	1	1,78	0,356	1,9	3,5		1,11	6,43	0,5	1,8	1	1,8	2,8	7	8,8	0,329	1,315	
5	1	1,78	0,356	1,9	4,5		0,86	5	0,5	2	1	2	3	7	9	0,314	1,630	

Berdasarkan tabel 7 di atas dapat dilihat hasil rekapitulasi perhitungan preloading dengan beban timbunan rencana sebesar 7 ton/m<sup>2</sup> sehingga menghasilkan penurunan sebesar 0,329 meter per lapisan tanahnya dengan komulatif penurunannya sebesar 1,630 meter yang dapat dilihat pada tabel di atas.

Tabel 8. Rekapitulasi perhitungan preloading dengan beban rencana 9 ton/m<sup>2</sup>

q	=	9	t/m <sup>2</sup>
H timbunan	=	5,00	m
Rasio Miring	=	1:1	-
a	=	5,00	m

kedalaman	Tebal Lapisan (Hi)	Cc	Cs	e0	Akibat Beban Timbunan				γ (t/m <sup>3</sup> )	γ air (t/m <sup>3</sup> )	Po (t/m <sup>2</sup> )	Pc (t/m <sup>2</sup> )	ΔP (t/m <sup>2</sup> )	ΔP + Po (t/m <sup>2</sup> )	Sc (m)	Sc (m) Cumulativ e		
					z (m)	a =	5,00	b =									22,5	I
						a/z		b/z										
1	1	1,78	0,356	1,9	0,5		10,00	45	0,5	1,8	1	1,8	2,8	9	10,8	0,383	0,383	
2	1	1,78	0,356	1,9	1,5		3,33	15	0,5	1,8	1	1,8	2,8	9	10,8	0,383	0,767	
3	1	1,78	0,356	1,9	2,5		2,00	9	0,5	1,8	1	1,8	2,8	9	10,8	0,383	1,150	
4	1	1,78	0,356	1,9	3,5		1,43	6,43	0,5	1,8	1	1,8	2,8	9	10,8	0,383	1,534	
5	1	1,78	0,356	1,9	4,5		1,11	5	0,5	2	1	2	3	9	11	0,368	1,902	

Berdasarkan tabel 8 di atas dapat dilihat hasil rekapitulasi perhitungan preloading dengan beban timbunan rencana sebesar 9 ton/m<sup>2</sup> sehingga menghasilkan penurunan sebesar 0,383 meter per lapisan tanahnya dengan komulatif penurunannya sebesar 1,902 meter yang dapat dilihat pada tabel di atas.

Tabel 9. Rekapitulasi perhitungan preloading dengan beban rencana 11 ton/m<sup>2</sup>

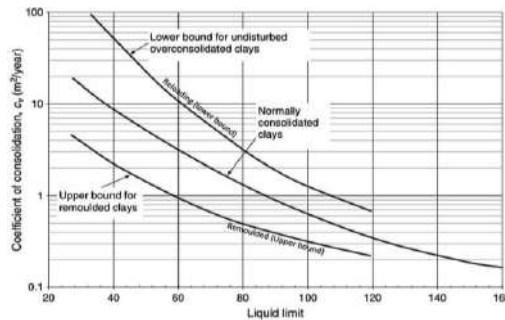
q	=	11	t/m <sup>2</sup>
H timbunan	=	6,11	m
Rasio Miring	=	1:1	-
a	=	6,11	m

kedalaman	Tebal Lapisan (Hi)	Cc	Cs	e0	Akibat Beban Timbunan				γ (t/m <sup>3</sup> )	γ air (t/m <sup>3</sup> )	Po (t/m <sup>2</sup> )	Pc (t/m <sup>2</sup> )	ΔP (t/m <sup>2</sup> )	ΔP + Po (t/m <sup>2</sup> )	Sc (m)	Sc (m) Cumulativ e		
					z (m)	a =	6,11	b =									22,5	I
						a/z		b/z										
1	1	1,78	0,356	1,9	0,5		12,22	45	0,5	1,8	1	1,8	2,8	11	12,8	0,429	0,429	
2	1	1,78	0,356	1,9	1,5		4,07	15	0,5	1,8	1	1,8	2,8	11	12,8	0,429	0,857	
3	1	1,78	0,356	1,9	2,5		2,44	9	0,5	1,8	1	1,8	2,8	11	12,8	0,429	1,286	
4	1	1,78	0,356	1,9	3,5		1,75	6,43	0,5	1,8	1	1,8	2,8	11	12,8	0,429	1,715	
5	1	1,78	0,356	1,9	4,5		1,36	5	0,5	2	1	2	3	11	13	0,412	2,127	

Berdasarkan tabel 9 di atas dapat dilihat hasil rekapitulasi perhitungan preloading dengan beban timbunan rencana sebesar 3 ton/m<sup>2</sup> sehingga menghasilkan penurunan sebesar 0,429 meter per lapisan tanahnya dengan komulatif penurunannya sebesar 2,127 meter yang dapat dilihat pada tabel di atas.

## 2) Perhitungan waktu konsolidasi

Untuk menghitung waktu konsolidasi berdasarkan persamaan 7 dibutuhkan nilai  $c_v$  yang didapat dari hasil korelasi dengan gambar berikut:



Gambar 4. Grafik hubungan nilai  $C_v$  dengan nilai LL [8]

Korelasi pada gambar 4 di atas diambil nilai liquid limit sebesar 60 kemudian ditarik garis ke arah garis *overconsolidated clay* sesuai dengan jenis tanah pada lokasi penelitian sehingga diketahui harga nilai koefisien konsolidasi ( $C_v$ ) yaitu sebesar 10 m<sup>2</sup>/tahun.

Berdasarkan persamaan 7 maka dapat diketahui waktu untuk mencapai konsolidasi dengan derajat konsolidasi 90% yaitu sebesar 6,24 tahun.

## 3) Perhitungan penurunan (settlement) akibat beban lalu lintas

Perhitungan settlement akibat beban pavement dan lalu lintas dihitung berdasarkan perhitungan settlement akibat beban timbunan di atas namun berbeda dengan nilai  $q$  rencana dan pada faktor pengaruh pada distribusi pembebanan karena menggunakan distribusi tegangan terbagi rata seperti pada gambar 3.

Tabel 10. Rekapitulasi perhitungan settlement pavement dengan beban rencana 1 ton/m<sup>2</sup>

<b>q</b>	=	<b>1</b>	<b>t/m<sup>2</sup></b>
<b>H timbunan</b>	=	<b>0,56</b>	<b>m</b>
<b>Rasio Miring</b>	=	<b>1:1</b>	<b>-</b>
<b>a</b>	=	<b>0,56</b>	<b>m</b>

kedalaman	Tebal Lapisan (H <sub>i</sub> )	C <sub>c</sub>	C <sub>s</sub>	e <sub>0</sub>	Akibat Beban Lalu Lintas					γ (t/m <sup>3</sup> )	γ air (t/m <sup>3</sup> )	P <sub>o</sub> (t/m <sup>2</sup> )	P <sub>c</sub> (t/m <sup>2</sup> )	ΔP (t/m <sup>2</sup> )	ΔP + P <sub>o</sub> (t/m <sup>2</sup> )	S <sub>c</sub> (m)	S <sub>c</sub> (m) Cumulative
					z	n	m	l	m/z								
					(m)	n/z	m/z										
1	1	1,78	0,356	1,9	0,5	-	45	0,25	1,8	1	1,8	2,8	1	2,8	0,024	0,024	
2	1	1,78	0,356	1,9	1,5	-	15	0,25	1,8	1	1,8	2,8	1	2,8	0,024	0,047	
3	1	1,78	0,356	1,9	2,5	-	9	0,25	1,8	1	1,8	2,8	1	2,8	0,024	0,071	
4	1	1,78	0,356	1,9	3,5	-	6,43	0,25	1,8	1	1,8	2,8	1	2,8	0,024	0,094	
5	1	1,78	0,356	1,9	4,5	-	5	0,25	2	1	2	3	1	3	0,022	0,116	

Berdasarkan tabel 10 di atas dapat dilihat hasil rekapitulasi perhitungan akibat beban lalu lintas dengan beban rencana sebesar 1 ton/m<sup>2</sup> sehingga menghasilkan penurunan sebesar 0,024 meter per lapisan tanahnya dengan komulatif penurunannya sebesar 0,116 meter yang dapat dilihat pada tabel di atas.

## 4) Rangkuman hasil perhitungan

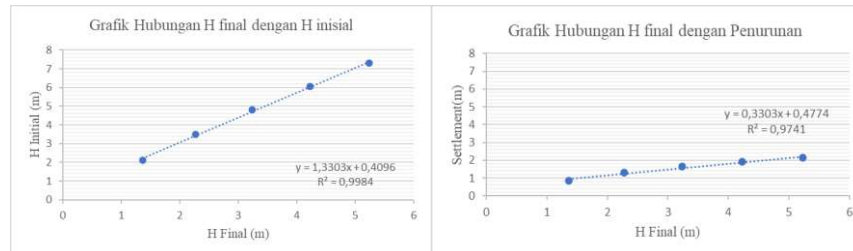
Berdasarkan hasil perhitungan di atas maka dibuat tabel rangkuman hasil perhitungan untuk menentukan tinggi inisial dan tinggi final pada timbunan yang dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 11. Rangkuman hasil perhitungan untuk mencari H inisial dan H final

No	Beban q (t/m <sup>2</sup> )	Settlement akibat q (m)	H-Initial (m)	H-Bongkar Traffic (m)	Tebal Pavement (m)	Settlement Pavement (m)	Tinggi Final/Finished grade
	Design	Calculation	(B+C)/γ <sub>timb</sub>	Grafik	Design	Calculation	D-C-E+F-G
<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>	<b>G</b>	<b>H</b>
1	3	0,83	2,128	0,222	0,4	0,11	1,366
No	Beban q (t/m <sup>2</sup> )	Settlement akibat q (m)	H-Initial (m)	H-Bongkar Traffic (m)	Tebal Pavement (m)	Settlement Pavement (m)	Tinggi Final/Finished grade
	Design	Calculation	(B+C)/γ <sub>timb</sub>	Grafik	Design	Calculation	D-C-E+F-G

A	B	C	D	E	F	G	H
2	5	1,29	3,494	0,222	0,4	0,11	2,272
3	7	1,63	4,794	0,222	0,4	0,11	3,232
4	9	1,9	6,056	0,222	0,4	0,11	4,223
5	11	2,13	7,294	0,222	0,4	0,11	5,232

Sehingga dari tabel 11 di atas dibuat grafik perbandingan antara H inisial dengan H final dan grafik perbandingan antara settlement dengan H final, dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



Gambar 5. Grafik hubungan H final dengan H inisial dan H final dengan Settlement

Berdasarkan grafik pada gambar 5 di atas dapat ditentukan H inisial yang dibutuhkan agar mencapai H final yang direncanakan dengan menggunakan persamaan  $Y = 1,3303x + 0,4096$ . Berdasarkan grafik pada gambar 5 di atas dapat mengetahui penurunan yang dihasilkan dengan H final yang direncanakan dengan menggunakan persamaan  $Y = 0,3303x + 0,4774$ .

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis perhitungan perbaikan tanah dasar dengan metode preloading waktu konsolidasi tanah yang dibutuhkan yaitu selama 6,24 tahun. Besarnya nilai penurunan pada tanah dasar menggunakan metode preloading dengan perencanaan tinggi timbunan 3 meter yaitu sebesar 1,45 meter. Berdasarkan hasil dari analisis perhitungan preloading maka didapatkan kesimpulan bahwa untuk dengan lamanya waktu penurunan yang menggunakan metode *preloading* maka perlu adanya kombinasi metode seperti pemakaian *prefabricated vertical drain* (PVD) untuk mempersingkat waktu konsolidasi pada tanah tersebut.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] dan A. K. Pratama, Rhesa Dian, "Analisis Penurunan Tanah Timbunan Pada Konstruksi *Runway* Dengan Program Bantu Microsoft Excel," 2019.
- [2] R. Surbakti, "Prediksi Penurunan Konsolidasi Tanah Lunak Dengan Metode Analitis Dan Metode Element Hingga Prediction of Soft Soil Consolidation Settlement Using Analytical Method and Finite Element Method," *J. Civ. Eng., Build. Transp.*, vol. 5, no. September, pp. 83-91, 2021.
- [3] M. S. H, Dr. Ir. H. Darwis, *Dasar-Dasar Teknik Perbaikan Tanah*. Makassar: Pustaka AQ, 2017.
- [4] I. B. M. Das, Braja M., Noor Endah, *Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis)*, 1st ed. Surabaya: Penerbit ERLANGGA, 1995.
- [5] A. C. Ningsih, *Perencanaan Perbaikan Tanah Lunak Menggunakan Metode Preloading Dan Prefabricated Vertical Drain (PVD)*. Jember: Ningsih, Ana Crosita, 2018.
- [6] H. C. Hardiyatmo, *Mekanika Tanah II*, 3rd ed. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press, 2002.
- [7] D. J. P. U. Kementerian Perhubungan, *Peraturan Direktur Jendral Perhubungan Udara Tentang (Standar Teknis dan Operasi Peraturan Keselamatan Penerbangan Sipil - Bagian 139)*. 2015.
- [8] S. Reza Satria Warman, *Kumpulan Korelasi Parameter Geoteknik Dan Fondasi*. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Direktorat Jendral Bina Marga, 2019.
- [9] A. C. Ningsih, *Perencanaan Perbaikan Tanah Lunak Menggunakan Metode Preloading Dan Prefabricated Vertical Drain (PVD)*. Jember: Ningsih, Ana Crosita, 2018.
- [10] Z. F. LILABSARI, *Evaluasi Kinerja Perbaikan Tanah Lunak Menggunakan Instrument Geoteknik Pada Pembangunan Kawasan Kota Summarecon Bandung Area Cluster Amanda Dan Btari Dengan Penggunaan Preloading Dan Prefabricated Vertical Drain (PVD)*. Malang: Zahra Febrina Lilabsari, 2018.



# Analisis Kelayakan Teknis *Hauling Truck* Kapasitas 40 Ton (Studi Kasus PT. Saptaindra Sejati)

Gita Aprilia Timang<sup>1\*</sup>, Yulita Veranda Usman<sup>1</sup>, dan Saiful Bahri<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila, Jakarta

**Abstrak.** PT. Saptaindra Sejati merupakan perusahaan yang bergerak pada bidang industri pertambangan khususnya industri jasa pertambangan batubara di Indonesia. Perusahaan ini menyediakan berbagai layanan di antaranya pembangunan infrastruktur, penambangan, dan jasa pertambangan. Pekerjaan tersebut meliputi pamarasan lapisan tanah penutup, dan pengangkutan batubara ke lokasi pengapalan pelanggan dengan menggunakan berbagai macam tipe alat berat. PT. Saptaindra berencana meningkatkan produksinya mencapai 4,5 juta ton di tahun 2023, sehingga perlu disediakan penambahan beberapa alat berat, salah satunya yaitu *hauling truck* berkapasitas 40 ton. Dalam memenuhi rencana tersebut dilakukan penelitian analisis kelayakan berdasarkan aspek teknis dari *hauling truck* dilakukan, dengan cara menghitung kriteria kelayakan aspek teknis pada kegiatan pengangkutan batubara untuk menemukan alternatif alat berat *hauling truck* yang terbaik berdasarkan perhitungan *Mean Time Between Failure* (MTBF) agar dapat dioperasikan pada lokasi penambangan di Kalimantan Tengah. Dari hasil perhitungan MTBF diperoleh bahwa *hauling truck* Volvo FM440-8x4 memiliki nilai MTBF sebesar 1056,60 jam dan Scania P410-8x4 sebesar 1260 jam. Nilai MTBF kedua merek tersebut di atas target yang telah ditentukan perusahaan yaitu 500 jam. Namun, nilai MTBF dari Scania R580 lebih tinggi dari Volvo FH16 sehingga *Hauling truck* yang dipilih oleh PT. Saptaindra adalah Scania R580.

**Kata kunci:** *Investasi, Aspek Teknis, Mean Time Between Failure (MTBF)*

## 1. PENDAHULUAN

Perusahaan semakin hari semakin bergantung pada mesin dalam memproduksi barang. Mesin yang digunakan merupakan aset fisik yang memerlukan perawatan agar perusahaan terus produktif. Perkembangan industri yang semakin pesat pada saat ini tentu menimbulkan persaingan yang menuntut sebuah perusahaan harus meningkatkan kinerja pengoperasian produksi. Pengoperasian mesin dapat dikatakan optimal apabila nilai *downtime* nya lebih kecil dan memiliki sistem perawatan atau pemeliharaan mesin yang tepat untuk menjamin pengoperasian mesin yang optimal sehingga memberikan total biaya perawatan yang minimum.

Pada masa lampau perawatan mesin menggunakan sistem *breakdown maintenance*, dimana perawatan dilakukan setelah timbul kerusakan. Kemudian perawatan mesin berkembang dengan sistem *preventive maintenance* [1]. *Preventive maintenance* merupakan perawatan yang dilakukan secara terjadwal umumnya secara periodik, dimana seperangkat tugas pemeliharaan seperti inspeksi dan perbaikan, penggantian, pembersihan, pelumasan, penyesuaian, dan penyamaan dilakukan. *Maintenance* dilakukan dengan inspeksi, *corrective maintenance* atau *repair*, dan *preventive maintenance*. *Preventive maintenance* bertujuan untuk mencegah kerusakan mesin yang sifatnya mendadak, meningkatkan *reliability*, dan dapat mengurangi *downtime*.

Indonesia sebagai salah satu produsen batubara terbesar ke-4 di dunia pada tahun 2018, dengan produksi batubara sebesar 549 juta ton dan cadangan batubara yang mencapai 37 miliar ton yang diperkirakan umur cadangan hingga 62 tahun jika ditambang. Sisa cadangan batubara yang dimiliki Indonesia sangat besar, maka perusahaan-perusahaan pertambangan batubara selalu meningkatkan kualitas dan melakukan perbaikan untuk mencapai target produksi [2].

PT Saptaindra Sejati adalah salah satu perusahaan pertambangan dan pengangkutan batubara yang bergerak dibidang jasa pertambangan terpadu dengan standar internasional. PT Saptaindra menyediakan

\* Corresponding author: [gita.apriliah@univpancasila.ac.id](mailto:gita.apriliah@univpancasila.ac.id)

berbagai layanan di antaranya pembangunan infrastruktur, penambangan, dan jasa pertambangan, kegiatannya meliputi pamarasan lapisan tanah penutup yaitu proses pemindahan lapisan tanah penutup yang bertujuan mengambil bahan galian yang berada di bawahnya, dan pengangkutan batubara ke lokasi pengapalan pelanggan. Proses penambangan batubara dimulai dari pembersihan lahan sampai dengan pengiriman batu bara ke pelabuhan. Adapun tahapan proses kegiatan penambangan batubara dimulai dari perencanaan tambang, persiapan, proses penambangan, proses pengolahan, proses pengangkutan dan *transshipment* [3]. Proses pemindahan material (pengangkutan) dari penambangan batubara dilakukan dengan menggunakan berbagai macam tipe alat berat. Alat berat pada proses pengangkutan dan *transshipment* yang digunakan oleh PT Saptaindra salah satunya adalah *Hauling truck*. Dimana, proses pengangkutan dan *transshipment* menggunakan *Hauling truck* dilakukan untuk 2 lokasi. Lokasi pertama yaitu lokasi galian batubara atau cekungan (*Pit*) ke tempat penyimpanan batu bara sementara (batubara ROM), dan lokasi kedua yaitu proses pemindahan batubara dari tempat penyimpanan sementara (batubara ROM) ke *Port*.

PT. Saptaindra Sejati berencana untuk meningkatkan produksinya di tahun 2023 dengan total mencapai 4,5 juta ton, dibandingkan dengan total produksi di tahun 2022 yang mencapai 2,2 Juta ton, atau meningkat 204.55% dari tahun sebelumnya. Berdasarkan rencana tersebut, PT. Saptaindra perlu melakukan penambahan untuk meningkatkan produksinya, yaitu menambahkan beberapa alat berat tambang salah satunya adalah *Hauling truck* berkapasitas 40 ton.

Fungsi *Hauling truck* dalam penambangan batubara di Kalimantan Tengah digunakan untuk mengangkut batubara dari *Pit to ROM (Run of Mining)* dan dari *ROM (Run of Mining) to Port*. Dalam perhitungannya kebutuhan alat penambangan tersebut dilakukan berdasarkan target produksi yang telah ditetapkan oleh perusahaan dan kemampuan alat tambang untuk dapat memenuhi target tersebut. Kebutuhan peralatan tambang khususnya kebutuhan alat mekanis yang kurang baik dapat menimbulkan kesulitan dalam proses penambangan, semakin seringnya kegiatan tersebut dilakukan maka semakin banyak potensi bahaya yang dapat terjadi, hingga menyebabkan kecelakaan. Adapun potensi bahaya pada proses pemindahan muatan dari *Hauling truck* baik dari *Pit* ke *ROM* ataupun *ROM* ke *Port* yakni jika kondisi jalan tambang licin sehingga membuat *dump truck* terperosok atau tergelincir hingga menabrak *Hauling truck* lainnya, serta jika muatan *Hauling truck* melebihi kapasitas dan kondisi jalan di pertambangan mendaki ataupun bergelombang. Berikut gambar di bawah ini merupakan dua jenis *Hauling truck* yang direncanakan untuk diinvestasikan.



(a)



(b)

Gambar 1 (a) *Hauling Truck* merek Volvo FM440-8X4 [4]; (b) *Hauling Truck* merek Scania P410-8X4 [5]

*Hauling truck* (Gambar 2.a dan 2.b) merupakan salah satu peralatan tambang yang paling penting dalam melakukan penambangan [6], perhitungan kebutuhan alat penambangan tersebut dilakukan berdasarkan target produksi yang telah ditetapkan oleh perusahaan dan kemampuan alat tambang untuk dapat memenuhi target tersebut. Kebutuhan peralatan tambang khususnya kebutuhan alat mekanis yang kurang baik justru menimbulkan kesulitan dalam proses penambangan [7].

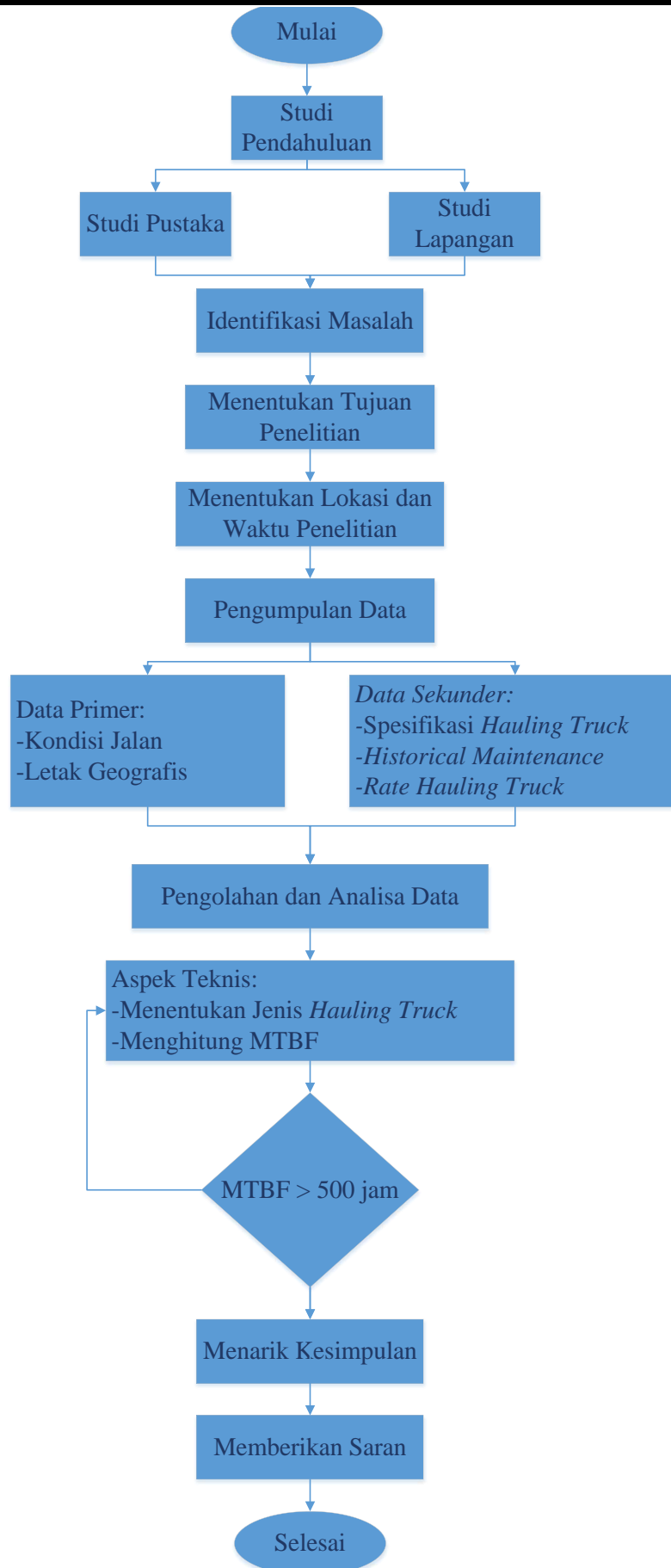
Pada perencanaan pengadaan *hauling truck* perusahaan perlu melakukan analisis kelayakan berdasarkan aspek teknis terhadap dua jenis *hauling truck*. Analisis tersebut bertujuan untuk mengetahui jenis *Hauling truck* mana yang sesuai dengan kondisi lokasi penambangan di area Kalimantan Tengah dan lebih efisien untuk dioperasikan dalam jangka panjang, dengan menghitung *Mean Time Between Failure (MTBF)* yang

merupakan rata-rata interval waktu kerusakan yang terjadi saat mesin atau komponen selesai diperbaiki hingga mesin atau komponen tersebut mengalami kerusakan kembali. MTBF menghitung nilai berdasarkan sampel observasi dilakukan setelah sejumlah besar populasi ditempatkan di lapangan, dan sejauh ini merupakan metode penghitungan yang paling banyak digunakan, terutama karena didasarkan pada produk yang memiliki tingkat penggunaan yang tinggi di lapangan [8]. MTBF ini dirumuskan sebagai hasil bagi dari total waktu pengoperasian mesin dibagi dengan jumlah/frekuensi kegagalan [9].

Oleh karena itu, perencanaan pengadaan *hauling truck* dapat menggunakan metode MTBF, seperti penelitian yang telah dilakukan oleh Przemysław (2018) dengan judul *Analysis of Operating States of Haul Trucks Used in Surface Mining*, dalam penelitiannya dibuktikan bahwa Indeks MTBF merupakan parameter dasar yang berguna untuk menentukan keandalan dan dapat digunakan untuk perencanaan logistik, serta sebagai probabilitas pemenuhan persyaratan praktis yang ditentukan untuk kendaraan. Hal ini dibuktikan dari hasil penelitian yang dilakukan oleh Fatma (2020), dimana diperoleh nilai MTBF mesin sebesar 19990,1 menit, dan dari analisa tersebut dapat disimpulkan bahwa perlu dilakukan penjadwalan ulang untuk *maintenance* pada mesin proses produksinya yang diubah dari 2 bulan sekali menjadi 2 minggu sekali, bertujuan untuk meminimalisir waktu *downtime*, mengurangi *breakdown*, mengurangi pengeluaran untuk biaya perbaikan mesin, dan memperpanjang *lifetime machine*. Hasil penerapan tindakan *preventive maintenance* yang dilakukan meningkat dengan rata-rata 98% sehingga mesin mampu bekerja secara optimal. Begitupun dengan penelitian Darmawan (2017), dalam penelitiannya menggunakan metode MTBF untuk menentukan aspek teknis dalam pembelian unit transportasi baru, serta membantu perusahaan untuk membuat jadwal kegiatan perawatan alat berat yaitu excavator yang sudah dimiliki sebelumnya.

## 2. METODE

Langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini diawali dengan Studi Pendahuluan yang terbagi menjadi dua yaitu Studi Pustaka dan Studi Lapangan. Selanjutnya, melakukan Identifikasi Masalah terhadap penelitian yang akan dilakukan, dan menentukan Tujuan Penelitian, serta Lokasi dan Waktu akan dilakukannya penelitian. Kemudian, melakukan proses Pengumpulan Data, dalam proses ini dilakukan pengumpulan seluruh data sebagai informasi yang akan diolah dan dianalisis dalam penelitian, terdiri dari data primer dan sekunder. Setelah mendapatkan keseluruhan data yang diperlukan, maka dapat dilakukan proses Pengolahan dan Analisa Data berdasarkan metode yang telah di tentukan berdasarkan karakteristik dari permasalahan yang ada, yaitu *Mean Time Between Failure* (MTBF). Setelah dilakukan pengolahan data, maka dilakukan analisis dan pembahasan mengenai hasil dan pengolahan data serta dilakukan penarikan Kesimpulan dan Saran atas analisis dan pembahasan yang dilakukan. Diagram Alir Penelitian ditunjukkan dalam Gambar 2 berikut.



Gambar 2 Diagram Alir Penelitian

### 3. HASIL

Dalam melakukan pengadaan *hauling truck* yang baru, PT. Saptaindra Sejati mempertimbangkan dua jenis *hauling truck* yaitu merek Volvo dan Scania. Kemudian, dilakukan analisis kelayakan aspek teknis yang dihitung menggunakan metode *Main Time Between Failure* (MTBF). Nilai *Main Time Between Failure* (MTBF) yang diperoleh akan dianalisis dengan membandingkan standar *Main Time Between Failure* (MTBF) yang sudah ditentukan oleh perusahaan yaitu 500 jam.

#### a. Spesifikasi Hauling Truck

Dalam melakukan pengadaan *Hauling truck* yang baru, PT. Saptaindra Sejati mempertimbangkan beberapa alternatif jenis *Hauling truck* yang dapat digunakan pada lokasi pertambangan di Kalimantan Tengah. Adapun spesifikasi alternatif *Hauling truck* yang akan dibeli dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Spesifikasi Alternatif *Hauling Truck*

Merek	Volvo (FM440-8X4)	Scania (P410-8X4)
Harga	Rp. 1.410.000.000,00	Rp. 1.100.000.000,00
Kapasitas bak	84,95 m <sup>3</sup>	113,26 m <sup>3</sup>
Kapasitas muatan Aman	30 Ton	40 Ton
Kapasitas mesin	13000 cc	13000 cc
Tenaga	480 HP	410 HP
Torsi	2200 Nm	2050 Nm
Konsumsi bahan bakar	4,3 liter/jam	2,9 liter/jam
Mesin	6 Silinder	6 Silinder
Transmisi	16 Speed	16 Speed
Jenis Bahan Bakar	Kualitas Standar	Kualitas Tinggi
Suku Cadang	Luar Negeri	Dalam Negeri
Suspensi	Lembut	Keras
Umur ekonomis	5 Tahun	5 Tahun

Berdasarkan Tabel 1 di atas, diketahui bahwa kedua jenis *Hauling truck* tersebut dipilih sebagai alternatif karena banyak Perusahaan tambang lainnya yang memilih antara merek Volvo dan Scania sebagai alat berat yang mereka gunakan untuk pertambangannya. Namun, membuat pilihan tidaklah mudah, karena setiap merek memiliki karakteristiknya sendiri, yang harus diperhitungkan.

*Hauling truck* merek Volvo menurut banyak pengemudi adalah salah satu pesaing yang paling mahal karena memiliki kualitas yang diberikan juga lebih baik, dibandingkan dengan merek lain yang secara praktis tidak mampu bersaing. Truk merek Volvo memiliki karakteristik sebagai berikut:

- Truk ini dianggap layak salah satu yang paling aman, karena struktur internal membantu melindungi pengemudi dari hampir semua sisi.
- Truk itu dirancang agar pengemudi bisa berkendara dengan nyaman, dia juga tidak mengalami kesulitan di jalan.

Namun, *maintenance* pada truk merek Volvo ini tidak mudah karena suku cadang yang sulit ditemukan di pasaran, sehingga perlu memesan suku cadang dari luar negeri. Sedangkan *Hauling truck* merek Scania dianggap sebagai salah satu pesaing utama namun tidak hanya dari merek Volvo, tetapi juga dari kompetitor lain. Fitur dari *Hauling truck* ini sudah dilengkapi suspensi yang lebih berat, dikarenakan pengemudi akan sering menghadapi jalan yang buruk. Pada saat yang sama, kompartemen *Hauling truck* jenis ini dilengkapi dengan sejumlah elemen yang nyaman, misalnya, ada sistem ventilasi, serta sistem audio yang dengannya pengemudi dapat menempatkan dirinya di jalan sehingga dapat lewat dengan mudah dan cepat. Namun, pengguna perlu menyediakan persediaan bahan bakar berkualitas tinggi karena bahan bakar bensin dan solar standar dapat dengan cepat merusak mobil itu sendiri. *Hauling truck* merek Scania sangat sensitif terhadap hal ini, oleh karena itu perlu perhatian lebih pada penggunaan bahan bakar.

#### b. Menghitung Nilai MTBF Volvo FM400-8X4

*Mean Time Between Failures*, yaitu rata-rata *uptime* alat berat di antara *failure* (kegagalan/kerusakan) yang terjadi. Diasumsikan mesin berhenti beroperasi selama 15 hari dalam 1 tahun, dengan rincian sebagai berikut:



- 12 hari saat perayaan Hari Raya Idul Fitri
- 1 hari saat perayaan Kemerdekaan Indonesia
- 1 hari saat perayaan Hari Raya Idul Adha
- 1 hari saat perayaan Tahun Baru

Total mesin tidak beroperasi selama 21.600 jam. Untuk operasional 350 hari total operasi mesin selama 1 tahun adalah 504.000 jam. Berikut ini adalah data frekuensi kerusakan yang tidak terjadwal (*Unschedule Maintenance*) dari *Hauling truck* Volvo di lokasi Kalimantan Selatan.

Tabel 2 Data *Breakdown Unschedule* Volvo Tahun 2022

Unit	Bulan												Total
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Sep	Okt	Nov	Des	
HT-0072	6	3	4	8	8	9	5	4	6	11	6	5	75
HT-0073	9	9	7	13	16	9	14	11	7	7	5	3	110
HT-0074	11	7	6	4	5	12	11	8	17	12	5	2	100
HT-0075	6	5	6	9	9	10	9	11	7	10	10	1	93
HT-0076	6	9	7	14	3	8	13	6	7	8	14	4	99
Total													477

Dari Tabel 2 diketahui selama tahun 2022 *Hauling truck* Volvo terjadi *breakdown unschedule* sebanyak 477 kali dan total operasi mesin selama 1 tahun adalah 504.000 jam. Berdasarkan data di atas nilai MTBF dapat kita ketahui dengan cara :

$$\text{MTBF} = \text{Total Operation Time} / \text{Frekuensi Breakdown Unschedule}$$

$$\text{MTBF} = 504.000 / 477$$

$$= 1056,60 \text{ jam}$$

Tabel 3 Data *Breakdown Unschedule* Scania Tahun 2022

Unit	Bulan												Total
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Sep	Okt	Nov	Des	
HT-0078	8	1	4	5	9	5	13	9	9	9	5	4	81
HT-0079	11	11	5	11	3	6	6	9	4	10	10	1	87
HT-0080	5	8	5	5	7	4	11	5	6	4	11	2	73
HT-0081	6	4	1	9	12	11	8	8	6	12	4	3	84
HT-0082	6	3	4	8	8	9	5	4	6	11	6	5	75
Total													400

Dari tabel diatas selama tahun 2022 Scania terjadi *Breakdown Unschedule* sebanyak 400 kali, dan total mesin beroperasi selama 1 tahun adalah 504.000 menit.

Berdasarkan data di atas nilai MTBF dapat kita ketahui dengan cara :

$$\text{MTBF} = \text{Total Operation Time} / \text{Frekuensi Breakdown Unschedule}$$

$$\text{MTBF} = 504.000 / 400$$

$$= 1260 \text{ jam}$$

Tabel 4 Rekapitulasi Nilai MTBF

Merek	Nilai MTBF	Target MTBF	Status
	(jam)	(jam)	
Volvo FM400-8X4	1056,6	500	Terpenuhi
Scania P410-8X4	1260	500	Terpenuhi

Dari Tabel 4 dapat diketahui bahwa nilai MTBF Volvo FH16 sebesar 1056,60 jam dan Scania R580 sebesar 1260 jam telah memenuhi target MTBF yang ditentukan perusahaan. Namun, nilai MTBF dari



Scania R580 lebih tinggi dari Volvo FH16 sehingga *Hauling truck* yang dipilih oleh PT. Saptaindra adalah mereka Scania R580, dilihat dari aspek teknis bahwa Scania R580 lebih handal dari Volvo FH16.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan terhadap kelayakan investasi dilihat dari aspek teknis *hauling truck* merek Volvo FM440-8X4 dan Scania P410-8X4 diperoleh bahwa *Hauling truck* Volvo FM440-8x4 memiliki nilai MTBF sebesar 1056,60 jam dan Scania P410-8x4 sebesar 1260 jam. Nilai MTBF kedua merek tersebut di atas target yang telah ditentukan perusahaan yaitu 500 jam, sehingga baik Volvo FM440-8X4 maupun Scania P410-8X4 layak untuk diinvestasikan bagi PT. Saptaindra. Namun, berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan, *Hauling truck* Scania P410-8X4 memiliki nilai MTBF yang lebih tinggi sehingga lebih layak untuk dipilih sebagai aset untuk investasi.

Analisa kelayakan investasi ini hanya membandingkan *Hauling truck* konvensional, penelitian selanjutnya diharapkan dapat membandingkan *Hauling truck* elektrik (menggunakan listrik sebagai bahan bakar) sehingga mengetahui perbandingan biaya investasi awal dan biaya operasional yang dikeluarkan agar bisa mendapatkan keuntungan maksimal. Dapat juga dilakukan perbandingan menggunakan MTTR (*Mean Time To Repair*), atau waktu rata-rata yang digunakan untuk proses perbaikan alat berat serta MTTF (*Mean Time To Failure*) adalah ukuran rata-rata waktu aset sampai mengalami kerusakan. Indikator ini digunakan untuk mendapatkan estimasi umur aset yang *non-repairable* (tidak bisa diperbaiki). Sehingga dapat dilihat hasil MTTF guna menunjukkan *downtime* dan gangguan pada alat berat yang sering terjadi.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. F. Fatma., H. Ponda., R. A. Kuswara. Analisis preventive maintenance dengan metode menghitung Mean Time Between Failure (MTBF) dan Mean Time To Repair (MTTR) (studi kasus PT. Gajah Tunggal, Tbk). *Jurnal HEURISTIC*, Vol. 17(2):87 - 94(2020).
- [2] F. Muhammad., M. Gusman. Analisis kelayakan dan pemilihan investasi alat gali-muat dan alat angkut di PT. Bara Prima Pratama blok Retih Desa Batu Ampar Kecamatan Kemuning Kabupaten Indragiri Hilir Provinsi Riau. *Jurnal Bina Tambang*, Vol. 6(5): 1 - 5(2021).
- [3] H. Haryadi. Pengelolaan sumberdaya batubara indonesia dan prospeknya dalam pasar global dengan analisis SWOT. *Jurnal Teknologi Mineral dan Batubara*, Vol. 17(2):107 - 122(2021).
- [4] Philippe Freyhof. VOLVO FMX 8x4 dump truck. [Online] from <https://www.flickr.com/photos/126729696@N07/33171950834>. (2023) [Accessed on 7 November 2023].
- [5] Sotrex Limited. Scania P410 8 X 4 Euro 6 Steel Body Tipper. [Online] from <https://www.sotrex.com/scania-p410-8-x-4-steel-body-tipper-1460>. (2023) [Accessed on 7 November 2023].
- [6] Y. F. Zarly, & T. Kasim. Kajian teknis loading dan hauling produksi overburden pada tambang terbuka PT. Allied Indo Coal Jaya, Parambahan, Sawahlunto. *Jurnal Bina Tambang*, Vol. 4 (1), (2019).
- [7] T. I Mardana., A. Mustofa., & S. Melati. Evaluasi kegiatan coal hauling untuk menunjang ketercapaian target produksi PT. Tamtama Perkasa. *Jurnal GEOSAPTA*, Vol. 6(2): 85-90(2020).
- [8] W. Torell., & V Avelar. Mean Time Between Failure: Explanation and Standards (Rev.1). *White Paper 78*, Schneider Electric – Data Center Science Center, pp. 5, (2017).
- [9] A. Żyluk., M. Zieja., N. Grzesik., J. Tomaszewska., G Kozłowski., & M. Jaształ. Implementation of the mean time to failure indicator in the control of the logistical support of the operation process. *Journal of Aerospace Science and Engineering*. Vol. 13(7): 4608(2023)
- [10] P. Bodziony., M. Patyk., & Z. Kasztelewicz. Analysis of Operating States of Haul Trucks Used in Surface Mining. *Journal of KONES Powertrain and Transport*, Vol. 25(2), (2018).

# Konsep Desain Keandalan Gerbong Kereta Api Sebagai Dukungan Untuk Sarana Transportasi Perkotaan Yang Aman dan Berkelanjutan

Hary Soebagyo<sup>1\*</sup>, Arif Riyadi T. K<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila, Jakarta

**Abstrak.** Saat ini masyarakat menginginkan adanya kendaraan yang aman, nyaman dan ramah lingkungan, dimana kendaraan ini diharapkan dapat menjadi alat transportasi perkotaan yang berkelanjutan. Salah satu alat transportasi massal yang aman dan nyaman adalah kereta api. Kendaraan berbasis rel ini penting untuk perkotaan karena efektivitasnya yang tinggi dan kapasitasnya besar, serta ekonomis dalam pengoperasiannya. Konsep desain keandalan gerbong kereta api adalah bagian dalam perancangan kereta api sebagai kendaraan angkut massal di perkotaan. Kekuatan dari kereta api tergantung dari struktur kerangka bawah gerbongnya karena struktur ini berfungsi sebagai penopang keseluruhan beban yang diterima kereta api. Sebuah kajian literatur telah dilakukan dan dapat menunjukkan pentingnya pengujian struktur yang meliputi uji struktur terhadap beban vertikal, kompresi, twist, jacking dan pengukuran camber. Hasil kajian berupa konsep desain kekuatan struktur ini dapat menjadi bahan dasar dalam pembuatan standar untuk uji gerbong kereta api sebagai sarana transportasi massal di wilayah perkotaan. Makalah ini mendiskusikan metode dan prosedur pengujian struktur kerangka bawah kereta api berikut konsep standarisasinya yang dapat digunakan sebagai bahan awal untuk pembuatan standar nasional (Standar Nasional Indonesia) guna menjamin keandalan gerbong kereta api. Hal ini sekaligus juga berarti dapat menjadi dukungan penting dan strategis dalam penyediaan sarana transportasi massal di wilayah perkotaan secara berkelanjutan.

**Kata kunci:** keandalan, gerbong, struktur, metode pengujian, konsep standarisasi

## 1. PENDAHULUAN

Sekarang ini masyarakat di dunia selalu berangan-angan tentang adanya upaya pemenuhan kebutuhan hidup yang terkait sarana transportasi di daerah perkotaan yang baik, aman, sehat, nyaman, dan juga ramah terhadap lingkungan. Angan-angan ini sudah menjadi keinginan dan dambaan bagi seluruh warga perkotaan di hampir semua warga perkotaan di belahan dunia mamapun. Namun yang terjadi belakangan ini tuntutan tersebut telah berkembang lagi yaitu adanya tambahan keinginan dan kebutuhan akan adanya sistem dan alat transportasi yang harus dapat berkelanjutan. Transportasi berkelanjutan itu adalah merupakan suatu sistem yang lebih sempurna, melibatkan tiga komponen yang saling berhubungan, yakni lingkungan, masyarakat, dan ekonomi [1]. Alat transportasi ini tidak banyak menimbulkan emisi kendaraan, tingkat keamanan dan kenyamanannya tinggi, tidak menyebabkan kemacetan serta tidak pula menimbulkan dampak sosial dan ekonomi yang akan dapat membebani masyarakat pada generasi mendatang. Tapi kenyataan yang dihadapi sekarang ini terutama di kota-kota besar baik di dunia dan terutama di Indonesia faktanya banyak hal yang masih jauh dari impian tersebut, ada banyak masalah yang dihadapi dan harus segera dicarikan solusinya. Dipahami bersama bahwa mobilitas di hampir semua perkotaan ada banyak masalah, yaitu pada minimnya jaringan transportasi umum, penggunaan secara masif kendaraan pribadi, adanya kemacetan di banyak tempat, dan kerawanan-kerawanan lalu lintas lainnya. Ini semua berakibat negatif pada beberapa sektor terutama ekonomi dan sosial serta lingkungan. Sementara itu pengembangan sarana transportasi umum di perkotaan juga tidak mudah, ada beberapa kendala dan tantangan yang ditemui misalnya dalam hal kelembagaan, integrasi alat transportasi, dan kapasitas atau kemampuan anggaran di masing-masing wilayah. Permasalahan ini semua harus ditangani dengan baik termasuk upaya dalam penggunaan secara luas kendaraan angkut massal (*mass*

\* Corresponding author: [hary.soebagyo@univpancasila.ac.id](mailto:hary.soebagyo@univpancasila.ac.id)

*rapid transit*) yang berbasis rel dengan tenaga penggerak energi listrik seperti MRT, LRT, KRL, serta penggunaan alat transportasi massal lain yang juga ramah lingkungan seperti bus listrik.

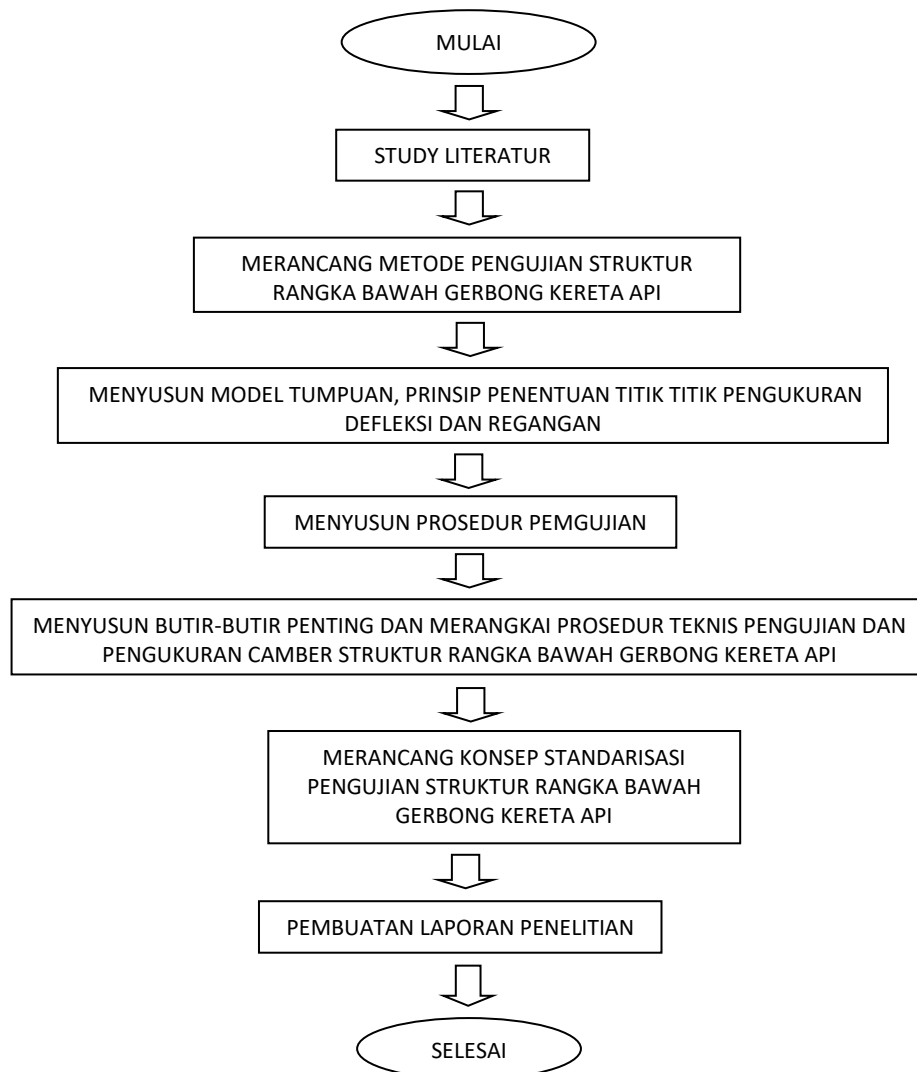
Banyak orang saat ini telah menyadari pula betapa pentingnya kendaraan umum yang bagus, aman dan nyaman menjadi solusi untuk mengurangi beban ekonomi dan mengurangi kemacetan. Hal ini lebih disadari ketika harga-harga BBM meroket naik dan adanya peningkatan penggunaan kendaraan pribadi baik itu mobil maupun sepeda motor. Harus diakui bahwa pembangunan infrastruktur transportasi di Indonesia masih sangat rendah karena berbagai kendala yang ditemui terutama minimnya anggaran, sementara itu pertumbuhan penggunaan kendaraan pribadi justru meningkat tinggi. Jadi akan tambah sulit pertumbuhan prasarana untuk menjadi se level dengan pertumbuhan sarana transportasinya, ini lah yang banyak menimbulkan kemacetan yang dampaknya sangat luas. Maka dari itu perlu segera menggenjot pertumbuhan kendaraan umum yang aman, nyaman dan ramah lingkungan. Penggunaan kendaraan berbahan bakar fosil (*internal combustion engines/ ICE*) ditransformasikan dengan penggunaan kendaraan baterai atau listrik (*electric vehicle/ EV*). Berbagai langkah kebijakan dapat dilakukan mulai dari adanya percepatan penggunaan kendaraan listrik melalui berbagai insentif, melakukan pengelolaan atau manajemen dalam penyediaan transportasi umum dan membangun infrastruktur transportasi yang inklusif hingga upaya penyiapan transportasi masa depan yang berkelanjutan.

Berdasarkan latar belakang seperti yang diuraikan diatas dimana masyarakat menginginkan adanya sarana transportasi massal yang ideal dan cocok untuk angkutan massal di perkotaan padat penduduk yang telah semakin kompleks permasalahannya, memang perlu upaya untuk segera meningkatkan pertumbuhan kendaraan umum yang aman, nyaman, ramah lingkungan, salah satu kendaraan tersebut yang paling cocok adalah kereta api. Berkaitan dengan hal tersebut, fungsi kereta api akan bertambah dan menjadi sangat vital, karena meningkatnya tuntutan terhadap jaminan akan keselamatan manusia maupun barang. Jadi, kereta api semakin dituntut untuk memiliki kemampuan yang memadai sehingga tidak mengalami kerusakan saat operasinya. Perancangan dan pembuatan kereta api pun harus selalu memperhatikan aspek-aspek penting, diantaranya adalah *reliability* (keandalan), *availability* (ketersediaan), *maintainability* (perawatan), serta *safety* (keselamatan), yang dikenal dengan RAMS [2,3]. Untuk memberikan kepastian terhadap kekuatan komponen dan struktur kereta api, maka dalam proses pembuatan kereta api harus dilakukan dengan prosedur melalui beberapa rangkaian pengujian [4,5]. Untuk mendukungnya maka perlu dilakukan kegiatan yang mencakup kegiatan kajian dengan study literatur untuk mempelajari metode dan prosedur pengujian kekuatan dan keamanan struktur kerangka gerbong kereta api. Sebuah penelitian tentang stabilitas beban torsi dan pengujian camber untuk gerbong datar telah dilakukan dan hasilnya menunjukkan bahwa gerbong datar kereta api yang diberikan camber mempunyai tambahan kekuatan dan mampu menahan beban-beban torsi yang timbul saat kereta api beroperasi [6]. Penelitian yang lain juga telah dilakukan terhadap struktur kereta barang dimana hasilnya menunjukkan adanya kekuatan struktur terhadap variasi beban statis maupun beban dinamis yang diberikan pada struktur gerbong untuk kereta barang [7,8,9]. Dengan demikian dapat dipahami bahwa amatlah penting untuk melakukan pengujian-pengujian terhadap struktur rangka bawah gerbong kereta api untuk menjamin kekuatan dan keandalannya saat beroperasi. Hal yang perlu disadari pula bahwa betapa pentingnya sebuah standar pengujian wajib dipersiapkan dan diberlakukan baik untuk desain dan manufaktur gerbong kereta baru maupun untuk gerbong kereta yang mengalami peremajaan (*refurbishment*). Untuk itu cakupan kegiatan akan diperluas dengan membuat konsep desain keandalan gerbong kereta api untuk bahan dasar penyusunan Standar Nasional Indonesia (SNI) yaitu guna mendukung keselamatan dan keandalan kereta api. Standar ini sekarang masih belum tersedia dan perlu segera disiapkan dengan baik. Proses pembuatan standar tersebut akan melibatkan semua *stake holder* baik dari Pemerintah, lembaga riset, universitas, operator dan pabrikan kereta api. Dengan adanya konsep desain keandalan gerbong kereta api dan juga tersedianya standar nasional untuk pengujian gerbong kereta api, maka hal ini akan menjadi dukungan yang strategis untuk penggunaan kereta api sebagai alat transportasi massal perkotaan yang *sustainable*.

## 2. METODE

Metodologi yang dilakukan adalah dengan mempelajari literatur atau study pustaka terutama dari standar Internasional yang lazim dipakai di negara-negara maju dan juga mempelajari aturan-aturan yang telah dibuat oleh lembaga Pemerintah yang berwenang dalam hal ini adalah Kementerian Perhubungan. Study literatur adalah bagian dari penelitian atau kajian yang dimaksudkan antara lain untuk mendapatkan data dan informasi untuk analisis dalam menyelesaikan masalah yang dihadapi dalam sebuah penelitian [10,11,12]. Menyangkut keandalan dan keamanan kereta api sebagai sarana transportasi perkotaan yang harus dijamin keselamatan dan kekuatannya maka perhatian perlu ditekankan pada pada kekuatan dari gerbonngnya. Dalam hal ini perlu

study kasus yang lebih spesifik untuk mengamati komponen utama dari gerbong kereta api yaitu bagian struktur kerangka bawahnya. Metodologi penelitian dapat diuraikan mengikuti diagram alir seperti pada gambar 1.



Gambar 1 Metodologi Penyusunan Konsep Desain Keandalan Gerbong Kereta Api

Penelitian diawali dengan melakukan study literature tentang gerbong kereta api termasuk study tentang camber struktur kerangka bawah gerbong kereta api. Prinsip penelitian mengikuti diagram alir seperti diperlihatkan pada gambar 1. Perlu diketahui bahwa camber telah umum menjadi kebutuhan dalam rancang bangun struktur kerangka bawah gerbong kereta api dan banyak diberlakukan pada hampir semua jenis gerbong dan jenis kereta api yang digunakan untuk mengangkut barang maupun penumpang [2,6,8]. Semua standar yang lazim digunakan dalam penelitian dan pengujian kereta api seperti standar IUC, JIS dan AREA, serta beberapa standar lainnya juga menyebutkan manfaat pemberian camber untuk menambah kekuatan struktur kerangka bawah gerbong kereta api demi keselamatan dan keamanan kereta api [13,14,15,16]. Setiap struktur yang mengalami beban bending, umumnya dirancang dengan besaran camber tertentu, demikian pula dengan struktur gerbong datar kereta api ini.

Tahapan kegiatan kajian berikutnya dapat dilanjutkan dengan merancang dan menetapkan metode pengujian struktur rangka bawah gerbong kereta api berikut metode pengukuran cambernya. Model tumpuan, penentuan titik pengukuran defleksi dan regangan juga menjadi bahan perhatian.

Langkah kegiatan kajian selanjutnya adalah melakukan pembuatan prosedur pengujian dengan memberikan beban pada struktur dengan berbagai variasi beban yang mensimulasikan kondisi seperti saat operasinya. Beban vertikal pada struktur akan mensimulasikan beban muatan yang disangga oleh struktur.

Beban vertikal ini merupakan mayoritas beban yang diterima oleh struktur karena adanya muatan baik barang maupun penumpang KA. Pengukuran camber juga dilakukan guna mengetahui besaran camber atau deflesi yang terjadi pada saat pemberian beban vertical. Pembebanan berikutnya adalah pemberian beban kompresi, dimana beban kompresi ini mensimulasikan beban akibat percepatan dan perlambatan, serta proses penggandengan antar gerbong. Sementara itu beban jacking diberikan guna mensimulasikan beban yang terjadi karena proses di bengkel perbaikan dan kondisi darurat di lapangan, Berikutnya ada pula pemberian pembebanan twist yang dimaksudkan untuk mensimulasikan beban puntir pada struktur akibat kerusakan dari rel, bogie ataupun roda kereta api. Berikutnya, yaitu tahap penyusunan butir-butir penting dan merangkai prosedur-prosedur tersebut diatas sedemikian rupa hingga terbentuk sebuah konsep untuk standar pengujian struktur kerangka bawah kereta api.

Sebagai rangkaian langkah kegiatan yang terakhir adalah penyusunan laporan hasil penelitian yaitu pertanggungjawaban kegiatan kajian, dimana dari laporan ini akan dapat ditindaklanjuti dengan berbagai hal seperti penyampaian makalah di jurnal ilmiah dan penyampaian konsep standar nasional keandalan gerbong kereta api sebagai dukungan terhadap penggunaannya sebagai sarana transportasi massal perkotaan yang berkelanjutan.

### 3. HASIL

Setelah dilakukan perencanaan dalam penyusunan prosedur pengujian, kemudian dibuat konsep dasar yang mendasari bagaimana prosedur itu akan diterapkan secara teknis, selanjutnya disusun konssep desain standar pengujian gerbong kereta api. Perlu diketahui bahwa prosedur tersebut dapat dibuat dalam dua kategori utama, yaitu kategori pengujian dan kategori pengukuran. Pengujian dilakukan melalui serangkaian proses dari penentuan titik tumpu dari camber hingga pelaksanaan pembebanan yang dalam hal ini adalah pemberian beban vertikal yang terjadi akibat adanya muatan yang diterima oleh gerbong kereta api. Sementara itu untuk pengukuran, dalam hal ini dilakukan pengukuran terhadap besaran mekanis dari camber struktur kerangka bawah gerbong kereta api. Pengukuran ini melibatkan pengukuran beban atau gaya dalam arah vertikal, kemudian dilakukan pengukuran defleksi yang terjadi di titik posisi camber dan tumpuan-tumpuan. Berikutnya yang dilakukan adalah pengukuran regangan menggunakan pengukur regangan yang posisinya akan berada pada daerah yang dianggap kritis yaitu terutama di pusat titik camber. Selanjutnya prosedur teknis dan tahapan tersebut dapat diuraikan dan dibahas sebagai berikut,

Gerbong kereta api ditumpu oleh roda dengan menggunakan rangkaian bogie, bolster, swing arm, dan roda. Struktur gerbong dihubungkan dengan rangkaian bogie dengan menggunakan bolster. Dengan demikian, maka untuk pengujian beban vertikal titik tumpuan ditetapkan pada titik tumpuan bolster. Sistem tumpuan antara struktur gerbong dengan bolster adalah berupa tumpuan yang memungkinkan adanya pergerakan arah longitudinal dan rolling.

Sebagai simulasi uji struktur gerbong akibat fungsinya sebagai sarana transportasi maka dilakukan uji beban vertikal. Uji beban vertikal ini mensimulasi beban akibat adanya muatan berupa orang atau barang yang membebani struktur gerbong kereta api. Ada beban vertikal yang disangga dalam 2 kondisi, yaitu kondisi beban kosong (*tare load*) dan kondisi beban penuh (*full load*). Kondisi beban kosong mensimulasikan kondisi dimana kereta dalam keadaan kosong (tanpa muatan), sehingga besar beban kondisi kosong hanya berupa komponen-komponen yang berada diatas struktur rangka bawah gerbong. Kondisi kedua yaitu kondisi beban penuh, diartikan struktur gerbong menerima beban maksimum yang direncanakan mampu ditopang oleh struktur gerbong. Pembebanan dilakukan dengan membebani struktur gerbong dimana beban diletakkan diatas gerbong dan didistribusikan secara merata.

Sementara itu akibat adanya percepatan, perlambatan, dan proses penggandengan antar gerbong maka perlu ada uji beban kompresi untuk mensimulasikannya. Ada persyaratan dari standar Internasional untuk perancangan struktur gerbong tentang besaran kompresinya dimana tegangannya tidak boleh melebihi 90% dari tegangan yield. Kemudian sesuai peraturan menteri perhubungan, struktur gerbong harus mampu menahan beban kompresi dengan tegangan yang tidak boleh melebihi 75% dari tegangan yield nya. Uji beban kompresi struktur gerbong ini dapat dibedakan menjadi 2 (dua) kondisi, yaitu: beban kompresi dengan beban vertikal dalam kondisi kosong dan beban kompresi dengan beban vertikal dalam kondisi penuh.

Berikutnya, untuk simulasi dari struktur gerbong pada saat dilakukan perbaikan di bengkel maupun pada saat darurat di lapangan, maka perlu dilakukan uji beban yang disebut uji beban jacking. Perbaikan di bengkel disimulasikan dengan kondisi beban vertikal dalam keadaan kosong, sedangkan simulasi di lapangan



dilakukan dengan kondisi beban vertikal yang maksimum, caranya adalah dengan mengangkat kedua titik jacking sehingga struktur gerbong terangkat hingga terjadi beban pada lokasi titik tumpuan bolster.

Guna mensimulasikan kondisi struktur gerbong ketika mengalami beban puntir yang terjadi pada saat perbaikan maupun kondisi darurat akibat kerusakan dari rel, bogie maupun roda dilakukan dengan uji beban twist. Metodenya adalah dengan membebani struktur gerbong melalui beban vertikal dalam keadaan kosong dan sistem tumpuan bekerja hanya dengan 3 titik tumpuan dari 4 lokasi titik jacking, sehingga dengan demikian terjadi beban twist atau puntir pada struktur gerbong.

Dalam hal pengukuran camber, pada prinsipnya tujuan dari pengujian atau pengukuran camber ini terutama adalah untuk mengetahui defleksi dari lebar gerbong baik dalam kondisi terbebani karena ada muatan yang disangga oleh gerbong maupun saat kondisi beban dilepas kembali atau dalam kondisi beban dibongkar. Metode ini juga dapat diperuntukkan pada gerbong baru yang dibuat dengan merujuk pada standar EN 12663-2:2010.

Pada saat kereta api beroperasi terkadang banyak hal yang ditemui selama proses pengangkutan, karena pada kenyataannya ada berbagai macam produk atau komoditas yang diangkut dan tidak bisa memberikan beban muatan yang seragam, distribusi bebannya tidak merata. Untuk itu kadang juga perlu kombinasi penempatan produk atau barang dan kadang juga menimbulkan beban eksentrik yang ditransport. Untuk itu perlu perhatian terhadap beban puntir serta perlu batasan-batasan tertentu serta perlu data dari uji atau hasil dari pengukuran cambernya akibat distribusi beban yang tidak merata guna menghindari hal yang tidak diinginkan terhadap bogie kereta api utamanya pada saat operasinya yang sangat dinamis. Juga, ada hal lain yang perlu diperhatikan adalah kemungkinan adanya kemiringan roda terutama dari arah vertikal bila ditinjau dari bagian depan kereta api. Ketika roda miring keluar di bagian atas, cambernya bernilai positif, saat miring ke dalam di bagian atas maka cambernya akan menjadi negatif. Nilai kemiringan dapat dinyatakan dalam derajat yang diambil dari arah vertikal. Hal tentang camber ini penting karena dapat mempengaruhi kontrol arah dan keausan dari roda kereta api. Besar camber positif yang tinggi dapat mengakibatkan keausan dini pada bagian luar roda dan hal tersebut akan menyebabkannya keausan berlebihan pada bagian suspensi gerbong kereta api. Demikian pula halnya dengan nilai camber negatif yang besar, dimana hal ini dapat mengakibatkan keausan dini pada bagian dalam roda dan juga dapat menyebabkan keausan berlebihan pada bagian dalam dari sistem suspensi roda dari gerbong kereta api. Sementara itu camber dari sisi ke sisi yang tidak sama sebesar  $1^\circ$  atau lebih akan dapat menyebabkan gerbong menarik atau mengarahkan ke sisi dengan camber paling positif. Dalam hal ini perlu perhatian terhadap hasil uji torsi serta perhatian terhadap prosedur uji cambernya.

Selanjutnya dalam pengujian struktur gerbong, parameter yang diukur itu adalah beban (gaya), regangan dan defleksi. Parameter regangan dan defleksi diukur pada setiap tahap pengujian untuk uji beban vertikal, kompresi, twist, dan jacking. Sementara itu regangan digunakan untuk menghitung tegangan sebagai dasar dalam evaluasi kekuatan struktur. Regangan diukur dengan menggunakan sensor regangan (*strain gauge*). Guna mendapatkan hasil yang optimal, pengukuran regangan dilakukan pada bagian kritis dari struktur gerbong, yaitu pada daerah yang diperkirakan sangat kritis atau daerah yang mengalami tegangan relatif sangat besar. Perlu diketahui bahwa sensor regangan dipasang pada titik yang diukur dengan cara direkatkan, sehingga pergerakan atau regangan yang terjadi pada lokasi tersebut dapat terukur oleh strain gauge. Besarnya luaran sensor regangan yang berupa sinyal listrik akan setara dengan tegangan yang equivalent dengan besaran regangan (perpanjangan) dari benda uji, selanjutnya data direkam menggunakan sebuah *data logger*. Berikutnya untuk mengetahui perubahan nilai camber terutama karena beban vertikal digunakan dengan menggunakan peralatan *linear variable displacement transducer* yang kemudian hasilnya juga direkam pada sebuah data logger.

Dengan mengetahui kekuatan dan keamanan struktur kerangka bawah kereta api melalui serangkaian pengujian sesuai metode dan prosedur yang tepat maka dapat diperoleh tingkat kepastian keandalan kereta api yang akan menjadi sarana transportasi massal di wilayah perkotaan ini. Demikian pula bila kereta api tersebut mempunyai "*strength to weight ratio*" yang tinggi dan disertai pula dengan penggunaan system penggerak yang ramah lingkungan, maka kendaraan berbasis rel ini akan menyumbangkan peran penting untuk lingkungan yang lebih baik dan berkesinambungan, serta aman bagi generasi masa depan.

Selanjutnya dari pengamatan dan uraian yang dipelajari dan mencermati metode yang harus dilakukan maka diperoleh rumusan dari penelitian atau kajian ini, yaitu berupa konsep desain tentang standar uji Keandalan Struktur Kerangka Bawah Gerbong Kereta Api. Standar uji ini bersifat umum, artinya dapat



diberlakukan untuk pengujian kekuatan struktur kerangka bawah dari berbagai variasi kereta api yang digunakan sebagai sarana transportasi massal di wilayah perkotaan secara berkelanjutan. Butir-butir penting konsep standarisasi tersebut adalah seperti pada table 1:

Tabel 1 Prosedur Teknis Standar Uji Keandalan Kerangka Bawah Gerbong Kereta Api

No.	Bab	Pokok Bahasan Dalam Standar
1	Pengantar	Didalam Bab Pengantar ini isi tulisan harus memuat secara umum tentang pentingnya keselamatan dan keamanan kereta api sebagai sarana transportasi publik, pentingnya pengujian struktur untuk menjamin keandalan kereta api, uraian manfaat standarisasi dalam industri perkereta-apian nasional.
2	Pendahuluan	Didalam Bab Pendahuluan ini harus diuraikan latar belakang tentang kebutuhan dan peran penting kereta api sebagai sarana transportasi publik di perkotaan. Kemudian juga harus diuraikan secara umum filosofi desain perancangan kereta api mengikuti pokok kaidah RAMS. Bab ini menguraikan secara ringkas prinsip metode yang digunakan untuk menguji keandalan kereta api untuk mendukung keselamatan dan keamanan kereta api dalam operasinya. Selanjutnya, dituliskan secara ringkas apa syarat keberterimaan hasil pengujian yang dilakukan.
3	Maksud dan Tujuan	Dalam Bab ini harus dituliskan tentang maksud dan tujuan pengujian struktur kerangka bawah gerbong kereta api.
4	Ruang Lingkup	Uraikan Ruang Lingkup kegiatan yang dilakukan mulai dari metode dan prosedur untuk tahap persiapan pengujian seperti penyampaian informasi tentang spesifikasi benda uji, peralatan pengujian, serta penyediaan protokol pengujian hingga pelaksanaan pengujiannya yang meliputi pembebanan, pengelolaan data, serta pelaporan hasil pengujiannya.
5	Acuan Normatif	Sebutkan Acuan atau Dokumen yang relevan untuk prosedur pengujian struktur gerbong bawah kereta api.
6	Istilah dan Definisi	Tuliskan Peristilahan dan Definisi yang digunakan pada prosedur standar ini agar jelas apa yang dimaksudkannya.
7	Jenis Struktur	Uraikan Jenis Struktur kereta api yang dimaksud dan lengkapi dengan memberikan skets atau ilustrasi dari struktur kerangka bawah gerbong kereta api.
8	Bahan Struktur	Uraikan Bahan atau material yang lazim digunakan untuk struktur kerangka bawah gerbong kereta api.
9	Metode Uji	Uraikan dengan detil Metode dan Prosedur pengujian melalui tahapan-tahapan pembebanan dan pengukuran camber, pencatatan dan pengamatan selama pengujian, peralatan-peralatan yang digunakan, serta pelaporan hasil pengujian yang telah dilakukan.
10	Keberterimaan / Syarat Lulus Uji	Sebutkan hal atau alasan yang paling penting yang mendasari bahwa hasil pengujian kerangka struktur bawah kereta api ini telah memenuhi syarat lulus dan dapat diproduksi serta aman digunakan dalam ruang publik.

Tabel 1 di atas memberikan arahan butir-butir penting apa saja yang perlu disebut dan ditulis secara sistematis dalam Standar Nasional Indonesia (SNI) untuk pengujian keandalan struktur kerangka bawah gerbong kereta api.

Di dalam Bab Pengantar harus dimuat antara lain tentang pentingnya keselamatan dan kenyamanan perjalanan kereta api baik untuk mengangkut penumpang maupun barang. Selanjutnya perlu diuraikan hal terkait keandalan gerbong kereta api dimana komponen pentingnya adalah bagian struktur kerangka bawah dari gerbongnya. Uraikan pula penerapan filosofi RAMS sebagai acuan dalam pembuatan kereta api guna menjamin keamanan, keselamatan operasi kereta api sebagai sarana transportasi massal di ruang publik.

Di Bab Pendahuluan pada dasarnya pendahuluan itu memuat latar belakang dan alasan mengapa perlu ada standar untuk keandalan kereta api, memuat metode dan cara-cara menguji kereta api terhadap beban-beban yang diterima selama operasinya, bagaimana RAMS diterapkan dalam perancangan dan manufaktur gerbong kereta api, kemudian juga diuraikan apa yang menjadi target pengujian dan syarat-syarat keberterimaannya agar dapat diberikan sertifikasi kelayakan produksi dari lembaga yang berwenang yang dalam hal ini adalah Kementerian Perhubungan.

Kemudian di Bab Maksud dan Tujuan harus disebutkan bahwa maksud dari adanya standar ini adalah untuk menguji kekuatan struktur dan mengukur camber dari struktur kerangka bawah gerbong kereta api. Sementara tujuannya adalah untuk mengetahui kekuatan dan nilai camber struktur kerangka bawah gerbong kereta api terhadap beban yang diterima seperti pada saat operasinya.

Sementara itu pada Bab Ruang Lingkup dari standar ini adalah merupakan uraian tentang rangkaian apa saja yang dilakukan seperti pelaksanaan serangkaian pengujian dan juga termasuk melakukan pengukuran camber dari struktur kerangka bawah gerbong kereta api, kemudian tentang analisisnya seperti apa berikut metode pelaporan hasil-hasilnya.

Pada Bab Acuan Utama harus dituliskan apa saja sumber yang diacu dalam standar seperti buku, jurnal atau hasil-hasil penelitian yang dapat dijadikan acuan. Ada beberapa standar yang dapat dipakai sebagai acuan karena bersifat umum dan sering digunakan yaitu standar IUC, standar SEN, standar IEC, Peraturan Nasional yang dikeluarkan oleh Kementerian Perhubungan.

Untuk Bab Peristilahan maka peristilahan yang muncul dan digunakan dalam standar ini adalah istilah-istilah yang lazim digunakan pada perkeretapiian yang merujuk pada peraturan dari Kementerian Perhubungan, yaitu: kereta, gerbong, struktur rangka bawah gerbong kereta api, camber, pembebanan dan pengukuran. Sementara itu pada Bab Jenis Struktur sudah jelas yang dimaksud adalah struktur kerangka bawah gerbong kereta api. Pada bab ini harus dilengkapi pula dengan gambar atau sketsa struktur rangka bawah berikut keterangan atau penjelasannya. Dalam hal Bab Bahan atau Material maka dalam hal ini yang dimaksud adalah Bahan atau Material yang digunakan atau dimaksud dalam prosedur yaitu bahan baja yang lazim dan khusus untuk struktur rangka bawah gerbong kereta api, atau material lain yang harus dijelaskan spesifikasinya dengan detail.

Pada Bab Metode Uji maka yang harus diuraikan dengan jelas adalah prosedur uji secara eksperimental yang dilakukan terhadap benda uji yang mewakili kondisi sesungguhnya dari struktur dan uraian bagaimana memberikan pembebanan dengan beban vertikal pada struktur rangka bawah gerbong kereta api, serta mengukur besaran-besaran teknis yang timbul seperti gaya, regangan dan defleksi.

Terakhir adalah Bab Keberterimaan, yaitu menguraikan apa yang menjadi Syarat Lulus Uji atau Keberterimaan dari proses standarisasi ini. Dianggap lulus uji bila semua pembebanan dan pengukuran camber hasilnya memenuhi syarat utama, yaitu: struktur dianggap kuat dan tahan terhadap beban-beban pengujian mekanis yang diberikan, yaitu beban vertikal, beban kompresi, beban twist dan beban jacking, serta tidak ada retak, patah defleksi yang besar terjadi di bagian dari struktur. Kemudian cambernya juga tidak melebihi (1/2000) dari panjang struktur gerbong (*car body*) saat dalam kondisi kosong tanpa beban.

Uraian metode dan prosedur serta persyaratan-persyaratan pada standar ini akan sangat membantu pabrikan, supplier, operator, regulator dan stakeholder lain dalam kesamaan pandang dan menjadi acuan bersama baik untuk pembuatan (desain dan manufaktur) kereta api, pembuatan komponen-komponen kereta api, penyediaan material, serta operasional dari kereta api itu sendiri.

#### **4. KESIMPULAN**

Dari pembahasan kajian yang telah dilakukan dapat diperoleh kesimpulan bahwa dengan desain konsep yang dapat memastikan kekuatan mekanis struktur gerbong kereta api melalui penerapan metode dan tahapan pengujian berdasarkan acuan standar baku meliputi serangkaian pengujian kekuatan terhadap beban vertical, beban kompresi, beban jacking serta beban twist, maka keandalan kereta api dalam operasinya akan lebih terjamin. Sementara itu dengan adanya standar nasional yang memuat metode dan tahapan pengujian struktur kerangka bawah kereta api akan dapat bermanfaat bagi pabrikan, regulator, operator dan stakeholder lain dalam bidang perkereta-apian nasional utamanya sebagai acuan baik untuk desain, manufaktur maupun pengoperasian kereta api dalam penggunaannya sebagai angkutan transportasi massal di wilayah perkotaan secara berkelanjutan.

#### **UCAPAN TERIMA KASIH**

Kami sampaikan terima kasih kepada pimpinan Universitas Pancasila yang telah memberikan kesempatan kepada kami untuk melakukan kegiatan penelitian ini. Terima kasih juga kami sampaikan kepada teman-teman Jurusan Teknik Mesin, Universitas Pancasila, teman-teman dari Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN) serta teman-teman dari PT. INKA yang telah banyak membantu dalam kegiatan penelitian hingga dapat dituliskannya artikel ini.

---

**DAFTAR PUSTAKA**

- [1] Ofyar Z. Tamin, Menuju Terciptanya Sistem Transportasi Berkelanjutan Di Kota-Kota Besar Di Indonesia, Jurnal Transportasi, Penerbit ITB, Bandung, 2007.
- [2] CEN-CENELEC, Railway Applications - The Specification and Demonstration of Reliability, Availability, Maintainability and Safety (RAMS), BS EN 50126-1, Brussels, 2017.
- [3] Committee on Technical Cooperation in the Development of the Rail Transport System, Reliability, Availability, Maintainability, Safety (RAMS) and Life Cycle Costs (LCC), S. Wollny, July 2017.
- [4] Peraturan Menteri Perhubungan RI No. PM.17 tahun 2011 tentang Standar, Tata Cara Pengujian dan Sertifikasi Kelaikan Gerbong, Jakarta, 2011.
- [5] Peraturan Menteri Perhubungan RI No. KM.43 tahun 2010 tentang Standar Spesifikasi Teknik Gerbong, Jakarta, 2010.
- [6] Apurba Das, Investigation of Torsional Stability and Camber Test on a Meter Gauge Flat Wagon, Proceedings of 63<sup>d</sup> International Congress of ISTAM, Dayananda Sagar University, Bangalore, 2018.
- [7] Anwar dan Ade Ruhimat, Analisis Kekuatan Struktur Kereta Barang, Jurnal Material dan Konstruksi, BPPT, Jakarta, 2014.
- [8] Anwar dan M. Gozali, Analisis Kerusakan Gerbong Datar “Ppcw”42 Ton Akibat Beban Operasi, Jurnal Material dan Konstruksi, BPPT, Jakarta, 2021.
- [9] Teddy Andreas et all, Analisis Kekuatan Struktur pada Gerbong Datar, Universitas Trisakti Published, Jakarta, 2019.
- [10] Muri Yusuf, Metode Penelitian, Kuantitatif Kualitatif & Penelitian Gabungan, Prenada Media Grup, Jakarta, 2015.
- [11] Sherri L. Jackson, Research Methods A Modular Approach, Wadsworth/ Cengage Learning, Belmont, USA, 2010.
- [12] Suharsimi Arikunto, Prosedur Penelitian, Suatu Pendekatan Praktek, Rineka Cipta, Jakarta, 2014.
- [13] Amtrak Mechanical Department Bureau of Rolling Stock Engineering, Specification for Trainset, PRIIA Specification No. 305-007 AMTRAK Specification No. 979, August 2, 2011.
- [14] PT. INKA, Testing Procedure of Vertical Load Test, Doc.Nr. 005/P.MK/G.028/ 2010, Madiun, 2010.
- [15] PT. INKA, Testing Procedure of Compression Load Test, Doc.Nr. 003/P.MK/ G.028/ 2010, Madiun, 2010.
- [16] Jong-Duk Chung and Jang-Sik Pyun, A Study on Analysis Method Considering Camber for the Carbody Deflection of the Urban Transit Vehicles, Advanced Materials Research Vol. 871 (2014) pp 323-329 Online: 2013-12-19 © (2014) Trans Tech Publications, Switzerland, 2014.

# ANALISIS PELAYANAN *BUS RAPID TRANSIT* TRANS MUSI KORIDOR III: PLAJU – PS MALL DI KOTA PALEMBANG

Muhammad Yusri Rizki<sup>1\*</sup>, M. Restu Putra Pratama<sup>2</sup>, Andreas P. Kaseh<sup>1</sup>, Nurul Hidayah<sup>1</sup>, Rakha F. W.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila, Jakarta

<sup>2</sup> Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Politeknik Negeri Sriwijaya

**Abstrak.** Angkutan umum didominasi oleh bus dan angkutan umum yang masih terasa kurang aman dan nyaman bagi penumpang. Untuk itu, dibutuhkan kebijakan transportasi untuk mendukung pengembangan transportasi yang berkelanjutan, terutama penggunaan transportasi umum massal di perkotaan yang efisien dan berkualitas. Upaya Pemerintah kota Palembang pada tahun 2010 mulai merealisasikan transportasi umum massal *Bus Rapid Transit* (BRT) yang dikenal Trans Musi yang dikelola oleh PT. Sarana Pembangunan Palembang Jaya (PT. SP2J). Untuk keberlangsungan penggunaan Trans Musi diperlukan peningkatan pelayanan terhadap Trans Musi dapat berguna bagi masyarakat di masa sekarang maupun akan datang sehingga Trans Musi yang beroperasi saat ini agar lebih di prioritaskan dibandingkan angkutan umum lainnya. Oleh karena itu, dilakukan survei tentang pelayanan pada Trans Musi untuk mengetahui apakah pelayanan bus Trans Musi sudah memenuhi standar yang telah ditentukan. penelitian ini teknik pengumpulan data berupa survei lapangan dilakukan dengan cara survei di bus dan di halte, dengan hari pengambilan data diwakilkan hari sabtu dikarenakan jam sibuk Trans Musi. Hasil penelitian diperoleh *headway* rata-rata, waktu perjalanan rata-rata, waktu isi rata-rata, jumlah penumpang rata-rata, dan *load factor*. Hasil penelitian diperoleh *headway* rata-rata sebesar 13 menit 58 detik, waktu perjalanan rata-rata sebesar 1 jam 31 menit 41 detik, waktu isi rata-rata sebesar 262 detik, jumlah penumpang rata-rata 61 penumpang/kendaraan, dan *load factor* sebesar 83%.

**Kata kunci:** *Bus Rapid Transit, headway, load factor, waktu isi, analisis pelayanan*

## 1. PENDAHULUAN

Saat ini angkutan umum didominasi oleh bus dan angkutan umum yang masih terasa kurang aman dan nyaman bagi penumpang. Untuk itu, dibutuhkan kebijakan transportasi untuk mendukung pengembangan transportasi yang berkelanjutan, terutama penggunaan transportasi umum massal di perkotaan yang efisien dan berkualitas. Sehingga dapat mendukung penyelenggaraan lalu lintas dan angkutan jalan yang cepat, lancar serta dapat diandalkan.

Upaya Pemerintah kota Palembang pada tahun 2010 mulai merealisasikan transportasi umum massal *Bus Rapid Transit* (BRT) yang dikenal Trans Musi yang dikelola oleh PT. Sarana Pembangunan Palembang Jaya (PT. SP2J) yang merupakan Badan Usaha Milik Daerah (BUMD).

Pengoperasian BRT Trans Musi memiliki banyak kelebihan dibandingkan dengan angkutan umum lainnya. Pelayanan yang perlu diperhatikan seperti: *headway, load factor*, dan waktu isi. Untuk keberlangsungan penggunaan Trans Musi diperlukan peningkatan pelayanan terhadap Trans Musi agar berguna bagi masyarakat di masa sekarang maupun akan datang sehingga Trans Musi yang beroperasi saat ini agar lebih di prioritaskan dibandingkan angkutan umum lainnya.

Penelitian ini dilakukan pada Koridor III: Plaju – PS Mall. Pemilihan pada koridor ini karena Koridor III merupakan koridor dengan mobilitas penggunaan yang tinggi, biasanya digunakan masyarakat menuju sekolah, kantor dan pusat perbelanjaan. Oleh karena itu, dilakukan survei tentang pelayanan pada Trans Musi apakah sesuai dengan ketentuan dan dapat memberikan solusi dari permasalahan yang ada.

\* Corresponding author: [muhammadyusrizki@gmail.com](mailto:muhammadyusrizki@gmail.com)

## Transportasi

Transportasi secara umum dapat diartikan sebagai usaha pemindahan, atau pergerakan orang atau barang dari suatu lokasi, yang disebut lokasi asal, ke lokasi lain, yang biasa disebut lokasi tujuan, untuk keperluan tertentu dengan menggunakan alat tertentu pula (Fidel, 2012).

### Pengertian Angkutan Umum

Menurut Keputusan Menteri Perhubungan No. KM.35 tahun 2003 tentang Penyelenggaraan Angkutan Orang di Jalan dengan Kendaraan Umum, pengertian dari kendaraan umum adalah setiap kendaraan bermotor yang disediakan untuk dipergunakan oleh umum dengan dipungut bayaran baik langsung maupun tidak langsung.

### Standar Pelayanan Angkutan Umum

Pelayanan angkutan umum dapat dikatakan baik apabila sesuai dengan standar-standar yang telah dikeluarkan pemerintah. Indikator kualitas pelayanan angkutan umum perkotaan, hal ini dapat ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1 Standar Pelayanan Angkutan Umum

No.	Kriteria	Ukuran
1.	Waktu menunggu Rata-rata Maksimum	5 – 10 menit 10 – 20 menit
2.	Jarak jalan kaki ke <i>shelter</i> Wilayah padat Maksimum	300 – 500 menit 500 – 1000 menit
3.	Jumlah penggantian moda Rata-rata Maksimum	0 – 1 kali 2 kali
4.	Waktu perjalanan bus Rata-rata Maksimum	1 – 1,5 jam 2 – 3 jam
5.	Kecepatan perjalanan bus Daerah padat dan <i>mix traffic</i> Daerah lajur khusus bus Daerah kurang padat	10 – 12 km/jam 15 – 18 km/jam 25 km/jam
6.	Biaya perjalanan Dari pendapatan rata-rata	10 %

(Sumber : Direktorat Jenderal Perhubungan Darat, 1998)

### Indikator Pelayanan

Kinerja pelayanan angkutan umum berdasarkan Keputusan Direktur Jenderal Perhubungan Darat No.SK.687/AJ.206/DRJD/ 2002, dapat diukur dari indikator dan parameter-parameter sebagai berikut.

#### a. Waktu Perjalanan

$$W = t_2 - t_1 \quad (1)$$

Dengan:

W = Waktu perjalanan angkutan umum (menit/km)

$t_1$  = Waktu berangkat dari terminal

$t_2$  = Waktu sampai di terminal

#### b. Faktor Muat (*Load Factor*)

$$Lf = \frac{JP}{C} \times 100\% \quad (2)$$

Dengan:

Lf = load factor (%)

JP = Rata-rata jumlah penumpang per kendaraan umum

C = kapasitas penumpang per kendaraan umum.



c. Waktu Antara Kendaraan (*Headway*)

$$H = T_2 - T_1 \quad (3)$$

Dengan:

H = waktu antara (menit)

T<sub>1</sub> = waktu kedatangan bus 1

T<sub>2</sub> = waktu kedatangan bus 2

d. Waktu isi

$$\text{Waktu Isi} = T_1 - T_2 \quad (4)$$

Dengan:

T<sub>1</sub> = Waktu keberangkatan di halte

T<sub>2</sub> = Waktu kedatangan di halte

### Trans Musi

*Bus Rapid Transit* (BRT) Transmusi merupakan salah satu unit usaha dari PT. Sarana Pembangunan Palembang Jaya (BUMD Pemkot) yang di bentuk berdasarkan Surat Walikota Palembang tanggal 22 Oktober 2009 No. 551-2/002394/Dishub sebagai Pengelola sekaligus Operator *Bus Rapid Transit* (BRT) Transmusi Palembang baik pengadaan APBD tahun 2009 maupun bantuan Kementerian Perhubungan, dibawah Pengawasan Dinas Perhubungan Kota Palembang (UPTD Angkutan Massal). Peluncuran *Bus Rapid Transit* (BRT) Transmusi Palembang dilakukan pada tanggal 22 Februari 2010.

## 2. METODE

Pada penelitian ini teknik pengumpulan data berupa survei lapangan dilakukan dengan cara survei di bus dan di halte, dengan hari pengambilan data diwakilkan hari sabtu dikarenakan jam sibuk Trans Musi.



## 3. HASIL

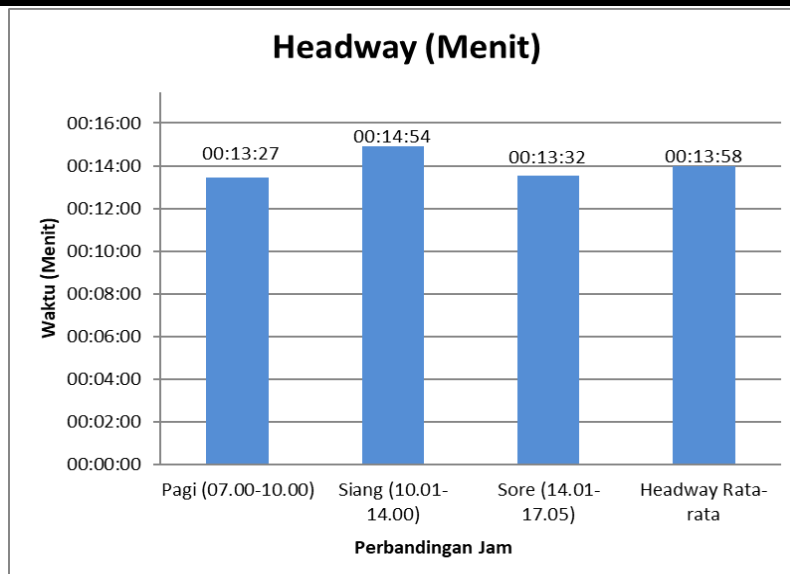
### a. *Headway* (*Selisih Waktu Antar Bus*)

*Headway* merupakan selisih waktu kedatangan antara kendaraan satu dengan kendaraan yang berikutnya. Semakin kecil *time headway* pada suatu koridor, maka semakin banyak pelayanan bus terhadap penumpang.

Berdasarkan halte yang paling sibuk, diambil satu sampel, yaitu pada halte transit cinde. *Headway* rata-rata Trans Musi pada Halte Cinde dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 *Headway* Rata-rata Trans Musi di Halte Transit Cinde

No.	Jam Operasi	<i>Headway</i> (Jam : Menit : Detik)
1.	Pagi (07.00-10.00)	00:13:27
2.	Siang (10.01-14.00)	00:14:54
3.	Sore (14.01-17.05)	00:13:32
<i>Headway</i> Rata-rata		00:13:58



Gambar 1 Headway Rata-rata di Halte Transit Cinde

Dari Tabel 2 dan Gambar 1, *headway* rata-rata paling tinggi terjadi pada jam sibuk siang, sedangkan *headway* rata-rata paling rendah terjadi pada jam sibuk pagi dan sore. *Headway* rata-rata pada keseluruhan jam sibuk, yaitu 13 menit 58 detik.

#### b. Waktu Perjalanan

Waktu perjalanan adalah waktu tempuh kendaraan dari titik awal sampai akhir pada jarak tertentu. Perhitungan waktu perjalanan dapat dilihat seperti pada Tabel 3 sebagai berikut.

Tabel 3 Waktu Perjalanan Setiap Bus Koridor III: Plaju-PS Mall

No.	Nomor Bus	Jam Operasional Plaju-PS Mall (WIB)		Jam Operasional PS Mall-Plaju (WIB)		Lama Perjalanan		
		Keberangkatan	Kedatangan	Keberangkatan	Kedatangan	Plaju - PS Mall	PS Mall - Plaju	Total Waktu
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7) = (4) - (3)	(8) = (6) - (5)	(9) = (7) + (8)
1	BG 7541 AO (K3.42)	06:21:55	06:56:00	07:14:35	07:55:21	00:34:05	00:40:46	01:14:51
2	BG 7542 AO (K3.43)	06:32:33	07:12:28	07:29:45	08:07:58	00:39:55	00:38:13	01:18:08
3	BG 7527 AO (K3.28)	06:40:40	07:14:56	07:37:02	08:23:56	00:34:16	00:46:54	01:21:10
4	BG 7529 AO (K3.30)	06:50:27	07:28:29	07:42:39	08:21:59	00:38:02	00:39:20	01:17:22
5	BG 7540 AO (K3.40)	07:01:42	07:39:24	07:54:30	08:32:16	00:37:42	00:37:46	01:15:28
6	BG 7538 AO (K3.39)	07:13:16	07:52:26	08:04:05	08:46:01	00:39:10	00:41:56	01:21:06
7	BG 7539 AO (K3.41)	07:23:14	08:05:11	08:22:45	09:09:10	00:41:57	00:46:25	01:28:22
8	BG 7532 AO (K3.33)	07:35:34	08:19:10	08:38:00	09:22:39	00:43:36	00:44:39	01:28:15
9	BG 7533 AO (K3.34)	07:45:41	08:23:56	08:48:30	09:29:04	00:38:15	00:40:34	01:18:49
10	BG 7535 AO (K3.36)	07:56:12	08:38:05	09:10:17	09:50:11	00:41:53	00:39:54	01:21:47
11	BG 7525 AO (K3.26)	08:05:04	08:43:48	08:58:20	09:37:30	00:38:44	00:39:10	01:17:54
12	BG 7541 AO (K3.42)	08:18:02	08:57:45	09:16:24	10:01:45	00:39:43	00:45:21	01:25:04
13	BG 7511 AO (K2.31)	08:41:28	09:31:21	09:53:37	10:38:44	00:49:53	00:45:07	01:35:00
14	BG 7542 AO (K3.43)	08:53:20	09:33:04			00:39:44		
15	BG 7527 AO (K3.28)	09:08:10	09:52:15	10:01:52	10:47:08	00:44:05	00:45:16	01:29:21

No.	Nomor Bus	Jam Operasional Plaju-PS Mall (WIB)		Jam Operasional PS Mall-Plaju (WIB)		Lama Perjalanan		
		Keberangkatan	Kedatangan	Keberangkatan	Kedatangan	Plaju - PS Mall	PS Mall - Plaju	Total Waktu
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)	(2)	(3)	(4)
16	BG 7529 AO (K3.30)	09:08:10	09:52:15	10:01:52	10:47:08	00:44:05	00:45:16	01:29:21
17	BG 7540 AO (K3.40)	09:33:40	10:17:48	10:26:56	11:13:37	00:44:08	00:46:41	01:30:49
18	BG 7538 AO (K3.39)	09:47:30	10:28:12	10:35:31	11:26:40	00:40:42	00:51:09	01:31:51
19	BG 7539 AO (K3.41)	10:09:20	10:53:28	10:59:38	11:53:10	00:44:08	00:53:32	01:37:40
20	BG 7532 AO (K3.33)	10:23:28	11:10:45	11:15:04	12:05:52	00:47:17	00:50:48	01:38:05
21	BG 7533 AO (K3.34)	10:35:39	11:20:07	11:21:53	12:17:15	00:44:28	00:55:22	01:39:50
22	BG 7535 AO (K3.36)	10:50:30	11:34:40	11:39:54	12:29:40	00:44:10	00:49:46	01:33:56
23	BG 7525 AO (K3.26)	11:04:11	11:48:03	11:48:37	12:37:12	00:43:52	00:48:35	01:32:27
24	BG 7541 AO (K3.42)	11:18:00	12:07:45	12:17:45	13:12:24	00:49:45	00:54:39	01:44:24
25	BG 7509 AO (K2.29)	11:31:02	12:14:30	12:30:30	13:22:13	00:43:28	00:51:43	01:35:11
26	BG 7542 AO (K3.43)	11:49:56	12:33:49	12:46:02	13:37:15	00:43:53	00:51:13	01:35:06
27	BG 7527 AO (K3.28)	12:05:13	12:53:03	12:55:20	13:40:51	00:47:50	00:45:31	01:33:21
28	BG 7529 AO (K3.30)	12:18:38	12:59:33	13:08:41	13:51:46	00:40:55	00:43:05	01:24:00
29	BG 7540 AO (K3.40)	12:31:20	13:17:01	13:20:20	14:05:03	00:45:41	00:44:43	01:30:24
30	BG 7538 AO (K3.39)	12:48:50	13:36:00			00:47:10		
31	BG 7539 AO (K3.41)	13:04:15	13:58:46	14:02:47	15:03:00	00:54:31	01:00:13	01:54:44
32	BG 7532 AO (K3.33)	13:20:08	14:13:07	14:15:34	15:07:01	00:52:59	00:51:27	01:44:26
33	BG 7533 AO (K3.34)	13:39:02	14:27:50	14:39:34	15:25:03	00:48:48	00:45:29	01:34:17
34	BG 7535 AO (K3.36)	13:51:30	14:38:24	14:55:32	15:50:16	00:46:54	00:54:44	01:41:38
35	BG 7525 AO (K3.26)	13:59:26	14:43:01	15:05:44	15:49:06	00:43:35	00:43:22	01:26:57
36	BG 7541 AO (K3.42)	14:11:02	14:56:59	15:22:04	16:24:56	00:45:57	01:02:52	01:48:49
37	BG 7511 AO (K2.31)	14:20:46	15:07:00	15:31:45	16:17:55	00:46:14	00:46:10	01:32:24
38	BG 7509 AO (K2.29)	14:32:50	15:16:27	15:46:30	16:50:05	00:43:37	01:03:35	01:47:12
39	BG 7542 AO (K3.43)	14:47:15	15:26:25	15:56:07	16:43:44	00:39:10	00:47:37	01:26:47
40	BG 7527 AO (K3.28)	14:54:20	15:33:08	16:10:00	17:07:00	00:38:48	00:57:00	01:35:48
41	BG 7529 AO (K3.30)	15:05:30	15:46:19	16:23:45	17:24:25	00:40:49	01:00:40	01:41:29
42	BG 7540 AO (K3.40)	15:27:30	16:04:08	16:35:40	17:30:34	00:36:38	00:54:54	01:31:32
43	BG 7539 AO (K3.41)	15:36:11	16:20:15	16:46:15	17:46:23	00:44:04	01:00:08	01:44:12
Total								14:39:17
Rata-Rata Waktu Perjalanan								01:31:41

$$\begin{aligned} \text{Waktu Perjalanan Rata-rata} &= \frac{\Sigma \text{ Waktu Perjalanan Satu Rit}}{\text{Banyak Data}} \\ &= \frac{14:39:17}{41} \end{aligned}$$

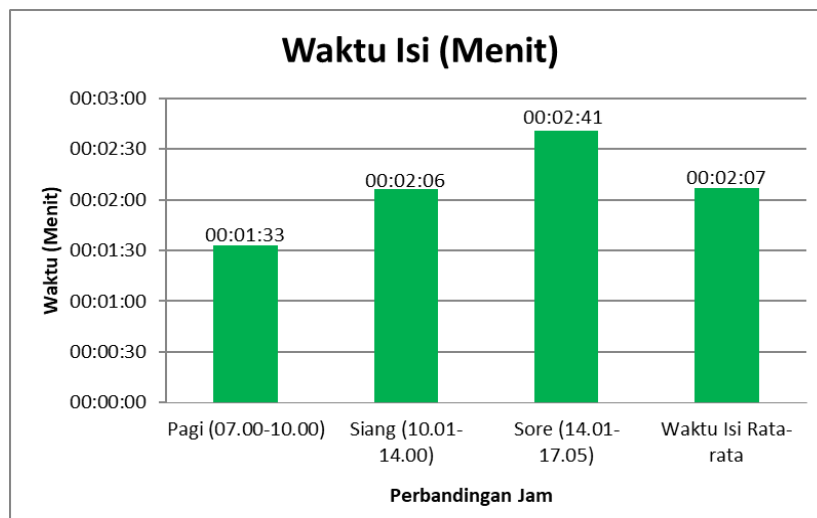
$$= 01:31:41 \text{ (1 jam 31 menit 41 detik)}$$

### c. Waktu Isi

Waktu isi adalah lamanya waktu menaikkan dan menurunkan penumpang di halte. Pengamatan waktu isi didapat dari survey statis yang dilakukan di Halte Transit Cinde selama satu hari.

Tabel 4 Waktu Isi Rata-rata Bus Trans Musi di Halte Transit Cinde

No.	Jam Sibuk Operasi	Waktu Isi (Jam : Menit : Detik)
1.	Pagi (07.00-10.00)	00:01:33
2.	Siang (10.01-14.00)	00:02:06
3.	Sore (14.01-17.05)	00:02:41
Waktu Isi Rata-rata		00:02:07



Gambar 2 Grafik Waktu Isi Rata-rata Bus Trans Musi di Halte Cinde

Pada Gambar 2 menunjukkan bahwa waktu isi paling tinggi terjadi saat jam sibuk sore, yaitu 2 menit 41 detik karena jam sibuk tersebut dimana aktivitas tinggi dan waktu isi rata-rata yang didapat adalah 2 menit 7 detik. Sedangkan standar dari PT. SP2J adalah 50-60 detik. Hal ini menunjukkan bahwa waktu isi tersebut tidak memenuhi persyaratan waktu pelayanan.

### d. Jumlah Penumpang

Jumlah penumpang diperoleh dari survei dinamis di lapangan yang dilakukan pada hari sibuk selama satu hari penuh pada pukul 06.00 sampai 18.00 wib. Perhitungan jumlah penumpang dapat diperlihatkan pada contoh sebagai berikut.

$$\text{Jumlah Penumpang (tiap bus)} = \text{Jumlah Penumpang Naik Bus Plaju- PS Mall} + \text{Jumlah Penumpang Naik Bus PS Mall-Plaju}$$

Tabel 5 Jumlah Penumpang Bus Trans Musi Koridor III: Plaju PS Mall

No.	Nomor bus	Jumlah Penumpang Dalam Satu Rit
1	BG 7541 AO (K3.42)	40
2	BG 7542 AO (K3.43)	24
3	BG 7527 AO (K3.28)	39
4	BG 7529 AO (K3.30)	22
5	BG 7540 AO (K3.40)	35
6	BG 7538 AO (K3.39)	47
7	BG 7539 AO (K3.41)	65
8	BG 7532 AO (K3.33)	62
9	BG 7533 AO (K3.34)	31
10	BG 7535 AO (K3.36)	30
11	BG 7525 AO (K3.26)	41
12	BG 7541 AO (K3.42)	68
13	BG 7511 AO (K2.31)	75
14	BG 7542 AO (K3.43)	20
15	BG 7527 AO (K3.28)	79
16	BG 7529 AO (K3.30)	39
17	BG 7540 AO (K3.40)	70
18	BG 7538 AO (K3.39)	57
19	BG 7539 AO (K3.41)	97
20	BG 7532 AO (K3.33)	62
21	BG 7533 AO (K3.34)	78
22	BG 7535 AO (K3.36)	66
23	BG 7525 AO (K3.26)	48
24	BG 7541 AO (K3.42)	108
25	BG 7509 AO (K2.29)	89
26	BG 7542 AO (K3.43)	94
27	BG 7527 AO (K3.28)	59
28	BG 7529 AO (K3.30)	82
29	BG 7540 AO (K3.40)	58
30	BG 7538 AO (K3.39)	26
31	BG 7539 AO (K3.41)	119
32	BG 7532 AO (K3.33)	77
33	BG 7533 AO (K3.34)	78
34	BG 7535 AO (K3.36)	81
35	BG 7525 AO (K3.26)	50
36	BG 7541 AO (K3.42)	105
37	BG 7511 AO (K2.31)	70
38	BG 7509 AO (K2.29)	82
39	BG 7542 AO (K3.43)	36
40	BG 7527 AO (K3.28)	68
41	BG 7529 AO (K3.30)	78
42	BG 7540 AO (K3.40)	43
43	BG 7539 AO (K3.41)	43
Jumlah Total		2641
Jumlah Penumpang Rata-rata di bus		61

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah Penumpang Rata-rata (satu hari)} &= \frac{\text{Rata-rata Jumlah Penumpang satu rute}}{\text{Banyak Data}} \\
 &= \frac{2641 \text{ penumpang}}{43} \\
 &= 61 \text{ Penumpang}
 \end{aligned}$$

Jadi, jumlah penumpang rata-rata pada koridor III dari Plaju-PS Mall dan PS Mall-Plaju adalah 61 penumpang.



**e. Load Factor**

*Load factor* merupakan perbandingan antara jumlah penumpang dan kapasitas bus yang tersedia untuk satu perjalanan yang dinyatakan dalam persen (%).

Tabel 6 *Load Factor* Bus Trans Musi Koridor III: Plaju PS Mall

No.	Nomor Bus	Load Factor (%)
1	BG 7541 AO (K3.42)	55,6
2	BG 7542 AO (K3.43)	32,4
3	BG 7527 AO (K3.28)	48,8
4	BG 7529 AO (K3.30)	31,4
5	BG 7540 AO (K3.40)	43,8
6	BG 7538 AO (K3.39)	58,8
7	BG 7539 AO (K3.41)	85,5
8	BG 7532 AO (K3.33)	81,6
9	BG 7533 AO (K3.34)	38,8
10	BG 7535 AO (K3.36)	38,5
11	BG 7525 AO (K3.26)	51,3
12	BG 7 541 AO (K3.42)	97,1
13	BG 7511 AO (K2.31)	96,2
14	BG 7542 AO (K3.43)	54,1
15	BG 7527 AO (K3.28)	101,3
16	BG 7529 AO (K3.30)	55,7
17	BG 7540 AO (K3.40)	87,5
18	BG 7538 AO (K3.39)	71,3
19	BG 7539 AO (K3.41)	127,6
20	BG 7532 AO (K3.33)	81,6
21	BG 7533 AO (K3.34)	97,5
22	BG 7535 AO (K3.36)	84,6
23	BG 7525 AO (K3.26)	60,0
24	BG 7541 AO (K3.42)	154,3
25	BG 7509 AO (K2.29)	111,3
26	BG 7542 AO (K3.43)	117,5
27	BG 7527 AO (K3.28)	73,8
28	BG 7529 AO (K3.30)	117,1
29	BG 7540 AO (K3.40)	72,5
30	BG 7538 AO (K3.39)	65,0
31	BG 7539 AO (K3.41)	156,6
32	BG 7532 AO (K3.33)	101,3
33	BG 7533 AO (K3.34)	108,3
34	BG 7535 AO (K3.36)	101,3
35	BG 7525 AO (K3.26)	62,5
36	BG 7541 AO (K3.42)	150,0
37	BG 7511 AO (K2.31)	89,7
38	BG 7509 AO (K2.29)	136,7
39	BG 7542 AO (K3.43)	45,0
40	BG 7527 AO (K3.28)	85,0
41	BG 7529 AO (K3.30)	111,4
42	BG 7540 AO (K3.40)	53,8
43	BG 7539 AO (K3.41)	56,6
Jumlah <i>Load Factor</i>		3550,2
<i>Load Factor</i> Rata-rata		83

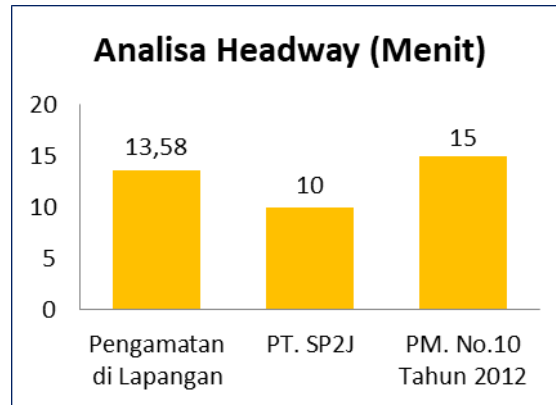
$$\begin{aligned}
 \text{Load Factor Rata-rata} &= \frac{\Sigma \text{Jumlah Load Factor}(\%)}{\text{Banyak Data}} \times 100 \% \\
 &= \frac{3550,2}{43} \times 100 \% \\
 &= 83 \%
 \end{aligned}$$

Dari Tabel 6 diatas menunjukkan bahwa nilai *load factor* yang didapat sebesar 83 %. Sedangkan standar dari PT. SP2J adalah 50 %. Hal ini menunjukkan bahwa *load factor* tersebut tidak memenuhi persyaratan

## Analisa

### a. Analisis Headway Bus

Grafik Perbandingan *Headway* Rata-rata dengan Standar Pelayanan Minimal dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Grafik Perbandingan *Headway* Rata-rata dengan Standar Pelayanan Minimal

Pada Gambar 3 menunjukkan bahwa *headway real* di lapangan lebih besar dari standar pelayanan minimum dari PT. SP2J dan lebih kecil dari Peraturan Menteri No. 10 Tahun 2012. Hal ini dapat disimpulkan semakin kecil *headway* maka semakin besar tingkat pelayanan bus Trans Musi.

### b. Analisis Load Factor Bus

Banyak kendaraan efisien sesuai standar PT. SP2J dengan nilai *Load Factor* 50% sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\text{Load Factor Aktual}}{\text{Load Factor Maksimum}} \times \text{jumlah bus saat ini} \\
 &= \frac{0,83}{0,50} \times 13 \text{ kendaraan} \\
 &= 22 \text{ kendaraan}
 \end{aligned}$$

Jadi, jumlah kendaraan yang ideal untuk beroperasi sesuai dengan PT. Sarana Pembangunan Palembang Jaya (PT. SP2J) yaitu sebanyak 22 kendaraan. Penambahan jumlah kendaraan dilakukan karena nilai *load factor* yang didapat di lapangan melebihi standar pelayanan minimum SP2J dan SK Dirjen Perhubungan No. 687 Tahun 2002.

### c. Analisis Headway dan Waktu isi

Tabel 7 Hubungan Antara *Headway* dan Waktu Isi Bus pada Koridor III

No.	Jam Sibuk Operasi (Peak Hour)	Headway (Jam : menit : detik)	Waktu Isi (Jam : menit : detik)
1	Pagi (07:30-08:30)	00:13:27	00:01:33
2	Siang (11.30-12:30)	00:14:54	00:02:06
3	Sore (16:30-17:30)	00:13:32	00:02:41
Waktu Rata - Rata		00:13:58	00:02:07

Pada titik pengamatan di halte Cinde, waktu isi rata-rata (2 menit 7 detik) lebih kecil dari *headway* rata-rata (13 menit 58 detik). Berdasarkan *headway* rata-rata didapatkan tingkat kedatangan kendaraan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \lambda &= \frac{1}{\bar{X}} = \frac{1}{838 \text{ detik/kendaraan}} \times 60 \\
 &= 0,07 \text{ kendaraan per menit}
 \end{aligned}$$

Sedangkan waktu isi rata-rata 127 detik/kendaraan didapatkan tingkat pelayanan sebagai berikut:

$$\mu = \frac{1}{\bar{X}} = \frac{1}{127 \text{ detik/kendaraan}} \times 60$$

= 0,47 kendaraan per menit

Persamaan berlaku untuk lajur tunggal adalah  $\rho = \frac{\lambda}{\mu} < 1$ ,

Maka dapat diketahui nilai  $\rho = \frac{\lambda}{\mu} = \frac{0,07}{0,47} = 0,14 < 1$  (memenuhi syarat)

Hal ini berarti bahwa dengan 1 lajur yang beroperasi maka tidak terjadi antrean.

#### 4. KESIMPULAN

Dari hasil perhitungan diperoleh *headway* rata-rata sebesar 13 menit 58 detik tidak memenuhi standar dari PT. SP2J yaitu 5-10 menit serta Waktu pelayanan (waktu isi) rata-rata diperoleh 262 detik lebih besar dari standar ketentuan PT. SP2J adalah 30-60 detik dengan *Load factor* pada Koridor III Plaju – PS Mall sebesar 83% lebih dari 50% standar ketentuan PT. SP2J. Jumlah kendaraan efisien untuk beroperasi sesuai dengan PT. SP2J sebanyak 22 kendaraan dari total 13 kendaraan saat ini. Hasil penelitian ini mengenai operasionalnya untuk *headway*, waktu perjalanan, waktu isi tidak memenuhi karena lebih besar standar yang ditentukan PT. SP2J.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Miro, Fidel. *Pengantar Sistem Transportasi*. Jakarta: Penerbit Erlangga. (2012).
- [2] Prof. Ir. Sakti Adji Adisasmita, M.Si., M.Eng.Sc., Ph.D. *Perencanaan Sitem Transportasi Publik*. Yogyakarta: Graha Ilmu. (2015).
- [3] Prof. Ir. Joetata Hadihardaja. *Sistem Transportasi*. Jakarta: Gunadarma. (2015).
- [4] Tamin, Ofyar Z. *Perencanaan, Pemodelan, dan Rekayasa Transportasi: Teori, Contoh Soal, dan Aplikasi*. Bandung: Penerbit ITB. (2008).
- [5] Adris A Putra. *Analisis Keseimbangan Jumlah Armada Angkutan Umum Berdasarkan Kebutuhan Penumpang*. Jurnal dan Terapan Ilmu Bidang Teknik Sipil. (2019).
- [6] Margareth Evelyn Bolla dan Tri Mardiyati W. Sir. *Analisis Kinerja Angkutan Umum Pada Rute Rencana Terminal – Kampus Universitas Timor Kota Kefamenanu Propinsi NTT*. Nusa Tenggara Timur: The 16 th FSTPT International Symposium, UMS Surakarta. (2013).
- [7] Yusri, A. Fuad Z., Moch. Absor, A. Latif. *Kontribusi Angkutan Publik Terhadap Lalu Lintas Perkotaan (Studi Kasus di Kota Palembang)*. Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Sriwijaya. (2019).
- [8] Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia No. 10 Tahun 2012 Tentang Standar Pelayanan Minimal Angkutan Massal Berbasis Jalan.
- [9] Undang Undang Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2009 Tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan.
- [10] Departemen Perhubungan, Direktorat Jendral Perhubungan Darat. 2002. *Pedoman Teknis Penyelenggaraan Angkutan Umum di Wilayah Perkotaan Dalam Trayek Tetap dan Teratur*. Jakarta
- [11] Company Profile Bus Rapid Transit Transmusi.

# Pengembangan Sarana Transportasi Perkotaan Berkelanjutan Pada Kereta Cepat (*Whoosh*)

Bintang Ramadhan<sup>1\*</sup>, Devi Parahita Savitri<sup>1</sup>, Anggi Shoufi Rahman<sup>1</sup>, Muhammad Ayip Arifin<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila, Jakarta

**Abstrak.** Whoosh adalah sebuah sistem kereta api berkecepatan tinggi pertama di Indonesia dan Asia Tenggara. Kereta api ini memiliki kecepatan operasional hingga 350 km/h yang memiliki relasi Tegalluar—Halim. Whoosh merupakan (singkatan dari Waktu Hemat, Operasi Optimal, Sistem Hebat; sebelumnya dikenal sebagai Kereta Cepat Jakarta–Bandung). Layanan kereta api berkecepatan tinggi ini dioperasikan oleh Kereta Cepat Indonesia China, sebagai konsorsium Pilar Sinergi BUMN Indonesia dan China Railway. Sumber referensi pada penelitian ini berdasarkan pengamatan langsung serta pencarian informasi di internet. Penelitian ini menggunakan metode kualitatif dengan pendekatan deskriptif Keseluruhan data sekunder berasal dari jurnal ilmiah, buku, publikasi pemerintah, dan portal berita nasional. Disamping itu juga menggunakan metode deduksi, yakni penggunaan teori sebagai landasan analisa untuk memperoleh sebuah kesimpulan dari permasalahan yang diteliti. Kereta api berkecepatan tinggi yang menggunakan teknologi levitasi magnetik, yang dapat mencapai kecepatan hingga 600 km/jam. Kereta Cepat juga memiliki manfaat sosial, budaya, dan lingkungan, seperti menghemat waktu dan biaya perjalanan, meningkatkan konektivitas dan integrasi antarwilayah, serta mengurangi konsumsi bahan bakar fosil dan emisi karbon. Kereta Cepat (*whoosh*), merupakan proyek strategis nasional yang membutuhkan kerjasama antara pemerintah pusat, daerah, swasta, akademisi, dan masyarakat. Kereta Cepat juga memerlukan dukungan regulasi, kebijakan, dan anggaran yang memadai untuk merealisasikan visi transportasi perkotaan berkelanjutan di Indonesia. Tujuan penulisan dari jurnal 'Pengembangan Sarana Transportasi Perkotaan Berkelanjutan pada Kereta Cepat (*Whoosh*) adalah untuk mengkaji dan menganalisis konsep, desain, dan implementasi dari sistem transportasi perkotaan yang ramah lingkungan, efisien, dan inovatif berdasarkan teknologi kereta cepat (*whoosh*). Jurnal ini juga bertujuan untuk memberikan rekomendasi dan saran bagi pemerintah, pengembang, dan masyarakat terkait dengan pengembangan sarana transportasi perkotaan berkelanjutan pada kereta cepat (*whoosh*) di Indonesia.

**Kata Kunci:** *Kereta Cepat; Sarana Transportasi; Perkotaan Berkelanjutan*

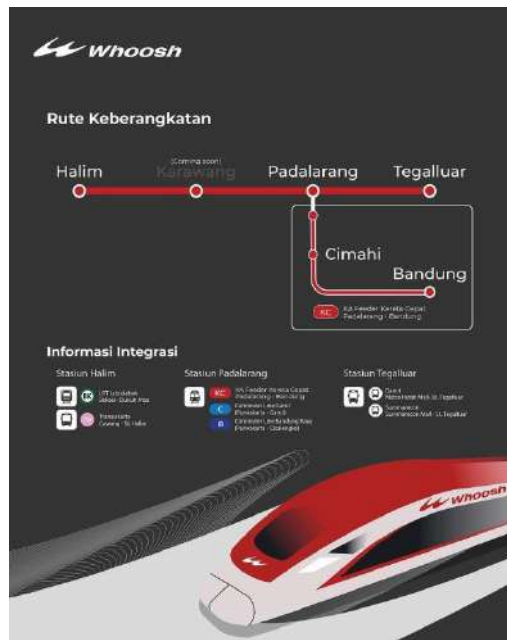
## 1. PENDAHULUAN

Pusat kepadatan penduduk dalam suatu daerah dapat memicu suatu permasalahan baru salah satunya bidang transportasi dalam memenuhi kebutuhan penduduk untuk kebutuhan berpindah dari satu daerah ke daerah lainnya. Khususnya kepadatan di Pulau Jawa terjadi di kota besar, Provinsi DKI Jakarta dengan Ibu Kota Provinsi Jawa Barat yaitu Bandung. Dengan adanya kondisi geografis yang sangat strategis dengan tingkat mobilitas penduduk yang cukup tinggi, sehingga dirasa perlu adanya suatu penghubung diantara kedua kota tersebut. Selanjutnya pemerintah perlu mengadakan suatu pembangunan infrastruktur koridor Jakarta sampai dengan Bandung sehingga dapat menumbuhkan dampak positif perkembangan beberapa sector kehidupan dan perekonomian yang terjadi di ibu kota Negara Indonesia dan ibu kota Jawa Barat. Dengan mempertimbangkan beberapa kebutuhan penduduk, Kereta Cepat menjadi salah satu keputusan yang dapat dipilih oleh pemerintah sebagai bentuk modernisasi mobilitas masal di Indonesia dalam membangun keterhubungan daerah dengan daerah lain ataupun antar kota sehingga berdampak positif terhadap kawasan yang dapat mendorong pembangunan kawasan sekitar dan memaksimalkan potensi besar pada keterhubungan antar ruang salah satunya Jakarta-Bandung.

---

\*Corresponding author: [diditbintang92@gmail.com](mailto:diditbintang92@gmail.com)

Jalur kereta cepat Jakarta-Bandung ini akan membentang dari Halim Jakarta yang terletak di kota Jakarta Timur sampai dengan daerah Tegal Luar kota Bandung sepanjang 142,30km. Lintasan tersebut sepanjang 80 km dibangun layang atau elevated. Sedangkan sisa jalur kereta Cepat Jakarta - Bandung di bangun diatas tanah yang diantaranya melalui tunnel atau terowongan yang menembus bukit. Dengan keberadaan kereta ini, waktu tempuh dari Jakarta sampai dengan Bandung hanya membutuhkan 46 menit, dan jika perjalanan langsung tanpa berhenti hanya membutuhkan waktu 36 menit saja dalam mengkoneksikan kedua daerah tersebut. Hingga kecepatan kereta api ini dapat bergerak dengan kecepatan operasi sekitar 350 km/jam.



Gambar 1. Rute Kereta Cepat Whoosh

Kereta cepat ini akan melintasi 9 kabupaten dan kota di Indonesia. Kesembilan kabupaten dan kota tersebut dimulai dari Kabupaten Bandung, Kota Bandung, Kota Cimahi, Kabupaten Bandung Barat, Kabupaten Purwakarta, Kabupaten Karawang, Kabupaten Bekasi, Kota Bekasi (Provinsi Jawa Barat) sampai dengan bagian Jakarta Timur (Provinsi DKI Jakarta) dan sebaliknya). Dalam koridor ini rencananya akan dibangun 4 buah stasiun pemberhentian, yakni Jakarta (Stasiun Halim), Kab. Karawang (Stasiun Karawang), Kab. Bandung Barat (Stasiun Walini) dan tentunya Kota Bandung (Stasiun Tegal Luar).

Menurut Zahara & Lubis (2018), Perencanaan transportasi ialah suatu kegiatan perencanaan sistem transportasi secara sistematis untuk menyediakan layanan transportasi baik sarana maupun prasarana yang sesuai dengan kebutuhan transportasi masyarakat. Dalam merencanakan suatu konsep transportasi yang baik dibutuhkan lahan dan lalu lintas yang baik (Yusrani et al., 2021). Dalam merencanakan sesuatu perlu dipertimbangkan jangka waktu ke depan, model perencanaan seperti apa yang akan dibuat untuk memenuhi kebutuhan manusia tanpa salah satu pihak yang dirugikan dan menjadi revolusi suatu zaman, sehingga ada daya tarik masyarakat untuk beralih ke transportasi umum.

Bentuk moda transportasi dibedakan atas perbedaan dalam kategori untuk umum dan khusus, Perbedaan mendasar salah satunya kapasitas dan badan armadanya, maka secara fungsional dapat dibedakan bentuk moda umum dan khusus, tipe kebersamaan atau pribadi, maka dapat diuraikan menjadi 2 kelompok besar (Miro, 2004) ialah:

- **Angkutan Pribadi**  
Armada transportasi perorangan tidak terikat dan tidak mempunyai ketentuan terhadap pemakaian armada. ciri operasi angkutan pribadi secara umum ialah pemakaian bebas tanpa syarat digunakan dimana saja, jalur yang bebas kemana pemilik kendaraan akan pergi tanpa memperkirakan waktu sampai suatu kendaraan, tidak terikat dengan jadwal keberangkatan, waktu berhenti dan pengeluaran biaya, karena kendaraan pemilik sudah menanggung biaya beli dan pajak kendaraan.
- **Angkutan Umum**  
Armada dengan menentukan biaya, waktu keberangkatan, batas kapasitas dan tempat pemberhentian di



tiap trayek yaitu penumpang wajib menuruti ketentuan yang berlaku tiap perusahaan moda transportasi, mempunyai jalur khusus tiap lokasi dengan mengutamakan laju kecepatan dan memiliki tempat berhenti untuk menaikkan dan menurunkan penumpang, penumpang wajib mengeluarkan biaya yang ditentukan untuk merasakan pelayanan dan fasilitas yang sudah disediakan.

Jenis angkutan dibedakan dengan kendaraan pribadi dengan kendaraan umum. Tujuan dasar dari penyediaan angkutan umum (Wells, 1975 dikutip Tamin 2008) mengatakan bahwa menyediakan pelayanan angkutan yang baik, handal, nyaman, aman, cepat dan murah untuk umum. Kriteria kepuasan penumpang dapat diukur dari keandalan yang terdiri dari memiliki jalur khusus dan cepat sampai, kenyamanan yang terdiri dari tempat duduk yang nyaman dan tersedia fasilitas seperti TV, AC, desain interior yang bagus dan bersih, kebersihan, keamanan yang terdiri dari terhindar dari kecelakaan, petugas keamanan 24 jam dan lokasi strategis dengan keramaian menghindari hal buruk. Kinerja dalam memberikan layanan yang baik dari aspek sarana dan prasarana dan mengevaluasi segala keburukan yang ada untuk mengejar target yang maksimum yaitu kepuasan pelanggan. Aspek-aspek tersebut selain dipengaruhi oleh waktu perjalanan, juga dipengaruhi oleh keandalan (*reliability*), kenyamanan (*comfort*), keamanan dan harga (Morlok, 1994).

Kereta cepat adalah salah satu teknologi transportasi yang paling canggih dan efisien di dunia. Kereta cepat mampu mencapai kecepatan lebih dari 300 km/jam dengan menggunakan tenaga listrik dan sistem rel khusus. Kereta cepat tidak hanya menghemat waktu dan biaya perjalanan, tetapi juga mengurangi emisi gas rumah kaca dan polusi udara. Kereta cepat juga menawarkan kenyamanan, keamanan, dan kemudahan bagi penumpangnya. Salah satu contoh kereta cepat yang terkenal adalah Shinkansen di Jepang, yang telah beroperasi sejak tahun 1964. Kereta cepat juga telah dikembangkan di negara-negara lain seperti Cina, Prancis, Jerman, Spanyol, dan Korea Selatan. Di Indonesia, proyek kereta cepat Jakarta-Bandung sedang dalam tahap pembangunan dan diharapkan dapat selesai pada tahun 2022. Proyek ini merupakan kerjasama antara pemerintah Indonesia dan Cina, dengan biaya sekitar Rp 60 triliun. Proyek ini bertujuan untuk meningkatkan konektivitas, mobilitas, dan pertumbuhan ekonomi di kedua kota tersebut. Kereta cepat Jakarta-Bandung akan mampu mengangkut sekitar 29 ribu penumpang per hari, dengan waktu tempuh hanya sekitar 40 menit. Dengan adanya kereta cepat, masyarakat Indonesia dapat merasakan sensasi perjalanan yang cepat, nyaman, dan modern.

Dengan adanya pembangunan proyek Kereta Cepat Indonesia Cina (KCIC) yang merupakan proyek pembangunan transportasi kereta masa depan yang akan menghubungkan dua kota megapolitan Jakarta dan Bandung yang dimana dengan dibangunnya sebuah transportasi masa depan ini digunakan untuk mempermudah masyarakat. Pembangunan Proyek Kereta Cepat Indonesia Cina (KCIC) memang memberikan dampak yang baik bagi suatu negara. Pada hakekatnya pembangunan itu dilaksanakan oleh pemerintah bersama rakyat dengan tujuan memberikan kemakmuran dan kesejahteraan pada masyarakat. Apalagi melihat desa/kelurahan yang dimana di wilayah itu masih banyak lahan kosong yang dijadikan sebagai bangunan infrastruktur yang membantu dalam memajukan daerah tersebut.

Transportasi kereta cepat adalah sebuah konsep transportasi yang menggunakan tabung vakum untuk mengurangi gesekan udara dan meningkatkan kecepatan kereta. Konsep ini pertama kali dicetuskan oleh Elon Musk pada tahun 2013 dan telah diuji coba di beberapa negara seperti Amerika Serikat, Cina, dan India. Kedua, transportasi kereta cepat *whoosh!* memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan transportasi kereta konvensional, seperti hemat energi, ramah lingkungan, aman, nyaman, dan efisien. Transportasi kereta cepat dapat mencapai kecepatan hingga 1200 km/jam dan mengurangi emisi karbon sebesar 90%. Transportasi kereta cepat juga dapat menghubungkan kota-kota besar di Indonesia dengan waktu tempuh yang singkat dan biaya yang terjangkau. Ketiga, transportasi kereta cepat memerlukan beberapa persyaratan teknis dan non-teknis untuk dapat direalisasikan di Indonesia, seperti ketersediaan lahan, infrastruktur, perizinan, regulasi, pembiayaan, dan dukungan masyarakat. Transportasi kereta cepat juga harus mempertimbangkan aspek sosial, ekonomi, politik, budaya, dan lingkungan di Indonesia agar dapat diterima dan bermanfaat bagi masyarakat luas.

Pembangunan kereta api di Indonesia sedang mengalami kemajuan yang sangat pesat dan sangat diperhatikan oleh pemerintah. Pasalnya dengan pertumbuhan penduduk yang semakin tahun mengalami tingkat pertumbuhan yang juga dibarengi dengan pertumbuhan ekonomi rakyat Indonesia, mengakibatkan sejumlah persoalan yang sangat kompleks dalam berbagai hal terutama dalam bidang transportasi. Seperti yang telah kita ketahui, berbagai masalah transportasi seperti kemacetan, mengakibatkan kerugian yang tidak sedikit, untuk itu pemerintah harus melakukan suatu langkah taktis dan strategis agar dapat mengatasi berbagai persoalan yang terjadi dalam bidang transportasi tersebut salah satunya yakni dengan mengembangkan transportasi massal

terutama di kota-kota besar di Indonesia, seperti Jakarta, Bandung, Surabaya, Palembang, Makassar, Medan, dll.

## 2. METODE

Tahapan metodologi penelitian dalam penelitian ini adalah mencari informasi lebih lanjut mengenai kereta cepat yang ada di Indonesia khususnya *whoosh*. Sumber referensi pada penelitian ini berdasarkan pengamatan langsung serta pencarian informasi di internet. Menurut pakar ahli transportasi, Munawar menyatakan bahwa transportasi ialah kegiatan pemindahan penumpang dan barang dari satu tempat ke tempat lain. Menurut Kamaluddin, transportasi adalah suatu proses kegiatan yang mengangkut atau membawa suatu dari tempat ke tempat lainnya. Menurut Simbolon, transportasi adalah suatu proses pemindahan manusia atau barang dari suatu tempat ke tempat lain dengan menggunakan suatu alat bantu kendaraan. Penelitian ini menggunakan metode kualitatif dengan pendekatan deskriptif (Cresswell dkk., 2019; Sugiyono, 2016). Keseluruhan data sekunder berasal dari jurnal ilmiah, buku, publikasi pemerintah, dan portal berita nasional Disamping itu juga menggunakan metode deduksi, yakni penggunaan teori sebagai landasan analisa untuk memperoleh sebuah kesimpulan dari permasalahan yang diteliti.

## 3. HASIL

Kereta Cepat Jakarta-Bandung akan menjadi pelengkap ekosistem transportasi kereta api melalui potensi pertumbuhan ekonomi baru di Indonesia khususnya di wilayah Jawa Barat dan DKI Jakarta juga daerah-daerah di sekitarnya dan juga akan berkontribusi terhadap peningkatan pembangunan, pertumbuhan, pengembangan perekonomian wilayah dan kawasan. Solusi mengatasi kemacetan, mengurangi emisi karbon, dan polusi menjadi hal yang perlu segera dilakukan, salah satu caranya dengan memindahkan penggunaan kendaraan pribadi untuk beralih (*shifting*) ke transportasi massal menggunakan energi listrik atau energi terbarukan nonfosil. Hal itu penting, mengingat terdapat banyak kerugian sangat besar yang dialami negara akibat kemacetan dan pemborosan penggunaan energi. Elektrifikasi akan mengurangi polusi udara secara signifikan, menghemat anggaran subsidi negara, serta mengurangi penggunaan bahan bakar fosil seperti Bahan Bakar Minyak (BBM) dan gas. Pengurangan penggunaan energi fosil perlu dilakukan karena sumber energi ini akan terus berkurang dan tidak mustahil akan habis dari muka bumi dalam beberapa tahun ke depan. Di sisi lain, suplai energi berbasis fosil juga terdampak oleh perang Rusia-Ukraina yang tidak hanya menghambat pasokan tetapi juga memicu lonjakan harga energi global. Ini juga memicu negara-negara produsen untuk membatasi impor dan mengutamakan pasokan untuk kebutuhan dalam negeri.

### Rencana Rute *Whoosh* Untuk Seluruh Kota di Indonesia

Untuk saat ini, rute kereta cepat *whoosh* hanya melayani rute Jakarta-Bandung dengan waktu tempuh 28 menit saja berdasarkan informasi dari portal berita yang penulis dapatkan disampaikan bahwa saat ini kereta cepat *whoosh* akan beroperasi dengan rute Jakarta-Surabaya. Nantinya kereta cepat *whoosh* rute Jakarta-Surabaya akan ditempuh dengan waktu 3.5 jam saja. Saat ini pihak pengembang sedang membuat rancangan dengan variable-variabel tertentu yang membuat kereta api nanti lebih efisien. Salah satu variabel tersebut adalah biaya dimana perhitungan biaya ini memperhatikan jalur atau jalan mana saja yang akan dilalui oleh kereta cepat tersebut. Tetapi menurut para pengamat menyatakan ada beberapa masalah yang harus diatasi terlebih dahulu oleh pemerintah untuk menghindari kesalahan yang sama seperti pengerjaan kereta cepat Jakarta-Bandung. Bisa kita amati bahwa saat ini akses jalan menuju kota Surabaya sudah tersedianya kereta reguler bahkan jalan tol menuju kota tersebut. Selain itu faktor ekonomi juga mempengaruhi dengan rencana penambahan rute *whoosh* di kota lain. Dikutip dari Bhima Yudhistira dari Center of Economic and Law Studies (Celios) mengaku ragu karena biaya yang dikeluarkan juga akan tinggi dan pengembalian investasi akan lebih lama.

### Perhitungan Balik Modal Proyek Kereta Cepat *Whoosh* dengan Metode *time value of money*

Asumsi:

- Penumpang 100% terisi
- Jam operasi = 05:00 – 22:00 WIB (36x perjalanan, +- 36 menit/trip)
- 1 Rangkaian = 601 penumpang
- Tarif 1x jalan = Rp. 300.000,00
- Asumsi 1 tahun bekerja = 365 hari
- Asumsi nilai investasi US\$ 8 miliar atau Rp 114,4 triliun (kurs Rp. 14.300,00)

Maka, Biaya = Harga Tiket x Jumlah Penumpang 1 Rangkaian x Jumlah Hari dalam setahun x Jumlah Perjalanan  
= 601 x Rp. 300.000,00 x 365 x 36  
= **Rp. 2,369 triliun / tahun**

Maka dari perhitungan tersebut, didapatkan untuk pendapatan penumpang setiap tahunnya Rp. 2,369 Triliun. Perlu **48,3 tahun** untuk mengembalikan nilai investasinya, tanpa ongkos operasi, dll.

### **Rencana Kereta Cepat Whoosh untuk menjangkau seluruh kota di Indonesia**

Saat ini kereta cepat Whoosh memiliki rute Jakarta - Bandung saja, dengan model, harga tiket, fasilitas dan juga perencanaan pembangunan kereta cepat Whoosh, penulis berpendapat bahwa kereta Whoosh saat ini sangat efektif digunakan untuk kalangan menengah. Selain itu rute baru untuk rencana pembangunan kereta cepat Whoosh cocok untuk pembangunan di ibukota provinsi. Dari sumber portal berita yang didapat bahwa kereta Whoosh saat ini direncanakan akan dibangun rute Jakarta - Surabaya dengan estimasi rencana waktu hanya 3,5 jam saja.

### **Kesan pesan masyarakat dengan kehadiran Whoosh di Indonesia**

Bagi sebagian masyarakat yang tidak memiliki banyak waktu dalam perjalanan, Whoosh salah satu armada transportasi yang tepat dibandingkan dengan kereta regular seperti Argo Parahyangan yang memiliki waktu perjalanan 2,5 jam. Serta Whoosh dengan jam kedatangan yang lebih cepat dibandingkan kereta regular. Tapi sebagian masyarakat berpendapat bahwa saat ini untuk harga Rp. 300.000,00 masih relatif mahal karena dibandingkan dengan kereta regular sekitar Rp. 100.000,00 – Rp. 150.000,00 untuk kelas eksekutif.

### **Apakah Kereta Cepat Whoosh dapat terintegrasi dengan transportasi umum lainnya**

Penulis berpendapat bahwa, diharapkan kereta cepat Whoosh akan terintegrasi dengan seluruh moda transportasi massal, agar lebih memudahkan masyarakat dalam perjalanan.

## **4. KESIMPULAN**

Kereta Cepat (*whoosh*), di Indonesia merupakan salah satu upaya pemerintah untuk meningkatkan mobilitas dan kesejahteraan masyarakat, sekaligus mengurangi emisi gas rumah kaca dan polusi udara. Kereta api berkecepatan tinggi yang menggunakan teknologi levitasi magnetik, yang dapat mencapai kecepatan hingga 600 km/jam. Kereta Cepat juga memiliki manfaat sosial, budaya, dan lingkungan, seperti menghemat waktu dan biaya perjalanan, meningkatkan konektivitas dan integrasi antarwilayah, serta mengurangi konsumsi bahan bakar fosil dan emisi karbon. Kereta Cepat (*whoosh*), merupakan proyek strategis nasional yang membutuhkan kerjasama antara pemerintah pusat, daerah, swasta, akademisi, dan masyarakat. Kereta Cepat juga memerlukan dukungan regulasi, kebijakan, dan anggaran yang memadai untuk merealisasikan visi transportasi perkotaan berkelanjutan di Indonesia.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- [1] Habrianto, T. H. (2021). “Latar Belakang Kerjasama Indonesia Dengan China Dalam Proyek Pembangunan Kereta Cepat Jakarta - Bandung (KCJB)” (Doctoral dissertation, UPN Veteran Yogyakarta)
- [2] Humas. 2022, “Kereta Cepat Jakarta Bandung, Upaya Meningkatkan Kinerja Transportasi Massal di Indonesia.” <https://setkab.go.id/kereta-cepat-jakarta-bandung-upaya-meningkatkan-kinerja-transportasi-massal-di-indonesia/>.
- [3] Siregar, Kiki. 2023, “Whoosh, yes!': Belajar dari kesalahan pembangunan kereta cepat Jakarta-Bandung demi suksesnya rute ke Surabaya” <https://www.channelnewsasia.com/indonesia/indonesia-kereta-cepat-jakarta-bandung-diperpanjang-ke-surabaya-3905701>.
- [4] Siburian, G., & WIDODO, W. (2016). *Analisis Pengaruh Transportasi Darat Terhadap Pertumbuhan Ekonomi Di Indonesia* (Doctoral dissertation, Fakultas Ekonomika dan Bisnis).
- [5] Giantara, O. T. (2018). *Analisis Ekonomi Dan Finansial Kereta Cepat Jakarta–Bandung*.
- [6] Kusumadewi, A., Listiana, V., Hatmoko, J. U. D., & Hermawan, F. (2017). Analisa manajemen risiko tahap konstruksi pada proyek kereta cepat Jakarta-Bandung. *Jurnal Karya Teknik Sipil*, 6(1), 157-164.
- [7] Marantika, D., Erwinsyah, M. B., Hatmoko, J. U. D., & Khasani, R. R. (2017). Analisis Risiko Investasi Proyek Kereta Cepat Jakarta-Bandung. *Jurnal Karya Teknik Sipil*, 6(1), 324-335.
- [8] Yamin, M., & Windymadaksa, S. (2017). Pembangunan kereta cepat Jakarta-Bandung sebagai mercusuar hubungan Indonesia-Tiongkok. *Jurnal Politik Profetik*, 5(2), 200-218.

# Evaluasi Kinerja Simpang Tidak Bersinyal Menggunakan Metode MKJI 1997 (Studi Kasus: Persimpangan Jalan 14 Februari – Jalan Tololiu Supit – Jalan Babe Palar, Kota Manado)

Risky Alfandy Manembu<sup>1</sup>, Samuel H. Butar-Butar<sup>1\*</sup>, dan Helmut Manabung<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Prisma, Manado

**Abstrak.** Persimpangan Jalan 14 Februari – Jalan Tololiu Supit – Jalan Babe Palar merupakan persimpangan tidak bersinyal yang memiliki jalur lalu lintas sibuk. Dikarenakan banyaknya aktifitas kendaraan pada persimpangan seperti ke area persekolahan, perkantoran, rumah Sakit, serta Hotel, yang menyebabkan banyak kendaraan yang melintas di persimpangan ini. Penelitian ini bertujuan untuk menghitung kinerja simpang serta menganalisa kapasitas simpang menggunakan Metode MKJI 1997. Dari hasil Penelitian kinerja simpang tak bersinyal Jalan 14 Februari – Jalan Tololiu Supit – Jalan Babe Palar memiliki tingkat buruk dimana nilai Derajat kejenuhannya (DS) = 1.12, kapasitas (C0) = 2695 smp/ jam, nilai tundaan simpang (D) 27.78 detik/ smp, dengan peluang antrian batas bawah 53% dan batas atasnya 103%. Untuk meningkatkan kinerja dilakukan rekayasa pada simpang dengan dua alternatif, alternatif pertama yaitu, larangan belok kanan pada jalan minor, dimana simpang masih memiliki tingkat pelayanan yang tidak baik, sehingga memerlukan alternatif ke dua, yaitu larangan belok kanan pada jalan minor dan jalan utama. Sehingga menghasilkan kinerja simpang yang lebih maksimal, dimana Derajat kejenuhannya turun menjadi (DS) = 0.84 kapasitas (C) = 4364 smp/ jam, arus lalu lintas (Q) = 3700 smp/ jam, tundaan (D) = 14.09 detik/ smp.

**Kata kunci:** Derajat Kejenuhan, Kinerja Simpang, Simpang Tidak Bersinyal, MKJI 1997

## 1. PENDAHULUAN

Transportasi secara umum dapat diartikan sebagai suatu usaha perpindahan, atau perpindahan orang atau barang dari suatu lokasi yang disebut lokasi asal, ke lokasi lain yang biasa disebut lokasi tujuan, untuk tujuan tertentu juga menggunakan alat-alat tertentu [5]. Dengan bertambahnya jumlah penduduk maka terjadilah pembangunan disetiap sektor, mulai dari bidang sosial, ekonomi, dan budaya yang ditandai dengan pelayanan publik yang konsumtif, produktif, pelayanan publik, pelayanan distribusi dan pemerintahan, menuntut peningkatan kebutuhan transportasi yang selaras dan selaras seimbang untuk menunjang aktivitas sehari-hari [6].

Kemacetan merupakan masalah yang sering ditemui pada jalan perkotaan maupun jalan luar kota yang diakibatkan karena meningkatnya jumlah penduduk, kepemilikan kendaraan dan terbatasnya sumber daya pembangunan jalan raya serta belum optimalnya pengoperasian lalu lintas yang ada. Ini menjadi persoalan utama disetiap kota-kota yang ada di Indonesia, termasuk kota Manado. Kota Manado yang merupakan ibu kota dari Provinsi Sulawesi Utara juga merasakan beberapa dampak akibat meningkatnya penggunaan transportasi, dimana dalam hal ini meningkatnya kepemilikan kendaraan pribadi atau sarana dari transportasi. Terdapat beberapa masalah yang akan terjadi jika suatu ruas jalan tidak bisa melayani arus kendaraan yang ada pada ruas jalan tersebut seperti kemacetan, kecelakaan, kebisingan, polusi, dll. Masalah-masalah tersebut kerap kali terjadi pada ruas jalan yang memiliki simpang [1].

\*Corresponding author: [samuel.hanson@prisma.ac.id](mailto:samuel.hanson@prisma.ac.id)

Padatnya jumlah penduduk di kota Manado, serta wisatawan memiliki dampak yang besar dalam permasalahan lalu lintas. Biasanya, masalah lalu lintas sering terjadi pada bagian persimpangan jalan, dimana pada persimpangan terdapat banyak terjadinya pergerakan lalu lintas, baik yang jalan lurus maupun saling berpotongan dengan kendaraan lain, yang mengakibatkan terjadinya gangguan lalu lintas. Di kota Manado ada beberapa persimpangan yang menarik untuk diteliti, salah satunya yaitu Persimpangan Jalan 14 Februari – Jalan Tololiu Supit – Jalan Babe Palar. Persimpangan ini merupakan jalur lalu lintas sibuk, dilihat dari aktifitas lalu lintas persimpangan dan dari letak lokasi. Jalan ini merupakan akses ke area persekolahan dan perkantoran. Di area persimpangan ini terdapat Rumah Sakit Advent Manado, Hotel Sahid Manado, yang menyebabkan banyak kendaraan yang melintas di persimpangan ini.

Adapun identifikasi permasalahan pada penelitian ini antara lain, area lokasi tinjauan merupakan kawasan dengan padat pergerakan orang seperti rumah sakit, sekolah, perkantoran dan merupakan Persimpangan tidak bersinyal dan tidak sebidang dengan kondisi aktual terjadi kemacetan lalu lintas pada waktu waktu tertentu. Sehingga rumusan masalah pada penelitian ini adalah, bagaimana kinerja simpang tak bersinyal di daerah persimpangan jalan 14 Februari – Jalan Tololiu Supit – Jalan Babe Palar, Kota Manado dan bagaimana perencanaan simpang tak bersinyal di persimpangan jalan tersebut. Dari rumusan masalah tersebut, disusun tujuan penelitian yaitu menghitung kinerja simpang tak bersinyal di persimpangan jalan 14 Februari – Jalan Tololiu Supit – Jalan Babe Palar, Kota Manado, dan menganalisa Kapasitas Simpang pada persimpangan jalan 14 Februari – Jalan Tololiu Supit – Jalan Babe Palar, Kota Manado.

Penelitian ini diharapkan dapat berkontribusi untuk melengkapi daftar kinerja berbagai simpang tidak bersinyal di kota Manado. Beberapa penelitian terkait di Kota Manado antara lain, simpang tidak bersinyal di Jalan S. Parman dan Panjaitan tahun 2015 [7], simpang tidak bersinyal di ruas Jalan Sam Ratulangi dan Jalan Korengkeng tahun 2023 [8], simpang tidak bersinyal di Simpang 3 Jalan A. A. Maramis tahun 2022 [9], Simpang tidak bersinyal di ruas Jalan Hasanudin dan Jalan Arie Lasut tahun 2022 [10], dan simpang tidak bersinyal depan SMA Negeri 7 Manado antara Jalan Tololiu Supit dan Jalan W. Z. Yohanes tahun 2023 [1]. Hasil penelitian diharapkan bisa menjadi masukan bagi berbagai pihak yang terkait, khususnya Dinas Perhubungan dan PUPR Kota Manado.

## **Persimpangan**

Persimpangan adalah simpul pada jaringan jalan dimana jalan-jalan bertemu dan lintasan kendaraan berpotongan lalu lintas pada masing-masing kaki persimpangan menggunakan ruang jalan pada persimpangan secara bersama-sama dengan lalu lintas lainnya [2]. Pada sistem transportasi dikenal tiga macam pertemuan jalan, yaitu pertemuan sebidang (*at grade intersection*), pertemuan tidak sebidang (*interchange*) dan persilangan jalan (*grade sparation without ramps*). Persimpangan adalah lokasi pada suatu sistem lalu lintas yang terjadi persilangan atau perpotongan dua atau lebih jalan/jalur. Didaerah perkotaan simpang yang sering dijumpai adalah persimpangan yang tak bersinyal, yang memiliki tingkat arus lalu-lintas dan rasio belokan di jalan minor yang relatif kecil, namun apabila arus lalu-lintas dari jalan minor cukup besar maka perlu diterapkan simpang bersinyal karena tingkat kecelakaan pada simpang tersebut meningkat [4]. Menurut Alamsyah [3] jenis-jenis persimpangan dibedakan antara lain berdasarkan pada hal berikut ini: Persimpangan sebidang, Persimpangan sebidang adalah persimpangan dimana berbagai jalan atau ujung jalan yang masuk ke persimpangan mengarahkan lalu-lintas masuk ke jalur yang berlawanan dengan lalu-lintas lainnya, seperti persimpangan pada jalan-jalan di kota. Persimpangan ini memiliki ketinggian atau elevasi yang sama. Persimpangan tak sebidang, Persimpangan tak sebidang adalah persimpangan dimana jalan raya yang menuju ke persimpangan memiliki elevasi yang berbeda.

## **Pengaturan Simpang Bersinyal**

Menurut MKJI 1997, pada umumnya sinyal lalu lintas dipergunakan untuk satu atau lebih dari alasan berikut: Untuk menghindari kemacetan simpang akibat adanya konflik lalu lintas, sehingga terjamin bahwa suatu kapasitas tertentu dapat dipertahankan, bahkan selama kondisi lalu lintas jam puncak. Untuk memberi kesempatan kepada kendaraan dan/atau pejalan kaki dari jalan simpang (kecil) untuk memotong jalan utama. Untuk mengurangi jumlah kecelakaan lalu lintas akibat tabrakan antara kendaraan-kendaraan dari arah yang bertentangan. Untuk sebagian besar fasilitas jalan, kapasitas dan perilaku lalu lintas terutama adalah fungsi dari keadaan geometrik dan tundaan lalu lintas. Dengan menggunakan sinyal, kapasitas dapat didistribusikan ke berbagai pendekat melalui pengalokasian waktu hijau pada masing-masing pendekat. Menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI 1997), ukuran-ukuran yang digunakan untuk memperhitungkan kinerja



simpang tak bersinyal berhubungan dengan geometri, lingkungan dan Lalu-lintas terdiri dari: Kapasitas, Derajat kejenuhan, Tundaan, dan Peluang antrian

### Perencanaan simpang tak bersinyal menurut MKJI 1997

Kondisi Geometrik

Jalan utama adalah jalan yang terpenting diantara semua ruas jalan pada simpang, misalnya jalan yang memiliki klasifikasi fungsional tertinggi. Dalam metode MKJI 1997 untuk 3 lengan, jalan yang menerus merupakan jalan utama. Kondisi geometrik digambarkan dalam bentuk sketsa yang memberikan informasi lebar jalan, batas sisi jalan, lebar bahu, lebar median dan petunjuk arah. Pemberian notasi sedapat mungkin disesuaikan searah jarum jam.

Tabel 1 Tipe-Tipe persimpangan

Kode IT	Jumlah Lengan Simpang	Jumlah Lajur Jalan Minor	Jumlah Lajur Jalan Utama
322	3	2	2
324	3	2	4
342	3	4	2
422	4	2	2
424	4	2	4

Kelas tipe lingkungan jalan menggambarkan tata guna lahan dan aksesibilitas dari seluruh aktifitas jalan. Nilai-nilai ini diterapkan secara kualitatif dalam pertimbangan teknik lalu lintas. Dapat ditetapkan berdasarkan tabel berikut:

Tabel 2 Lingkungan Jalan

Tipe Lingkungan	Tata Guna Tanah Dan Aksesibilitas Jalan
Komersial	Tata guna lahan komersial (misalnya pertokoan, rumah makan, perkantoran) dengan jalan masuk langsung bagi pejalan kaki dan kendaraan
Pemukiman	Tata guna lahan tempat tinggal dengan jalan masuk langsung bagi pejalan kaki dan kendaraan
Akses terbaru	Tanpa jalan masuk atau jalan masuk langsung terbatas (misalnya karena ada penghalang fisik, jalan samping)

Dalam Manual Kapasitas Jalan Indonesia (1997), tipe kendaraan dibedakan menjadi 4, yaitu:

- kendaraan ringan (*Light Vehicle, LV*): kendaraan bermotor dua as beroda 4 dengan jarak as 2.0-3.0 m (termasuk mobil penumpang, opelet, mikrobis, pick-up dan truk kecil sesuai sistem klasifikasi Bina Marga),
- kendaraan berat (*Heavy Vehicle, HV*): kendaraan bermotor dengan jarak as lebih dari 3,50m, biasanya beroda lebih dari 4 (termasuk bis, truk 2 as, truk 3 as dan truk kombinasi sesuai sistem klasifikasi Bina Marga),
- sepeda motor (*Motor Cycles, MC*): kendaraan bermotor beroda dua dan tiga (termasuk sepeda motor dan kendaraan beroda 3 sesuai sistem Bina Marga), dan
- kendaraan tidak bermotor (*Unmotorized, UM*): kendaraan beroda yang menggunakan tenaga manusia atau hewan (termasuk sepeda, becak, kereta kuda dan kereta dorong sesuai sistem klasifikasi Bina Marga)

Jenis kendaraan di atas harus dikonversikan ke dalam satuan mobil penumpang, dengan cara mengalihkannya dengan faktor (emp) yang nilainya dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 3 Nilai Ekuivalensi Kendaraan Simpang Tak Bersinyal

No	Jenis Kendaraan	Emp
1	Kendaraan ringan (LV)	1.0
2	Kendaraan berat (HV)	1.3
3	Sepeda motor (MC)	0.5

### Kapasitas (C)

Kapasitas didefinisikan sebagai arus lalu lintas maksimum yang dapat dipertahankan (tetap) pada suatu bagian jalan dalam kondisi tertentu. Menurut MKJI 1997, kapasitas dari sebuah simpang adalah perkalian antara Kapasitas Dasar (C0) untuk kondisi ideal dan faktor koreksi (F) dengan memperhitungkan pengaruh kondisi sesungguhnya terhadap Kapasitas. Persamaan dasar untuk kapasitas adalah sebagai berikut:

$$C = C_0 \times FW \times FM \times Fes \times FRSU \times FLT \times FRT \times FMI \dots\dots\dots 1$$

Keterangan:

- CO : kapasitas dasar (smp/jam)
- FW : faktor penyesuaian lebar pendekat
- FM : faktor penyesuaian median jalan utama
- FCS : faktor penyesuaian ukuran kota
- FRSU : faktor penyesuaian kendaraan tak bermotor, hambatan samping, lingkungan jalan
- FLT : faktor penyesuaian belok kiri
- FRT : faktor penyesuaian belok kanan
- FMI : faktor penyesuaian rasio arus jalan minor simpang

**Perhitungan Kapasitas Dasar (C0)**

Nilai kapasitas dasar ditentukan berdasarkan tipe persimpangan, dapat dilihat dari tabel berikut:

Tabel 4 Kapasitas dasar (C0)

Tipe Persimpangan	Kapasitas Dasar
322	2700
342	2900
324 atau 344	3200
422	2900
424 atau 444	3400

**Perilaku Lalu Lintas**

**Derajat Kejenuhan (DS)**

Menurut MKJI 1997, derajat Kejenuhan dapat diperoleh melalui perbandingan antara arus total simpang (Qsmp) dengan kapasitas simpang sesungguhnya (C). Rumus derajat kejenuhan sebagai berikut:

$$DS = Q \text{ smp} / C \dots\dots\dots 2$$

Keterangan:

- C : Kapasitas (smp/jam)
- Q smp : arus total sesungguhnya (smp/jam)

Tabel 5 Tingkat Pelayanan Derajat Kejenuhan

Tingkat Pelayanan	Derajat Kejenuhan	Keterangan
A	0.00-0.20	Arus bebas, kecepatan bebas
B	0.20-0.44	Arus stabil, kecepatan mulai terbatas
C	0.45-0.74	Arus stabil, tetapi kecepatan dan gerak kendaraan dikendalikan
D	0.75-0.84	Arus tidak stabil, kecepatan menurun
E	0.85-1.00	Arus stabil, kendaraan tersendat
F	> 1.00	Arus terhambat, kecepatan rendah

**Tundaan**

Tundaan merupakan waktu tempuh tambahan yang diperlukan untuk melewati suatu simpang dibandingkan terhadap situasi tanpa simpang. Tundaan simpang (D) dapat ditentukan dari hubungan empiris antara tundaan dan derajat kejenuhan.

Tabel 6 Tundaan Berhenti pada Berbagai Tingkat Pelayanan

Tingkat Pelayanan	Tundaan	Keterangan
A	<5	Baik Sekali
B	5.1 - 15	Baik
C	15.1 - 25	Sedang
D	25.1 - 40	Kurang Baik
E	40.1 - 60	Buruk
F	>60	Buruk Sekali

Rumus dari tundaan simpang (D) sebagai berikut:

$$D = DG + DTI \dots\dots\dots 3$$

Keterangan:

DG : tundaan geometric simpang (det/smp)

DTI : tundaan lalu lintas simpang (det/smp)

**Tundaan geometrik simpang (DG)**

Tundaan geometri simpang adalah tundaan geometrik rata-rata seluruh kendaraan bermotor yang masuk simpang.

$$\text{Untuk } DS < 1.0 \text{ DG} = (1 - DS) \times (PT \times 6 + (1 - PT) \times 3) + DS \times 4 \dots\dots\dots 4$$

$$\text{Untuk } DS \geq 1.0 \text{ DG} = 4$$

Keterangan:

DG : tundaan geometrik simpang (detik/smp)

DS : derajat kejenuhan

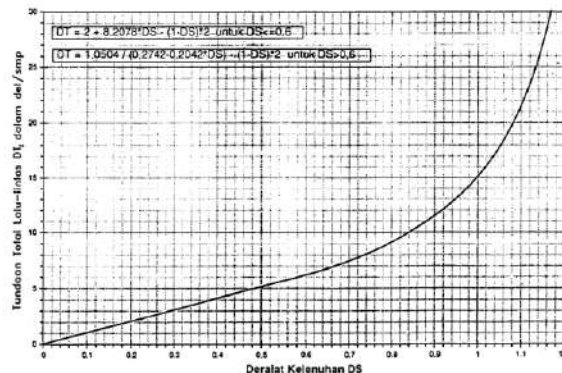
PT : rasio belok total

**Tundaan lalu lintas simpang (DTI)**

Tundaan lalu lintas simpang adalah tundaan lalu lintas rata-rata untuk semua kendaraan bermotor yang masuk simpang. Dan menggunakan persamaan berikut ini untuk mendapatkan nilai tundaan lalu lintas simpang:

$$\text{Untuk } DS \leq 0,6 \text{ DTI} = 2 + 8.2078 \times DS - (1 - DS) \times 2 \dots\dots\dots 5$$

$$\text{Untuk } DS > 0,6 \text{ DTI} = 1.0504 / (0.2742 - 0.2042 \times DS) - (1 - DS) \times 2 \dots\dots\dots 6$$



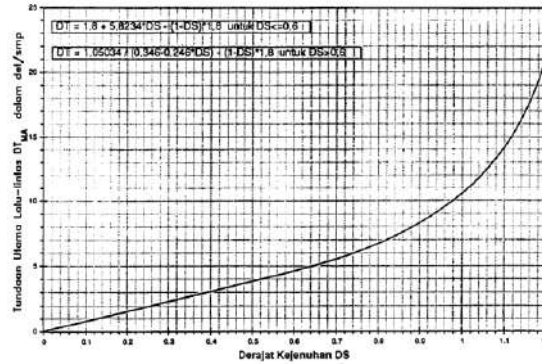
Gambar 1 Grafik Tundaan lalu lintas

**Tundaan lalu lintas jalan Utama (DTMA)**

Tundaan lalu lintas jalan utama merupakan tundaan lalu lintas rata rata semua kendaraan bermotor yang masuk persimpangan dari jalan utama. Ditentukan menggunakan persamaan berikut.

$$\text{Untuk } DS \leq 0,6 \text{ DTMA} = 1.8 + 5.8234 \times DS - (1 - DS) \dots\dots\dots 7$$

$$\text{Untuk } DS > 0,6 \text{ DTMA} = 1.0534 / (0.346 - 0.246 \times DS) - (1 - DS) \times 1.8 \dots\dots\dots 8$$



Gambar 2 Grafik Tundaan lalu lintas jalan utama (DTMA)

**Tundaan lalu lintas jalan minor (DTMI)**

Tundaan lalu lintas jalan minor rata-rata ditentukan berdasarkan tundaan simpang rata-rata dan tundaan jalan utama rata-rata. Dihitung menggunakan rumus berikut.

$$DTMI = (QTOT \times DTI - QMA \times DTMA) / QMI \dots\dots\dots 9$$

Keterangan:

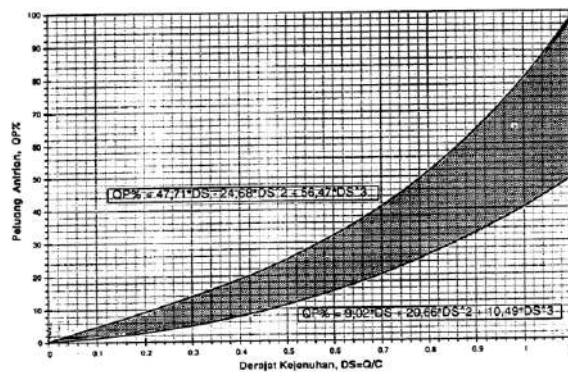
- QTOT : jumlah arus total pada simpang (smp/ jam)
- DTI : tundaan lalu lintas simpang
- QMA : arus jalan utama
- DTMA : tundaan lalu lintas jalan utama
- QMI : arus jalan minor

**Peluang Antrian**

Hubungan empiris antara peluang antrian (QP%) dan derajat kejenuhan (DS) menentukan rentang nilai peluang antrian.

$$\text{Untuk batas bawah } QP\% = 9.02 \times DS + 20.66 \times DS^2 + 10.49 \times DS^3 \dots\dots\dots 10$$

$$\text{Untuk batas atas } QP\% = 47.71 \times DS - 24.68 \times DS^2 + 56.47 \times DS^3 \dots\dots\dots 11$$



Gambar 3 Grafik tundaan peluang antrian (QP)

**2. METODE**

Jenis penelitian yang digunakan untuk penelitian ini yaitu suatu metode penelitian yang berkaitan dengan observasi atau kejadian fenomena yang ada saat ini atau saat yang lampau, yaitu jenis penelitian empiris. Dimana jenis penelitian empiris ini memiliki tiga macam bentuk, yaitu Studi Kasus di mana kita melakukan analisa terlebih dahulu pada Simpang yang akan diteliti, seperti lokasi, dan keadaan pada sekitar Simpang, untuk menentukan Jam sibuk dan titik lokasi survey, kemudian setelah itu masuk pada Studi Lapangan dimana kita melakukan perhitungan jumlah kendaraan menggunakan studi waktu dan gerak, dengan menggunakan alat perekam visual seperti, kamera, dan handphone untuk mendapatkan data lalu lintas. Kemudian setelah itu kita masuk pada Studi Laboratorim dimana kita menganalisa dan mengola data

dari hasil survey lapangan, menggunakan metode MKJI 1997 sehingga kita menghasilkan sebuah alternatif solusi.

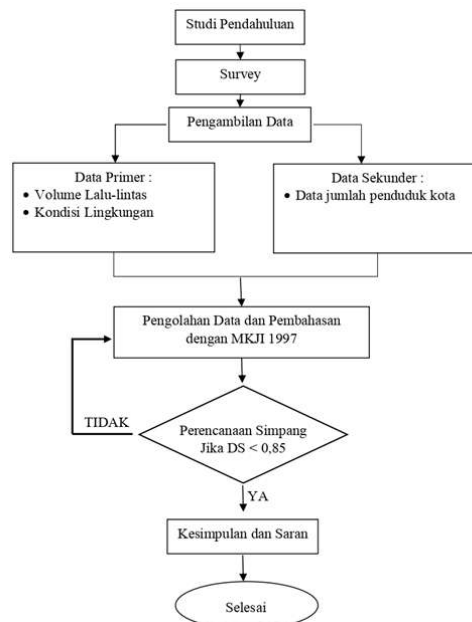
Data penelitian meliputi Data Primer (data dari hasil pengamatan langsung di lapangan) seperti: data kondisi geometri, lebar jalan, batas sisi jalan, volume lalu-lintas kendaraan berat (*Heavy Vehicle*): truck, dan bus besar, kendaraan ringan (*Light Vehicle*): mobil box roda empat, truk kecil roda empat, bus roda empat, mobil pribadi, kendaraan bermotor (*Motor cycle*): sepeda motor, motor sampah; data kondisi lingkungan seperti tipe lingkungan jalan, kelas hambatan samping, dan kelas ukuran kota. Selanjutnya data sekunder (data yang diperoleh dari instansi yang berkaitan dengan perencanaan simpang) seperti data kependudukan dan data statistik lainnya yang bisa di dapat dari Badan Pusat Statistik (BPS) Manado. Simpang tiga tak bersinyal dengan kondisi sering terjadi gangguan lalu lintas seperti arus lalu lintas yang tidak teratur. Lokasi (Persimpangan Jalan 14 Februari – Jalan Tololiu Supit – Jalan Babe Palar, Kota Manado). Denah lokasi penelitian dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 4 Foto Lokasi penelitian

Waktu penelitian Data volume lalu lintas diambil selama 3 hari dikarenakan peneliti menganggap bahwa hari yang dipilih merupakan perwakilan dari jam sibuk pada simpang sehingga bisa mewakili atau mencukupi data untuk melakukan Penelitian. Penelitian dilakukan selama 3 hari dengan 3 periode, dengan 1 periode selama 3 jam, dan dibagi menjadi beberapa interval waktu setiap 15 (lima belas) menit untuk mengetahui jam puncak simpang pada saat melakukan pengamatan. Dan untuk periode pertama yaitu pada pukul 6.00-9.00 dan periode ke-dua pukul 11.00-14.00, dan periode ke-tiga pukul 15.00-18.00. Peralatan yang digunakan dalam penelitian antara lain, Stopwatch (aplikasi handphone), Handphone, Kamera, Meter roll, dan Tripod.

Setelah mendapatkan hasil data primer dan sekunder, maka data tersebut digunakan sebagai data masukan untuk perhitungan kapasitas, derajat kejenuhan, dan tundaan yang berpedoman pada MKJI 1997 dengan menggunakan formulir-formulir pada pedoman tersebut. Metode yang akan digunakan untuk melakukan penelitian ini merujuk pada Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997 diterbitkan Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Jenderal Bina Marga. Manual Kapasitas Jalan Indonesia adalah panduan yang digunakan untuk menghitung kapasitas dan perilaku lalu lintas disegmen-segmen jalan di Indonesia. Studi kasus berlokasi persimpangan Jl. 14 februari – Jl. tololiu supit – Jl babe palar, kota manado. Dan dalam penelitian ini dilakukan tahapan seperti gambar berikut ini.

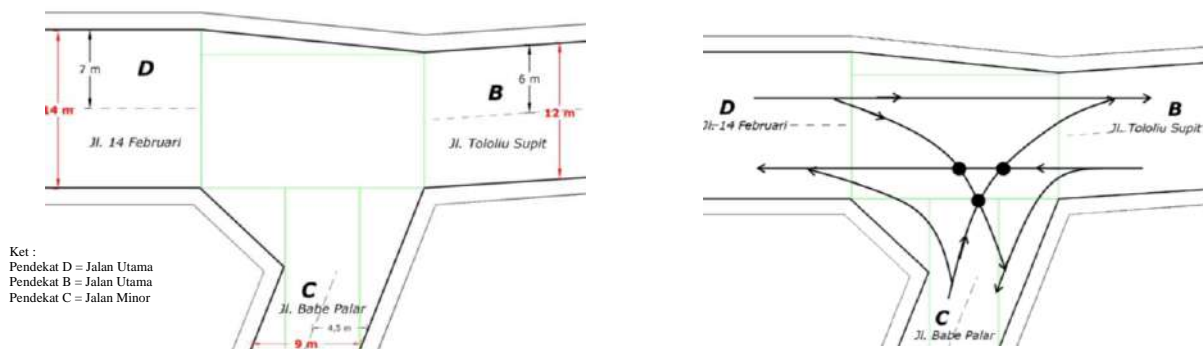


Gambar 5 Bagan Alir Penelitian

### 3. HASIL

#### Parameter Kondisi Geometrik

Dari pengamatan yang dilakukan, lebar jalur lalu lintas jalan Jl. 14 Februari adalah 14 m, dan lebar jalur lalu lintas Jalan Jl. Tololiu Supit adalah 12 m, dan lebar jalur lalu lintas Jalan Jl. Babe Palar adalah 9 m. Ruas Jalan Jl. 14 Februari dan Jl. Tololiu Supit terdiri dari 4 lajur, sedangkan pada jalan Jl. Babe Palar terdiri dari 2 lajur. Pada Jl.14 Februari, Jl. Tololiu Supit, Jl. Babe Palar hanya terdapat garis pemisah jalan sebagai pemisah lajur. Persimpangan ini tidak memiliki rambu lalu lintas yang mengatur lalu lintas seperti zebra-cross, tanda stop, serta dilarang parkir.



Gambar 6 Gambar pola rekayasa lalu lintas kondisi eksisting

Tabel 7 Data Lengan Simpang

Pendekat	Lebar Jalan (m)	Marka jalan	Median	Bahu Jalan (m)
Barat (14 februari) D	14	ada	Tidak ada	1,5
Timur (Jl. Tololiu Supit) B	12	ada	Tidak ada	1,5
Selatan (Jl. Babe Palar) C	9	ada	Tidak ada	1,5

#### Parameter Kondisi Lingkungan

Faktor faktor yang menentukan kondisi lingkungan jalan adalah tipe lingkungan jalan, ukuran kota dan hambatan samping, bisa dilihat di MKJI 1997. Tipe lingkungan daerah yang di teliti termasuk daerah komersial. Artinya, tata guna lahan misalnya pertokoan, perkantoran, dan rumah makan dengan jalan masuk bagi pejalan kaki dan kendaraan. Jumlah penduduk Kota Manado menurut Badan Pusat Statistik Kota Manado (2022) sebanyak 453179 jiwa.



Volume lalu lintas

Survei dilakukan selama 3 hari, pada tanggal 12, 15, 17 Agustus 2022, hasil survei dapat dilihat pada tabel berikut. Dari data tersebut ditemukan kondisi lalu lintas waktu sibuk (*peak hour*). Dari hasil survei yang dilakukan, ditemukan volume kendaraan (smp/ jam) yang tertinggi ada pada hari Senin, 15 Agustus 2022 pada pukul 06.30-07.30 WITA, sebesar 3030 smp/ jam. Data volume lalu lintas ini akan menjadi acuan yang dipakai dalam analisis simpang. Data Volume didapat dari penjumlahan kendaraan per 15 menit dari pukul (6.30-6.45), (6.45-7.00), (7.00-7.15), (7.15-7.30) sehingga menjadi jumlah kendaraan per 1 jam. Dari seluruh waktu yang dijumlahkan pukul 6.30-7.30 adalah jumlah kendaraan paling banyak atau *peak hour* dari penelitian ini.

Contoh perhitungan:

Jumlah kendaraan per 1 jam pada jalan utama Pendekat B Jl.Tololiu Supit + Jumlah kendaraan per 1 jam pada jalan utama Pendekat D Jl.14 Februari + Jumlah kendaraan per 1 jam pada jalan minor Pendekat C Jl. Babe Palar = 1404.60 + 984.50 + 640.90 = 3030 smp

Tabel 8 Hasil Survey Data Volume Lalu lintas

Waktu	Jumat	Senin	Rabu	Waktu	Jumat	Senin	Rabu	Waktu	Jumat	Senin	Rabu
	12-08	15-08	17-08		12-08	15-08	17-08		12-08	15-08	17-08
06.00-07.00	2824.7	2412.5	2278.4	11.00-12.00	2204.8	2144.9	1626.6	15.00-16.00	1817.7	2305.6	1525.7
06.15-07.15	2925	2851.5	2266	11.15-12.15	2190.9	2102.4	1647.9	15.15-16.15	1800.3	2301.1	1589.7
06.30-07.30	2743	3030.0	2122.7	11.30-12.30	2212.3	2104.1	1652.5	15.30-16.30	1850.2	2207.4	1659.5
06.45-7.45	2507.6	2968.0	1797.2	11.45-12.45	2173.1	2193.7	1623.1	15.45-16.45	1866.8	2040.6	1644.5
07.00-08.00	2214.3	2693.9	1620	12.00-13.00	1979.5	2283.8	1644.6	16.00-17.00	2124.9	1846.5	1665.2
07.15-08.15	2032.2	2533.0	1636	12.15-13.15	1980.8	2332.3	1648.4	16.15-17.15	2037.9	1706.3	1671.4
07.30-08.30	1846.7	2305.3	1653.9	12.30-13.30	1941	2295.1	1651.7	16.30-17.30	2055.5	1824.5	1686.4

Waktu	Jumat	Senin	Rabu	Waktu	Jumat	Senin	Rabu	Waktu	Jumat	Senin	Rabu
	12-08	15-08	17-08		12-08	15-08	17-08		12-08	15-08	17-08
07.45-08.45	1688.1	2110.1	1844.4	12.45-13.45	1915.6	2265.4	1678.2	16.45-17.45	1774.5	2001.7	1737.9
08.00-09.00	1703.8	1999.2	1824.8	13.00-14.00	2191.6	2226.3	1597.3	17.00-18.00	1530.9	2227.0	1675.7

Setelah arus lalu lintas pada jam puncak diketahui maka dilakukan perhitungan rasio belok dan rasio jalan minor. Hasil perhitungan sebagai berikut.

Rasio berbelok

$$PLT = QLT / QMV = 691.9 / 3030 = 0.23$$

$$PRT = QRT / QMV = 700.1 / 3030 = 0.24$$

$$PT = PLT + PRT = 0.228 + 0.236 = 0.47$$

Rasio jalan minor

$$PMI = QMI / QMV = 640,9 / 3030 = 0,21$$

Setelah menentukan kondisi geometrik dan kondisi arus lalu lintas, selanjutnya adalah analisa simpang yang dimulai dengan penggunaan formulir USIG, hasil perhitungan kapasitas dimasukkan dalam formulir USIG-II sesuai dengan kondisi.

Menentukan lebar pendekat dan tipe simpang

Lebar pendekat jalan minor

$$WC = c / 2 = 9 / 2 = 4.5 \text{ m}$$

Lebar pendekat jalan utama

$$WB = 6 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} WD &= D/2 = 14/2 = 7 \text{ m} \\ WBD &= (WB + WD)/2 = (6 + 7)/2 = 6.5 \text{ m} \end{aligned}$$

Lebar pendekat rata-rata untuk jalan utama dan minor

$$W1 = (WC + WBD)/2 = (4.5 + 6.5)/2 = 5.5 \text{ m}$$

Tipe simpang

Tipe simpang dimasukkan dalam formulir USIG-II, tipe simpang yang diteliti adalah 324. Tipe simpang merupakan tipe 324, dimana simpang memiliki 3 lengan dengan 2 lajur pada jalan minor dan 4 lajur pada jalan utama.

### Parameter Kapasitas

Kapasitas Dasar (C)

Tipe simpang yang diteliti adalah tipe simpang 324. Maka dalam MKJI 1997, kapasitas dasar ( $C_0$ ) tipe simpang 324 adalah 3200 smp/ jam.

Faktor penyesuaian lebar pendekat (FW)

Dapat dihitung menggunakan rumus  $FW = 0.62 + 0.0646 W1$ , sesuai dengan Tipe simpang 324, pada gambar grafik faktor penyesuaian lebar pendekat (FW). Lebar pendekat ( $W1$ )

$$W1 = (WC + WBD)/2 = (4.5+6.5)/2 = 5.5 \text{ m}$$

$$FW = 0.62 + 0.0646 W1 = 0.98$$

Faktor penyesuaian Median jalan utama (FM)

Berdasarkan MKJI 1997 pada tabel faktor koreksi median jalan utama (FM), simpang yang tidak memiliki median nilai median jalan utama adalah  $FM = 1.00$ .

Faktor penyesuaian ukuran kota (FCS)

Jumlah penduduk pada daerah simpang yang diteliti memiliki 453179 jiwa diambil dari BPS kota Manado (2022), sehingga berdasarkan MKJI 1997 pada tabel faktor penyesuaian ukuran kota (FCS), jumlah penduduk sebesar 100 ribu – 500 ribu jiwa termasuk pada ukuran kota kecil, dimana ( $FCS$ ) = 0.88

Hambatan samping dan kendaraan tak bermotor (FRSU)

Berdasarkan tabel faktor penyesuaian tipe lingkungan jalan, hambatan samping, dan kendaraan tak bermotor. Nilai hambatan samping didapat  $FRSU = 0.95$

Belok kiri (FLT)

$$FLT = 0.84 + 1.61 PLT = 0.84 + 1.61 \times 0.228 = 1.208$$

Belok Kanan (FRT)

$$FRT = 1.09 - 0.922 PRT = 1.09 - 0.922 \times 0.236 = 0.872$$

Rasio arus jalan minor/ total (FMI)

Berdasarkan MKJI 1997 gambar grafik rasio arus jalan minor dan tabel faktor penyesuaian arus jalan minor (FMI). Dengan variable PMI pada simpang adalah 0.21, dan tipe simpang adalah 324, maka rumusnya menjadi seperti berikut:

$$\begin{aligned} FMI &= 16.6 PMI_4 - 33.3 PMI_3 + 25.3 PMI_2 - 8.6 PMI + 1.95 \\ &= (16.6 \times 0.2124) - (33.3 \times 0.2123) + (25.3 \times 0.2122) - (8.6 \times 0.212) + 1.95 = 0.981 \end{aligned}$$

Kapasitas (C)

Nilai kapasitas simpang tak bersinyal di dapat dari perkalian antara kapasitas dasar ( $C_0$ ) dan faktor faktor koreksi (F).

$$\begin{aligned} C &= C_0 \times FW \times FM \times FCS \times FRSU \times FLT \times FRT \times FMI \\ &= 3200 \times 0.98 \times 1 \times 0.88 \times 0.95 \times 1.208 \times 0.872 \times 0.981 \\ &= 2695 \text{ smp/ jam} \end{aligned}$$

### Perilaku Lalu Lintas

Arus lalu lintas ( $Q$ )

Diperoleh dari USIG-I arus lalu lintas total QTOT = 3030 smp/ jam

Tundaan geometri simpang ( $DG$ )

Untuk  $DS > 1,00$ , nilai  $DG$  adalah 4, maka  $DG = 4$

Derajat kejenuhan ( $DS$ ) =  $3030 / 2695 = 1.12$  smp/ jam

Tundaan simpang ( $D$ )

$D = DG + DT1 = 27.78$

Tundaan lalu lintas simpang ( $DT1$ )

Untuk  $DS > 0.6$

$DT1 = 23.78$

Peluang antrian ( $QP\%$ )

Untuk batas bawah

$QP\% = 9,02 \times DS + 20,66 \times DS^2 + 10,49 \times DS^3 = 51\%$

Tundaan lalu lintas jalan utama ( $DTMA$ )

Untuk  $DS > 0.6$

$DTMA = 15.35$

Untuk batas atas

$QP\% = 47,71 \times DS - 24,68 \times DS^2 + 56,47 \times DS^3 = 103\%$

Tundaan lalu lintas jalan minor ( $DTMI$ )

$DTMI = 55.22$

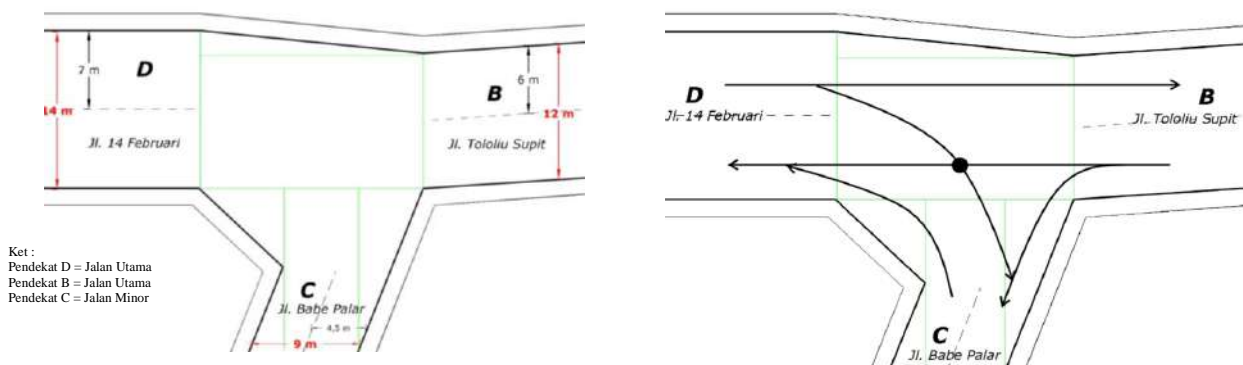
Resume hasil analisis untuk kondisi eksisting.

Tabel 12 Resume Analisis Data Kondisi Eksisting

Kapasitas Dasar ( $C_0$ )	Kapasitas ( $C$ )	Arus lalu lintas ( $Q$ )	Derajat Kejenuhan ( $D_s$ )	Tundaan ( $D$ )	Peluang Antrian ( $QP$ )
Smp/jam	Smp/jam	Smp/jam		Detik/smp	%
3200	2695	3030	1.12	27.78	51% - 103%

Dari Hasil analisis kondisi awal nilai kapasitas ( $C$ ) = 2695 smp/jam, arus lalu lintas ( $Q$ ) = 3030 smp/jam, tundaan ( $D$ ) = 27.78 detik/smp, dan Derajat kejenuhan ( $DS$ ) = 1.12. Nilai tersebut mengisyaratkan simpang tersebut tidak efektif, maka perlu dilakukan rekayasa pada simpang.

### Alternatif 1: Larangan Belok Kanan pada Jalan Minor



Gambar 9 Gambar Pola Rekayasa Lalu Lintas Alternatif 1

Pada alternatif ini kondisi geometrik tidak dilakukan perubahan atau sesuai dengan kondisi eksisting. Berikut adalah resume hasil untuk Alternatif 1.

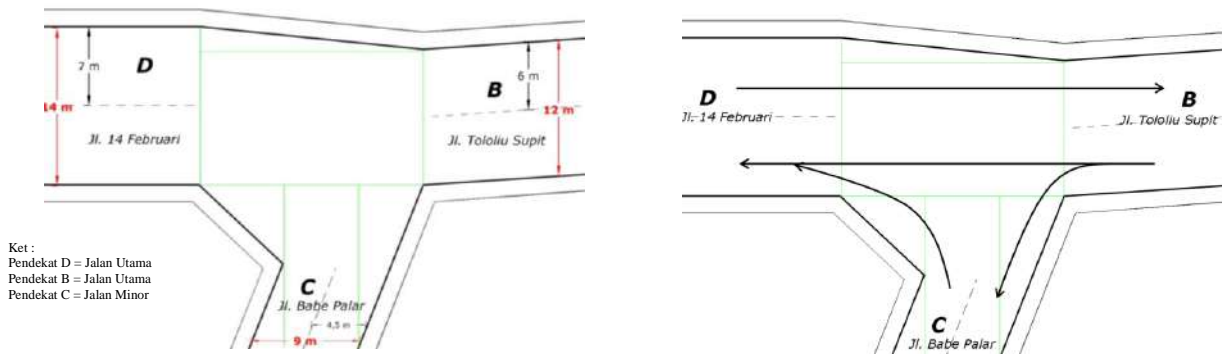
Tabel 13 Resume Analisis Data Alternatif 1

Kapasitas Dasar ( $C_0$ )	Kapasitas ( $C$ )	Arus lalu lintas ( $Q$ )	Derajat Kejenuhan ( $D_s$ )	Tundaan ( $D$ )	Peluang Antrian ( $QP$ )
Smp/jam	Smp/jam	Smp/jam		Detik/smp	%
3200	3650	3423	0.94	16.59	35 - 70

Berdasarkan perhitungan untuk alternatif 1 ini, didapatkan nilai kapasitas simpang = 3650 smp/jam, arus lalu lintas = 3423, derajat kejenuhan = 0.94, tundaan = 16.59 detik/ jam. Dengan menggunakan alternatif ini,

Derajat kejenuhan bisa ditekan menjadi  $< 1.0$ . Namun simpang masih memiliki pelayanan yang tidak baik, sehingga memerlukan alternatif lainnya.

### Alternatif 2: Larangan Belok Kanan Pada Jalan Minor dan Utama



Gambar 10 Gambar Pola Rekayasa Lalu Lintas Alternatif 2

Pada alternatif ini kondisi geometrik tidak dilakukan perubahan atau sesuai dengan kondisi eksisting. Berikut adalah resume hasil untuk Alternatif 2.

Tabel 14 Resume Analisis Data Alternatif 2

Kapasitas Dasar (Co)	Kapasitas (C)	Arus lalu lintas (Q)	Derajat Kejenuhan (Ds)	Tundaan (D)	Peluang Antrian (QP)
Smp/jam	Smp/jam	Smp/jam		Detik/smp	%
3200	4364	3700	0.848	14.09	29 – 57

Berdasarkan perhitungan untuk Alternatif 2 ini, didapatkan nilai kapasitas simpang = 4364 smp/ jam, arus lalu lintas = 3700 smp/ jam, derajat kejenuhan = 0.848 tundaan = 14.09 detik/ jam. Dengan menggunakan alternatif ini, Derajat kejenuhan bisa ditekan menjadi 0.848 sehingga simpang ini sudah dalam kondisi baik.

### Resume Hasil Analisis 3 Kondisi Kinerja Simpang

Tabel 15 Resume Analisis Data 3 Kondisi

No	Variabel Lalu Lintas	Kinerja Standar MKJI 1997	Kondisi Eksisting	Perubahan Alternatif 1	Perubahan Alternatif 2
1	Kapasitas	3200 (C)	2695 (C)	3650 (C)	4363 (C)
2	Derajat Kejenuhan	$< 0.85$ (D)	1.12 (F)	0.94 (E)	0.84 (D)
3	Tundaan	15.1-25.0 (C)	27.78 (D)	16.59 (C)	14.09 (B)

Dari resume dapat dilihat bahwa perubahan kondisi simpang menggunakan Alternatif 2 memberikan nilai Kapasitas, Derajat Kejenuhan, dan Tundaan beserta tingkat pelayanannya yang memenuhi standar kinerja yang dipersyaratkan dalam MKJI 1997.

## 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa diambil kesimpulan bahwa kinerja simpang tak bersinyal Jalan 14 Februari – Jalan Tololiu Supit – Jalan Babe Palar pada saat kondisi eksisting didapat hasil yang kurang baik dimana nilai Kapasitas (C) = 2695 smp /jam, dan Derajat kejenuhan = (DS) 1.12, dan juga ada nilai tundaan simpang (D) 27.78 detik/ smp, dengan peluang antrian batas bawah 53% dan batas atasnya 103%. Untuk meningkatkan kinerja simpang perlu dilakukan perbaikan pada simpang, yakni alternatif pertama larangan belok kanan pada jalan minor, dimana simpang masih memiliki tingkat pelayanan yang tidak baik, sehingga memerlukan alternatif ke dua, yaitu larangan belok kanan pada jalan minor dan jalan utama. Sehingga menghasilkan kinerja simpang yang lebih maksimal, maka didapatkan nilai kapasitas simpang = 4364 smp/ jam, dengan arus lalu lintas = 3700, dan tundaan = 14.09 detik/ jam, serta Peluang Antrian = dengan batas bawah sebesar 29% dan batas atas sebesar 57% dan untuk derajat kejenuhan = 0.848

---

**DAFTAR PUSTAKA**

- [1] Anugerah M. Robot, Semuel Y. R. Rompis, Meike M. Kumaat, (2023). *Analisis Kinerja Simpang Tak Bersinyal (Studi Kasus: Simpang Tak Bersinyal Depan SMA Negeri 7 Manado Antara Jl. Tololiu Supit Dan Jl. W. Z. Yohanes)*. *Jurnal TEKNO*. Vol. 21, No. 84, Tahun 2023
- [2] Adi S, Telly R, Ahmad Huda. (2020). Perencanaan Simpang Tak Bersinyal Menggunakan Autodesk Land Desktop 2006 (Pesimpangan Jl. Husein Sastranegara dengan Jl. Faliman Jaya Kecamatan Neglarasi Kota Tangerang). *Journal of Sustainable Civil Engineering (JOSCE)*. Vol. 2, No. 2 Sep 2020
- [3] Alamsyah, A. A. (2005). *Rekayasa Lalu Lintas Edisi Revisi (2014)* UMM Press. Rekayasa Dan Manajemen Lalulintas. Malang
- [4] Wijayanto, B. (2017). *Edisi Management Pemantauan Lalu Lintas Pada Persimpangan Jalan Denpasar*. *Jurnal Sistem Dan Informatika (JIS)*. Denpasar.
- [5] Miro, F. (2012). *Introduction to Transportation Systems*. Jakarta: Erlangga Publisher.
- [6] Isradil M., Tarastanty, N. A., Dermawan, W. B., Mufhidin A., Prastijo J., (2021). Performance Analysis of Road Section and Unsignalized Intersections on Jalan Cileungsi Setu and Jalan Raya Narogong, *International Journal of Engineering, Science & Information Technology (IJESTY)*, Vol. 1, No. 2, 2021, pp. 72-80.
- [7] N. Rorong, L. Elisabeth, and J. E. Waani, (2023) Analisa Kinerja Simpang Tidak Bersinyal Di Ruas Jalan S.Parman Dan Di.Panjaitan, *Fak. Tek. Jur. Sipil Univ. Sam Ratulangi Manado*, Vol. 3, No. 11, pp. 747-758, 2015.
- [8] Sangian, M. A. V., Lefrand, L. I. R., Pandey, S. V., (2023) Analisis Kinerja Simpang Tidak Bersinyal pada Ruas Jalan Sam Ratulangi dan Jalan Korengkeng di Kota Manado, *Jurnal Tekno*, Vol 21, No. 84, pp. 551-562.
- [9] Natalia, T., Christian, R. Y., Charles, R. R. (2022) Analisis Kinerja Simpang Tak Bersinyal Pada Simpang 3 Jl. A.A. Maramis Kota Manado, *Skripsi Universitas De La Salle*, Manado.
- [10] Minabari, M. D., Pandey, S. V., Rumayar, A. L. E. (2022) Analisa Kinerja Simpang Tidak Bersinyal Di Ruas Jalan Hasanudin Dan Jalan Arie Lasut Kota Manado, *Jurnal Tekno*, Vol 20, No. 82, pp. 947-956

# Analisis Karakteristik Lalu Lintas Dengan Pemodelan *Greenshield*, *Greenberg* Dan *Underwood* (Studi Kasus: Ruas Jalan Pierre Tendean, Kota Manado)

Prylita Rombot<sup>1\*</sup>, dan Samuel Butar Butar<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Manado, Tondano

<sup>2</sup> Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Prisma, Manado

**Abstrak.** Meningkatnya pertumbuhan transportasi yang tidak seimbang dengan pertumbuhan prasarana transportasi secara tidak langsung memperbesar resiko permasalahan lalu lintas, salah satunya adalah masalah kemacetan yang mengakibatkan terganggunya suatu perjalanan. Salah satu cara untuk mengatasi masalah kemacetan ini diperlukan sistem transportasi yang baik dalam perencanaan, perancangan maupun dalam menetapkan berbagai kebijakan sistem transportasi. Ada beberapa parameter yang dapat digunakan dalam manajemen lalu lintas salah satunya adalah karakteristik lalu lintas dengan menggunakan metode pendekatan matematis dan untuk dapat menganalisa perilaku lalu lintas pada ruas jalan Jendral Ahmad Yani di Kota Manado maka dilakukan analisa dengan merepresentasikan hubungan karakteristik lalu lintas yaitu hubungan antara volume (*Flow*), kecepatan (*Speed*), serta kepadatan (*Density*) dengan pemodelan *Greenshield*, *Greenberg*, dan *Underwood*. Hasil penelitian menunjukkan jam sibuk pada lokasi studi ruas jalan Jendral Ahmad Yani adalah jam 18:30-18.45, jumlah kendaraan bermotor didominasi oleh LV ( 52.343%), diikuti oleh MC (47.021%) dan yang paling kecil HV (0.636%), volume lalu lintas maksimum 3364 smp/ jam dan volume minimum 1848 smp/ jam. Dari hasil pemodelan lalu lintas *Greenshields*, *Greenberg*, dan *Underwood* untuk ketiga model memiliki  $R^2 > 0.75$  yang berarti ketiga model tersebut dapat dipakai untuk merepresentasikan model arus lalu lintas di lokasi studi.

**Kata kunci:** karakteristik lalu lintas; *Greenshield*; *Greenberg*; *Underwood*.

## 1. PENDAHULUAN

Infrastruktur Jaringan Jalan perlu dioperasikan dengan baik. Infrastruktur Jaringan Jalan pada dasarnya diadakan untuk mengalirkan Lalu-Lintas[1]. Permasalahan lalu lintas jalan raya merupakan suatu permasalahan yang kompleks dalam dunia transportasi darat terutama untuk transportasi perkotaan. Setiap diselesaikan satu permasalahan akan muncul permasalahan yang lain, dan tidak menutup kemungkinan bahwa masalah yang berhasil diselesaikan dikemudian hari akan muncul karena adanya perubahan. Problem transportasi diperkotaan tersebut timbul terutama disebabkan oleh tingginya tingkat urbanisasi, pertumbuhan jumlah kendaraan yang tidak sebanding dengan pertumbuhan prasarana transportasi [2]. Informasi mengenai pergerakan arus lalu lintas sangat penting untuk diketahui di daerah perkotaan. Hal ini dikarenakan populasi dan pergerakan arus lalu lintas di daerah perkotaan meningkat pesat setiap harinya. Menurut Utama (2016) [3], teori pergerakan arus lalu lintas memegang peranan sangat penting dalam perencanaan, perancangan, dan penetapan berbagai kebijakan sistem transportasi. Menurut Widodo, dkk. (2012) [4] yang menyatakan bahwa peningkatan volume lalu lintas dapat menyebabkan berubahnya perilaku lalu lintas, sehingga secara teoritis terdapat hubungan yang mendasar antara volume (*flow*) dengan kecepatan (*speed*) serta kepadatan (*density*). Oleh karena itu, dalam artikel ini akan dikaji tentang analisis hubungan antara volume, kecepatan, dan kepadatan lalu lintas. Untuk merepresentasikan hubungan matematis antara volume, kecepatan, dan kepadatan lalu lintas digunakan tiga model diantaranya model *Greenshield*, *Greenberg*, dan *Underwood*.

Dalam RTRW Kota Manado Jalan Piere Tendean merupakan jalan kolektor sekunder ciri-ciri kecepatan rata-rata 20 km/jam, lebar badan jalan 7meter, kendaraan angkutan barang berat tidak diizinkan melalui

\* Corresponding author: 1. [Prylitarombot@gmail.com](mailto:Prylitarombot@gmail.com)



fungsi jalan, lokasi parkir pada badan jalan dibatasi. Sebagai pusat berbagai pelayanan jasa, perkantoran dan kegiatan lainnya, karena hal tersebut menimbulkan pergerakan yang relatif lebih besar dan kemacetan. Berbagai upaya telah dilakukan misalnya, penertiban lalu lintas dan juga perubahan arus lalu lintas menjadi satu arah namun seiring dengan tingkat pertumbuhan penduduk yang semakin tinggi ditambah lagi banyaknya bangunan komersial yang ada di Jalan Piere Tendean, maka kebutuhan akan transportasi pun meningkat, sehingga akan mempengaruhi lalu lintas di ruas jalan tersebut. Perkembangan pembangunan Kota Manado khususnya di kawasan Boulevard yang semakin pesat ditandai dengan maraknya bangunan komersial di satu sisi yang menunjukkan adanya pertumbuhan ekonomi, pada sisi lain menimbulkan persoalan dalam transportasi khususnya kemacetan [5].

Berangkat dari hal tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menggambarkan hubungan karakteristik lalulintas dan membuat model arus lalu lintas di lokasi wilayah studi dengan menggunakan 3 buah model, yaitu Greenshield, Greenberg, dan Underwood. Manfaat dari penelitian ini adalah dapat menjadi analisis dasar untuk penelitian selanjutnya yang mengkaji kebutuhan perbaikan kinerja lalu lintas. Penelitian ini diharapkan dapat berkontribusi untuk melengkapi daftar kinerja lalu lintas di kota Manado menggunakan Model Greenshield, Greenberg, dan Underwood. Beberapa penelitian sejenis yang menggunakan 3 model untuk menghasilkan persamaan pengaruh lalu lintas di Kota Manado antara lain. Timpal dkk tahun 2018 [6] menggunakan 3 model untuk menganalisis kapasitas dan kinerja ruas Jalan Sam Ratulangi, Brilia dkk tahun 2019 [7] menganalisis pengaruh penyempitan jalan terhadap karakteristik lalu lintas dengan 3 model lalu lintas, Maer dkk tahun 2022 [8] menyusun 3 model lalu lintas untuk menganalisis pengaruh U-Turn terhadap ruas jalan, Siongke dkk tahun 2022 [9] menganalisis pengaruh gelombang kejutan terhadap kinerja lalu lintas menggunakan 3 model tersebut, Tahir dkk tahun 2023 [10] menyusun 3 model lalu lintas untuk menganalisis pengaruh hambatan samping.

### Volume Lalu Lintas

Menurut Sukirman (1994), Volume lalu lintas menunjukkan jumlah kendaraan yang melintasi suatu titik pengamatan dalam satu satuan waktu (hari, jam, menit). Jenis kendaraan dalam perhitungan ini diklasifikasikan dalam 3 macam kendaraan yaitu:

- a. Kendaraan ringan (*Light Vehicles = LV*)  
Indeks untuk kendaraan bermotor dengan empat roda (mobil penumpang)
- b. Kendaraan berat (*Heavy Vehicles = HV*)  
Indeks untuk kendaraan bermotor dengan roda lebih dari empat (bus, truck dua gandar, truck tiga gandar dan kombinasi yang sesuai)
- c. Sepeda motor (*Motor Cycle = MC*)  
Indeks untuk kendaraan bermotor dengan roda dua  
Kendaraan tak bermotor (sepeda, becak dan kereta dorong) parkir pada badan jalan dan pejalan kaki dianggap sebagai hambatan samping.

### Model Greenshield

Model greenshield adalah model paling awal yang tercatat dalam usaha mengamati karakteristik arus lalu lintas di jalan raya. Pada Tahun 1934, Greenshield mengadakan studi pada jalur jalan di luar Kota Ohio, dimana kondisi lalu lintas memenuhi syarat karena tanpa gangguan dan bergerak secara bebas. Greenshield mendapatkan hasil bahwa hubungan antara kecepatan dan kepadatan bersifat linier. Hubungan linier kecepatan dan kepadatan ini menjadi hubungan yang populer dalam tinjauan pergerakan arus lalu lintas, mengingat fungsi hubungannya yang paling sederhana sehingga mudah diterapkan. Model ini dapat dituliskan:

$$S = S_f - (S_f/D_j) D \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan:

- S = Kecepatan rata-rata (km/ jam)
- S<sub>f</sub> = Kecepatan arus bebas(km/ jam)
- D = Kepadatan rata-rata (smp/ km)
- D<sub>j</sub> = Kepadatan saat macet (smp/ km)

Jika  $S = V/D$  disubstitusi kedalam formula (1), maka didapat hubungan volume (V) dengan kerapatan (D):  
 $V/D = S_f - (S_f / D_j) D$

$$V = Sf \cdot D - (Sf / Dj) \cdot D^2 \dots\dots\dots (2)$$

Jika  $D = V/S$  disubstitusikan ke dalam formula (2), maka didapat hubungan volume arus dengan (V) dengan Kecepatan (S) sebagai berikut:

$$S = Sf - (Sf / Dj) \cdot V/S$$

$$V = Dj \cdot S - (Dj / Sf) \cdot S^2 \dots\dots\dots (3)$$

Volume maksimum terjadi pada saat nilai kepadatan optimum ( $D_o$ ) yaitu jika turunan pertama formula (2) sama dengan nol.

$$V/D = Sf - 2 \cdot D (Sf/Dj) = 0 \text{ sehingga:}$$

$$D = Dj/2 \dots\dots\dots (4)$$

Jika nilai  $D_o$  disubstitusikan ke dalam formula (2) maka, Volume maksimum ( $V_{max}$ ) bisa didapatkan:

$$V_{max} = (Sf \cdot Dj) / 4 \dots\dots\dots (5)$$

Keterangan:

- $D_j$  = kepadatan macet (smp/ km)
- $S_f$  = Arus bebas (km/ jam)
- $V_{maks}$  = Kapasitas (smp/ jam)

### Model Greenberg

Model greenberg mengasumsikan bahwa arus lalu lintas mempunyai kesamaan dengan arus fluida. Greenberg pada Tahun 1959 mengadakan studi yang dilakukan di terowongan dan menganalisis hubungan antara kecepatan dan kepadatan dengan menggunakan persamaan kontinuitas dan gerakan benda cair. Dengan asumsi tersebut, Greenberg mendapatkan hubungan antara Kecepatan - Kepadatan dalam bentuk logaritma.

$$S = S_o \cdot \ln (D_j / D) \dots\dots\dots (6)$$

Keterangan:

- $S_o$  = Kecepatan optimum (km/jam)

Jika  $S = V/D$  disubstitusikan ke dalam formula (6) maka akan didapatkan model hubungan antara volume/ arus dengan Kecepatan arus lalu lintas seperti pada formula (10).

$$V/D = S_o \cdot \ln (D_j / D)$$

$$V = S_o \cdot D \cdot \ln (D_j / D) \dots\dots\dots (7)$$

Jika  $D = V/S$  disubstitusikan ke dalam formula (6) maka akan didapatkan suatu model hubungan antara volume dengan kecepatan.

$$S = S_o \cdot \ln (D_j / D) \text{ sehingga:}$$

$$V = Dj \cdot S \cdot e^{-(S/S_o)} \dots\dots\dots (8)$$

Arus maksimum terjadi pada saat tercapainya nilai kepadatan optimum ( $D_o$ ), yaitu jika turunan pertama formula (7) sama dengan nol yaitu:

$$V/D = S_o \cdot \ln (D_j / D) - S_o = 0 \text{ sehingga:}$$

$$D = D_o = Dj / e \dots\dots\dots (9)$$

Selanjutnya bila nilai  $D_o = Dj/e$  disubstitusikan ke formula (8) maka akan didapatkan nilai volume yang maksimum sehingga:

$$V_{maks} = S_o \cdot D_o \dots\dots\dots (10)$$

### Model Underwood

Model Underwood mengemukakan hubungan antara kecepatan dan kepadatan arus lalu lintas mengikuti fungsi eksponensial dengan bentuk formula:

$$S = S_f \cdot e^{-(D/D_o)} \dots\dots\dots (11)$$

Dengan mengubah formula (11) ke dalam bentuk linear  $Y = a + bX$  maka:

$$\ln S = \ln S_f - D / D_o \dots\dots\dots (12)$$

Keterangan:

- Y = ln S
- A = ln Sf
- B = - 1/Do

Jika  $V = S \times D$  disubstitusikan ke dalam formula (9) maka akan didapatkan suatu model hubungan antara volume dengan kerapatan arus lalu lintas, yaitu:

$$\begin{aligned} V/D &= Sf \cdot e^{-(D/Do)} \\ V &= Sf \cdot D \cdot e^{-(D/Do)} \dots\dots\dots (13) \end{aligned}$$

Jika  $D = V/S$  disubstitusikan ke dalam formula (9) maka, akan didapatkan suatu model hubungan antara volume dengan kecepatan arus lalu lintas sebagai berikut:

$$\begin{aligned} S &= Sf \cdot e^{-((V/S)/Do)} \text{ sehingga:} \\ V &= Do \cdot S \cdot \ln(Sf/S) \dots\dots\dots (14) \end{aligned}$$

Pada saat nilai kepadatan optimum ( $Do$ ), maka Volume Arus maksimum ( $V_{maks}$ ) juga terjadi sehingga secara matematik didapatkan bahwa kondisi  $V_{maks}$  jika turunan pertama formula (14) sama dengan nol sehingga:

$$V_{max} = Sf \cdot Do/e \dots\dots\dots (15)$$

## 2. METODE

Penelitian ini mengambil data dengan menggunakan survey lalu lintas selama tiga hari yaitu hari sabtu, minggu dan senin dan penelitian dimulai dari pukul 07:00 – 22:00 pada lokasi ruas jalan pierre tendean kota manado. Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode penelitian jenis survey untuk mendapatkan data kecepatan dan volume lalu lintas yang kemudian dianalisis dengan menggunakan pemodelan greenshield, greenberg dan underwood, Penyajian hasil penelitian ditunjukkan melalui kurva dan tabel berupa data volume, data kecepatan, data kecepatan rata-rata, dan hasil analisis pemodelan lalu lintas. Berikut ini adalah gambar lokasi penelitian.

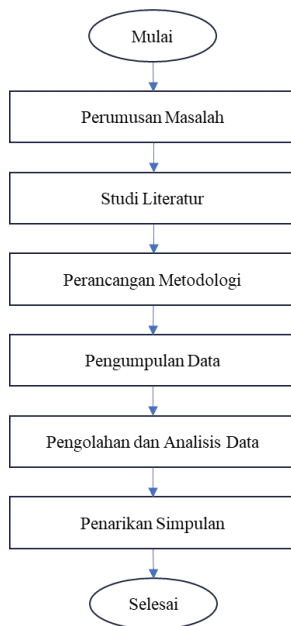


Gambar 1. Lokasi Penelitian

Langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini adalah mempersiapkan alat dan bahan survey, kemudian melakukan pengambilan data kecepatan dan volume lalu lintas setelah data didapatkan selanjutnya dilakukan analisa data dan kalibrasi data dengan metode pemodelan Greenshields, Greenberg, dan underwood. Hasil kalibrasi data mendapatkan karakteristik lalu lintas serta hubungan antara volume (*Flow*), kecepatan (*Speed*), serta kepadatan (*Density*). Berdasarkan hasil analisa data tersebut dapat diambil kesimpulan bagaimana karakteristik lalu lintas pada ruas jalan Pierre Tendeau, oleh karena itu diperlukan gambaran hubungan antara volume, kecepatan dan kepadatan, serta pemodelan manakah yang paling tepat untuk diterapkan pada ruas jalan Pierre Tendeau.

### Bagan alir penelitian

Urutan pelaksanaan penelitian dapat dijelaskan secara singkat sebagai berikut.



- Dimulai dengan perumusan masalah dari kondisi aktual di lapangan, kemudian melakukan studi literatur untuk mendapatkan pemahaman yang lebih mendalam terhadap permasalahan di lapangan serta solusi dan penyelesaiannya yang berasal dari artikel ilmiah yang telah terbit di Jurnal maupun di textbook.
- Setelah itu dilanjutkan dengan perancangan metodologi penelitian yang mengidentifikasi tahapan pelaksanaan penelitian, kebutuhan data dan metode pengumpulan data penelitian, dan mengidentifikasi metode analisis data yang dapat menjawab tujuan dari penelitian.
- Selanjutnya adalah pengumpulan data sesuai dengan hasil rancangan metodologi.
- Data yang terkumpul kemudian diolah dan dianalisis menggunakan metode analisis dan alat bantu/ software seperti yang sudah direncanakan.
- Hasil analisis kemudian akan dibahas dan disimpulkan untuk menjawab penelitian ini. Berikut adalah bagan alir pelaksanaan penelitian.

Gambar 2. Bagan Alir Pelaksanaan Penelitian

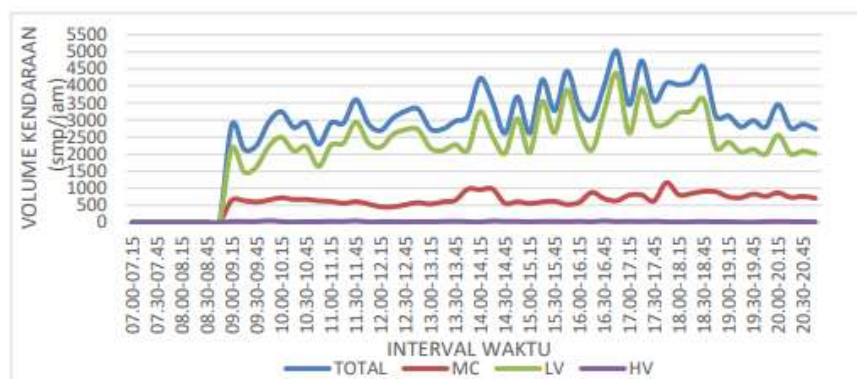
### 3. HASIL

Pada penelitian ini data volume lalu lintas diambil masing-masing setiap 15 menit dan kemudian jumlah tersebut dikalikan dengan nilai ekivalensi mobil penumpang kendaraan berdasarkan jenis kendaraan. Nilai ekivalensi di ambil dari MKJI 1997 yaitu sepeda motor (MC) = 0.4 , kendaraan ringan (LV) = 1.0 , kendaraan berat (HV) = 1.3 selanjutnya volume masing – masing dijumlahkan untuk mendapatkan nilai volume yang sebenarnya dalam satuan smp/menit dan dikonversi kedalam satuan smp/ jam.

Tabel 1. Nilai Satuan Mobil Penumpang Jalan Perkotaan terbagi atau jalur satu arah/jalan satu arah.

Tipe Jalan	Arus lalu lintas per jalur (kend/jam)	LV	HV	MC
Dua Lajur satu arah (2/1) dan Empat Lajur Dua Arah	0 ≥ 1050		1.3 1.2	0.4 0.25
Tiga Lajur satu arah (3/1) dan Enam lajur dua arah (6/2)D	0 ≥ 1100	1.0	1.3 1.2	0.4 0.25

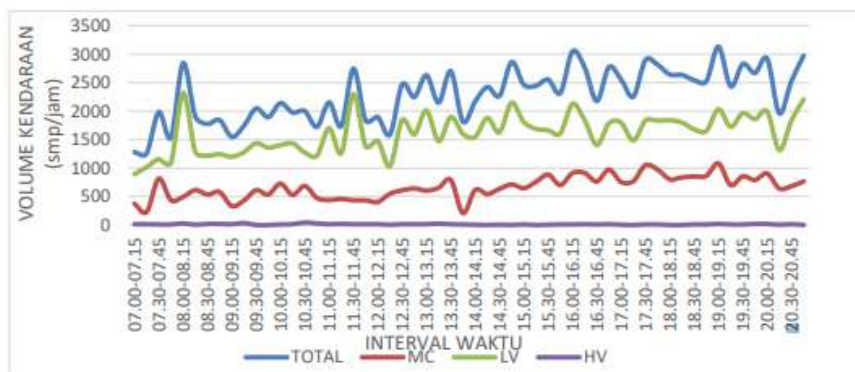
Volume kendaraan pada ruas jalan pierre tendean berdasarkan hasil survey pada hari sabrtu tanggal 5 Agustus 2023 dapat dilihat pada grafik di bawah ini dimana digambarkan pada hari Sabtu nilai volume yang tinggi terjadi pada sore hari yaitu pada pukul 16:30-16:45. Hasil survey dapat dilihat bahwa variasi arus kendaraan ringan dan sepeda motor sangat mendominasi, sebaliknya arus kendaraan berat tidak menunjukkan peningkatan yang cukup berarti.



Gambar 3. Volume Lalu Lintas Ruas Jalan Pierre Tendeau Sabtu 5 Agustus 2023

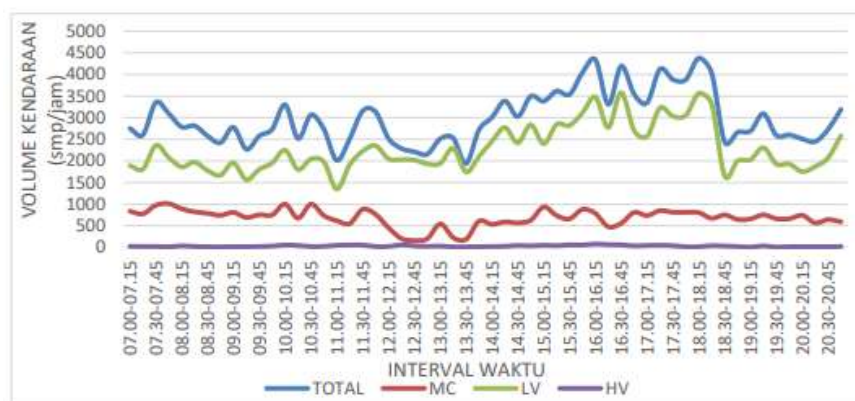


Grafik dibawah ini menggambarkan volume setiap jenis kendaraan yang melewati ruas jalan pierre tendean kendaraan ringan (LV) lebih mendominasi dan diikuti oleh kendaraan bermotor (MC).



Gambar 4. Volume Lalu Lintas Ruas Jalan Pierre Tendean Minggu 6 Agustus 2023

Grafik dibawah ini merupakan grafik volume kendaraan lalu lintas yang di ambil dari survey pada hari seni tanggal 7 Agustus 2023 dimana volume lalu lintas pada ruas jalan pierre tendean nilai volume maksimum cenderung terjadi pada waktu sore dan malam hari sedngkan volume minimum terjadi pada waktu pagi dan siang hari.



Gambar 5. Volume Lalu Lintas Ruas Jalan Pierre Tendean Senin 7 Agustus 2023

Tabel 2. Volume maksimum dan minimum kendaraan pada ruas jalan Pierre Tendean

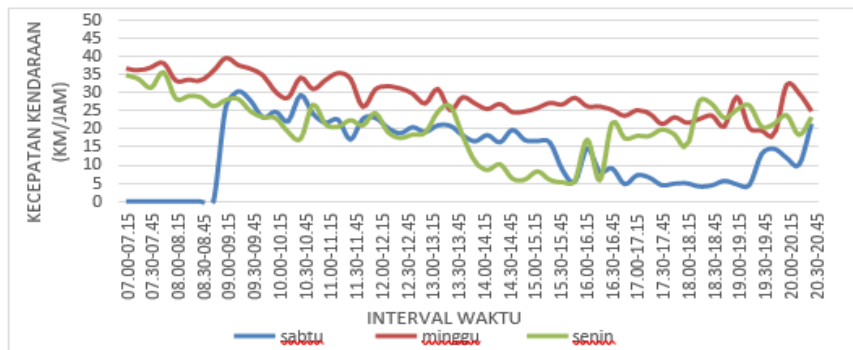
Waktu	Maks	Min
Sabtu, 5 Agustus 2023	(16.45-17.00) 5024.8 smp/jam	(09.15-09.30) 2141.6 smp/jam
Minggu, 6 Agustus 2023	(19.00-19.15) 3134.4 smp/jam	(07.15-07.30) 1257.6 smp/jam
Senin, 7 Agustus 2023	(16.00 -16.15) 4340.8 smp/jam	(13.30.-13.45) 1939.2 smp/jam

### Perhitungan Kecepatan

Menurut MKJI (1997) Kecepatan tempuh dinyatakan sebagai ukuran utama dalam suatu segmen jalan, kecepatan pada penelitian terdapat dua kecepatan pertama kecepatan kendaraan yang didapat berdasarkan survey lalu lintas dan kecepatan rata-rata yang dimana variable kecepatan ini digunakan untuk menganalisa hubungan kecepatan, volume dan kepadatan. Dalam suatu aliran lalu lintas yang bergerak setiap kendaraan mempunyai kecepatan yang berbeda sehingga aliran lalu lintas tidak mempunyai sifat kecepatan yang tunggal akan tetapi dalam bentuk distribusi kecepatan kendaraan individual.

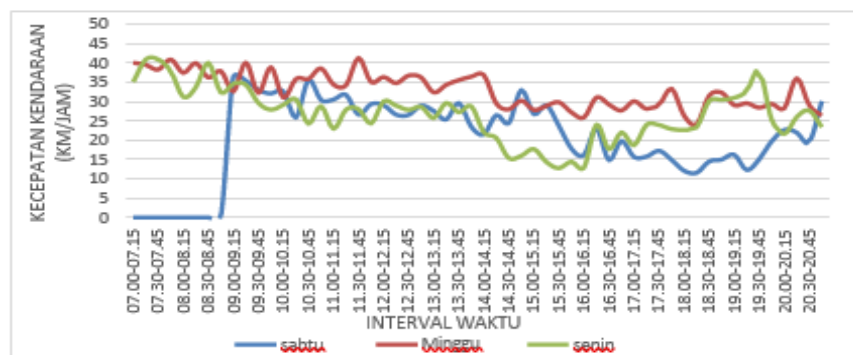
Kecepatan kendaraan pada ruas jalan Pieere tendean berdasarkan hasil suvey kecepatan kendaran ringan (LV) nilai kecepatan yang tinggi terjadi pada hari minggu pada pukul 09.00-09:15 dengan kecepatan 39.57 km/jam dan nilai kecepatan yang rendah terjadi pada hari sabtu pada pukul 18:30-18:45 dimana kecepatan terendahnya adalah 4.12 km/jam, untuk kecepatan kendaraan bermotor memiliki nilai yang tinggi pada hari

minggu pada pukul 07:45-08:00 dengan kecepatan 40.87 km/jam dan memiliki nilai yang rendah pada hari sabtu yaitu sekitar pukul 18:15-18:30 dengan kecepatan 11.5 km/jam. Kecepatan hasil survey dapat dilihat pada gambar 4 dan gambar 5.



Gambar 6. Grafik kecepatan kendaraan ringan (LV) pada ruas jalan Pierre Tendean

Kecepatan kendaraan LV paling rendah dicapai di Hari Sabtu pada jam 18.00-19.00 (saat dimana aktivitas malam minggu warga Kota Manado), sementara untuk kecepatan kendaraan LV paling tinggi dicapai di hari Minggu pada jam 07.00-08.00 pagi.



Gambar 7. Grafik kecepatan kendaran motor (MC) pada ruas jalan

Kecepatan kendaraan MC memiliki karakteristik serupa dengan kendaraan LV, dimana paling rendah dicapai di Hari Sabtu pada jam 18.00-19.00 (saat dimana aktivitas malam minggu warga Kota Manado), sementara untuk kecepatan kendaraan LV paling tinggi dicapai di hari Minggu pada jam 07.00-08.00 pagi.

Dari gambar grafik kecepatan dapat didapatkan kecepatan maksimum dan minimum kendaraan ringan yang disajikan dalam tabel 3.

Tabel 3. Kecepatan maksimum dan Minimum Kendaraan Ringan (LV)

Waktu	Maks	Min
Sabtu, 5 Agustus 2023	(09.15-09.30) 30.41 km/jam	(18.30-18.45) 4.12 km/jam
Minggu, 6 Agustus 2023	(09.00-09.15) 39.57 km/jam	(20.00-20.15) 18.24 km/jam
Senin, 7 Agustus 2023	(07.45-08.00) 35.7 km/jam	(15.45-16.00) 5.3 km/jam

Tabel 4. Kecepatan maksimum dan Minimum Kendaraan Motor (MC)

Waktu	Maks	Min
Sabtu, 5 Agustus 2023	(09.00-09.15) 36.42 km/jam	(18.15-18.30) 11.5 km/jam
Minggu, 6 Agustus 2023	(07.45-08.00) 40.87 km/jam	(18.15-18.30) 24.07 km/jam
Senin, 7 Agustus 2023	(07.30-07.45) 40.85 km/jam	(15.30-15.45) 12.73 km/jam



Untuk mendapatkan parameter karakteristik lalu lintas Hubungan antara volume, kecepatan dan kepadatan dianalisis dengan menggunakan tiga pemodelan yaitu Greenshield dimana hubungan matematis antara kecepatan dan kepadatan diasumsikan linear, Greenberg mengasumsikan bahwa hubungan matematis antara kecepatan – kepadatan bukan merupakan fungsi linear melainkan fungsi logaritmik, dan Underwood mengasumsikan bahwa hubungan matematis antara kecepatan – kepadatan bukan merupakan fungsi logaritmik, dari hasil kalibrasi didapatkan nilai A, B dan R2 seperti pada table di bawah ini.

Tabel 5. Hasil Perhitungan Nilai A, B, dan R2 pada ruas jalan Pierre Tendean

Hari/ Tanggal	Greenshield			Greenberg			Underwood		
	A	B	R2	A	B	R2	A	B	R2
Sabtu, 5 Agustus 2023	4.067	-0.026	0.794	70.417	-9.984	0.937	3.317	-0.002	0.904
Minggu, 6 Agustus 2023	2.453	-0.161	0.851	85.753	-13.028	0.856	3.832	-0.006	0.875
Senin, 7 Agustus 2023	7.894	-0.037	0.719	77.565	-11.269	0.893	3.457	-0.003	0.894

Hubungan antara volume, kecepatan dan kepadatan yang didapat dari hasil kalibrasi pada pemodelan Greenshield, Greenberg, dan Underwood dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 6. Hubungan Volume, Kecepatan dan Kepadatan Lalu Lintas Pada ruas Jalan Pierre Tendean

Hari/ Tanggal	Pemodelan	Kecepatan-Kepadatan	Volume-Kepadatan	Volume-Kecepatan
Sabtu, 5 Agustus 2023	Greenshields	$S = 24.067 - 0.026D$	$V = 24.067D - 0.026D^2$	$V = 922.310S - 38.323S^2$
Minggu, 6 Agustus 2023		$S = 42.453 - 0.161D$	$V = 42.453D - 0.161D^2$	$V = 263.384S - 6.204$
Senin, 7 Agustus 2023		$S = 27.894 - 0.037D$	$V = 27.894D - 0.037D^2$	$V = 762.632S - 27.340S^2$

Hari/ Tanggal	Pemodelan	Kecepatan-Kepadatan	Volume-Kepadatan	Volume-Kecepatan
Sabtu, 5 Agustus 2023	Greenberg	$S = 70.417 - 9.985LnD$	$V = 70.417 - 9.985DLnD$	$V = 1155.435S e^{-0,1005S}$
Minggu, 6 Agustus 2023		$S = 85.753 - 13.028LnD$	$V = 85.753D - 13.028DLnD$	$V = 722.159S e^{-0,1007S}$
Senin, 7 Agustus 2023		$S = 77.565 - 11.270LnD$	$V = 77.565D - 11.270DLnD$	$V = 974.986S e^{-0,0887S}$

Hari/ Tanggal	Pemodelan	Kecepatan-Kepadatan	Volume-Kepadatan	Volume-Kecepatan
Sabtu, 5 Agustus 2023	Underwood	$S = 27.571 e^{-0,002D}$	$V = 27.571D e^{-0,002D}$	$V = 1465.054S - 441.711SLnS$
Minggu, 6 Agustus 2023		$S = 46.175 e^{-0,006D}$	$V = 46.175D e^{-0,006D}$	$V = 663.384S - 173.025SLnS$
Senin, 7 Agustus 2023		$S = 31.710 e^{-0,003D}$	$V = 31.710D e^{-0,003D}$	$V = 1302.33S - 376.762SLnS$

Analisis menunjukkan bahwa kecepatan dan kepadatan di hari Sabtu dan Senin memiliki kecepatan paling rendah dan kepadatan yang paling besar dibandingkan hari Minggu. Hal ini dikarenakan arus kendaraan yang sangat padat menyebabkan penurunan kecepatan dan meningkatkan kepadatan. Hal yang sama juga terjadi untuk variabel Volume kendaraan dan kepadatan. Sementara untuk hubungan volume dan kecepatan, hari Sabtu dan Senin memiliki volume kendaraan terbesar dan kecepatan terendah, hal ini karena pada hari Sabtu dan Senin, volume kendaraan yang melalui ruas jalan cukup besar akibat pengaruh *weekend* dan hari pertama *weekday*.

## KESIMPULAN

Kesimpulan dari hasil analisis menunjukkan bahwa jam sibuk pada ruas jalan Pierre Tendean adalah pukul 16:00-16:15 jumlah kendaraan didominasi oleh LV (56.94%), diikuti oleh MC (42.45%), dan yang paling kecil HV (0.611%), Volume lalu lintas maksimum 4340.8 smp/ jam dan volume minimum 1939.2 smp/ jam. Pemodelan arus lalu lintas Greenshield, Greenberg, dan Underwood memiliki hasil R2 > 0.75 dengan

demikian ketiga model tersebut dapat dipakai untuk merepresentasikan model arus lalu lintas pada ruas jalan pierre tendean, namun dalam penelitian ini model yang terpilih adalah pemodelan greenshield hal ini berdasarkan pertimbangan kelemahan dan kekurangan dari model Greenberg dan underwood.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Saputra, B., Savitri, D., (2021). Analisis Hubungan antara Volume, Kecepatan dan Kepadatan Lalu Lintas Berdasarkan Model Greenshield, Greenberg dan Underwood. *Jurnal Manajemen Aset Infrastruktur & Fasilitas*, Vol. 5, No. 1, pp. 43-57.
- [2] Tamin, O., Z., (2000). Perencanaan dan Pemodelan Transportasi, Penerbit ITB Press, Ganesha, Bandung
- [3] Utama, G. P. (2016). Analisa Perhitungan Hubungan Kecepatan, Volume, dan Kepadatan Arus Kendaraan pada Ruas Jalan Muhamad Yamin Kota Samarinda. *Kurva S Jurnal Mahasiswa*, Vol. 2, No. 1, 1567
- [4] Widodo, W., Wicaksono, N., dan Harwin, H. (2012). Analisis Volume, Kecepatan, dan Kepadatan Lalu Lintas dengan Metode Greenshield dan Greenberg. *Semesta Teknika*, Vol. 15, No. 2, pp. 178-184.
- [5] Abidjulu, I. N., Hanny, P., Timboeleng, J., (2017). Pengaruh Kawasan Komersial terhadap Lalu Lintas Jalan Pierre Tendean. *Jurnal Spasial*, Vo. 4, No. 3, pp. 178-185.
- [6] Timpal, G. S., Sendow T. K., Rumayar, A. L. E., 2018. Analisa Kapasitas Berdasarkan Pemodelan Greenshield, Greenberg dan Underwood dan Analisa Kinerja Jalan pada Ruas Jalan Sam Ratulangi Manado. *Jurnal Sipil Statik*, Vol. 6 No.8. ISSN: 2337-6732, Universitas Sam Ratulangi Manado
- [7] Brilia, Rompis, S. Y. R., Jefferson, L., (2019). Pengaruh Penyempitan Jalan terhadap Karakteristik Lalu Lintas (Studi Kasus: Jalan Wolter Monginsidi, Malalayang II, Kota Manado). *Jurnal Sipil Statik*, Vol. 7, No. 6, pp. 733-742.
- [8] Maer, J., Lefrand, L. I. R., Timboeleng, J. A., (2019). Analisis Pengaruh U-Turn Terhadap Karakteristik Arus Lalu Lintas Di Ruas Jalan Robert Wolter Monginsidi Kota Manado, *Jurnal Sipil Statik*, Vol. 7, No. 12, pp. 1569-1584.
- [9] Siongke, M. R. C., Rompis, S. Y. R., Rumayar, A. L. E., (2023). Analisa Karakteristik Gelombang Kejut Pada Simpang Bersinyal (Studi Kasus: Jl. Yos Sudarso, Paal Dua, Manado). *Jurnal Tekno*, Vol. 21, No. 84, pp. 481-492.
- [10] Tahir, C. N. N., Lefrandt, L. I. R., Rompis, S. Y. R., (2022). Analisis Pengaruh Hambatan Samping Terhadap Kinerja Lalu Lintas Pada Jalan Satu Arah (Studi Kasus: Jl. Sam Ratulangi Kota Manado), *Jurnal Tekno*, Vol. 20, No. 82, pp. 1241-1252

## Analisis Karakteristik Pengguna BisKita Trans Pakuan Koridor 5 (Sta. Bogor - Terminal Ciparigi)

Iman<sup>1\*</sup>, Nurasyfa Ristanti<sup>1</sup>, Muhammad Refly<sup>1</sup>, Muhammad Hiknatullah<sup>1</sup>, Nasrullah Al-Haadi Ikhwan<sup>1</sup>, Gallantino Elang Kumara<sup>1</sup>, dan Tetuko Darmasakti<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila, Jakarta

**Abstrak.** Kota Bogor, sebagai kota besar dan industri, menghadapi permasalahan serius terkait pergerakan penduduk dan peningkatan kepemilikan kendaraan pribadi. Peningkatan jumlah kendaraan tidak sebanding dengan pertumbuhan jalan, sehingga menimbulkan permasalahan akses dan lalu lintas. Dalam upaya mengatasi permasalahan tersebut, Pemerintah Kota Bogor memilih Bus Rapid Transit (BRT) sebagai solusi transportasi umum layanan BisKita Trans Pakuan. Studi kasus dilakukan pada Koridor 5 yang menghubungkan Terminal Ciparigi hingga Stasiun Bogor PP, yang dipilih karena melewati kawasan pusat bisnis tersibuk Kota Bogor. Namun, jika dilihat dari pengguna transportasi umum, penumpang BisKita merupakan penumpang captive karena sebagian besar penumpang tersebut hanya berpindah dari transportasi umum lain ke BisKita, dan bukan berpindah dari kendaraan pribadi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik demografi penumpang, karakteristik perjalanan penumpang, dan tingkat kepuasan penumpang BisKita. Responden penelitian ini adalah penumpang BisKita dan ukuran sampel yang diambil adalah 46 orang. Hasil penelitian ini menyatakan bahwa mayoritas penumpang BisKita adalah pelajar atau mahasiswa wanita, yang menggunakan BisKita untuk keperluan sekolah atau kuliah. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan pengetahuan kepada pemerintah untuk meningkatkan pelayanan transportasi umum dan menjamin keberlangsungan BisKita, solusi terintegrasi mobilitas warga Kota Bogor.

**Kata kunci:** *Bus Rapid Transit, Karakteristik Penumpang, Karakteristik Perjalanan*

### 1. PENDAHULUAN

Kota Bogor menjadi suatu kota dengan jumlah penduduk yang tinggi serta memiliki industri yang cukup maju dibandingkan dengan kota-kota lain yang ada di Provinsi Jawa Barat. Tingginya jumlah penduduk tersebut berpengaruh pada tingkat pergerakan penduduk untuk memenuhi kebutuhannya [1]. Peningkatan pergerakan dan kebutuhan penduduk ini berdampak pada meningkatnya kepemilikan kendaraan pribadi, baik mobil maupun sepeda motor [2]. Kepemilikan kendaraan pribadi di Kota Bogor semakin meningkat tiap tahunnya, yang berbanding lurus dengan semakin bertambahnya jumlah penduduk. Namun, peningkatan jumlah kendaraan pribadi yang melintas di Kota Bogor ini tidak sebanding dengan penambahan jalan, sehingga kapasitas jalan yang ada lambat laun akan dilampaui.

Tingkat pertumbuhan pergerakan yang sangat tinggi tetapi tidak diimbangi oleh pertumbuhan prasarana transportasi yang memadai, mengakibatkan terganggunya aksesibilitas dan mobilitas [3]. Hal tersebut, secara otomatis, akan menuntut perkembangan dan penambahan prasarana transportasi, terutama prasarana transportasi jalan. Untuk mengatasi terjadinya kemacetan lalu lintas di ruas-ruas jalan yang ada, dibutuhkan sistem transportasi massal kota [4]. Dengan memperhatikan kondisi yang ada, sistem transportasi massal kota yang dipilih oleh Pemerintah Kota Bogor adalah Bus Rapid Transit (BRT), yang disebut BisKita.

---

\* Corresponding author: 1. [4220210067@univpancasila.ac.id](mailto:4220210067@univpancasila.ac.id)

BisKita Trans Pakuan adalah layanan angkutan umum berbasis bus raya terpadu di Kota Bogor Jawa Barat, yang menerapkan mekanisme subsidi BTS (*Buy The Service*) oleh BPTJ Kementerian Perhubungan, dan diselenggarakan oleh Operator PT Kodjari Tata Angkutan berdasarkan standar pelayanan yang telah ditetapkan oleh pemerintah. Bus kota ini sangat mirip dengan Transjakarta, yang hanya berhenti di halte tertentu saja. Namun hal yang membedakan, bus ini tidak menggunakan jalur khusus. Bus ini juga diharapkan akan mengurangi jumlah angkutan kota yang masih beroperasi dan menjadi salah satu cara mengatasi kemacetan di Kota Bogor [5].

Layanan BISKITA Trans Pakuan yang mulai resmi beroperasi pada tanggal 2 November 2021 yang ditandai dengan diadakannya soft launching uji coba layanan BisKita Trans Pakuan yang berlangsung di Kantor Wali Kota Bogor. Layanan Angkutan umum ini merupakan salah satu program dengan mekanisme mekanisme subsidi BTS (*Buy The Service*) oleh pemerintah pusat dalam hal ini adalah Kementerian Perhubungan melalui Badan Pengelola Transportasi Jabodetabek. Berbeda dengan mekanisme subsidi konvensional, subsidi pada mekanisme BTS bersifat membeli keseluruhan pelayanan yang dilakukan oleh operator yang menyelenggarakan layanan berdasar standar pelayanan yang telah ditetapkan Pemerintah. Layanan BisKita Trans Pakuan atau "Bus Inovatif Solusi Transportasi Perkotaan Terintegrasi dan Anda" beroperasi pada empat koridor pelayanan di Kota Bogor, dan direncanakan kedepannya operasional BISKITA Trans Pakuan akan tersedia pada koridor-koridor lain. Hal ini dikemudian hari yaitu pada tahun 2023, subsidi tersebut dicabut oleh Pemerintah dan kemudian mulai berlaku tarif normal sebesar Rp. 4000,-. Penghentian subsidi ini kemudian menjadi salah satu alasan terjadi penurunan jumlah angkutan penumpang BisKita Trans Pakuan [6].

Untuk memaksimalkan penggunaan BRT BisKita sebagai sistem transportasi massal bagi masyarakat Kota Bogor, diperlukan pelayanan transportasi yang baik serta kinerja pelayanan yang optimal. Permasalahan yang ada saat ini adalah apakah BisKita, yang dipilih oleh Pemerintah Kota Bogor, merupakan sistem transportasi umum yang memang diinginkan oleh masyarakat Kota Bogor. Selain itu, apakah BisKita tersebut merupakan satu-satunya sistem transportasi umum yang tersedia di Kota Bogor dan masyarakat Kota Bogor menggunakannya dengan terpaksa. Berdasarkan beberapa kondisi tersebut, penelitian ini memiliki maksud untuk melakukan evaluasi karakteristik perjalanan penumpang BRT BisKita. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk mengetahui karakteristik demografis, karakteristik perjalanan, dan tingkat kepuasan penumpang BRT BisKita setelah diberlakukannya tarif normal sebesar Rp. 4000,- per penumpang. Adapun koridor yang menjadi lokasi studi kasus adalah Koridor 5 yang menghubungkan Terminal Ciparigi – Stasiun Bogor PP. Koridor 5 dipilih karena melalui sejumlah titik keramaian dan pusat kegiatan, termasuk simpul transportasi sehingga menjadi salah satu rute koridor dengan tingkat kemacetan terparah di Kota Bogor.

Sejumlah penelitian terkait karakteristik pelaku dan karakteristik perjalanan penumpang bus telah dilakukan semenjak beroperasinya sistem Bus Rapid Transit (BRT) di berbagai kota di Indonesia. Dalam kurun waktu sejak tahun 2015, dimana operasional BRT ini mulai marak di berbagai kota di Indonesia. Hal ini berbeda dengan karakteristik penumpang dan perjalanan bus rute Bandara dimana tidak akan dibahas dalam penelitian ini. Rauf tahun 2016 [7] dengan studi kasus bus Trans Mamminasata, Suprayitno (2018) [8] dengan studi kasus bus Trans Koetaradja di kota Banda Aceh, Moudia (2018) [9] studi kasus bus Trans Semarang di Kota Semarang, Prajitno (2018) [10] studi kasus bus Trans Sidoarjo, Romadlon (2020) [11] studi kasus bus Trans Purwokerto – Purbalingga, Upa (2022) [12] studi kasus bus Trans Tangerang, dan masih banyak lagi.

## 2. METODE

Urutan pelaksanaan penelitian dapat dijelaskan secara singkat sebagai berikut.

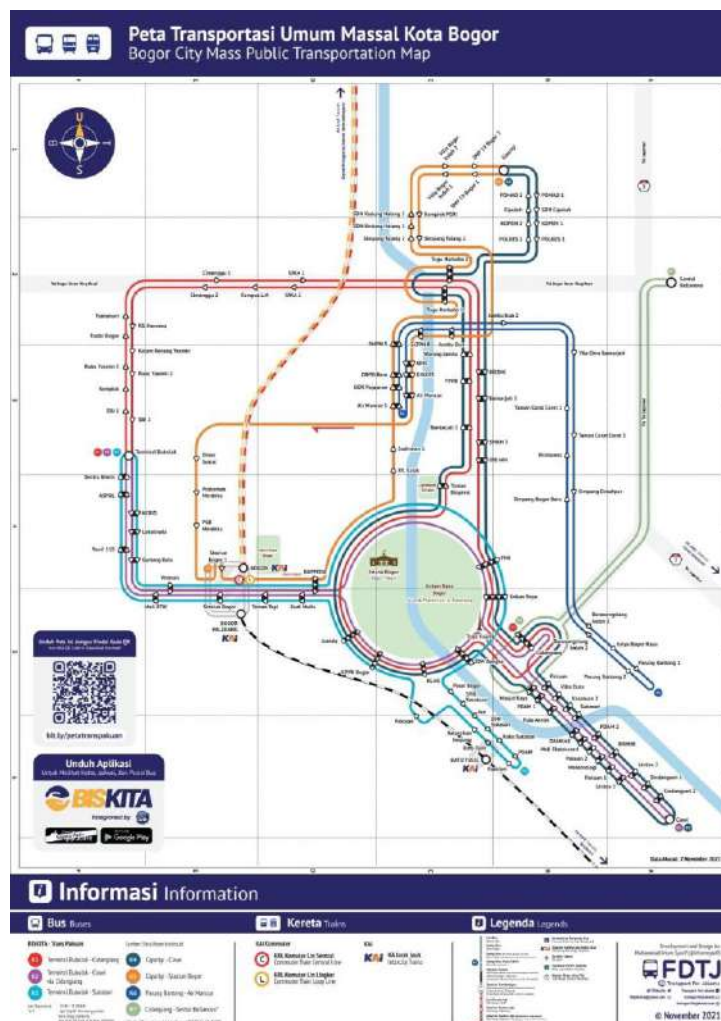
- Dimulai dengan perumusan masalah dari kondisi aktual di lapangan, kemudian melakukan studi iterator untuk mendapatkan pemahaman yang lebih mendalam terhadap permasalahan di lapangan serta solusi dan penyelesaiannya yang berasal dari artikel ilmiah yang telah terbit di Jurnal maupun di textbook.
- Setelah itu dilanjutkan dengan perancangan metodologi penelitian yang mengidentifikasi tahapan pelaksanaan penelitian, kebutuhan data dan metode pengumpulan data penelitian, dan mengidentifikasi metode analisis data yang dapat menjawab tujuan dari penelitian.
- Selanjutnya adalah pengumpulan data sesuai dengan hasil rancangan metodologi.
- Data yang terkumpul kemudian diolah dan dianalisis menggunakan metode analisis dan alat bantu/software seperti yang sudah direncanakan.

Hasil analisis kemudian akan dibahas dan disimpulkan untuk menjawab penelitian ini. Berikut adalah bagan alir pelaksanaan penelitian.



Gambar 1. Bagan Alir Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode observasi, kuesioner, dan wawancara. Kuesioner yang digunakan pada penelitian ini dibagikan kepada responden atau subjek penelitian, yaitu penumpang BRT BisKita Transpakuan Koridor 5 (garis berwarna orange pada peta berikut).



Gambar 2. Peta Jalur BisKita Trans Pakuan Bogor





Gambar 3. BisKita Trans Pakuan Bogor

Kuesioner yang digunakan merupakan kuesioner yang bersifat tertutup, dengan sejumlah pertanyaan yang alternatif-alternatif jawabannya telah disediakan, sehingga responden dapat langsung memberikan tanda pada kolom jawaban yang dipilih.

#### Variabel kuesioner penelitian

Instrumen yang digunakan pada penelitian ini adalah kuesioner yang dibangun dengan melakukan benchmarking dari beberapa penelitian terkait [10, 11, 12] yang sudah pernah dilakukan, sehingga diperoleh variabel-variabel pertanyaan sebagai berikut.

1. Variabel Demografi  
Berupa pertanyaan seputar profil kependudukan dari responden termasuk pertanyaan perkiraan besar pendapatan dan pengeluaran, termasuk pengeluaran untuk transportasi.
2. Karakteristik Perjalanan  
Berupa pertanyaan seputar karakteristik perjalanan yang paling sering dilakukan oleh responden mulai dari asal perjalanan menuju halte asal ke halte tujuan hingga ke tempat tujuan perjalanan.

#### Data Penelitian

Data penelitian yang dibutuhkan antara lain data primer berupa profil responden dan persepsi responden terhadap karakteristik perjalanannya, termasuk observasi perjalanan penumpang di Koridor 5. Untuk data sekunder berupa rute perjalanan Koridor 5, dan data pendukung lainnya.

#### Metode Pengumpulan Data Penelitian

Wawancara pada penelitian ini dilakukan secara langsung, dengan cara tatap muka antara pewawancara dan subjek penelitian. Wawancara yang dilakukan dengan penumpang Biskita Transpakuan dimaksudkan untuk mendapatkan data primer, yang berupa data demografi, data karakteristik perjalanan penumpang, dan data kepuasan penumpang BisKita Transpakuan. Selain itu, wawancara tidak terstruktur dilakukan kepada beberapa orang yang tidak memungkinkan untuk mengisi sendiri kuesioner yang disediakan dan kepada penumpang yang memiliki kondisi tertentu. Wawancara tanpa menggunakan kuesioner dilakukan kepada pengemudi maupun petugas BisKita Transpakuan untuk memperoleh data sekunder atau data pendukung penelitian. Selain itu pengumpulan data juga dilakukan dengan bantuan *Google Form* yang disampaikan pada penumpang. Metode dokumentasi digunakan untuk memperoleh data sekunder atau data pendukung yang dibutuhkan untuk penelitian. Data ini berupa data mengenai BisKita Transpakuan, yang tercatat dan dimiliki oleh Badan Layanan Umum Kota Bogor.

#### Sampling Responden

Populasi responden dalam penelitian ini adalah pengguna angkutan BisKita Trans Pakuan dari Koridor 5. Sementara untuk sampling, digunakan teknik random probability sampling dengan metode penarikan sample yaitu Solvin. Adapun nilai eror yang digunakan dalam penelitian ini adalah 0.2 (20%) dikarenakan populasi dianggap dalam skala kecil (jumlah penduduk Kota Bogor tahun 2023 1,122,772 jiwa). Sehingga diperoleh jumlah sampling minimum adalah sebanyak 30 responden.



## Metode Pengolahan dan Analisis Data

Data yang diperoleh dari kuesioner dianalisis dengan menggunakan perangkat lunak *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS), untuk menentukan parameter statistika, analisis frekuensi, dan analisis tabulasi silang. Tabulasi silang digunakan untuk menentukan hubungan antara dua variabel kategori. Penelitian ini menggunakan teknik analisis statistik deskriptif. Teknik analisis deskriptif adalah penjabaran atau penggambaran termasuk penyajian data mengenai ukuran-ukuran statistik seperti ukuran pusat, ukuran sebaran, ukuran lokasi, dan persebaran atau distribusi data.

### 3. HASIL

BisKita adalah sebuah layanan transportasi angkutan massal berbasis BRT (Indri, 2007) [7]. Bus BisKita, atau sebagian anggota masyarakat menyebut BRT BisKita, pada awalnya memiliki 4 koridor. Namun saat ini BRT BisKita telah memiliki 6 koridor setelah adanya penambahan 2 koridor, yaitu Koridor 6 dan Koridor 7. BisKita koridor 5 memiliki 30 halte transit, yang merupakan halte-halte khusus yang diperuntukkan bagi penumpang yang ingin berganti koridor. Tabel 1 di bawah ini adalah halte yang dilalui oleh BisKita koridor 5.

Tabel 1 Halte Pemberhentian BisKita Trans Pakuan Koridor 5

Arah Stasiun Bogor	Arah Ciparigi
Ciparigi	Stasiun Bogor 1
SMPN 19 1	Bappeda Bogor
Komplek PGRI	RS Salak
Villa Bogor Indah 2-2	Sudirman 1
SDN Kedung Halang 1	Air Mancur 2
Simpang Talang 1	GOR 1
Jambu Dua	DPRD Baru
SMPN 8 Bogor	SMPN 5 Bogor
BPJS Bogor	Tugu Narkoba 1
Dinas Kesehatan Bogor	Tugu Narkoba 2
GOR 2	Simpang Talang
Dinas Sosial Bogor	SDN Kedung Halang 1
Puskesmas Merdeka	SDN Kedung Halang 3
Stasiun Bogor	Villa Bogor Indah 2-1
	SMPN 19 2
	Ciparigi

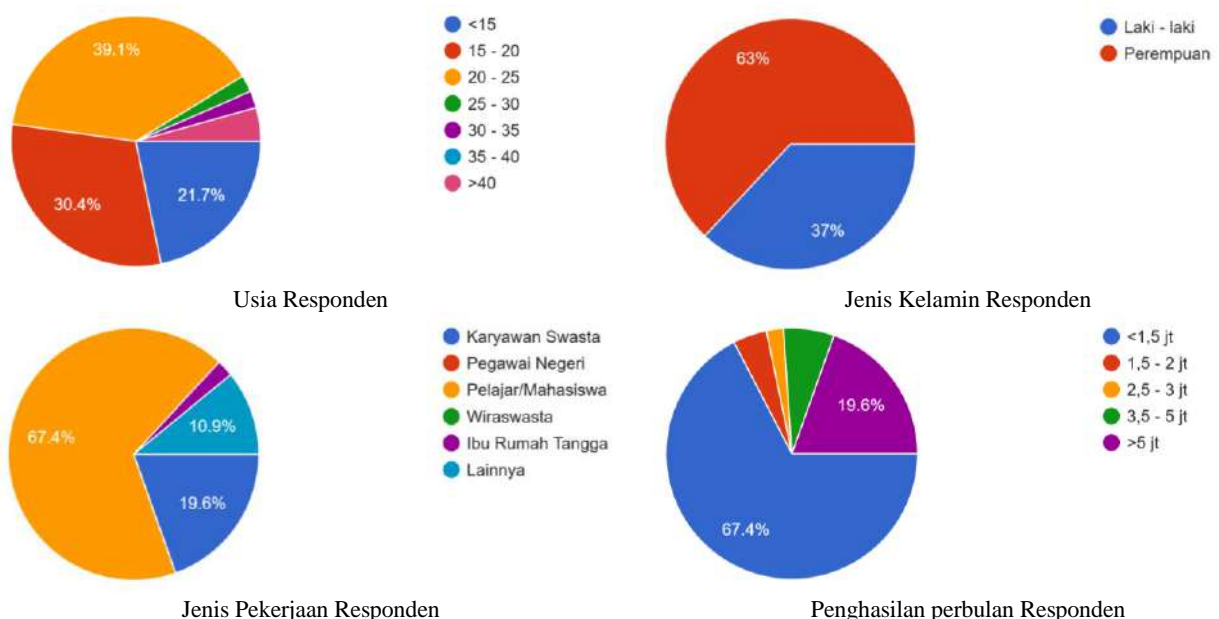
BRT BisKita beroperasi setiap hari dengan jam operasional pukul 05.30 WIB hingga pukul 18.30 WIB, untuk hari Senin hingga hari Sabtu. Sedangkan untuk hari Minggu atau hari libur, BRT BisKita beroperasi dari pukul 05.45 WIB hingga pukul 18.30 WIB. Terdapat 2 macam tarif yang berlaku, yaitu tarif untuk umum dan tarif untuk pelajar atau mahasiswa. Tarif untuk umum adalah sebesar Rp 4.000,00 dan untuk pelajar atau mahasiswa dan lansia adalah Rp 2.000,00. Penelitian ini dilakukan pada bulan November 2023, dengan cara membagikan kuesioner kepada penumpang yang ada di dalam bus maupun yang ada di halte. Kuesioner dibagi menjadi 2 bagian, yaitu (1) profil demografis penumpang, (2) karakteristik perjalanan penumpang. Dari hasil kuesioner yang dibagikan, diambil 46 yang akan dijadikan sebagai sampel.

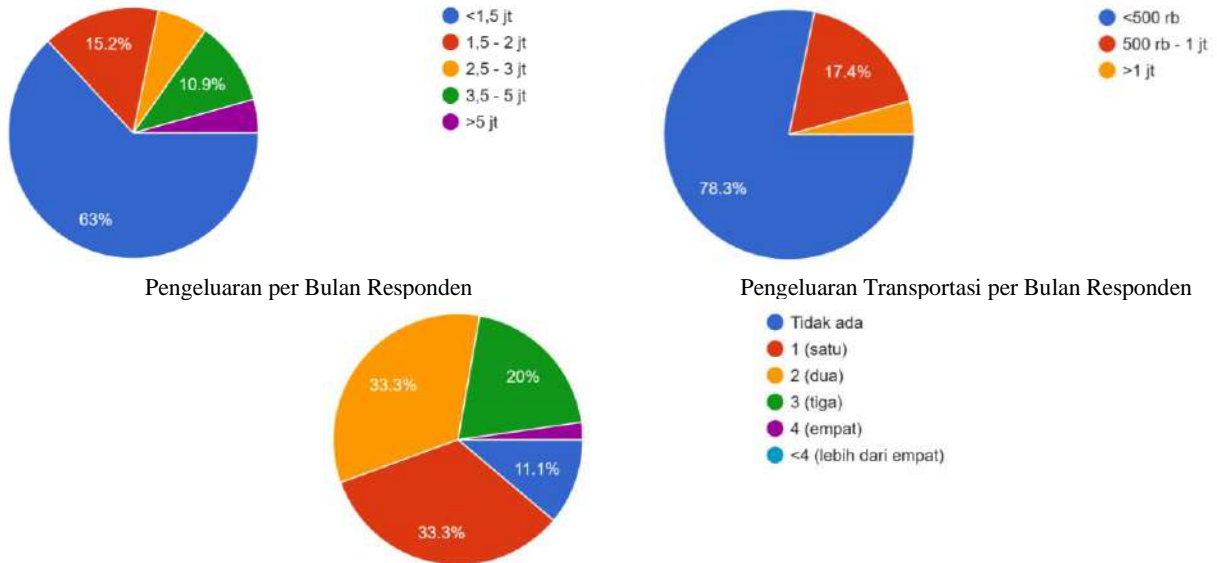
Tabel 2 Profil Demografis Penumpang

Variabel Demografi	Item	n	%
Jenis kelamin	Laki – laki	17	36.96
	Perempuan	29	63.04
Umur	<15	10	21.75
	15-20	14	30.43
	20-25	18	39.13

	25-30	1	2.17
	30-35	1	2.17
	35-40	0	0
	>40	2	4.35
Status pekerjaan	Bekerja	14	30.44
	Tidak bekerja	32	69.56
Jenis Pekerjaan	Pelajar/Mahasiswa	31	67.39
	Pegawai negeri	0	0
	Karyawan swasta	9	19.57
	Wiraswasta	0	0
	Ibu Rumah Tangga	1	2.17
	Lainnya	5	10.87
Penghasilan per bulan	<1.5 juta	31	67.39
	1.5 – 2.5 juta	2	4.35
	2.5 – 3.5 juta	1	2.17
	3.5 – 5.0 juta	3	6.52
	>5.0 juta	9	19.57
Variabel Demografi	Item	n	%
Pengeluaran per bulan	<1.5 juta	29	63.04
	1.5 – 2.5 juta	7	15.22
	2.5 – 3.5 juta	3	6.52
	3.5 – 5.0 juta	5	10.87
	>5.0 juta	2	4.35
Pengeluaran untuk transportasi	<500 ribu	36	78.26
	500 ribu – 1 juta	8	17.39
	>1 juta	2	4.35
Jumlah kendaraan yang dimiliki	Tidak ada	6	13.04
	1	15	32.61
	2	15	32.61
	3	9	19.57
	4	1	2.17
	<4	0	0

Tabel 2 menunjukkan bahwa mayoritas penumpang berjenis kelamin perempuan (63,04%). Mayoritas penumpang adalah pelajar atau mahasiswa (67,39%) dengan sebagian besar penumpang berusia 20 tahun sampai 25 tahun (39,13%). Hasil ini menjelaskan bahwa mayoritas penumpang mempunyai penghasilan bulanan kurang dari Rp1.500.000,00 (67,39%). Jumlah kepemilikan kendaraan yang dimiliki penumpang adalah 1 dan 2 kendaraan (40%). Gambar 4 berikut adalah *Pie Chart* dari data-data pada tabel di atas:





Jumlah Kepemilikan Responden  
Gambar 4. Pie Chart Profil Penumpang

### Analisis Karakteristik Perjalanan Penumpang

Berikut adalah hasil analisis yang memperlihatkan karakteristik perjalanan penumpang BisKita Trans Pakuan Koridor 5 yang berhasil dikumpulkan dari 46 responden.

Tabel 3 Karakteristik Perjalanan Penumpang

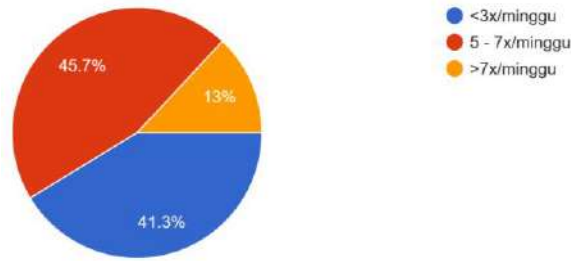
Karakteristik Perjalanan	Item	n	%
Maksud Perjalanan	Tempat kerja	9	19.57
	Pendidikan	28	60.87
	Belanja	0	0
	Sosial	3	6.52
	Rekreasi	2	4.35
	Lainnya	4	8.69
Asal perjalanan (Kecamatan)	Bogor Barat	9	19.57
	Bogor Selatan	3	6.52
	Bogor Tengah	2	4.35
	Bogor Timur	4	8.69
	Bogor Utara	25	54.35
	Tanah Sareal	3	6.52
Asal perjalanan (Kelurahan)	Babakan	1	2.17
	Babakan Pasar	0	0
	Bantar Jati	2	4.35
	Baranang Siang	3	6.53
	Bubulak	1	2.17
	Cibadak	1	2.17
	Cibogor	1	2.17
	Cibuluh Ciluar	3	6.53
	Cikaret Cipaku	1	2.17
	Ciledek Barat	2	4.35
	Ciledek Timur	2	4.35
	Cimahpar	0	0
	Ciparigi	11	23.92
	Ciwaringin	0	0
	Gudang	0	0
	Katulampa	0	0
	Kebon kelapa	0	0
	Kedung Halang	8	17.39
	Menteng	1	2.17
	Pakuan	2	4.35

Karakteristik Perjalanan	Item	n	%
	Patoban	0	0
	Paledang	0	0
	Panaragan	0	0
	Pasir Kuda	1	2.17
	Sempur	0	0
	Semplak	2	4.35
	Sindang Sari	1	2.17
	Tagallega	0	0
	Tanah Baru	0	0
	Tanah Sareal	2	4.35
Tegal Gundil	1	2.17	
Halte Asal	Stasiun Bogor	15	32.61
	Pemda 2	2	4.35
	Bappeda	5	10.87
	RS Salak	0	0
	Sudirman	0	0
	Air Mancur 2	0	0
	GOR	3	6.52
	Gedung DPRD	0	0
	SMPN 5	1	2.17
	Tugu Narkoba 1	4	8.70
	Tugu Narkoba 2	0	0
	SDN Kedung Halang 1	2	4.35
	Kedung Halang 5	3	6.52
	Villa Bogor Indah 2	3	6.52
	SMPN 19 Bogor 2	2	4.35
	Ciparigi	6	13.04
	Tujuan perjalanan (Kecamatan)	Bogor Barat	7
Bogor Selatan		0	0
Bogor Tengah		11	23.91
Bogor Timur		3	6.52
Bogor Utara		21	45.65
Tanah Sareal		4	8.70
Tujuan perjalanan (Kelurahan)	Babakan	0	0
	Babakan Pasar	0	0
	Bantar Jati	1	2.17
	Baranang Siang	0	0
	Bubulak	3	6.52
	Cibadak	0	0
	Cibogor	3	6.52
	Cibuluh Ciluar	2	4.35
	Cikaret Cipaku	0	0
	Ciledek Barat	1	2.17
	Ciledek Timur	1	2.17
	Cimahpar	1	2.17
	Ciparigi	10	21.74
	Ciwaringin	2	4.35
	Gudang	0	0
	Katulampa	1	2.17
	Kebon kelapa	0	0
	Kedung Halang	5	10.87
	Menteng	0	0
	Pakuan	0	0
	Patoban	0	0
	Paledang	2	4.35
	Panaragan	0	0
Pasir Kuda	0	0	
Sempur	3	6.52	
Semplak	2	4.35	

Karakteristik Perjalanan	Item	n	%
	Sindang Sari	2	4.35
	Tagallega	1	2.17
	Tanah Baru	1	2.17
	Tanah Sareal	4	8.69
	Tegal Gundil	1	2.17
Halte Tujuan	Stasiun Bogor	11	23.91
	Pemda 2	1	2.17
	Bappeda	6	13.04
	RS Salak	2	4.35
	Sudirman	0	0
	Air Mancur 2	2	4.35
	GOR	4	8.70
	Gedung DPRD	0	0
	SMPN 5	2	4.35
	Tugu Narkoba 1	5	10.87
	Tugu Narkoba 2	0	0
	SDN Kedung Halang 1	0	0
	Kedung Halang 5	0	0
	Villa Bogor Indah 2	6	13.04
	SMPN 19 Bogor 2	2	4.35
Ciparigi	5	10.87	
Frekuensi perjalanan	<3x/minggu	19	41.31
	5-7x/minggu	21	45.65
	>7x/minggu	6	13.04
Akses tempat asal menuju halte	Jalan kaki	15	32.60
	Transportasi online	9	19.57
	Kendaraan roda 2	14	30.44
	Kendaraan roda 4	8	17.39
Biaya dari tempat asal menuju halte	<5 ribu	30	65.22
	5 – 10 ribu	3	6.52
	>10 ribu	13	28.26
Akses halte menuju tujuan	Jalan kaki	29	63.05
	Transportasi online	6	13.04
	Kendaraan roda 2	8	17.39
	Kendaraan roda 4	3	6.52
Biaya dari halte menuju tujuan	<5 ribu	36	78.26
	5 – 10 ribu	9	19.57
	>10 ribu	1	2.17
Pemberlakuan tarif normal Biskita Trans Pakuan sebesar Rp.4000,-	Keberatan	7	15.22
	Tidak keberatan	39	84.78

Tabel 3 menunjukkan karakteristik perjalanan penumpang. Terlihat pada Tabel 2 bahwa mayoritas perjalanan penumpang memiliki maksud perjalanan untuk Pendidikan (60,87%). Mayoritas penumpang berasal dari wilayah kecamatan Bogor Utara (54,35%) dengan halte asal mayoritas berasal dari Halte Stasiun Bogor (32,61%). Tujuan perjalanan mayoritas penumpang menuju wilayah kecamatan Bogor Tengah (23,91%) dengan halte tujuan mayoritas menuju halte Stasiun Bogor (23,91%). Frekuensi perjalanan untuk sebagian besar penumpang berjumlah 5-7 kali/minggu (45,65%). Akses dari tempat asal menuju halte bagi Sebagian besar penumpang adalah dengan berjalan kaki (32,60%) dengan biaya yang dikeluarkan sebagian besar penumpang sebesar < Rp5.000,00 (65,22%). Untuk akses dari halte menuju tempat tujuan, mayoritas penumpang melaluinya dengan berjalan kaki (63,05%) dengan biaya yang dikeluarkan oleh mayoritas penumpang sebesar < Rp5.000,00 (78,26%). Pendapat mayoritas penumpang untuk pemberlakuan tarif sebesar Rp4000,00 saat ini merasa tidak keberatan (84,78%). Berikut adalah *Pie Chart* dari data-data pada tabel di atas:

Maksud Perjalanan Responden

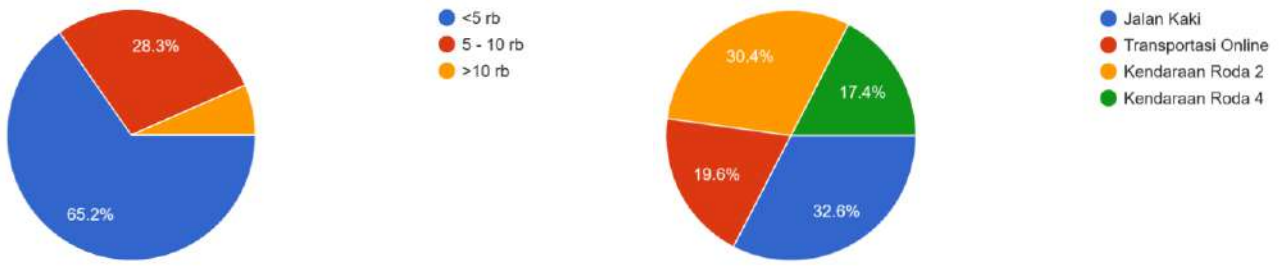


Frekuensi Perjalanan Respoden

Gambar 5 Pie Chart Frekuensi Perjalanan Responden

Gambar 5 di atas adalah hasil analisis yang menunjukkan penumpang bus Koridor 5 terbagi menjadi 2, yaitu penumpang pengguna sehari-hari maupun pengguna yang menggunakan bus tidak sampai 3x dalam 1 minggu (bisa diasumsikan bahwa pengguna yang sedikit ini hanya menggunakan bus pada hari libur/weekend).

Aksesibilitas Responden dari Tempat Asal Perjalanan menuju Halte Asal



Biaya Pengeluaran dari Tempat Asal ke Halte Asal

Akses Responden dari Tempat Asal Menuju Halte Asal

Gambar 6 Pie Chart Aksesibilitas Responden dari Tempat Asal ke Halte Asal

Kemudian pada Gambar 6 adalah hasil analisis yang menunjukkan penumpang bus Koridor 5 hampir sebagian besar tidak mengeluarkan uang lebih dari Rp. 10000 untuk mencapai halte asal perjalanan. Hal ini juga didukung bahwa sebagian besar penumpang dapat mencapai halte asal perjalanan menggunakan jalan kaki atau kendaraan roda 2.

Lokasi Kecamatan dan Halte Asal Responden



Kecamatan Asal Responden

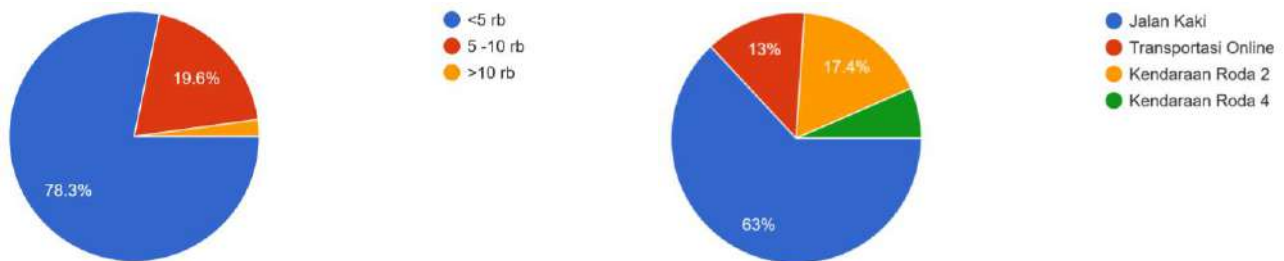
Halte Asal Responden

Gambar 7 Pie Chart Lokasi Asal Responden

Dan pada Gambar 7 di atas adalah hasil analisis yang menunjukkan bahwa penumpang bus Koridor 5 sebagian berasal dari Kecamatan Bogor Utara dan halte asal perjalanan yang paling banyak digunakan adalah Stasiun Bogor, Bappeda, dan RS Salak.



Aksesibilitas Responden dari Halte Tujuan menuju Tempat Tujuan



Biaya Pengeluaran dari Halte Tujuan ke Tempat Tujuan

Akses Responden dari Halte Tujuan ke Tempat Tujuan

Gambar 8 Pie Chart Aksesibilitas Responden dari Halte Tujuan ke Tempat Tujuan

Gambar 8 di atas merupakan hasil analisis yang menunjukkan bahwa penumpang bus Koridor 5 sesampainya di halte tujuan perjalanan hanya menggunakan jalan kaki untuk mencapai tujuan akhir perjalanannya. Dapat dianalisis bahwa radius lokasi tujuan perjalanan dari halte terakhirnya < 250 m.

Lokasi Kecamatan dan Halte Tujuan Responden



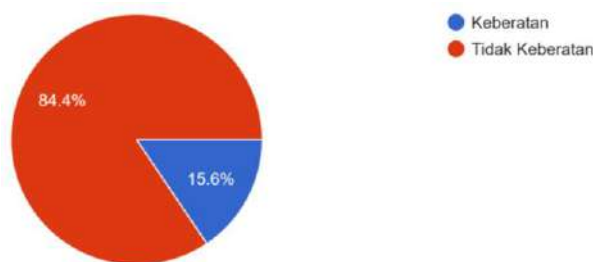
Kecamatan Tujuan Responden

Halte Tujuan Responden

Gambar 9 Pie Chart Lokasi Tujuan Responden

Kemudian pada Gambar 8 adalah hasil dari analisis yang menunjukkan bahwa penumpang bus Koridor 5 memiliki tujuan akhir Halte Stasiun Bogor, Bappeda, dan RS Salak yang juga berada di Kecamatan Bogor Utara.

Pendapat Responden terhadap Pemberlakuan Tarif Baru



Pendapat Responden Terkait Pemberlakuan Tarif

Gambar 10 Pie Chart Persepsi Responden terhadap Pemberlakuan Tarif Baru

Dan Gambar 10 merupakan hasil analisis yang menunjukkan bahwa pemberlakuan tarif baru pada BisKita Trans Pakuan tidak menjadi persoalan bagi sebagian besar penumpang bus saat ini.

Analisis Pembahasan Profil Penumpang Bis Transkita Pakuan

Profil penumpang di dominasi oleh pelajar/ mahasiswa dengan frekuensi perjalanan hampir 7x dalam 1 minggu, maupun pekerja kantoran. Hal ini dapat dilihat dari jumlah uang yang dikeluarkan dari halte terakhir perjalanan menuju tempat tujuan yang sebagian besar tidak mengeluarkan uang maupun mengeluarkan uang < Rp. 5000,- dan menggunakan jalan kaki sebagai opsi. Halte yang paling sering dikunjungi baik sebagai halte asal perjalanan maupun halte akhir perjalanan mengindikasikan bahwa lokasi sekolah dan kantor yang berada di radius 500-700 meter dari titik pusatnya adalah lokasi tempat tujuan akhir perjalanan penumpang

di Koridor 5. Untuk mahasiswa (kategori pelajar dengan rentang usia 15-20 tahun) dapat dilihat bahwa terjadi konektivitas antara halte Stasiun Bogor dengan Stasiun Bogor untuk KRL. Dapat diasumsikan bahwa mahasiswa yang berpindah moda di lokasi tersebut memiliki tempat kuliah di daerah Depok dan Jakarta (membutuhkan penelitian lanjutan terkait hal ini).

#### 4. KESIMPULAN

Dari hasil wawancara yang telah dilakukan ke 46 responden, didapatkan sebanyak 31 pengguna biskita adalah Pelajar/Mahasiswa dan 28 diantaranya berujuan untuk pendidikan. Sebanyak 39 responden merasa tidak keberatan atas pemberlakuan tarif normal Biskita Trans Pakuan sebesar Rp.4000,-. Dapat disimpulkan bahwa pengguna transportasi Biskita Trans Pakuan didominasi oleh para pelajar/ mahasiswa yang memiliki tujuan perjalanan untuk pendidikan, selain itu untuk tarif yang diberikan untuk pelajar mendapatkan tarif yang lebih murah yaitu sebesar Rp.2000,-. Dari status pekerjaan terdapat 14 orang status bekerja yang melakukan perjalanan, kemudian terdapat 32 orang dengan status tidak bekerja melakukan perjalanan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Kanafani, 1983. *Transportation Demand Analysis*, Berkeley: University of California, USA.
- [2] O. Z. Tamin, 2000. *Perencanaan dan Pemodelan Transportasi*, Bandung: Teknik Sipil, Institut Teknologi Bandung.
- [3] M. H. Nurfadli, D. Heriyanto and P. Pratomo, 2015. Evaluasi Kinerja Angkutan Massal Bus Rapid Transit pada Koridor Rajabasa-Sukaraja, *Jurnal Rekayasa Sipil dan Desain*, (2015), pp. 205-220.
- [4] I. M. Manheim, *Fundamental Transportation System Analysis*, vol. 1, (1979).
- [5] N. Indri, Analisis Persepsi Penumpang Terhadap Tingkat Pelayanan Bus Way (Studi Kasus Bus Way Trans Jakarta Koridor I), ([http://eprints.undip.ac.id/15650/1/Indri\\_Nurvia\\_Puspita\\_R\\_pdf](http://eprints.undip.ac.id/15650/1/Indri_Nurvia_Puspita_R_pdf)), Diakses pada tanggal 30 November 2023, (2007).
- [6] Adri, Aguido (2021-11-01). "Kota Bogor Mulai Program Pengurangan Jumlah Angkot". Kompas.id. Diakses tanggal 2023-12-1.
- [7] Rauf, S., Runtulalo, D., 2016. Analisis Karakteristik Perjalanan Penumpang Bus Rapid Trans Mamminasata. *Seminar Nasional Transportasi Infrastruktur dan Lingkungan (SENTRAL) 2016*.
- [8] Suprayitno, H., Ryansyah, M., 2018. Karakteristik Pelaku dan Perilaku Perjalanan Penumpang Bus Trans Koetaradja. *Jurnal Aplikasi Teknik Sipil*, Vol. 16, No. 2, pp. 55-61
- [9] Moudia, Y., Haryadi, B., 2018. Karakteristik Perjalanan Penumpang Bus Rapid Transit Trans Semarang. *Jurnal Transportasi*, Vol. 18, No. 3, pp.169-176
- [10] Prayitno, A. F. H., Machsus, Basuki, R., Arifin, S., Sukobar, Moeljono, T., Budhi, W. S., 2018. Analisa Pola Perjalanan dan Karakteristik Penumpang Bus Trans Sidoarjo, *Jurnal Aplikasi Teknik Sipil*, Vol. 16, No. 2, pp. 47-53
- [11] Romadlon, F., Lestari, R. D., Lestiana, F., Putri, N. A., 2020. Kajian Pra-Implementasi Aplikasi Layanan pada Bus Rapid Transit Purwokerto – Purbalinga : Perspektif Penumpang Wanita. *Warta Penelitian Perhubungan*, Vol. 32, No. 2, pp. 68-76
- [12] Upa, V. A., Setyadi, R., Mustofa, F. N. A., Assalam, F., 2022. Komparasi Karakteristik Perilaku dan Pengguna Bus Trans Tangerang AYO pada Koridor 2 dan Koridor 3, *Jurnal Aplikasi Teknik Sipil*, Vol. 20, No. 1, pp. 35-40.

# Analisa Kategori dan Penilaian Kondisi Fasilitas Pelabuhan Studi Kasus: Laut Sofifi- Provinsi Maluku Utara

Bram Haribowo<sup>1\*</sup>, Herawati Zetha R.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Magister Rekayasa Infrastruktur dan Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila

**Abstrak.** Pelabuhan memiliki peran krusial dalam mendukung pertumbuhan ekonomi suatu wilayah melalui Peningkatan kapasitas dan efisiensi operasional pelabuhan laut menjadi komponen penting dalam mendukung pertumbuhan ekonomi suatu wilayah melalui peningkatan konektivitas dan efisiensi perdagangan internasional. Studi ini melihat Pelabuhan Sofifi di Provinsi Maluku, Indonesia. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengevaluasi kondisi fasilitas pelabuhan saat ini melalui penggunaan survei visual dan wawancara. Hasil penelitian tidak hanya memberikan gambaran rinci tentang keadaan Pelabuhan Sofifi tetapi juga membantu orang membuat keputusan tentang rencana rehabilitasi infrastruktur. Mengoptimalkan infrastruktur maritim, meningkatkan kapabilitas pelabuhan, dan mendorong pertumbuhan ekonomi regional adalah semua tujuan yang diharapkan. Manfaat dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan panduan kepada pemerintah pusat, terutama Kementerian Perhubungan melalui Direktorat Jenderal Perhubungan Laut, serta pihak terkait lainnya dalam perencanaan dan pelaksanaan pembangunan pelabuhan laut yang berkelanjutan dan berdaya saing. Hasil analisis dan survei visual menunjukkan bahwa dermaga segmen 1 dan talud dalam kondisi kritis, memerlukan rehabilitasi segera. Sementara fasilitas pelabuhan lainnya, termasuk dermaga segmen 2, dermaga segmen 3, fasilitas darat, dan dua lokasi Trestle, dikategorikan sebagai sangat kurang atau kurang. Berdasarkan kondisi fasilitas saat ini, perlu diberlakukan pembatasan operasional maksimum sebesar 8,3 ton dan pembatasan antrian kendaraan bongkar muat di area Dermaga Segmen 2 dan Trestle 2.

**Kata kunci**—*Kondisi eksisting, Pelabuhan; Sofifi; Desain; Fasilitas Pelabuhan*

## 1. PENDAHULUAN

Pelabuhan adalah tempat yang terdiri dari daratan dan perairan di sekitarnya dengan batas-batas tertentu sebagai tempat kegiatan pemerintah dan kegiatan ekonomi yang dipergunakan sebagai tempat kapal bersandar, berlabuh, naik turun penumpang dan/bongkar muat barang yang dilengkapi dengan fasilitas keselamatan pelayaran dan kegiatan penunjang pelabuhan serta sebagai tempat perpindahan intra atau moda transportasi [1]. Provinsi Maluku Utara Utara terdiri dari beberapa kepulauan besar dan kecil yang didominasi oleh lautan, kebutuhan akan transportasi perairan sangatlah dibutuhkan guna menunjang sistem distribusi wilayah baik penumpang maupun barang. Distribusi penumpang maupun barang daerah Maluku Utara Utara cukup tinggi khususnya Maluku Utara bagian Utara dengan Pulau Halmahera (Pelabuhan Sofifi), Pulau Ternate (Pelabuhan Bastiong) dan Pulau Tidore (Pelabuhan Soasio) sebagai alur distribusinya. Tingginya distribusi penumpang maupun barang ini harus dibarengi dengan peningkatan dan pengembangan sarana penunjang (dalam hal ini pelabuhan atau dermaga). Pelabuhan Sofifi merupakan bagian dari wilayah kerja Unit Penyelenggara Pelabuhan Kelas III Soasio. Akses menuju ke lokasi sofifi ditempuh dari Jakarta ke Kota Ternate (Bandara Sultan Babullah) menggunakan pesawat udara. Dari bandara menggunakan angkutan darat menuju Pelabuhan Bastiong (Ternate), kemudian menuju Pelabuhan Sofifi menggunakan *Speed Boat* dengan waktu tempuh  $\pm 45$  menit [2].

---

\*Corresponding author: [brammril@gmail.com](mailto:brammril@gmail.com)

Pelabuhan Sofifi ini belum ada pelayanan muatan jenis *general cargo*. Sehingga perlu dilakukan pengembangan fasilitas penunjang operasional yaitu fasilitas perairan dan darat. Fasilitas perairan mencakup kolam pelabuhan dan alur pelayaran, dan fasilitas darat mencakup terminal penumpang, kantor pelabuhan area penyimpanan.

Tujuan Penelitian ini bermaksud untuk menganalisa kerusakan dan permasalahan pada fasilitas pelabuhan eksisting, dan perbaikan yang perlu dilakukan dalam merehabilitasi pelabuhan sehingga terbentuklah pelabuhan yang tepat guna sesuai dengan fungsi dan perannya. Untuk itu terdapat 2 (dua) tujuan yang diuraikan sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi penilaian kondisi eksisting fasilitas pelabuhan yang mengalami kerusakan signifikan
2. Memberikan rekomendasi perbaikan fasilitas Pelabuhan yang mengalami kerusakan.

Penelitian dilakukan di Pelabuhan Sofifi yang terletak di Jalan Pelabuhan Sofifi, Kelurahan Sofifi, Kecamatan Oba Utara, Kota Tidore Kepulauan, Provinsi Maluku Utara. Pelabuhan Sofifi terletak di Kelurahan Sofifi, Kecamatan Oba Utara, Kota Tidore Kepulauan. Sebagai penyelenggara pelabuhan adalah Kantor Unit Penyelenggara Pelabuhan Kelas III Soasio, Direktorat Jenderal Perhubungan Laut. Berdasarkan Rencana Induk Pelabuhan Nasional (RIPN) Nomor KP. 432 Tahun 2017, Pelabuhan Sofifi memiliki hierarki sebagai Pelabuhan Pengumpan Regional dari tahun 2017 sampai dengan tahun 2037 [3].

Penelitian dibatasi hanya pada penilaian dan rekomendasi perbaikan atas kondisi eksisting fasilitas pelabuhan yang mengalami kerusakan signifikan, dan tidak meliputi biaya yang diperlukan untuk pembangunan fasilitas pelabuhan tersebut [4].



Gambar 1. Lokasi Pelabuhan Sofifi  
Sumber: Google Earth dan Dokumentasi Lapangan (2023)



Gambar 2. Aktivitas di Pelabuhan Sofifi dan di Pelabuhan Speedboat Sofifi  
Sumber: Dokumentasi Lapangan (2023)

## 2. METODE

Penelitian ini menggunakan metode survey lapangan melalui pemeriksaan visual dan wawancara. Pengumpulan data-data sekunder dan primer meliputi pengumpulan data kondisi pelabuhan yang terkait informasi teknis dan operasional, studi perencanaan terdahulu, Rencana Induk Pelabuhan (RIP), makro ekonomi, jaringan transportasi, demografi, meteorologi (lokasi terdekat) dan Rencana Umum Tata Ruang (dari Pemerintah setempat). Data-data tersebut merupakan data yang akan digunakan sebagai data pendukung dalam pekerjaan [5].

## 3. HASIL

### Kategori dan Penilaian Kondisi Fasilitas Pelabuhan

Berdasarkan hasil pemeriksaan visual, pengujian/pengetesan, dan pemodelan – pemodelan maupun rekayasa struktur teknis yang telah dilakukan untuk mengetahui kondisi fasilitas yang menjadi objek penelitian seperti struktur serta pondasi dermaga dan trestle, dan kondisi struktur talud. Adapun kondisi fasilitas yang mengalami kerusakan signifikan pada bagian depan (*plank fender*), pelat, dan balok. Hal ini disebabkan ketidaksesuaian layout pelabuhan sehingga gelombang langsung menghantam sisi depan dermaga (*plank*



fender, pelat dan balok bagian depan) [6]. Kerusakan mayoritas yang ditemui di dermaga dan *trestle* adalah struktur beton patah, *spalling cover*, *honeycomb*/segregasi, dan korosi tulangan bahkan beberapa hingga putus. Seluruh fender di segmen dermaga sudah tidak ada, hanya tersisa di *trestle* dan itupun konsistinya sudah rusak berat.

Tabel 1. Kategori dan Penilaian Kondisi Fasilitas Pelabuhan

Nilai	Kategori	Deskripsi Struktur dan Sistem Fasilitas Pelabuhan				
		Perkiraan Kehilangan Kapasitas	Penilaian Integritas Struktur	Penilaian Kondisi Fisik	Penilaian Operasional	Rekomendasi Tindakan Lanjutan dan Perbaikan
6	Sangat Baik	< 10%	Tidak ada penurunan integritas struktur atau memenuhi persyaratan teknis	Tidak ada masalah atau hanya sedikit masalah. Elemen struktur hanya menunjukkan kerusakan sangat kecil	Struktur dan system dapat digunakan atau beroperasi, tidak membutuhkan perbaikan atau peningkatan	Tidak dibutuhkan perbaikan atau peningkatan.
5	Baik		Kapasitas struktur atau system memenuhi persyaratan teknis	Elemen struktur hanya menunjukkan kerusakan kecil sampai sedang dan tidak ada overstres.	Struktur dan system dapat digunakan, tidak membutuhkan perbaikan atau peningkatan.	Tidak membutuhkan perbaikan atau peningkatan. Tindakan proteksi perlu dipertimbangkan.
4	Cukup	10% - 25%	Kapasitas struktur atau sistem tidak berada 15% dibawah dari persyaratan teknis yang ditentukan berdasarkan evaluasi teknis.	Semua elemen struktur utama masih baik, tetapi terdapat cacat atau kerusakan kecil sampai sedang. Kerusakan lokal yang parah terdeteksi tetapi tidak mengurangi kapasitas struktur.	Fasilitas masih dapat beroperasi, rencana dan jadwal perbaikan perlu disampaikan dan disetujui oleh operator.	Perbaikan atau peningkatan mulai dibutuhkan untuk menjaga operasional. Urgensi perbaikan masih rendah
3	Kurang		Kapasitas struktur atau sistem tidak dibawah 25% dari persyaratan yang ditentukan berdasarkan evaluasi teknis.	Penurunan/kerusakan yang cukup parah atau overstres dapat dilihat pada sebagian besar struktur akan tetapi tidak mengurangi kapasitas lumpuanbearing dari struktur.	Perbaikan dan peningkatan dibutuhkan agar masih dapat beroperasi. Fasilitas masih dapat digunakan dalam kondisi darurat sampai kerusakan diperbaiki.	Perbaikan dan Peningkatan dibutuhkan agar masih dapat beroperasi. Upaya perbaikan perlu dilakukan dalam rentang waktu 24 bulan
2	Sangat Kurang	> 25%	Kapasitas struktur atau sistem dibawah 25% dari persyaratan teknis yang ditentukan berdasarkan evaluasi teknis.	Penurunan yang sangat parah, Overstres mempengaruhi secara signifikan terhadap kapasitas bearing dari komponen struktur utama. Kegagalan lokal mungkin terjadi termasuk pembatasan beban.	Struktur atau system struktur sudah tidak dapat digunakan. Perbaikan dan peningkatan dibutuhkan agar masih dapat beroperasi. Fasilitas masih dapat digunakan dalam kondisi darurat sampai kerusakan diperbaiki.	Perbaikan dan Peningkatan dibutuhkan agar masih dapat beroperasi. Fasilitas masih dapat digunakan dalam kondisi darurat sampai kerusakan diperbaiki. Upaya perbaikan perlu dilakukan dalam rentang waktu 12 bulan
1	Kritis		Kapasitas struktur dalam kondisi kritis terhadap persyaratan teknis.	Penurunan yang sangat parah, Overstres mempengaruhi kegagalan lokal dari komponen struktur utama. Kegagalan lebih tersebar dan pembatasan beban perlu diterapkan.	Struktur atau system struktur sudah tidak layak digunakan. Struktur sudah berhenti beroperasi sampai perbaikan kerusakan dilaksanakan.	Struktur sudah berhenti beroperasi sampai perbaikan kerusakan dilaksanakan.

Tabel 2. Kesimpulan Pengkategorian Kerusakan Secara Global Pelabuhan Sofifi

Struktur	Kategori Umum
Dermaga Segmen 1	Kritis
Dermaga Segmen 2	Sangat Kurang
Dermaga Segmen 3	Sangat Kurang
Trestle 1	Kurang
Trestle 2	Kurang
Talud	Kritis
Fasilitas Darat	Sangat Kurang

Dari hasil analisa dan suvey visual dapat disimpulkan bahwa dermaga segmen 1 dan talud dalam kondisi kritis dan perlu segera diadakan rehabilitasi. Sedangkan fasilitas pelabuhan lainnya dalam kategori sangat kurang adalah dermaga segmen 2, dermaga segmen 3 dan fasilitas darat [7]. Untuk Trestle ada dalam kondisi kurang.

Tabel 3. Rekomendasi Perbaikan Fasilitas Pelabuhan

Bangunan	Kondisi	Sarana/ Perbaikan
Dermaga Segmen 1	Dermaga Segmen 1 ambruk pada tanggal 7 Januari 2023	Pembangunan kembali untuk menunjang keamanan operasional sandar dan tambat kapal dengan memerhatikan alternatif lokasi lain.
Dermaga Segmen 2 & 3	Kondisi pelat kantilever bagian depan dan plank fender mengalami kerusakan yang cukup signifikan ditandai dengan beton patah, tulangan terekspose hingga korosi bahkan putus. Sementara kondisi pilecap dan balok bagian dalam/belakang kondisinya masih cukup dengan kategori kerusakan cukup hingga kurang. Fender seluruhnya sudah hilang, bollard mengalami korosi. Kanstein sisi luar seluruhnya hilang, sedangkan sisi dalam masih cukup baik. Seluruh lampu penerangan tidak berfungsi.	Perlu dilakukan pengecekan kapasitas struktur eksisting. Pembangunan kembali untuk menunjang keamanan operasional sandar dan tambat kapal dengan memerhatikan alternatif lokasi lain. Penggantian fender, pembuatan kanstein sisi luar.

Bangunan	Kondisi	Sarana/ Perbaikan
Trestle 1 & 2	Sebagian besar kerusakan terjadi pada pada pelat dan balok yang mengalami spalling cover dan tulangan mengalami korosi hingga beberapa tulangan putus. Kondisi pilecap dan tiang pancang secara visual masih cukup baik. Seluruh lampu penerangan tidak berfungsi.	Perlu dilakukan pengecekan kapasitas struktur eksisting. Perbaiki permukaan beton dengan chipping dan grouting.
Talud	Sebagian besar talud segmen 1 mengalami scouring. Hal ini diakibatkan sedikitnya armor pemecah gelombang yang berfungsi meredam energi gelombang sehingga pada musim barat, gelombang langsung menerjang badan talud.	Pembuatan talud kembali dan penggunaan armor breakwater



Gambar 3. Kerusakan Segmen Dermaga  
Sumber: Survei Lapangan (2023)

Pada kondisi Segmen 1 Dermaga dari plat atas, tiang pancang, dan plak fender memiliki kondisi kerusakan kategori kritis. Sebagian besar segmen Pelat lantai dermaga sebagian sudah patah, berlubang, dan tulangan mengalami korosi, Pelat lantai dermaga mengalami delaminasi pada permukaan beton, terdapat tumpahan sisa pembongkaran material sehingga permukaan tidak rata, Kanstein sisi luar dermaga sudah tidak ada, sementara kanstein sisi dalam kondisinya masih cukup baik, beton balok patah dan tulangan mengalami korosi hingga putus. Rekomendasi perbaikan yang dapat dilakukan perlu pembangunan kembali di alternatif lokasi lain untuk keamanan operasional sandar/tambat kapal dan pengecekan kapasitas struktur, penggantian struktur [8].



Gambar 4. Kerusakan Talud  
Sumber: Survei Lapangan (2023)

Pada kondisi Talud hampir disemua titik memiliki kondisi kerusakan kategori kritis. Sebagian besar talud segmen mengalami scouring. Hal ini diakibatkan sedikitnya armor pemecah gelombang yang berfungsi meredam energi gelombang sehingga pada musim barat, gelombang langsung menerjang badan talud. Rekomendasi perbaikan yang dapat dilakukan pembuatan talud kembali dan penggunaan *armor breakwater* [9]. Berdasarkan hal tersebut diatas, maka penelitian ini merekomendasikan hal-hal sebagai berikut:

1. Mengingat kondisi struktur eksisting yang ada saat ini, tidak terpenuhi kekuatan struktur atas meliputi balok dan pelat pada Struktur Dermaga Segmen 2, Dermaga Segmen 3, *Trestle 1*, dan *Trestle 2* maka perlu adanya pembatasan operasional maksimum sebesar 8,3 Ton.
2. Mengingat kondisi dermaga ada pada kondisi kritis dan sangat kurang, maka perlu adanya pembatasan antrian kendaraan bongkar muat di area Dermaga Segmen 2 dan *Trestle 2*. Pembatasan ini dilakukan sebelum kendaraan melewati pangkal struktur *Trestle 2* [10].

#### 4. KESIMPULAN

Dari hasil analisa dan suvey visual dapat disimpulkan bahwa dermaga segmen 1 dan talud dalam kondisi kritis dan perlu segera diadakan rehabilitasi. Sedangkan fasilitas pelabuhan lainnya dalam kategori sangat kurang adalah dermaga segmen 2, dermaga segmen 3 dan fasilitas darat. Untuk 2 lokasi *Trestle* dinyatakan dalam kondisi kurang. Mengingat kondisi fasilitas pelabuhan saat ini, maka perlu adanya pembatasan



operasional maksimum sebesar 8,3 Ton dan pembatasan antrian kendaraan bongkar muat di area Dermaga Segmen 2 dan Trestle 2.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih ditujukan kepada Kementerian Perhubungan Direktorat Jenderal Perhubungan Laut Satuan Kerja Peningkatan Fungsi Kepelabuhan Pusat yang telah memberi kesempatan untuk melakukan kajian Studi Fasilitas Pelabuhan Sofifi dan juga Pustek FTUP atas kesempatan yang diberikan. No Tender 92856114 Kode RUP 45195081 Pekerjaan Replacement Fasilitas

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. General and O. F. Sea, "Directorate General of Sea Transportation Environmental Impact Assessment Report of New Port Development Project in ( Patimban ), 2017.
- [2] A. Zamojska and J. Próchniak, "Measuring the Social Impact of Infrastructure Projects: The Case of Gdańsk International Fair Co.," *J. Entrep. Manag. Innov.*, vol. 13, no. 2017, pp. 25–42, 2017.
- [3] OECD, "The Port and its Environment: Methodological Approach for Economic Appraisal," *OECD Reg. Dev. Work. Pap.*, vol. 2013/24, p. 32, 2013.
- [4] Y. R. R. Krowa, R. Ratnawati, and Y. S. Hayati, "The Experience of Sailboat Crews in Dealing with Emergencies during the Accident in Labuan Bajo, East Nusa Tenggara, Indonesia: A Phenomenology," *Int. J. Sci. Soc.*, vol. 2, no. 4, pp. 575–583, 2020.
- [5] N. A. Sasongko, A. Octavian, M. Marsetio, R. Laksmono, A. Hilmawan, and I. Royana, "Utilization of Solar Energy Technology To Meet Water Logistic Support in the Maritime Border: Study At Navy Post, Labuan Bajo, East Nusa Tenggara," *J. Pertahanan Bela Negara*, vol. 9, no. 1, p. 49, 2019.
- [6] W. Purwanta, P. Prawisudha, F. B. Juangsa, A. M. Fani, and E. Philander, "Modular incinerator with pre-treatment plant for municipal solid waste treatment in the super-priority tourism destination of Labuan Bajo Indonesia," *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 1065, no. 1, 2022.
- [7] Amin, "Developing of Fish Drayer 'Dry Cylinder' in Oesapa, Kupang, East Nusa Tenggara," *Researchgate.Net*, no. July, 2019.
- [8] J. B. Sukoco, T. De Araujo, D. Kusumastuti, L. Fauziah, and A. S. Adjani, "Humanitarian Logistics & Global Governance: A Portrait of International Cooperation between Indonesia and Timor Leste," *Asian J. Logist. Manag.*, vol. 1, no. 1, pp. 34–42, 2022.
- [9] A. Nastiti, N. M. Dwipayanti, B. Powell, J. Loehr, H. Johnson, and P. de Rozari, "Inclusive WASH and Tourism in Labuan Bajo, Indonesia: Case Study Report," no. July, 2020.
- [10] F. K. Damanik, H. Ulinnuha, W. P. Tarigan, E. Lutfianti, and ..., "Smart Tourism Destination: A Comparative Study for Five Super Priority Destinations in Indonesia," *Ieomsociety.Org*, pp. 538–552, 2022.

# Pengukuran Indeks Kelayakan Berjalan di Kawasan Terminal Transportasi (Studi Kasus: Jalan Perjuangan, Kawasan Stasiun Bekasi)

Aulia Salsabila Putri<sup>1</sup>, Nuryani Tinumbia<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila, Jakarta

**Abstrak.** Stasiun merupakan kawasan yang menimbulkan bangkitan dan tarikan, sehingga selalu ramai pengunjung yang akan melakukan perjalanan melalui stasiun. Stasiun Bekasi menjadi salah satu stasiun besar yang menjadi tempat keberangkatan kereta api jarak jauh dan *Commuter Line*. Jalan Perjuangan adalah salah satu jalan penghubung Stasiun Bekasi dengan kawasan pemukiman, sehingga jalan tersebut menjadi mayoritas asal perjalanan. Jalan Perjuangan adalah jalan yang padat dengan mobilitas tinggi. Tidak sedikit orang yang berjalan kaki melewati rute tersebut. Namun kualitas jalur pejalan kaki di rute tersebut terlihat kurang mendukung kegiatan berjalan. Hal yang dapat dilakukan untuk memperbaiki kondisi eksisting adalah dengan meneliti Indeks Kelayakan Berjalan dan menganalisis persepsi para pejalan kaki hingga didapatkan solusi untuk meningkatkan Indeks Kelayakan Berjalan. Penelitian ini meninjau rute berjalan di ruas Jl. Perjuangan dengan mengacu pada Pedoman Penentuan Indeks Kelayakan Berjalan (*Walkability Index*) di Kawasan Perkotaan Nomor: 05/P/BM/2023 dari Direktorat Jenderal Bina Marga Kementerian PUPR. Analisa dan pengolahan data akan dilakukan dengan perhitungan Indeks Kelayakan Berjalan untuk segmen dan rute, serta pengolahan hasil nilai untuk setiap parameter. Dari hasil penelitian pada 2 rute didapatkan Indeks Kelayakan Berjalan dengan kategori “Tidak Baik”. Karena hal itu, penelitian ini memberikan rekomendasi solusi untuk memperbaiki jalur berjalan dengan mempertimbangkan persepsi pengguna jalur.

**Kata kunci:** *Pejalan Kaki, Fasilitas Pejalan Kaki, Indeks Kelayakan Berjalan, Walkability Index*

## 1. PENDAHULUAN

Pada saat ini Indonesia sedang gencar dalam membangun dan meningkatkan kualitas transportasi umum di berbagai daerah. Transportasi umum memiliki peran penting akan perkembangan suatu wilayah dan kehidupan sosial ekonomi masyarakat pada daerah tersebut. Di perkotaan, transportasi umum menjadi salah satu pilihan moda yang banyak diminati seperti para komuter yang berpindah dari wilayah-wilayah penyangga ke wilayah inti perkotaan untuk melakukan aktivitasnya sehari-hari. Sistem transportasi umum berkontribusi positif akan keberlangsungan ekonomi, sosial budaya, serta lingkungan [1], juga penggunaan transportasi umum yang tinggi dapat mengurangi kemacetan di wilayah perkotaan. Kebutuhan dan manfaat yang dihasilkan dari keberadaan transportasi umum semakin mendorong pemerintah untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas sarana prasarana serta fasilitas penunjang di area transportasi umum tersebut termasuk terminal transportas. Kawasan terminal transportasi sebagai tempat integrasi moda menjadi tempat yang dapat membangkitkan maupun menarik pergerakan pejalan kaki [2].

Kota Bekasi merupakan salah satu di antara 9 (sembilan) kota di provinsi Jawa Barat dengan luas wilayah 210,49 km<sup>2</sup> [3] serta termasuk dalam wilayah aglomerasi Jabodetabekpunjur menurut Peraturan Presiden (PERPRES) Nomor 60 Tahun 2020 tentang Rencana Tata Ruang Kawasan Perkotaan Jakarta, Bogor, Depok, Tangerang, Bekasi, Puncak, dan Cianjur. Kota Bekasi menjadi kawasan padat penduduk dengan populasi sekitar 2,5 juta jiwa yang tersebar di 12 kecamatan [4]. Kota ini sendiri memiliki beberapa transportasi umum terintegrasi antara lain angkutan kota, Trans Jakarta, dan salah satu yang paling banyak diminati adalah kereta *Commuter Line*. *Commuter Line* di kota Bekasi dapat diakses melalui stasiun Cakung, stasiun Kranji dan Stasiun Bekasi.

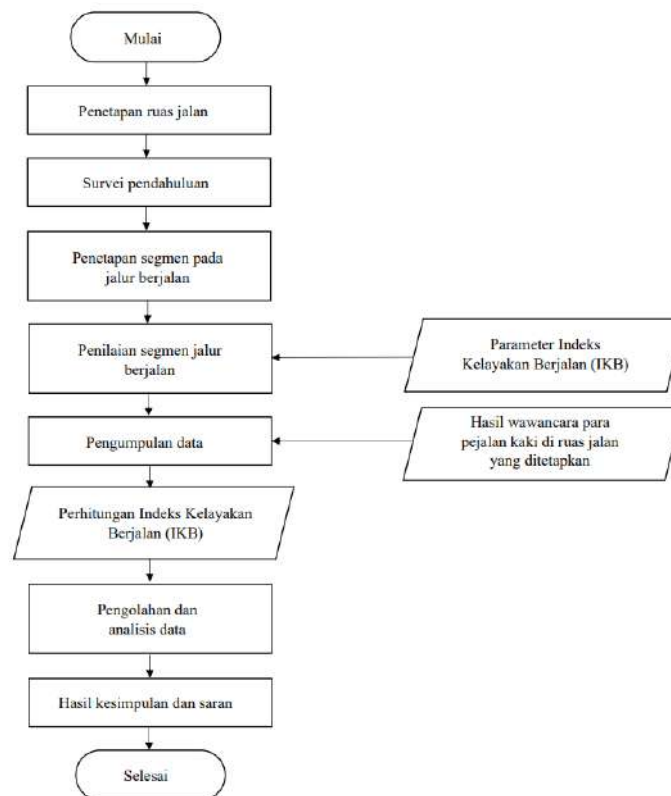
\* Corresponding author: [nuryani@univpancasila.ac.id](mailto:nuryani@univpancasila.ac.id)

Stasiun Bekasi merupakan stasiun kereta api kelas besar tipe B yang berlokasi di Marga Mulya, Bekasi Utara, kota Bekasi. Setelah melakukan revitalisasi dan rampung pada tahun 2022, stasiun Bekasi berhasil meningkatkan kualitas prasarananya [5]. Namun pengembangan stasiun Bekasi belum sampai pada area luar stasiun yang masih butuh banyak perhatian, salah satunya adalah jalur pejalan kaki menuju area stasiun. Stasiun Bekasi dikelilingi oleh 2 jalan raya, yaitu Jalan Ir. H. Juanda yang menuju ke pusat kota Bekasi, dan Jalan Raya Perjuangan yang menuju ke kawasan perumahan di kota Bekasi dan terhubung sampai kabupaten Bekasi. Dikarenakan kawasan perumahan dengan penduduk yang cukup padat, pengguna Commuter Line dan kereta api yang menuju stasiun Bekasi lebih banyak yang berasal dari Jalan Raya Perjuangan. Jalan tersebut berstatus jalan provinsi dengan fungsi jalan arteri sekunder [6]. Namun status dan fungsi jalan pada jalan tersebut belum sepenuhnya menggambarkan kondisi lingkungan jalan yang baik. Kualitas jalur pejalan kaki yang ada pada jalan tersebut dirasa kurang layak dengan mempertimbangkan kebutuhan masyarakat untuk berjalan kaki menuju atau pergi dari area stasiun Bekasi.

Penelitian ini bermaksud untuk mengevaluasi fasilitas pejalan kaki pada salah satu ruas jalan di sekitar Stasiun Bekasi. Sedangkan tujuannya adalah untuk menilai kondisi fasilitas pejalan kaki eksisting pada Jalan Raya Perjuangan yang dinyatakan dalam Indeks Kelayakan Berjalan, menganalisis persepsi pejalan kaki terhadap kondisi fasilitas pejalan kaki, serta Memberikan solusi dalam meningkatkan Indeks Kelayakan Berjalan.

## 2. METODE

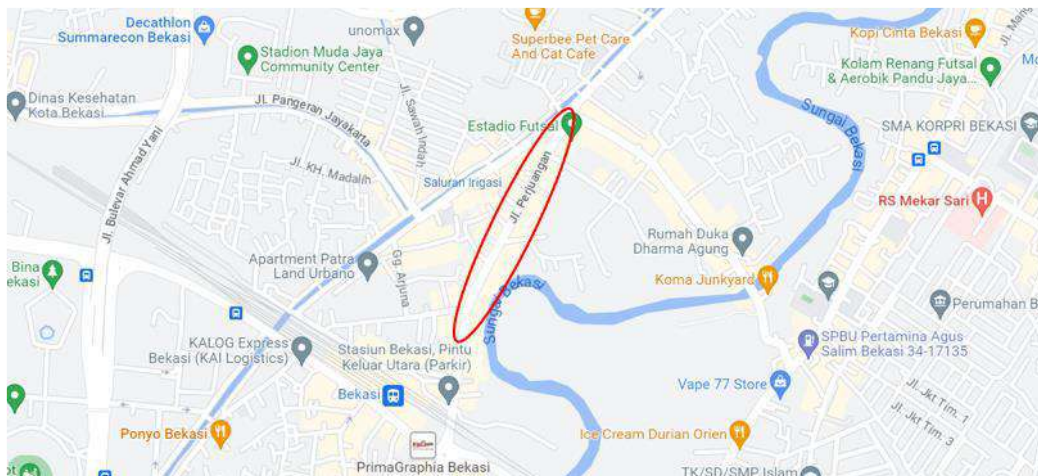
Penelitian ini mengacu pada Pedoman Bidang Lingkungan dan Keselamatan Jalan Nomor 05/P/BM/2023 tentang Penentuan Indeks Kelayakan Berjalan (*Walkability Index*) di Kawasan Perkotaan. Pedoman ini telah ditetapkan oleh Direktur Jenderal Bina Marga 24 Februari 2023 pada Surat Edaran Nomor: 15/SE/Db/2023 [7].



Gambar 1 Diagram alir penelitian.

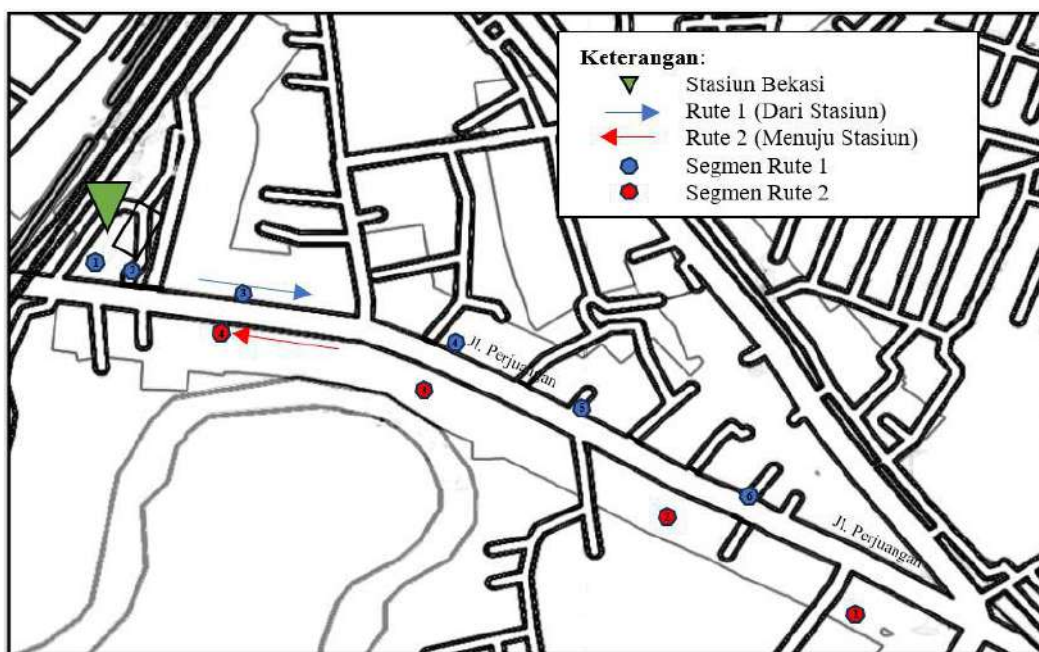
Penelitian ini dimulai dengan identifikasi masalah pada ruas jalan yang ditetapkan sebagai lokasi penelitian, dilanjutkan dengan survei pendahuluan. Dari survei tersebut didapatkan segmen pada jalur pejalan kaki yang kemudian akan dilakukan penilaian berdasarkan Parameter Indeks Kelayakan Berjalan (IKB). Berikutnya dilakukan pengumpulan data – data yang akan diolah dan dianalisis, juga data hasil wawancara kuisisioner terhadap persepsi pejalan kaki di lokasi tersebut sampai didapatkan hasil dan kesimpulan yang akurat serta saran dan solusi.

Lokasi yang menjadi objek penelitian ini berada di kawasan stasiun Bekasi, tepatnya pada Jl. Raya Perjuangan, Kel. Marga Mulya, kec. Bekasi Utara, kota Bekasi dengan total Panjang area penelitian adalah 800 m ke arah Timur Laut.



Gambar 2 Denah lokasi penelitian.

Pembagian segmen jalur pejalan kaki pada lokasi penelitian ditampilkan sebagai berikut.



Gambar 3 Pembagian segmen di lokasi penelitian.

Data penelitian terdiri dari data sekunder dan data primer. Data sekunder berupa informasi-informasi yang berkaitan dengan Indeks Kelayakan Berjalan (*Walkability Index*) yang didapat dari studi literatur atau studi kepustakaan melalui beberapa media seperti buku, jurnal, dan publikasi ilmiah lainnya. Sedangkan data primer diperoleh melalui observasi lapangan dan pembagian kuisioner pada pelaku pejalan kaki di kawasan Jalan Raya Perjuangan menuju dan atau dari stasiun Bekasi mengenai persepsi responden akan jalur pejalan kaki di kawasan tersebut berdasarkan parameter yang berlaku pada Pedoman Bidang Lingkungan dan Keselamatan Jalan Nomor: 05/P/BM/2023 tentang Penentuan Indeks Kelayakan Berjalan (*Walkability Index*) di Kawasan Perkotaan. Adapun parameter yang dimaksud antara lain: (1) Kondisi dan kualitas jalur pejalan kaki; (2) Fasilitas pendukung (amenities); (3) Infrastruktur penunjang pejalan kaki berkebutuhan khusus; (4) Penghalang; (5) Ketersediaan dan kondisi penyeberangan; (6) Konflik pejalan kaki dengan moda transportasi lain; dan (7) Keamanan dari kejahatan

Dalam penyebaran kuisioner ini dilakukan dengan cara membagikan selebaran kertas yang berisi *QR Code* yang mengarah ke formulir daring yang berisi pertanyaan. Penentuan jumlah sampel penelitian dilakukan



dengan menghitung jumlah minimum sampel dengan menggunakan formula Slovin, yang mendapatkan jumlah minimum sampel sebanyak 100 responden.

Analisis dilakukan dengan menghitung nilai Indeks Kelayakan Berjalan (IKB) melalui beberapa tahapan antara lain:

1. Penghitungan nilai Indeks Kelayakan Berjalan ruas dilakukan dengan menjumlahkan skor setiap segmen jalur pejalan kaki yang dikalikan dengan panjang masing-masing segmen, kemudian hasilnya dibagi dengan total panjang segmen jalur pejalan kaki;
2. Penggunaan panjang segmen jalan dalam perhitungan nilai IKB memastikan adilnya penilaian untuk setiap segmen jalan dengan panjang yang berbeda;
3. Nilai indeks kelayakan berjalan memperhitungkan bobot pada setiap parameter. Bobot diterapkan untuk memberikan tingkat kepentingan yang berbeda pada setiap parameter;
4. Penentuan bobot pada setiap parameter dapat dilakukan berdasarkan pertimbangan tingkat kepentingan yang berbeda – beda dalam konteks spesifik suatu kota;
5. Setiap segmen jalur pejalan kaki diberikan nilai skor (i) dengan menjumlahkan nilai yang dikalikan dengan bobot pada setiap parameter

$$skor\ segmen = \sum_{j=1}^n (nilai \times bobot) \tag{1}$$

6. Kemudian nilai skor segmen tersebut dikalikan dengan panjang segmen jalur pejalan kaki

$$Skor\ Jarak = Skor\ Segmen \times Panjang\ Segmen \tag{2}$$

7. Sehingga indeks masing-masing ruas diperoleh:

$$IKB = \frac{\sum Skor\ Jarak}{\sum Panjang\ Segmen} \times 100\% \tag{3}$$

Setelah proses pengolahan dan analisa data untuk mendapatkan nilai Indeks Kelayakan Berjalan (IKB), berikutnya adalah mengklasifikasikan kategori rute sesuai dengan pedoman pengukuran Indeks Kelayakan Berjalan di Kawasan Perkotaan oleh Direktorat Jenderal Bina Marga, Kementerian PUPR tahun 2023.

Tabel 1 Kategori Indeks Kelayakan Berjalan (IKB) [7].

Nilai	Kategori IKB	Keterangan
80 - 100	Sangat Baik	Nilai > 80 menjelaskan kondisi aksesibilitas dan kemudahan, keselamatan, serta kelengkapan fasilitas yang ada sangat memadai bagi pejalan kaki
66 – 80	Baik	Nilai > 65 menjelaskan kondisi aksesibilitas dan kemudahan, keselamatan, serta kelengkapan fasilitas yang ada memadai bagi pejalan kaki
51 – 65	Cukup Baik	Nilai > 50 menjelaskan kondisi aksesibilitas dan kemudahan, keselamatan, serta kelengkapan fasilitas yang ada cukup memadai bagi pejalan kaki
30 – 50	Kurang Baik	Nilai > 30 menjelaskan kondisi aksesibilitas kemudahan, keselamatan, serta kelengkapan fasilitas yang ada kurang memadai bagi pejalan kaki
< 30	Tidak Baik	Nilai < 30 menjelaskan kondisi aksesibilitas dan kemudahan, keselamatan, serta kelengkapan fasilitas yang ada sangat tidak memadai bagi pejalan kaki

### 3. HASIL

Lokasi yang dipilih sebagai tempat penelitian ini adalah Jl. Raya Perjuangan sejauh 800 meter dari kawasan Stasiun Bekasi, karena berdasarkan hasil observasi, Jl. Raya Perjuangan merupakan lokasi mayoritas asal berjalan menuju Stasiun Bekasi dan sebaliknya. Pada ruas jalan ini terdapat beberapa faktor penyebab kemacetan, salah satunya adalah penggunaan bagian jalan yang tidak sesuai dengan seharusnya. Pada jam – jam sibuk (*peak hours*) di hari kerja, jalur pejalan kaki dipenuhi dengan ojek online yang terparkir, pedagang kaki lima, kendaraan yang parkir, serta beberapa angkutan kota yang terparkir menunggu penumpang, dan sebagainya. Akibatnya, banyak pejalan kaki yang menggunakan sebagian badan jalan untuk berjalan kaki, sehingga juga mempengaruhi laju kendaraan yang melintas. Dengan kondisi berikut tentu



menghambat kinerja ruas jalan dan merugikan sebagian pihak, termasuk pejalan kaki. Berikut adalah data umum ruas jalan lokasi studi.

Tabel 2 Data umum jalan yang ditinjau.

Nama Ruas Jalan	Jalan Perjuangan
Status Jalan	Provinsi
Fungsi/Sistem Jalan	Arteri Sekunder
Lebar Jalan	9 m
Panjang Jalan	6,15 km
Kelurahan/Kecamatan	Lintas/Bekasi Utara
Batasan Awal	Simpang Jalan Juanda
Batasan Akhir	Kota Bekasi – Kabupaten Bekasi

Pada ruas jalan ini dengan tinjauan sepanjang 800 meter, terdapat 2 (dua) rute yang disurvei yakni rute 1 yang dari stasiun, dan rute 2 yang menuju stasiun. Setiap rute dibedakan menjadi beberapa segmen jalur pejalan kaki, rute 1 dengan 6 (enam) segmen dan rute 2 dengan 4 (empat) segmen jalur pejalan kaki. Pembagian segmen jalur pejalan kaki tersebut didasarkan oleh adanya perbedaan jenis perkerasan, keberadaan trotoar, serta jalan keluar masuk kendaraan antar segmen jalur pejalan kaki. Adapun data hasil pengukuran geometric jalur pejalan kaki ditunjukkan pada tabel sebagai berikut.

Tabel 3 Data Geometrik Jalur Pejalan Kaki di Jalan Perjuangan.

Arah Jalan	Rute	No	Panjang Segmen (m)	Lebar Trotoar (m)
Dari Stasiun	1	1	40	2,7
Dari Stasiun		2	7,6	2,7
Dari Stasiun		3	140	1,7
Dari Stasiun		4	110	1,4
Dari Stasiun		5	80	1,4
Dari Stasiun		6	290	1,4
Ke Stasiun	2	1	110	2,2
Ke Stasiun		2	200	1,1
Ke Stasiun		3	190	1,1
Ke Stasiun		4	270	1,1

#### a. Kondisi Eksisting Fasilitas Pejalan Kaki

Berdasarkan hasil survei di lapangan, kondisi eksisting fasilitas pejalan kaki pada lokasi studi diilustrasikan pada beberapa dokumentasi di bawah ini (Gambar 4). Terkait kondisi dan kualitas jalur pejalan kaki, terdapat segmen jalur pejalan kaki dengan permukaan tidak rata karena terdapat beberapa *paving block* yang hilang dan hancur (Gambar 4a).

Pada segmen yang lain terdapat jalur pejalan kaki yang tidak terpisah sehingga pengguna harus berjalan di badan jalan bersama moda kendaraan lainnya ataupun jalur yang tidak diperkeras (Gambar 4b). Di samping itu terdapat penghalang berupa pohon (Gambar 4c), bangunan sementara seperti lapak penjual (Gambar 4c), dan juga kendaraan yang diparkir. Hal tersebut menyebabkan lebar efektif jalur pejalan kaki berkurang bahkan tidak sama sekali.



(a) (b) (c) (d)

Gambar 4 Kondisi eksisting jalur pejalan kaki di lokasi studi: (a) permukaan jalur berjalan rusak; (b) jalur berjalan tanpa perkerasan; (c) penghalang yang menutupi hampir seluruh jalur berjalan; (d) penghalang yang menutupi seluruh jalur berjalan.

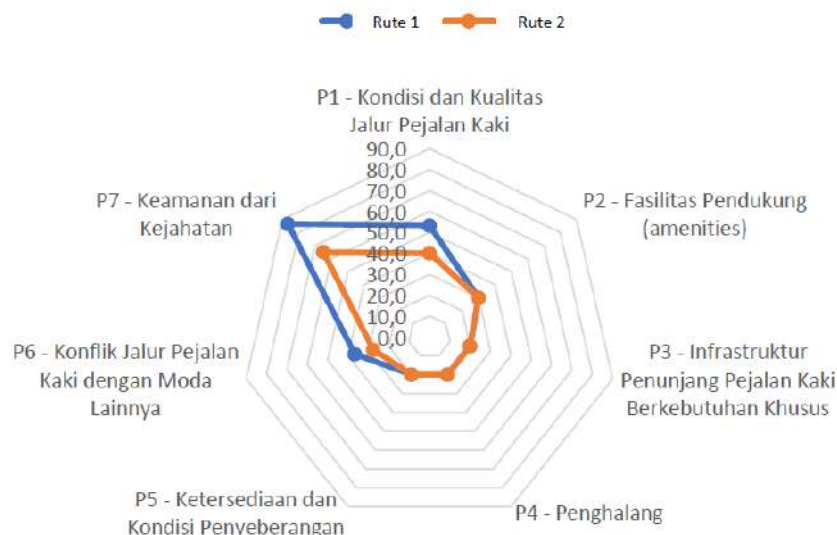
**b. Indeks Kelayakan Berjalan (IKB)**

Hasil survei penilaian kondisi setiap segmen jalur pejalan kaki dengan menggunakan 7 parameter walkability, serta penghitungan Indeks Kelayakan Berjalan disajikan pada Tabel berikut ini.

Tabel 4 Perhitungan Indeks Kelayakan Berjalan untuk kedua rute pejalan kaki yang ditinjau.

Rute	Segmen	Parameter							Panjang Segmen (m)	Total Panjang Segmen (m)	Jumlah Skor	Skor x Panjang Segmen	Total	Indeks
		[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]						
1	1	3,0	2,0	1,0	1,0	1,0	2,0	5,0	40,0	667,60	15,0	600,0	9143,60	13,70
	2	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	5,0	7,6		11,0	83,6		
	3	3,0	1,0	1,0	1,0	1,0	2,0	4,0	140,0		13,0	1820,0		
	4	3,0	2,0	1,0	1,0	1,0	2,0	4,0	110,0		14,0	1540,0		
	5	3,0	1,0	1,0	1,0	1,0	2,0	4,0	80,0		13,0	1040,0		
	6	3,0	2,0	1,0	1,0	1,0	2,0	4,0	290,0		14,0	4060,0		
2	1	2,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,5	2,0	110,0	770,0	9,5	1045,0	8765,0	11,38
	2	2,0	2,0	1,0	1,0	1,0	2,0	2,0	200,0		11,0	2200,0		
	3	2,0	2,0	1,0	1,0	1,0	1,0	4,0	190,0		12,0	2280,0		
	4	2,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	5,0	270,0		12,0	3240,0		

Berdasarkan hasil perhitungan pada tabel di atas, didapatkan bahwa Indeks Kelayakan Berjalan pada Rute 1 adalah sebesar 13,70 dengan kategori IKB adalah “Tidak Baik”. Sedangkan untuk Rute 2 adalah sebesar 11,38 dengan kategori IKB adalah “Tidak Baik”.



Gambar 5 Grafik nilai parameter untuk setiap rute.

Pada bagian ini menampilkan hasil perhitungan hasil nilai setiap rute berdasarkan 7 parameter penilaian dari hasil observasi peneliti. Skor segmen akan diubah menjadi skala 0 – 100 dan dikalkulasikan menjadi skor setiap rute per parameter. Sehingga pada grafik akan menunjukkan skor 2 rute, untuk mengetahui kualitas parameter mana yang memiliki kategori tidak baik dan baik.

### c. Persepsi Pejalan Kaki

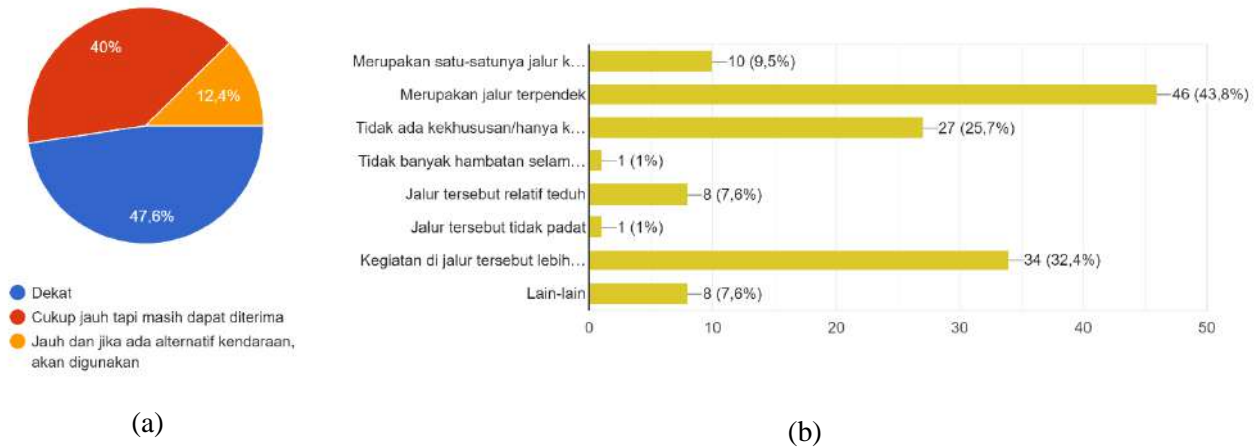
Penyebaran kuisisioner daring mendapatkan 105 responden yang merupakan pejalan kaki yang pernah berjalan kaki dari/menjuhi stasiun Bekasi melalui Jalan Perjuangan. Adapun profil responden tersebut sebagai berikut.

Tabel 5 Profil responden.

No.	Profil	%
1	Gender a. Pria b. Wanita	a. 46,7 b. 53,3
2	Usia a. < 20 tahun b. 20-30 tahun c. 30-40 tahun d. 40-50 tahun e. >50 tahun	a. 16,2 b. 56,2 c. 17,1 d. 10,5 e. 0,0
3	Pendidikan terakhir a. Sampai SMA/SMK b. Diploma c. D4/S1 d. S2/S3	a. 46,7 b. 17,1 c. 27,6 d. 8,6
4	Jumlah kendaraan pribadi a. 1 b. 2 c. 3 d. 4 e. 5	a. 6,7 b. 25,7 c. 41,9 d. 24,8 e. 1,0
5	Pengeluaran transportasi per bulan a. < Rp. 300.000 b. Rp. 300.000 – Rp. 500.000 c. Rp. 500.000 – Rp. 1.000.000 d. Rp. 1.000.000 – Rp. 3.000.000 e. > Rp. 3.000.000	a. 14,3 b. 48,6 c. 21,9 d. 15,2 e. 0,0
6	Frekuensi berjalan dari/ke stasiun dalam 1 minggu a. 1 kali b. 2-3 kali c. 3-4 kali d. > 5 kali	a. 4,8 b. 15,2 c. 52,4 d. 27,6

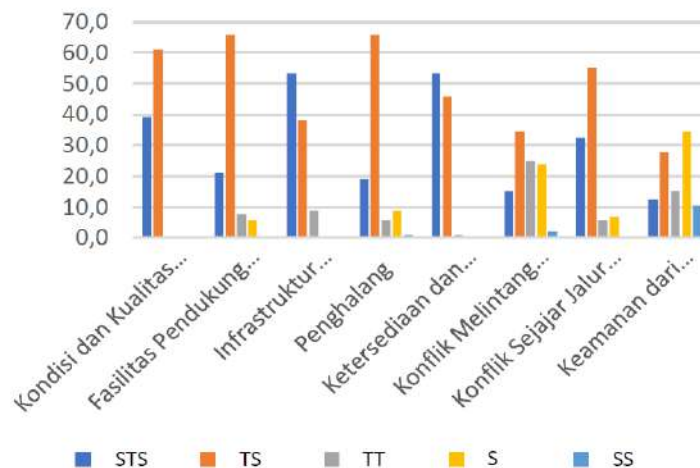
Dalam kuisisioner, responden ditanyakan mengenai persepsi jarak dan alasan pemilihan rute tersebut. Berdasarkan persepsi responden akan jarak rute berjalan, sebanyak 47,6% responden yang merasa rute tersebut dekat (50 responden). Kemudian disusul responden yang merasa rute tersebut cukup jauh sebesar 40,0% yaitu 42 responden. Terakhir terdapat 12,4% (13 responden) yang merasa rute tersebut jauh yaitu sebanyak 13 orang.

Selanjutnya mengenai alasan pemilihan rute tersebut, terdapat 43,8% responden memilih karena merupakan rute terpendek. kemudian 32,4% responden memilih dengan alasan bahwa kegiatan yang ada pada rute tersebut lebih menarik untuk dilalui. Selain itu terdapat 25,7% responden yang memilih rute tersebut tanpa alasan atau tidak ada kekhususan.



Gambar 6 Persepsi responden: (a) berdasarkan jarak; (b) berdasarkan alasan pemilihan rute.

Selanjutnya responden diminta untuk menilai kondisi jalur pejalan kaki yang mereka lalui di jalan Perjuangan dalam mengakses stasiun Bekasi. Penilaian tersebut terdiri dari parameter-parameter walkability di atas yang direfleksikan dalam 5 (lima) tingkatan Jawaban yaitu STS (Sangat Tidak Setuju), TS (Tidak Setuju), TT (Tidak Tahu), S (Setuju), dan SS (Sangat Setuju). Rekapitulasi hasil kuisioner terkait persepsi kondisi jalur pejalan kaki ini ditunjukkan pada Gambar 4 berikut.

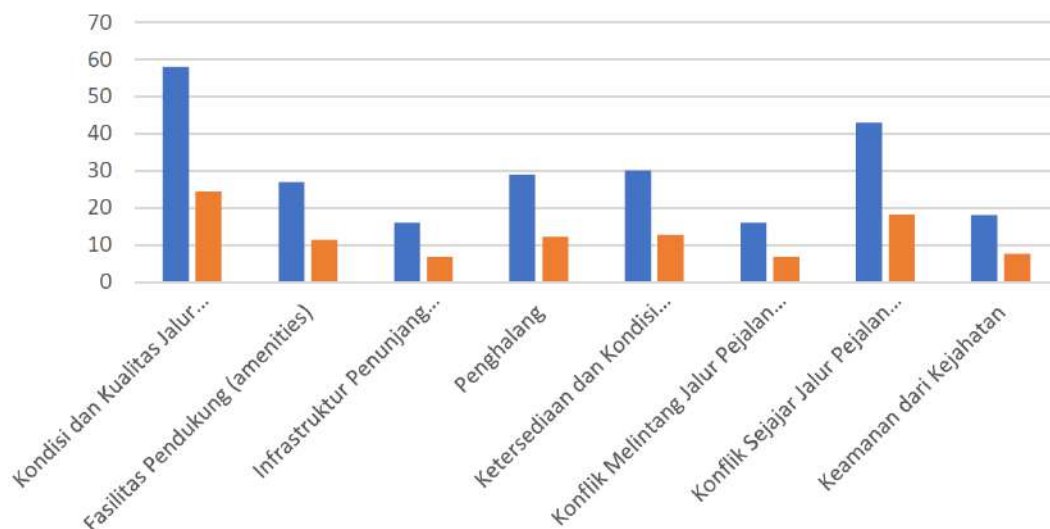


Gambar 7 Persepsi responden terhadap kondisi jalur pejalan kaki di lokasi tinjauan.

Berdasarkan hasil yang diperoleh, secara keseluruhan responden menyatakan ketidaksetujuannya terhadap penyediaan fasilitas pejalan kaki yang memadai di Jalan Perjuangan. Seluruh responden membantah tersedianya kondisi jalur pejalan kaki yang baik dengan permukaan rata, terpelihara tidak licin, dan bersih pada lokasi tersebut. Terkait tersedianya fasilitas pendukung (*amenities*), sebagian besar responden (86,1%) merasa tidak setuju. Begitu pula dengan kesediaan fasilitas disabilitas, yang sangat minim dirasakan oleh 91,4% responden. Selanjutnya terdapat 84,7% responden merasa terganggu oleh halangan yang ada di trotoar. Mengenai ketersediaan dan kondisi fasilitas penyeberangan, hampir seluruh responden (99%) menyatakan bahwa fasilitas penyeberangan jalan tidak dalam rentang jarak yang terjangkau. Terkait konflik melintang maupun sejajar jalur pejalan kaki dengan moda lainnya, hanya 25,7% responden yang merasa tidak ada konflik melintang pada jalur pejalan kaki, sementara 87,6% responden merasa terdapat konflik sejajar dengan jalur pejalan kaki. Terakhir, rasa aman dari kejahatan dirasakan oleh 44,8% responden yang melewati ruas jalan ini.

Selain itu setiap responden diminta untuk memberikan opininya mengenai 3 prioritas yang harus diperbaiki dari fasilitas pejalan kaki pada lokasi penelitian, Gambar 5 berikut adalah rekapitulasi usulan prioritas perbaikan fasilitas pejalan kaki pada lokasi yang ditinjau. Para pejalan kaki (24,47%) memilih kondisi dan kualitas jalur pejalan kaki sebagai prioritas utama yang diperbaiki dikarenakan keberadaan jalur pejalan kaki yang masih kurang memadai. pada beberapa segmen terdapat area berjalan yang belum diperkeras, beberapa segmen telah diperkeras dan dibatasi namun banyaknya kerusakan dan paving block

yang rusak serta beberapa lubang juga menjadi keluhan para pengguna jalur tersebut. Selain itu kebersihan dari jalur pejalan kaki juga menjadi prioritas pejalan kaki dalam hal yang harus diperbaiki. Selanjutnya pada prioritas kedua adalah konflik para pejalan kaki dengan moda lainnya (18,14%) oleh karena keluhan masyarakat akan ketertiban angkutan kota dan angkutan daring yang sering menggunakan area berjalan sebagai tempat parkir untuk menunggu, mengantar, dan menjemput penumpang. Kegiatan tersebut dikeluhkan karena memperkecil ruang berjalan kaki pada trotoar, sehingga para pejalan kaki terpaksa berjalan pada bahu jalan dan sebagian badan jalan. Alasan itu juga berdampak pada kinerja jalan karena menjadi salah satu faktor hambatan dan kemacetan pada waktu – waktu sibuk. Prioritas ketiga yang dipilih para pejalan kaki adalah fasilitas penyeberangan. Dalam rentang jarak 800 meter Jalan. Perjuangan menuju Stasiun Bekasi tidak terdapat fasilitas penyeberangan. Kondisi tersebut membahayakan para pejalan kaki yang ingin menyeberang jalan, utamanya pada beberapa segmen yang cukup jauh dari Stasiun Bekasi, karena umumnya laju para pengendara cukup cepat. Sehingga para pengguna jalur pejalan kaki mengharapkan ketersediaan fasilitas penyeberangan di rute tersebut



Gambar 8 Usulan prioritas perbaikan oleh pengguna.

#### d. Usulan Perbaikan Fasilitas Pejalan Kaki

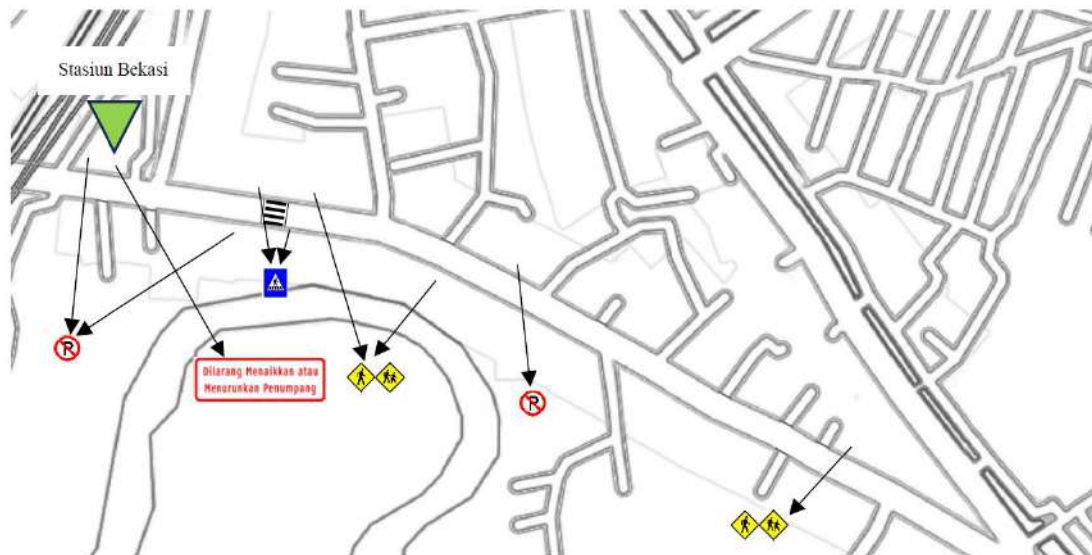
Berdasarkan hasil perhitungan IKB dan ditunjang oleh persepsi pengguna, maka dapat diusulkan beberapa perbaikan terkait fasilitas pejalan kaki pada lokasi penelitian yaitu:

1. Kondisi Jalur Pejalan Kaki  
Berdasarkan masalah pada beberapa segmen dari 2 rute yang diteliti, terdapat segmen yang belum diperkeras, terdapat juga beberapa segmen dengan kondisi pekerasan yang membutuhkan perbaikan. Oleh karena itu rekomendasi solusi dari penelitian ini adalah perbaikan dan penyediaan jalur pejalan kaki yang memiliki lebar minimal adalah 1,5 meter dengan asumsi untuk 2 orang pejalan kaki yang berpapasan dan kategori jalan dengan bangkitan pejalan kaki tinggi [8].
2. Konflik dengan Moda Lain  
Pada beberapa segmen dengan radius < 500 meter dari kawasan Stasiun Bekasi umumnya sering terjadi konflik antara pejalan kaki dan moda lainnya. Seperti pejalan kaki dengan kendaraan bermotor yang keluar masuk tempat penitipan kendaraan dan toko, serta konflik pejalan kaki dengan angkutan umum dan angkutan online yang menggunakan jalur pejalan kaki sebagai tempat parkir atau menunggu penumpang. Oleh karena itu rekomendasi solusi teknis dari penelitian ini adalah penyediaan rambu – rambu di beberapa area yang sering terjadi konflik. Beberapa prinsip yang perlu diperhatikan dalam penempatan rambu lalu lintas di fasilitas pejalan kaki diantaranya adalah ditempatkan pada jalur fasilitas pejalan kaki, titik interaksi sosial seperti persimpangan, dan jalur dengan arus orang yang padat. Berikut beberapa rambu yang dapat diterapkan di lokasi studi yang berhubungan dengan konflik pejalan kaki [9].
3. Ketersediaan Fasilitas Penyeberangan  
Pada lokasi studi sepanjang 800 meter belum tersedia fasilitas penyeberangan. Berdasarkan jawaban kuisisioner, sebanyak 58,1% responden lebih memilih fasilitas menyeberang berupa zebra cross tanpa



lampu penyeberangan untuk ditempatkan di ruas jalan tersebut. Oleh karena itu rekomendasi solusi teknis dari penelitian ini adalah penyediaan fasilitas penyeberangan zebra cross dengan fasilitas pendukung berupa marka dan rambu sebagai petunjuk lalu lintas [10] [11].

Berikut ini adalah sketsa perencanaan letak rambu – rambu lalu lintas dan marka fasilitas penyeberangan yang dapat direkomendasikan dalam penelitian ini.



Gambar 9 Sketsa letak perencanaan perbaikan fasilitas pejalan kaki pada lokasi tinjauan.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, Ruas Jalan Perjuangan sepanjang 800 m sampai ke Kawasan Stasiun Bekasi yang merupakan lokasi studi dibagi menjadi 2 rute/arah. Pada rute 1 merupakan rute berjalan dari Kawasan Stasiun Bekasi menuju Jl. Raya Perjuangan yang terbagi menjadi 6 segmen dengan total angka IKB sebesar 13,70, sedangkan pada rute 2 berasal dari Jl. Raya Perjuangan menuju Kawasan Stasiun Bekasi yang terbagi menjadi 4 segmen dengan total angka IKB sebesar 11,38. Kedua rute pada jalur pejalan kaki tersebut memperoleh nilai IKB < 30, sehingga masuk dalam kategori “Tidak Baik” untuk berjalan. Sedangkan untuk hasil persepsi responden mengenai kondisi eksisting jalur pejalan kaki di lokasi studi terlihat cukup sesuai dengan hasil observasi peneliti mengenai hal – hal yang secara keseluruhan masih dalam kategori “Tidak Baik”, sehingga harus diperbaiki untuk meningkatkan Indeks Kelayakan Berjalan.

Solusi dan rekomendasi pada penelitian ini didapatkan dari hasil survei dan analisis IKB antara lain: (1) Perbaikan dan pembuatan jalur pejalan kaki atau trotoar pada beberapa segmen yang belum diperkeras serta beberapa segmen yang rusak; (2) Pengadaan fasilitas penyeberangan yang layak dan sesuai dengan kondisi lalu lintas ruas jalan; (3) pengadaan fasilitas penyeberangan yang sesuai dengan kondisi lalu lintas ruas jalan yang ditinjau; (4) pengadaan fasilitas – fasilitas pendukung seperti tempat sampah, tempat beristirahat, dan lain sebagainya; serta (5) penyediaan fasilitas bagi pejalan kaki berkebutuhan khusus.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. B. Khuana dan L. S. Putranto, “Analisis Pengaruh Indeks Walkability Terhadap Keinginan Berjalan Kaki Dari Dan Menuju Stasiun Transportasi Umum,” *Jurnal Mitra Teknik Sipil*, vol. IV, no. 3, pp. 737-744, Agustus 2021.
- [2] N. Tanan, S. S. Wibowo dan N. Tinumbia, “Pengukuran Walkability Index Pada Ruas Jalan Di Kawasan Perkotaan (Walkability Index Measurement On Road Links In Urban Area),” *Jurnal Jalan-Jembatan*, vol. XXXIV, no. 2, pp. 115-127, 2017.
- [3] Pemerintah Kota Bekasi, “Kondisi Geografis Wilayah Kota Bekasi,” *Bekasikota.Go.Id*, Bekasi. [Accessed on April 9th 2023].
- [4] BPS Kota Bekasi, “Jumlah Penduduk Kota Bekasi (Jiwa), 2018-2020,” BPS, Bekasi. [Accessed on April 9th 2023].

- 
- [5] Kepala Balai Teknik Perkeretaapian Wilayah Jakarta dan Banten, “Stasiun Bekasi Akan Dikembangkan Demi Peningkatan Kenyamanan Penumpang, Diperlukan Dukungan Seluruh Stake Holder,” Direktorat Jenderal Perkeretaapian, Bekasi, 2019. [Accessed on July 7th 2023].
- [6] Pemerintah Kota Bekasi, “Data Jalan Bekasi”. [Accessed on April 9th 2023].
- [7] D. J. B. Marga, “Penentuan Indeks Kelayakan Berjalan (Walkability Index) Di Kawasan Perkotaan”. Indonesia Paten 05, 24 Februari 2023.
- [8] K. P. U. d. P. Rakyat, “Perencanaan Teknis Fasilitas Pejalan Kaki”. Indonesia Paten 02, 26 Februari 2018.
- [9] M. Perhubungan, “PERATURAN MENTERI PERHUBUNGAN REPUBLIK INDONESIA NOMOR PM 13 TAHUN 2014 TENTANG RAMBU LALU LINTAS”. Indonesia Paten 13, 2014.
- [10] M. Perhubungan, “PERATURAN MENTERI PERHUBUNGAN REPUBLIK INDONESIA NOMOR PM 34 TAHUN 2014 TENTANG MARKA JALAN”. Indonesia Paten 34, 2014.
- [11] M. Perhubungan, “PERATURAN MENTERI PERHUBUNGAN REPUBLIK INDONESIA NOMOR PM 67 TAHUN 2018 TENTANG PERUBAHAN ATAS PERATURAN MENTERI PERHUBUNGAN NOMOR PM 34 TAHUN 2014 TENTANG MARKA JALAN”. Indonesia Paten 67, 16 Juli 2018.

# Evaluasi Dampak Penerapan Tarif Pelayanan Baru Pada LRT Rute Jakarta, Bogor, Depok, Bekasi (JABODEBEK)

Rayinda Aulia Massigid<sup>1\*</sup>, Shoffya Awallia Maharani<sup>1</sup>, Raka Alreno Faqih<sup>1</sup>, Mohammad Heilwal<sup>1</sup>, Muhammad Daffa Fahrezzy<sup>1</sup>, Setyo Adi Nugroho<sup>1</sup>, Ilham Digna<sup>1</sup>, Farhan Izsky Nistishar<sup>1</sup>, Buce Samuel Talakua<sup>1</sup>, Prima Jiwa Osly<sup>1</sup>, dan Akhmad Dofir<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila, Jakarta

**Abstrak.** Kemacetan lalu lintas menjadi permasalahan sehari-hari di Jakarta dan kota-kota besar lainnya di Indonesia. Kemacetan dapat mengganggu kegiatan mobilisasi warga, perekonomian, dan kegiatan industri lainnya. Untuk mengurangi kemacetan lalu lintas, pemerintah menyediakan transportasi LRT dengan rute Jakarta, Bogor, Depok, Bekasi. LRT diharapkan warga beralih ke moda LRT sehingga kendaraan di jalan raya dapat berkurang. Namun, jika dilihat dari pengguna transportasi umum, penumpang BisKita merupakan penumpang captive karena sebagian besar penumpang tersebut hanya berpindah dari transportasi umum lain ke LRT, dan bukan berpindah dari kendaraan pribadi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik demografi penumpang, karakteristik perjalanan penumpang, tingkat kepuasan penumpang LRT JABODEBEK, dan mengetahui dampak diberlakukannya tarif pelayanan LRT JABODEBEK baru terhadap penumpang. Metode penelitian yang digunakan adalah metode kualitatif dan data yang dikumpulkan menggunakan metode wawancara langsung kepada responden. Responden penelitian ini adalah penumpang LRT JABODEBEK dan ukuran sampel yang diambil adalah 100 orang. Hasil penelitian ini menyatakan bahwa mayoritas penumpang LRT adalah pekerja dan digunakan untuk keperluan bekerja. Selain itu tarif pelayanan LRT JABODEBEK yang baru tidak menjadi persoalan bagi sebagian besar responden. Penelitian ini diharapkan akan membantu proses evaluasi serta meningkatkan layanan serta kinerja LRT JABODEBEK.

**Kata kunci:** *Light Rail Transit (LRT), Karakteristik Penumpang, Karakteristik Perjalanan*

## 1. PENDAHULUAN

Transportasi tak lepas halnya dari kemacetan juga berimbas pada wilayah permukiman penduduk. Kemacetan adalah situasi atau keadaan tersendatnya atau bahkan terhentinya lalu lintas yang disebabkan oleh banyaknya jumlah kendaraan melebihi kapasitas jalan. Kemacetan lalu lintas menjadi permasalahan sehari-hari di Jakarta dan kota-kota besar lainnya di Indonesia. Kemacetan dapat mengganggu kegiatan mobilisasi warga, perekonomian, dan kegiatan industri lainnya [1]. Dengan demikian pemerintah membuat dan mengatur transportasi umum baru atau yang sudah ada sejak lama dengan maksud warga dapat beralih ke transportasi umum dan kemacetan lalu lintas dapat berkurang. Salah satu transportasi baru yang disediakan pemerintah adalah LRT atau Light Rail Transit.

Light Rail Transit (LRT) merupakan moda transportasi massal kereta api ringan yang diharapkan dapat membuat pengalihan penggunaan kendaraan pribadi menjadi pengguna transportasi massal untuk mengurangi kemacetan khususnya di Kota Jakarta. Kereta api ringan adalah salah satu sistem kereta api penumpang yang beroperasi dikawasan perkotaan yang konstruksinya ringan dan bisa berjalan bersama lalu lintas lain [2]. Kereta api ringan adalah salah satu sistem kereta api penumpang yang beroperasi dikawasan perkotaan yang konstruksinya ringan dan bisa berjalan bersama lalu lintas lain [6].

---

\* Corresponding author: [4220210061@univpancasila.ac.id](mailto:4220210061@univpancasila.ac.id)

LRT Jakarta menjadi transportasi pertama di Indonesia yang menggunakan sistem *articulated bogie* sehingga penumpang lebih nyaman saat menaiki LRT karena kereta melaju dengan aman diatas kontur trek yang ekstrem sekalipun. LRT adalah transportasi dengan rendah karbon dan ramah lingkungan, dengan demikian LRT dapat menekan tingkat gas emisi karbon di Jakarta dan sekitarnya [3].

Transportasi ramah lingkungan ini membentang kurang lebih 44 kilometer melintasi antarprovinsi Jakarta, Bogor, Depok, dan Bekasi. Rute LRT Jabodebek ini dibagi menjadi 2 lintasan, yaitu Cawang – Cibubur sepanjang 14,89 km dan Cawang – Bekasi Timur sepanjang 18,49 km. Transportasi ini juga dirancang dapat mengintegrasikan moda transportasi lain seperti MRT Jakarta, Transjakarta, KRL Commuterline, dan kereta cepat Jakarta – Bandung. Dengan demikian penumpang LRT dapat berpindah antarmoda dengan mudah dan praktis [4].

Operasional LRT rute JABODEBEK pada saat pertama kali dioperasikan berjalan dengan lancar dan diharapkan kondisi ini akan terus optimal sampai jangka panjang dan memiliki biaya operasional yang efisien. PT. KAI sebagai perusahaan penyedia jasa transportasi yang termasuk ke dalam perusahaan distribusi penumpang yang tingkat penghasilan dari perusahaan ditentukan oleh biaya transportasi dari setiap perjalanan penumpang dari stasiun awal menuju stasiun tujuan. Oleh sebab itu PT LRT mengenakan tarif pelayanan pada penumpang LRT rute JABODEBEK untuk menunjang jarak tempuh, fasilitas, serta pelayanan yang ditawarkan dengan berbagai pertimbangan [7].

Tarif transportasi ditentukan oleh berbagai faktor. Faktor utama yang memengaruhi tarif transportasi adalah jarak (*distance*), berat (*weight*), dan densitas (*density*). Jarak merupakan faktor utama yang menentukan biaya transportasi. Umumnya biaya-biaya transportasi dipicu oleh jarak. Jarak transportasi akan berkontribusi secara langsung terhadap biaya variabel seperti tenaga sopir, biaya bahan bakar dan minyak (*fuel*), dan biaya pemeliharaan kendaraan. Tarif transportasi ditetapkan berdasarkan dua pentahapan. Pertama, pengelompokan kategori jenis produk atau barang yang diangkut. Kedua, penetapan tarif berdasarkan jenis kelompok produk atau barang, berat, densitas, dan jarak. [5]

PT LRT telah menetapkan tarif LRT pada tanggal 1 Oktober 2023 hingga akhir Februari 2024 yaitu sebesar Rp 3.000,00 dan untuk tarif maksimal sebesar Rp 20.000,00 serta tarif terjauh atau maksimal LRT JABODEBEK sebesar Rp 10.000,00 yang berlaku selama akhir pekan dan di hari libur nasional. Sebelumnya tarif tiket LRT JABODEBEK sebesar Rp 1,00 dari stasiun awal menuju stasiun tujuan dan tarif terjauh atau maksimal. Melihat hal tersebut, maka dibutuhkan evaluasi mengenai dampak penerapan tarif pelayanan baru pada LRT JABODEBEK agar mendapatkan biaya yang optimum serta menyesuaikan bagi penggunaannya [8].

## 2. METODE

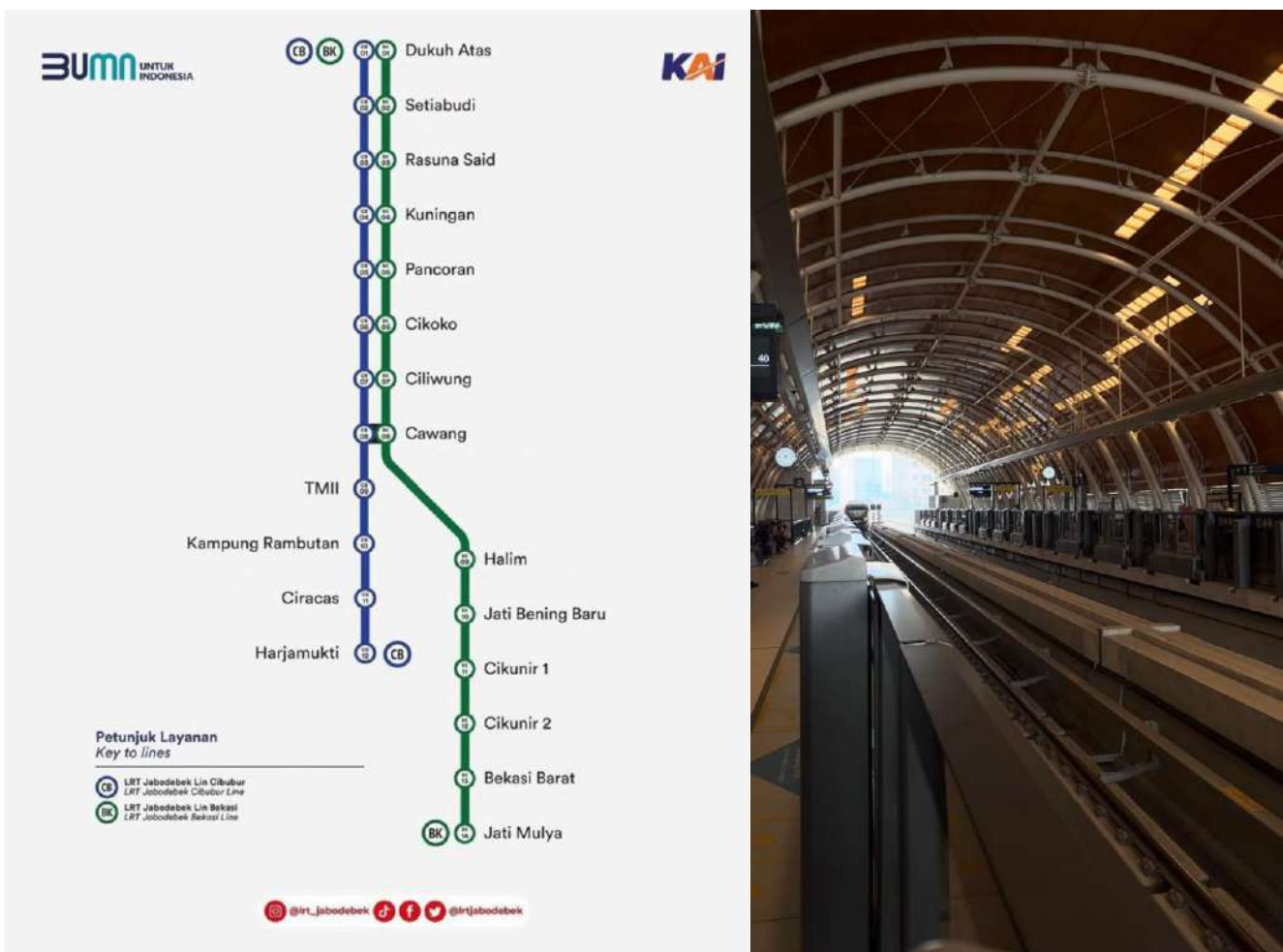
Urutan pelaksanaan penelitian dapat dijelaskan secara singkat sebagai berikut.



Gambar 1. Bagan Alir Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan penelitian dimulai dengan mengidentifikasi masalah yang ada di lapangan kemudian melakukan studi literatur untuk mendapatkan pemahaman secara mendalam terhadap permasalahan serta solusi penyelesaiannya berdasarkan penelitian – penelitian terdahulu melalui artikel ilmiah yang telah terbit di Jurnal. Setelah mengetahui masalah dilapangan, dilanjutkan dengan merancang metodologi penelitian yang dilakukan dengan tahapan pelaksanaan penelitian, kebutuhan data, dan metode analisis data yang dapat menjawab tujuan penelitian. Selanjutnya adalah mengumpulkan data sesuai dengan hasil rancangan metodologi dan data tersebut diolah dan dianalisis menggunakan metode analisis dan alat bantu yang sudah direncanakan. Terakhir setelah semua data didapatkan, dilanjutkan dengan membahas dan menyimpulkan untuk menjawab permasalahan dari penelitian ini.

Penelitian ini menggunakan penelitian kualitatif. metode kualitatif adalah sebagai prosedur penelitian yang menghasilkan data deskriptif berupa katakata tertulis atau lisan dari orang-orang atau perilaku yang diamati dengan menggunakan jenis penelitian deskriptif [9]. Teknik pengumpulan data menggunakan wawancara, observasi dan dokumentasi. Metode analisis data pengumpulan data, reduksi data, penyajian data dan penarikan kesimpulan dan verifikasi data. Informan terdiri dari karyawan, anak sekolah menengah atas dan masyarakat umum. Survei dilaksanakan pada bulan November 2023.



Gambar 3 (a) Peta Jalur LRT JABODEBEK ; (b) *Light Rail Train (LRT)* pada Stasiun Cikoko

### Variabel kuesioner penelitian

Variabel – variabel yang ditanyakan oleh responden adalah sebagai berikut.

#### 1. Variabel Demografi

Variabel demografi berisikan pertanyaan mengenai profil kependudukan, perkiraan pendapatan dan pengeluaran, termasuk pengeluaran transportasi dari responden.



## 2. Karakteristik Perjalanan

Karakteristik perjalanan berisikan pertanyaan mengenai maksud perjalanan responden, stasiun keberangkatan dan tujuan responden, frekuensi perjalanan, kemudahan akses stasiun bagi responden, serta kemampuan dan kesediaan responden mengenai tarif LRT yang berlaku sekarang.

### Data Penelitian

Data penelitian yang dibutuhkan untuk penelitian ini adalah data primer berupa profil responden dan pendapat responden mengenai karakteristik perjalanannya, termasuk observasi perjalanan penumpang di stasiun Dukuh Atas. Sedangkan data sekunder berupa rute perjalanan responden yang ada di stasiun Dukuh Atas, dan data pendukung lainnya.

### Metode Pengumpulan Data Penelitian

Metode pengumpulan yang digunakan adalah dengan wawancara langsung dengan responden di stasiun Dukuh Atas. Wawancara langsung dengan penumpang LRT JABODEBEK ini dimaksudkan untuk mendapatkan data primer berupa data demografi, data karakteristik perjalanan penumpang, dan kepuasan penumpang LRT JABODEBEK dengan fasilitas yang disediakan dan tarif yang telah dibayar. Selain itu pengumpulan data juga dilakukan dengan bantuan *Google Form* yang dibagikan kepada pengguna LRT JABODEBEK. Metode dokumentasi digunakan untuk mendapatkan data sekunder atau data pendukung lainnya yang dibutuhkan untuk penelitian.

### Sampling Responden

Populasi responden dalam penelitian ini adalah pengguna transportasi LRT dengan rute Jakarta, Bogor, Depok, Bekasi atau JABODEBEK di stasiun Dukuh Atas. sedangkan sampling, menggunakan teknik *random probability sampling* dengan metode penarikan sample yaitu *slovin*. Adapun nilai eror yang digunakan dalam penelitian ini adalah 0,1 (10%) dikarenakan populasi dianggap dalam skala besar (jumlah penduduk JABODEBEK tahun 2023 11.249.000 jiwa). Sehingga diperoleh jumlah sampling minimum adalah sebanyak 100 responden.

### Metode Pengolahan dan Analisis Data

Data yang diperoleh dari kuesioner dianalisis dengan menggunakan perangkat lunak *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS), untuk menentukan parameter statistika, analisis frekuensi, dan analisis tabulasi silang. Tabulasi silang digunakan untuk menentukan hubungan antara dua variabel kategori. Penelitian ini menggunakan teknik analisis statistik deskriptif. Teknik analisis deskriptif adalah penjabaran atau penggambaran termasuk penyajian data mengenai ukuran-ukuran statistik seperti ukuran pusat, ukuran sebaran, ukuran lokasi, dan persebaran atau distribusi data [10].

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

LRT adalah moda transportasi massal kereta api ringan dengan konstruksi ringan dan bisa berjalan Bersama lalu lintas lain. LRT rute JABODEBEK ini memiliki 18 stasiun dengan rute lintasan Cawang – Cibubur dan Cawang – Bekasi Timur. Jadwal operasional LRT JABODEBEK adalah setiap hari dengan jam operasional pukul 05.00 WIB sampai dengan pukul 23.30 WIB.

Tabel 1 Profil Demografi Penumpang

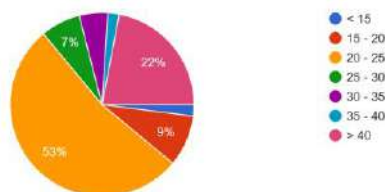
Variabel Demografi	Item	n	%
Jenis kelamin	Laki – laki	52	51.50
	Perempuan	48	48.50
Umur	<15	2	2.00
	15-20	9	8.10
	20-25	53	53.50
	25-30	7	7.10
	30-35	5	5.10
	35-40	2	2.00
	>40	22	22.20
Status pekerjaan	Bekerja	58	58.60
	Tidak bekerja	42	41.40
Jenis Pekerjaan	Pelajar/Mahasiswa	42	41.40
	Pegawai negeri	5	5.10

Variabel Demografi	Item	n	%
	Karyawan swasta	21	21.20
	Wiraswasta	15	15.20
	Ibu Rumah Tangga	5	5.10
	Lainnya	12	12.00
Penghasilan Perbulan	< 1 juta	32	32.30
	1 – 3 juta	28	27.30
	4 – 6 juta	21	21.20
	7 – 9 juta	9	9.10
	> 10 juta	10	10.10
Pengeluaran Perbulan	< 1 juta	41	40.40
	1 – 3 juta	36	36.40
	4 – 6 juta	13	13.10
	7 – 9 juta	4	4.00
	> 10 juta	6	6.10
Pengeluaran untuk transportasi	<500 ribu	68	67.70
	500 ribu – 1 juta	23	23.20
	>1 juta	9	9.10

Tabel 1 menunjukkan bahwa mayoritas penumpang *LRT JABODEBEK* berjenis kelamin laki-laki sebanyak 52 orang (51,50%). Pengguna *LRT JABODEBEK* digunakan oleh Karyawan Swasta sebanyak 21 orang (21,20%), Wiraswasta sebanyak 15 orang (15,20%), pegawai negeri sebanyak 5 orang dan elemen masyarakat lainnya sebanyak 17 orang (17,10%) sehingga jika dijumlahkan pengguna *LRT JABODEBEK* paling banyak dari kalangan pekerja yaitu 58 orang sedangkan dari kalangan pelajar/mahasiswa hanya 42 orang. Pengguna *LRT JABODEBEK* mayoritas berusia 20 - 25 tahun (53,50%), > 40 tahun (22,20%) dan penumpang paling sedikit dari usia dibawah 15 tahun (2,00%). Mayoritas penghasilan perbulan pengguna *LRT JABODEBEK* berdasarkan tabel diatas adalah kurang dari Rp 1.000.000,00 (32,30%) dengan pengeluaran transportasi perbulan kurang dari Rp 500.000,00 (67,70%).

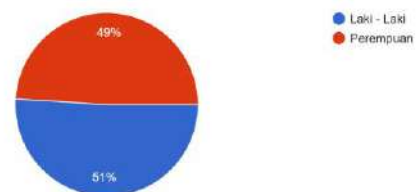
Berikut adalah *Pie Chart* dari data-data pada tabel di atas:

Usia ( Tahun )  
100 responses



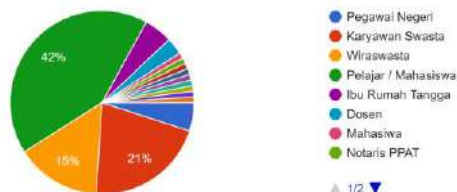
(a)

Jenis Kelamin  
100 responses



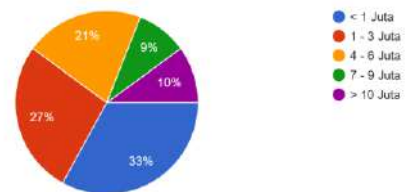
(b)

Jenis Pekerjaan  
100 responses



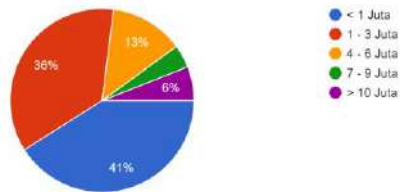
(c)

Penghasilan Perbulan  
100 responses



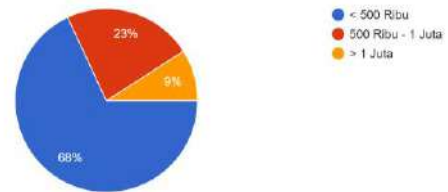
(d)

Pengeluaran Perbulan  
100 responses



(e)

Pengeluaran untuk Transportasi Perbulan  
100 responses



(f)

Gambar 4. *Pie Chart* Profil Demografi Penumpang : (a) Usia Responden ; (b) Jenis Kelamin Responden ; (c) Jenis Pekerjaan Responden ; (d) Penghasilan Perbulan Responden ; (e) Pengeluaran Perbulan Responden ; (f) Pengeluaran Transportasi Perbulan Responden.

### Analisis Karakteristik Perjalanan Penumpang

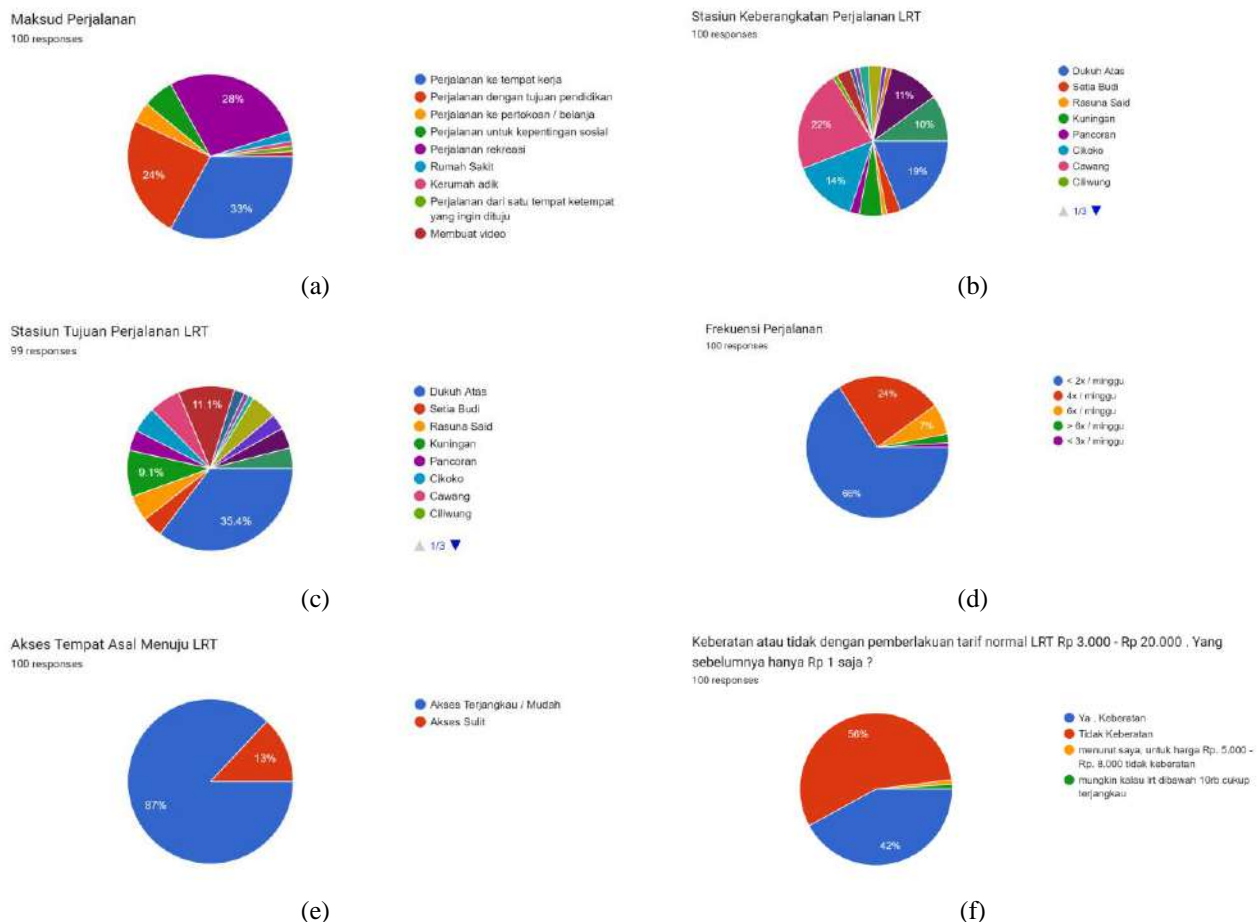
Berikut adalah hasil analisis yang memperlihatkan karakteristik perjalanan penumpang LRT rute Jakarta, Bogor, Depok, Bekasi yang berhasil dikumpulkan dari 100 responden.

Tabel 2 Karakteristik perjalanan penumpang

Karakteristik Penumpang	Item	n	%
Tujuan Perjalanan	Perjalanan ke tempat kerja	33	33.30
	Perjalanan dengan tujuan Pendidikan	23	23.20
	Perjalanan ke pertokoan/belanja	4	4.00
	Perjalanan untuk kepentingan sosial	6	6.10
	Perjalanan rekreasi	28	28.30
	Lainnya	5	5.10
Stasiun Keberangkatan Perjalanan LRT Jakarta, Bogor, Depok, Bekasi (JABODEBEK)	Dukuh Atas	19	19.20
	Setia Budi	3	3.00
	Rasuna Said	1	1.00
	Kuningan	5	5.10
	Pancoran	2	2.00
	Cikoko	14	14.10
	Ciliwung	1	1.00
	Cawang	22	22.20
	Taman Mini	3	3.00
	Kampung Rambutan	1	1.00
	Ciracas	1	1.00
	Harjamukti	2	2.00
	Halim	3	3.00
	Jatibening Baru	1	1.00
	Cikunir I	1	1.00
	Cikunir II	0	0
Bekasi Barat	11	11.10	
Jati Mulya	9	9.10	
Stasiun Tujuan Perjalanan LRT Jakarta, Bogor, Depok, Bekasi (JABODEBEK)	Dukuh Atas	35	35.70
	Setia Budi	10	10.20
	Rasuna Said	5	5.10
	Kuningan	9	9.20
	Pancoran	4	4.10
	Cikoko	5	5.10
	Ciliwung	0	0
	Cawang	6	6.10
	Taman Mini	10	10.20
	Kampung Rambutan	2	2.00
	Ciracas	1	1.00
	Harjamukti	1	1.00
	Halim	5	5.10
	Jatibening Baru	3	3.10
	Cikunir I	0	0

Karakteristik Penumpang	Item	n	%
	Cikunir II	0	0
	Bekasi Barat	4	4.10
	Jati Mulya	4	4.10
Frekuensi Perjalanan	< 2x / minggu	66	66.70
	4x / minggu	24	24.20
	6x / minggu	6	6.10
	> 6x / minggu	2	2.00
	< 3x / minggu	1	1.00
Akses Tempat Asal Menuju Stasiun LRT yang Dituju	Akses Terjangkau/Mudah	86	86.90
	Akses Sulit Dijangkau	13	13.10
Keberatan atau tidak dengan pemberlakuan tarif baru LRT JABODEBEK	Ya, Keberatan	43	43.40
	Tidak Keberatan	56	56.60

Tabel 2 menunjukkan bahwa mayoritas penumpang *LRT JABODEBEK* perjalanan penumpang memiliki maksud perjalanan untuk Bekerja (33,30%). Mayoritas penumpang berasal dari stasiun Cawang (53,50%) dan paling sedikit penumpang berangkat dari stasiun Cikunir II (0%). Tujuan mayoritas para penumpang *LRT JABODEBEK* adalah stasiun Dukuh Atas (35,70%) sementara di stasiun Ciliwung, Cikunir I, dan Cikunir II tidak ada responden dengan tujuan tersebut. Frekuensi perjalanan paling banyak dilakukan oleh penumpang adalah kurang dari 2 kali dalam seminggu (66,70%). Untuk pendapat responden mengenai aksesibilitas stasiun *LRT JABODEBEK* dari tempat asal, mayoritas responden sebanyak 86 orang (86,90%) berpendapat stasiun *LRT JABODEBEK* mudah diakses dan memiliki integritas yang mudah, serta sebanyak 56 responden (56,60%) merasa tidak keberatan mengenai tarif pelayanan *LRT JABODEBEK* baru. Berikut hasil *pie chart* dari data-data pada tabel 2.



Gambar 5. *Pie Chart* Profil Demografi Penumpang : (a) Maksud Perjalanan Responden ; (b) Stasiun Keberangkatan Perjalanan LRT Responden ; (c) Stasiun Tujuan Perjalanan LRT Responden ; (d) Frekuensi Perjalanan Responden ; (e)

Aksesibilitas Tempat Asal Responden menuju Stasiun LRT ; (f) Pendapat Responden Terhadap Pemberlakuan Tarif Baru.

**(a) Maksud Perjalanan Responden**

Hasil *pie chart* yang ditunjukkan pada Gambar 5 (a), mayoritas penumpang LRT JABODEBEK memiliki maksud perjalanan untuk Bekerja (33,30%).

**(b) Stasiun Keberangkatan Perjalanan LRT Responden**

Hasil *pie chart* yang ditunjukkan pada Gambar 5 (b) menunjukkan bahwa mayoritas responden sebesar 22 responden (22,20%) melakukan perjalanan dari stasiun Cawang dan paling sedikit berangkat dari stasiun Cikunir II.

**(c) Stasiun Tujuan Perjalanan LRT Responden**

*Pie Chart* pada Gambar 5 (c) menunjukkan bahwa sebanyak 35 responden (35,70%) melakukan perjalanan dengan tujuan stasiun Dukuh Atas sedangkan di stasiun Ciliwung, Cikunir I, dan Cikunir II tidak ada responden dengan tujuan tersebut.

**(d) Frekuensi Perjalanan Responden**

Hasil analisis berdasarkan *pie chart* pada Gambar 5 (d) menunjukkan bahwa penumpang LRT JABODEBEK terbagi menjadi 2, yaitu penumpang pengguna sehari-hari sebanyak 4x seminggu maupun pengguna yang menggunakan LRT tidak sampai 2x dalam 1 minggu (bisa diasumsikan bahwa pengguna yang sedikit ini hanya menggunakan LRT pada hari libur atau weekend).

**(e) Aksesibilitas Tempat Asal Responden menuju Stasiun LRT**

Berdasarkan *pie chart* pada Gambar 5 (e) menunjukkan bahwa responden merasa aksesibilitas stasiun LRT keberangkatan dari tempat asal mudah dijangkau dengan moda transportasi lain. Hal ini dikarenakan stasiun LRT terintegrasi dengan moda transportasi lainnya seperti KRL, BRT, dan MRT.

**(f) Pendapat Responden Terhadap Pemberlakuan Tarif Baru**

Hasil analisis *pie chart* yang tertera pada Gambar 5 (f) menunjukkan bahwa pemberlakuan tarif baru pada LRT rute Jakarta, Bogor, Depok, dan Bekasi (JABODEBEK) tidak keberatan bagi 56 pengguna (56,60%) LRT JABODEBEK saat ini.

#### **Analisis Pembahasan Profil Penumpang LRT JABODEBEK**

Profil penumpang di dominasi oleh pekerja dengan frekuensi perjalanan hampir 2x dalam 1 minggu, begitupun dengan penumpang pelajar/mahasiswa. Stasiun yang paling sering dikunjungi sebagai stasiun asal perjalanan mengindikasikan bahwa lokasi tempat tujuan akhir perjalanan penumpang LRT JABODEBEK berada di radius 400-600 meter. Untuk pekerja dapat dilihat bahwa terjadi konektivitas antara stasiun Dukuh Atas dengan stasiun Sudirman untuk KRL dan halte Dukuh Atas II untuk transjakarta. Dapat diasumsikan bahwa pekerja yang berpindah moda di lokasi tersebut memiliki tempat bekerja di daerah Kuningan, Sudirman dan MH Thamrin.

#### **4. KESIMPULAN**

Dari hasil wawancara yang telah dilakukan pada 100 responden, didapatkan sebanyak 58 pengguna LRT adalah pekerja dan 33 diantaranya bertujuan untuk bekerja. Sebanyak 56 responden merasa tidak keberatan atas pemberlakuan tarif baru LRT JABODEBEK sebesar Rp 3000,- sampai Rp 20.000,-. Dapat disimpulkan bahwa pengguna transportasi LRT JABODEBEK di dominasi oleh para pekerja yang memiliki tujuan perjalanan ke kantor di daerah Kuningan, Sudirman, dan MH Thamrin. Dari status pekerjaan terdapat 58 orang status bekerja yang melakukan perjalanan, kemudian terdapat 42 orang dengan status tidak bekerja melakukan perjalanan.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- [1] Haryono, Danang Darunanto, Endang Wahyuni, 2018. Persepsi Masyarakat Tentang Kemacetan Lalu Lintas di Jakarta, Jakarta: Institut Transportasi dan Logistik Trisakti.
- [2] Farlin Rosyad dan Juli Yandi. Analisis Persepsi Pengguna Layanan Transportasi LRT Kota Palembang, Dosen Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Bina Darma Palembang.
- [3] Dinas Perhubungan. *LRT Jakarta*. [Online] from <https://jakarta.go.id/lrt> (2023), [Accessed on 3 December 2023].



- 
- [4] Traveloka. *LRT Jabodebek ; Rute, Peta, Stasiun, dll.* [Online] from <https://www.traveloka.com/id-id/explore/destination/lrt-jabodebek-trp/249698> (2023), [Accessed on 3 December 2023].
- [5] Dr. Zaroni, CISCIP, Suppy Chain Indonesia. *Penetapan Tarif Transportasi.* [Online] from <https://supplychainindonesia.com/penetapan-tarif-transportasi/> (2023), [Accessed on 24 November 2023].
- [6] Adhi Karya, LRT JABODEBEK. *LRT JABODEBEK.* [Online] from <https://lrtjabodebek.adhi.co.id/apa-itu-lrt/> (2018), [Accessed on 3 December 2023].
- [7] Wiji Nur Hayat, CNBC Indonesia. *Catat! Ini Rute Lengkap LRT Jabodebek.* [Online] from <https://www.cnbcindonesia.com/news/20230828141401-4-466733/catat-ini-rute-lengkap-lrt-jabodebek> (2023), [Accessed on 3 December 2023].
- [8] Ferry Sandi, CNBC Indonesia. *Resmi! Tarif LRT Jabodebek Mulai Hari Ini Diskon Jadi Segini.* [Online] from <https://www.cnbcindonesia.com/news/20231201091117-4-493656/resmi-tarif-lrt-jabodebek-mulai-hari-ini-diskon-jadi-segini> (2023), [Accessed on 3 December 2023].
- [9] Qotrun A, Gramedia Blog. *Penelitian Kualitatif: Pengertian, Ciri-Ciri, Tujuan, Jenis, dan Prosedurnya.* [Online] from <https://www.gramedia.com/literasi/penelitian-kualitatif/> (2022), [Accessed on 3 December 2023].
- [10] Dita Kurniasari, DqLab. *Ragam Teknik Analisis Data Deskriptif Kualitatif vs Kuantitatif.* [Online] from <https://dqlab.id/ragam-teknik-analisis-data-deskriptif-kualitatif-vs-kuantitatif> (2022), [Accessed on 3 December 2023].

# IKN Nusantara sebagai Model Global Berkelanjutan: Keberlanjutan pada Aspek Mobilitas

Diyanti<sup>1\*</sup>, Gede Budi Suprayoga<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Gunadarma, Jakarta

<sup>2</sup> Direktorat Bina Teknik Jalan dan Jembatan, Direktorat Jenderal Bina Marga, Kementerian PUPR, Jakarta

**Abstrak.** IKN Nusantara direncanakan sebagai model pengembangan kawasan perkotaan dengan konsep *global city* yang berkelanjutan. Salah satu area fokus pengembangan adalah mobilitas perkotaan, yang lebih aksesibel dan pintar. Makalah ini bertujuan untuk mengevaluasi tren pengembangan transportasi berkelanjutan dan menetapkan sejauhmana pengembangan IKN memenuhi prinsip dan kriteria (termasuk indikator) yang diterapkan secara internasional terkait transportasi kota berkelanjutan. Penelitian ini dilakukan dengan *desk study* untuk mengeksplorasi prinsip dan kriteria pembangunan transportasi kota berkelanjutan pada kota global di dalam rencana ruang kota dan mengevaluasi Master Plan Rencana Detail IKN untuk membandingkan target kinerja. Sebagai *benchmark* adalah 4 (empat) kota global menurut *Global City Index*, yang rencana pengembangannya perbandingkan dengan rencana pengembangan kota. Hasil analisis menemukan bahwa (a) belum sepenuhnya prinsip dan kriteria pengembangan kota berkelanjutan di dalam Master Plan sudah dicakup, (b) beberapa target kriteria (indikator) lebih menonjol antara lain proporsi penggunaan transportasi publik (pengguna transit), dan (c) pertimbangan partisipasi masyarakat belum dicakup di dalam Master Plan. Sebagai implikasi, rencana pengembangan transportasi seyogyanya memiliki tahapan yang terukur karena target kriteria yang terlalu ambisius serta partisipatif.

**Kata kunci:** IKN Nusantara; Model Global; Berkelanjutan; Aspek Mobilisasi

## 1. PENDAHULUAN

Ibu Kota Negara (IKN) diharapkan menjadi awal peradaban baru bagi Indonesia. IKN akan menjadi simbol identitas bangsa, merupakan kota modern dan berstandar internasional, mengusung konsep *smart, green, beautiful, and sustainable*, memiliki tata kelola pemerintahan yang efisien dan efektif, dan mendorong pemerataan ekonomi di kawasan timur. IKN memadukan tiga konsep perkotaan, meliputi IKN sebagai kota hutan (*forest city*), kota spons (*sponge city*), dan kota cerdas (*smart city*). Ketiga konsep tersebut bertujuan untuk membangun ibu kota dengan meminimalisasi dampak negatif terhadap lingkungan sekitar. Pengembangan infrastruktur transportasi di wilayah IKN harus menjaga kelestarian fungsi ekosistem DAS, kualitas lingkungan yang baik, dan konsep perencanaan infrastruktur transportasi smart, integrated sustainable, dan environment friendly dimana penerapan forest city sebesar 50% tetap menjadi ruang terbuka hijau [12].

Infrastruktur transportasi mempunyai ciri-ciri mendasar dari infrastruktur secara umum antara lain risiko tinggi, organisasi kompleks, dan pendapatan rendah [2]. Dibutuhkan perencanaan transportasi berkelanjutan agar dapat menghasilkan transportasi yang tetap memperhatikan keberlanjutan dimasa mendatang. Transportasi berkelanjutan didefinisikan sebagai pengembangkn perkotaan secara berkelanjutan dengan tidak merugikan generasi yang akan datang. Aspek yang harus diperhatikan pada saat merancang transportasi berkelanjutan yaitu aspek lingkungan, sosial, dan ekonomi [13] [14] [15].

---

\* Corresponding author: [diyanti@staff.gunadarma.ac.id](mailto:diyanti@staff.gunadarma.ac.id)

IKN akan menjadi *showcase* transformasi pada berbagai bidang yang antara lain lingkungan, ekonomi, teknologi, serta pelayanan kesehatan dan pendidikan. Konsep *smart city* IKN merupakan tonggak bagi perubahan dalam cara kerja, perpindahan mindset dengan berbasis pada ekonomi modern dan pembangunan kehidupan sosial yang inklusif berbasis teknologi. Seperti halnya pembangunan kota lain, infrastruktur jalan menjadi *backbone* transportasi orang dan logistik untuk IKN, baik secara internal dan secara kewilayahan. Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi (*Information and Communication Technology*, ICT) memberi pengaruh pada sistem automasi dan sejumlah perangkat IoT (*Internet of Things*), termasuk yang dapat diintegrasikan dalam tahap konstruksi maupun operasi infrastruktur jalan. Sebagai contoh, dengan adanya koneksi 5G, transportasi tanpa kemudi (otonom) dapat berinteraksi satu sama lain secara *real time*.

Melalui pemanfaatan teknologi ICT, kebijakan penyelenggara jalan *smart mobility* memandu proses pembangunan transportasi berbasis jalan di IKN melalui pengurangan kebutuhan transportasi bermotor, pembangunan transportasi umum, pengembangan sistem transportasi ramah lingkungan, dan pengembangan sistem transportasi cerdas berbasis ICT. IKN mengusung konsep *Sustainable Smart City* (SSC). Saat ini, lebih dari 50 persen penduduk dunia tinggal di kawasan perkotaan sehingga meningkatkan permintaan terhadap sumber daya seperti energi, air, dan sanitasi bersama. Konsep *Sustainable Smart City* (SSC) menekankan pada menggunakan sumber daya secara efisien atau dengan cara yang 'pintar' dan kebutuhan untuk mengembangkan kota 'pintar' untuk memenuhi kebutuhan penduduk kota.

Kota dan infrastruktur akan mendominasi sebagian besar pembangunan manusia di masa mendatang dan sains, teknologi dan inovasi (STI), termasuk teknologi informasi dan komunikasi (TIK) dipergunakan untuk menciptakan habitat (ruang tinggal) yang lebih cerdas dan lebih bersih. IKN diproyeksikan sebagai kota inovatif yang menggunakan teknologi informasi dan komunikasi (TIK) dan sarana lain untuk meningkatkan kualitas hidup, efisiensi operasi dan layanan perkotaan, dan daya saing, sambil memastikan bahwa kota tersebut memenuhi kebutuhan masa kini dan masa depan.

Kota pintar (*smart city*) sebagai karakteristik rancangan kawasan IKN dikelompokkan dalam enam tema besar, yaitu *smart mobility*, *smart economy*, *smart living*, *smart governance*, *smart people*, dan *smart environment*. *smart mobility* merupakan pendekatan yang mengurangi kemacetan dan mendorong pilihan transportasi yang lebih cepat, lebih hijau, dan lebih murah. Infrastruktur yang mengusung tema *Smart Mobility* bertujuan untuk mengoptimalkan perjalanan yang berlangsung di dalam kota, menghemat energi, dan mengurangi emisi karbon. *Smart Mobility* menggunakan data yang dikumpulkan dari berbagai sumber tentang pola mobilitas untuk membantu mengoptimalkan kondisi lalu lintas. Implementasi *Smart Mobility* di IKN mengintegrasikan pembangunan jaringan jalan dengan penciptaan lingkungan perkotaan yang kondusif bagi pejalan kaki serta adaptasi *smart transport* dan *autonomous system*. Sebagai inti implementasi kebijakan penyelenggaraan jalan melalui *smart mobility* dengan peningkatan aksesibilitas bagi seluruh warga tanpa membedakan usia, gender, dan profesi, transportasi jalan yang lebih aman dan selamat, pengurangan kemacetan sekaligus polusi udara sebagai dampak ikutan, dan kemunculan sikap 'cerdas' dalam mobilitas warga melalui *car sharing*, *carpooling*, dan kombinasi *car-bike* atau *bike-public transport*.

Kota global (*global city*) dikenal dengan kota dunia, kota alfa, atau pusat dunia, yaitu kota yang berfungsi sebagai simpul utama dalam jaringan ekonomi global [3]. Kota global ditentukan oleh konektivitas internasional dengan kinerja dinilai melalui indeks kota global atau biasa dikenal dengan *Global Cities Index* (GCI) dan *Global Cities Outlook* (GCO). GCI menggambarkan kondisi kepemimpinan global perkotaan saat ini, dan GCO mengidentifikasi kota-kota yang paling berpeluang mencapai keunggulan global di masa depan [5]. Kota global menjadi penghubung bisnis, keuangan, budaya, dan politik berskala internasional.

Indeks kota global bertujuan untuk mengukur sejauh mana sebuah kota dapat menarik, mempertahankan, dan menghasilkan aliran modal, manusia, dan ide global. Pada Tahun 2023 GCI dimensi yang digunakan sebagai tolak ukur untuk *global city* yaitu 5 (lima) dimensi, yang terdiri atas (i) aktivitas bisnis, (ii) sumber daya manusia, (iii) pertukaran informasi, (iv) pengalaman budaya, dan (v) keterlibatan politik [3]. Tujuan dari makalah ini untuk mengevaluasi tren pengembangan transportasi berkelanjutan dan menetapkan sejauhmana pengembangan IKN memenuhi prinsip dan kriteria (termasuk indikator) yang diterapkan secara internasional terkait transportasi kota berkelanjutan.

## 2. METODE

Penelitian ini dilakukan dengan *desk study* untuk mengeksplorasi prinsip dan kriteria pembangunan transportasi kota berkelanjutan pada kota global di dalam rencana ruang kota dan mengevaluasi Master Plan Rencana Detail IKN untuk membandingkan target kinerja. Sebagai *benchmark* adalah 4 (empat) kota global

menurut *Global City Index*, yang rencana pengembangannya diperbandingkan dengan rencana pengembangan kota.

*Smart Mobility*, kinerja transportasi IKN akan dinilai melalui tingkat aksesibilitas dan konektivitas infrastruktur jaringan jalan, yaitu:

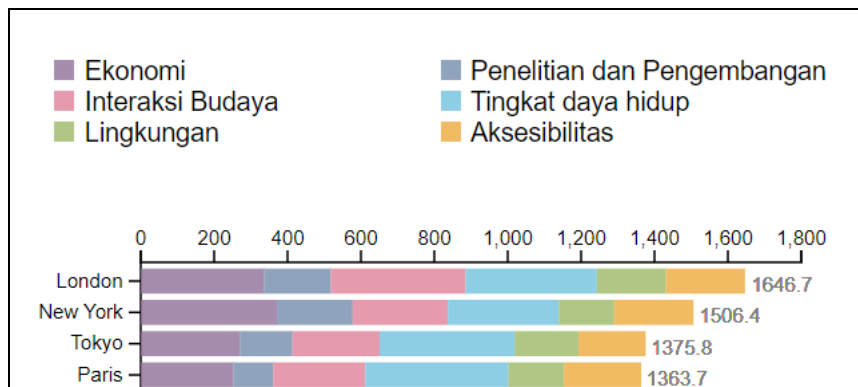
1. Kinerja Lalu Lintasnya Yang Menggambarkan Daya Tampung Dan Daya Dukung Infrastruktur Jaringan Transportasi (Termasuk Jalan),
2. Sistem Angkutan Umum Yang Terintegrasi Baik Dengan Mobilitas Lain Dalam Jaringan Transportasi Jalan;
3. Fasilitas Pejalan Kaki Dan Jalur Sepeda Yang Merupakan Hierarki Tertinggi Dalam Bertransportasi;
4. Sarana Dan Prasarana Infrastruktur Jaringan Jalan Yang Memadai Dan Berkelanjutan;
5. Intelligent Transportation Systems (ITS) Yang Dapat Memberikan Kemudahan Dan Efisiensi Dalam Orang Bermobilitas; Dan
6. Efektivitas Penyediaan Parkir Untuk Mengakomodasi Perpindahan Dari Kendaraan Pribadi Ke Angkutan Umum Guna Meningkatkan Modal Share Di Kawasan Perkotaan IKN.

### 3. HASIL

Tahapan analisis pada makalah ini dimulai dengan melakukan studi literatur dimensi yang dijadikan tolak ukur *global city* terhadap *smart mobility* untuk transportasi berkelanjutan terhadap master plan pembangunan IKN Nusantara.

#### a. *Global Cities Index (GPI)*

GPI merupakan suatu indeks yang menggambarkan kondisi kepemimpinan global perkotaan secara internasional. Tujuan dari GPI yaitu untuk mengukur sejauh mana sebuah kota dapat menarik, mempertahankan, dan menghasilkan aliran modal, manusia, dan ide global. Parameter *global city* dilihat berdasarkan 5 (lima) dimensi indeks yang berfokus pada aliran sumber daya dan aktivitas internasional dalam domainnya masing-masing untuk tahun 2023 kinerja yang diukur 156. [11]. Berikut rank 4 (empat) terbesar GCI Tahun 2023 dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Tren global city indeks Tahun 2023 [11]

Ciri-ciri kota global, yaitu [7]:

- a) Mempunyai gabungan antara kekuatan, budaya unik, dan sejarah

Budaya didalam kota global juga menduduki peran penting sebuah kota, dimana dapat menarik wisatawan. Beberapa negara nilai GPI naik disebabkan oleh budaya, dengan unsur budaya maka akan menaikkan ekonomi kota tersebut. Contoh kasus Roma merupakan salah satu terkaya di Eropa yang terkenal karena kebudayaannya. Hal ini juga dapat meningkatkan *smart mobility* suatu negara untuk mempersiapkan transportasi yang pintar.

- b) Perkembangan penduduk dan ekonomi yang pesat

Pusat pusat banagkitan dari aktifitas manusia, misalnya jasa hukum, perdagangan, asuransi, perbankan dan yang lainnya. Contoh New York merupakan pusat bisnis internasional, disana terdapat berbagai aktifitas manusia [8].

Kriteria *global city indeks* tahun 2023 dengan melihat dimensi aksesibilitas terdiri atas 4 (empat) indikator dengan subindikator seperti pada Tabel 1.

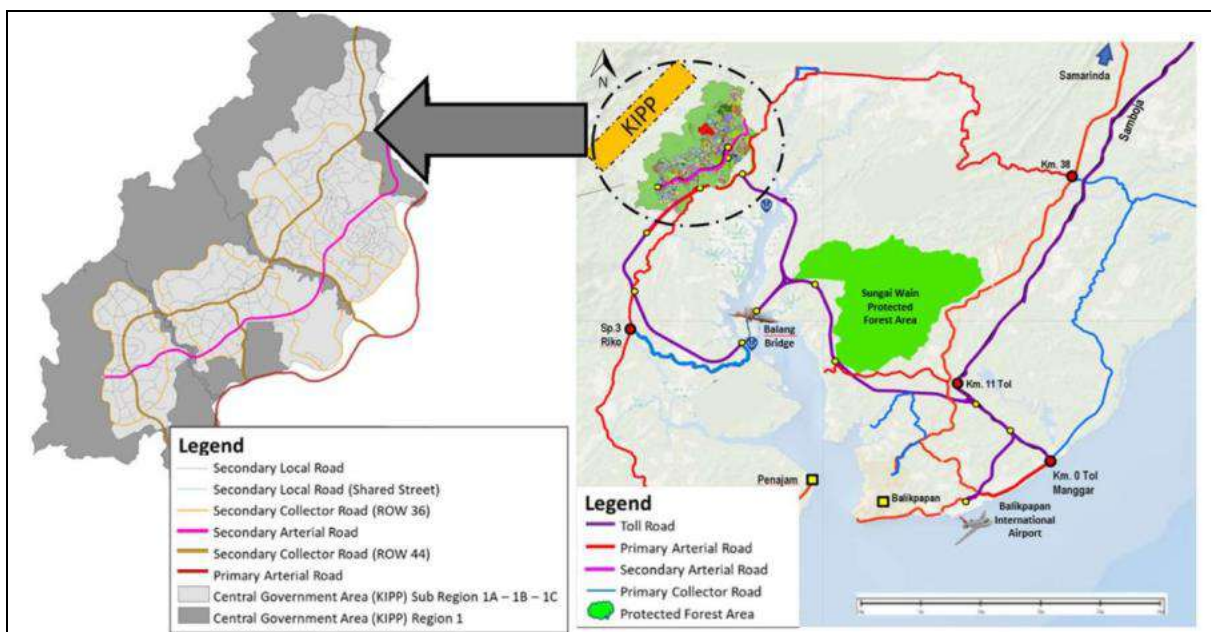
Tabel 1 Kriteria *global city indeks* tahun 2023 untuk dimensi aksesibilitas [11]

No.	Indikator	Subindikator
1.	Jejaring internasional	Kota terhubung penerbangan internasional
		Arus angkutan barang internasional
2.	Kapasitas transportasi udara	Jumlah penumpang transportasi udara
		Jumlah penumpang di bandara
3.	Transportasi dalam kota	Kepastian stasiun
		Penggunaan transportasi publik
		Waktu perjalanan ke bandara
4.	Kenyamanan transportasi	Waktu pergerakan
		Kemacetan lalu lintas
		Kemudahan mobilitas (taksi/sepeda)

### b. Rencana Pengembangan Jaringan Jalan di IKN Nusantara

Sesuai dengan Peraturan Presiden Nomor 63 Tahun 2022 tentang Detail Rencana Induk Ibu Kota Nusantara, kota yang berstandar global memenuhi 6 (enam) kriteria yaitu identitas nasional, kota cerdas, hijau, dan berkelanjutan, kota modern menurut standar internasional, pusat pemerintahan dengan pemerintahan efektif, efisien, dan cerdas, pusat pertumbuhan ekonomi baru, dan kota yang sehat.

Strategi pengembangan konektivitas tertinggi baik regional maupun internasional direncanakan waktu tempu, misalnya untuk pengembangan jalan tol waktu tempuh untuk mencapai bandara internasional dari pusat kota membutuhkan waktu 50 menit, pengembangan kereta api regional yang terintegrasi dengan Kereta Api trans Kalimantan dan bandara internasional, pengembangan *Cargo Oriented Development* (COD) sebagai sistem logistik, pengembangan pelabuhan penumpang, pelabuhan barang, pelabuhan sungai, pelabuhan penyeberangan, pelabuhan laut yang menghubungkan transportasi darat regional. Kondisi tersebut yang menjadi dasar untuk pengembangan sistem jaringan jalan rencana dikembangkan pada jalan arteri primer, arteri sekunder, kolektor primer, kolektor sekunder, lokal primer, dan lokal sekunder [5]. Jaringan jalan sekunder disediakan untuk mobilisasi di wilayah metropolitan pada kawasan pemerintah pusat (KIPP) yang digunakan bersama dengan angkutan umum multimoda, jalur pejalan kaki, dan jalur sepeda. Rencana jaringan jalan dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Rencana jaringan jalan IKN [5]

Mobilisasi dan konektivitas dapat memicu perekonomian dan meningkatkan indeks kinerja utama (KPI) melalui penyediaan jaringan jalan yang terkoneksi, aktif, dan mudah diakses. Sasaran prinsip indeks kinerja utama IKN dapat dilihat pada Tabel 2 [4].

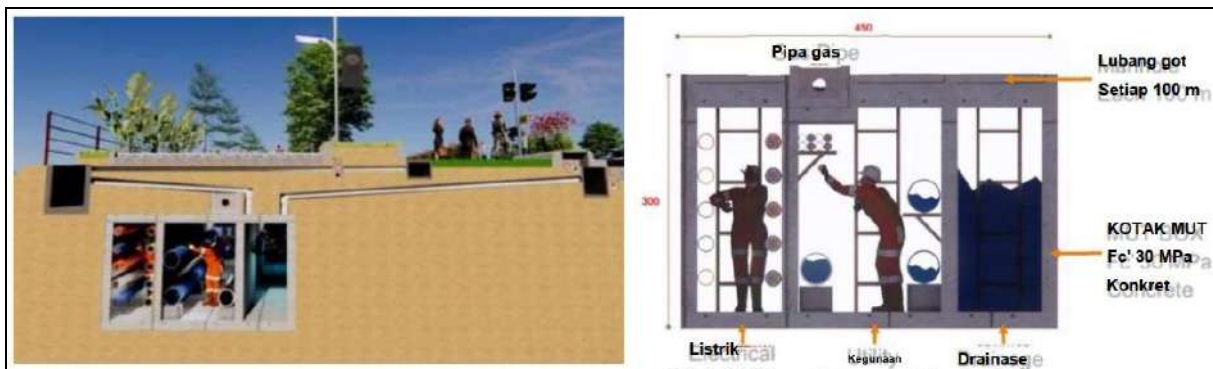


Tabel 2 Sasaran prinsip indeks kinerja utama IKN [4]

Prinsip	Indeks Kinerja Utama	Ibu Kota Perkembangan Daerah (KPIKN)	Modal Kota Daerah (KIKN)	Pusat Pemerintah Daerah (KIPP)
Terhubung aktif dan mudah diakses	80% pergerakan dengan angkutan umum atau mobilitas aktif	Strategis	100%	80%
	Akses 10 menit ke fasilitas utama dan transportasi umum	Strategis	100%	100%
	< 50 menit koneksi transit ekspres dari kawasan Pemerintah Pusat ke Bandara utama pada tahun 2030	T/A	< 50 menit	< 50 menit

### c. Perencanaan Terpadu antar Sektor

Perencanaan terpadu antarsektor berfungsi untuk penyediaan konektivitas jaringan jalan dengan fasilitasnya, bangunan dengan infrastruktur, sumber daya air, dan MUT. Pelaksanaan pembangunan dilakukan integrasi antarsektor karena jalan berperan menghubungkan sektor pendukung untuk mengakses kesemua lokasi. Proses pembangunan memperhatikan kawasan lindung dan ruang hijau. Selain itu, hal yang perlu diperhatikan adalah konektivitas antara infrastruktur lain karena terpasang di MUT seperti terlihat pada Gambar 3.



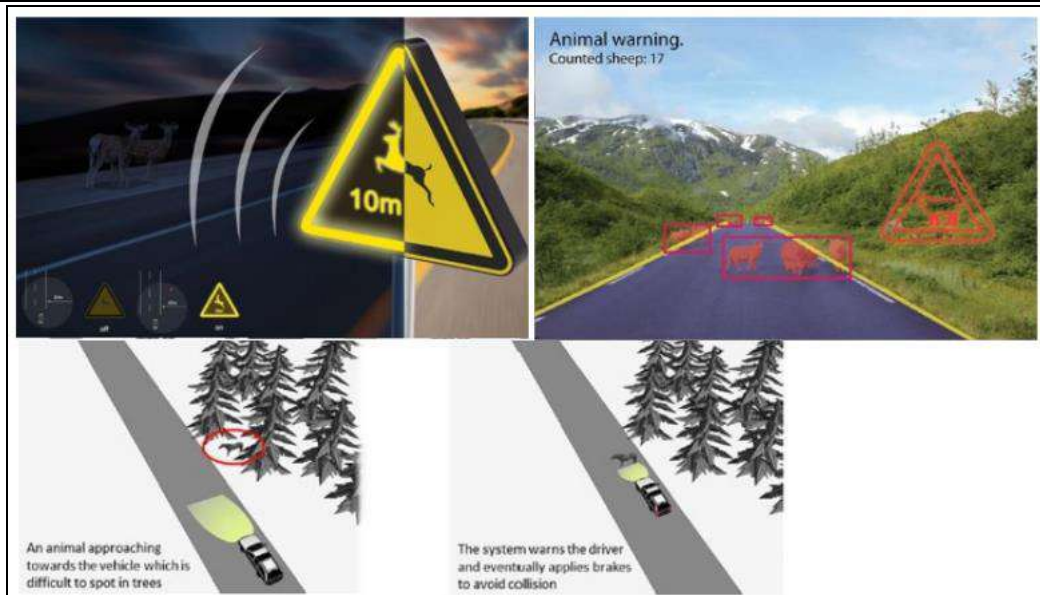
Gambar 3 Desain terowongan multi utilitas di IKN Nusantara [1]

Pembangunan jalan dilakukan secara bertahap menuju fungsional IKN pada tahun 2024. Pembangunan jalan di KIPP, jalan akses menuju KIPP (jalan tol dan jalan non tol), dan pelabuhan logistik untuk pengembangan IKN. Dibangun juga jalur bermotor, jalur sepeda, dan pedestrian terintegrasi antarnoda dan pemanfaatan teknologi tinggi. Gambaran ilustrasi dari prasarana jalan tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4 Terintegrasi antara busway, jalan sepeda, dan pedestrian [1]

Lokasi IKN berdekatan dengan kawasan satwa liar, maka diperlukan juga deteksi untuk memantau apabila terdapat hewan-hewan yang memasuki kawasan perkotaan atau berada pada area jalan raya. Selain itu, deteksi ini juga dapat digunakan untuk memantau kondisi wilayah yang mungkin terdapat satwa yang terancam punah. Pemantauan ini diharapkan dapat melindungi satwa-satwa tersebut dan mencegah terjadinya pemburuan liar, seperti pada Gambar 5.



Gambar 5 Smart wildlife detection [1]

Penerapan teknologi solar road pada jalan beraspal/beton dengan perangkat fotovoltaik (panel surya). Penerapan teknologi ini dapat diaplikasikan pada fungsi jalan dengan rute berputar (*loop*), yaitu pada fungsi jalan kolektor primer ROW 36 atau pada arteri primer ROW 100, seperti terlihat pada Gambar 6.



Gambar 6 Solar road [1]

#### 4. KESIMPULAN

Hasil analisis Jika dilihat dari pengembangan transportasi berkelanjutan berdasarkan master plan pembangunan IKN, maka dapat dievaluasi parameter yang belum tersedia didalam pengembangan IKN berdasarkan pemenuhan prinsip dan kriteria (termasuk indikator) yang diterapkan secara internasional terkait transportasi kota berkelanjutan, yaitu antara lain belum sepenuhnya prinsip dan kriteria pengembangan kota berkelanjutan di dalam Master Plan sudah dicakup, beberapa target kriteria (indikator) lebih menonjol antara lain proporsi penggunaan transportasi publik (pengguna transit), dan pertimbangan partisipasi masyarakat belum dicakup di dalam Master Plan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ditjen Bina Marga, Kementerian PUPR, “*Dokumen Perencanaan Teknis IKN Nusantara*,” Jakarta, Indonesia, 2022
- [2] Flyvbjerg, B., “*The Oxford Handbook of Megaproject Management*; Oxford University Press: Oxford, UK, 2017.
- [3] Kearney, [Online] from <https://www.kearney.com/service/global-business-policy-council/gcr/2023-full-report>, (2022) [Accessed on 03 November 2023].
- [4] Kementerian Sekretariat Negara, “*Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 3 Tahun 2022 tentang Ibu Kota Negara*.” Jakarta, Indonesia, 2022.

- 
- [5] Kementerian Sekretariat Negara, “Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 64 Tahun 2022 tentang Rencana Tata Ruang Kawasan Strategis Nasional Ibu Kota Nusantara Tahun 2022-2042.” Jakarta, Indonesia, 2022.
- [6] Lenormand, Pepatah, G. Bruno, T. Antonia, dan R. Jose, J, “Human diffusion and city influence,” *Journal of the Royal Society Interface*, 12 (109):20150473, (2015).
- [7] Mohammed, Zubaeda Issa, “What makes a city “global”?.” Munich, Grin Verlag,, <https://www.grin.com/document/279988>, 2012.
- [8] Sassen, S, “The Global City: Neww York, London, Tokyo,” Princeton University Press, New Jersey, 1991.
- [9] Schutte, S, “UK Remains Europe’s Favorite Foreign Direct Investment Destination [online], *Real Business*, London, 2013.
- [10] Suweda, Wayan, I., “Penataan Ruang Perkotaan yang Berkelanjutan, Berdaya Saing dan Berotonomi,” *Jurnal Ilmu Teknik Sipil* Vol. 15, No. 2, Juli 2011.
- [11] The Mori Memorial Foundation, “Global Power City Index 2023,” <https://mori-m-foundation.or.jp/english/ius2/gpci2/index.shtml>, [Accessed on 03 November 2023].
- [12] Tukimun, “Konsep Perencanaan Infrastruktur Transportasi Smart, Integrated Sustainable & Environment Friendly di Kawasan Ibu Kota Negara (IKN) Nusantara,” *Buletin Teknik Sipil*, Edisi I Volume I tahun 2022.
- [13] , ”*Toward Sustainable Transportation Indicators to Measure Progress*,” *OECD Workshop held in Rome*, <https://www.oecg.org/env/trans>, 1999.
- [14] Suweda, Wayan, I., “Penataan Ruang Perkotaan yang Berkelanjutan, Berdayasaing dan Berotonomi,” *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil* Vol. 15, No. 2, Juli 2011.
- [15] Wang, Luqi, Xue, Xiaolong, Zhao, Zebin, and Wang Zeyu, “The Impacts of Transportation Infrastructure on Sustainable Development: Emerging Trends and Challenges,” *Internasional Journal of Enviromental Research and Public Health*, 2018.



# Analisis Keseimbangan Lintasan di Lini Perakitan Valve Frame PT. Anugrah Bersama Sejahtera dengan Metode *Ranked Positional Weight*

Galuh Vikra Azzahra<sup>1</sup>, Nur Yulianti Hidayah<sup>1\*</sup>, dan Anggina Sandy Sundari<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila, Jakarta

**Abstrak.** PT. Anugrah Bersama Sejahtera merupakan perusahaan yang bergerak di bidang manufaktur yang terdiri dari departemen *plastic injection*, *metal stamping*, dan *assembly*. Salah satu produk yang dikerjakan di departemen *assembly* adalah *valve frame*. Proses pengerjaan perakitan *valve frame* mengikuti petunjuk yang tertulis di *working instruction*. Namun pada kenyataannya, waktu aktual yang terjadi melebihi waktu yang tertera di *working instruction* sehingga perusahaan tidak dapat mencapai target produksi dan harus menambah jam lembur. Ketidaktercapaian target ini disebabkan oleh *bottleneck* pada saat proses perakitan karena pembagian beban kerja yang tidak merata di setiap stasiun kerja. Oleh karena itu, diperlukan analisis keseimbangan lini dengan menggunakan metode *Ranked Positional Weight*. Sebelum melakukan analisis keseimbangan lini *valve frame*, terlebih dahulu ditentukan waktu baku proses perakitan. Setelah itu, dilakukan analisis keseimbangan lini dengan menghitung *takt time* dan jumlah stasiun kerja minimal. Hasil analisis menunjukkan bahwa untuk perakitan *valve frame* memiliki efisiensi lini 95,22% dengan rata-rata *idle time* sebesar 1,72 detik. Kondisi saat ini, lini *valve frame* memiliki efisiensi lini 78,64% dan rata-rata *idle time* sebesar 11,43 detik. Dengan menggunakan *ranked positional weight* untuk menganalisis keseimbangan lini, lini perakitan *valve frame* dapat mengurangi *bottleneck* yang berupa waktu menganggur sebesar 84,95%.

**Kata kunci:** *bottleneck*; *idle time*; keseimbangan lini; *ranked positional weight*; waktu baku

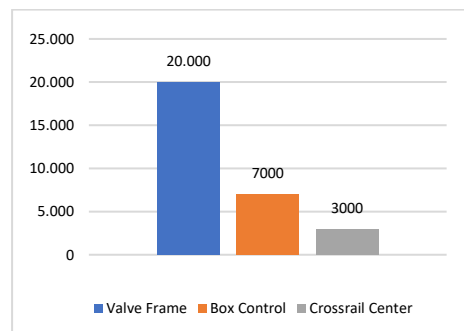
## 1. PENDAHULUAN

PT. Anugrah Bersama Sejahtera merupakan perusahaan yang bergerak di bidang manufaktur. Perusahaan ini menghasilkan produk metal stamping, *plastic injection*, dan *machining/assembly*. PT. Anugrah Bersama Sejahtera menerima pesanan dari berbagai perusahaan untuk membuat berbagai part dimana PT. Anugrah Bersama Sejahtera melakukan kegiatan produksi secara *make to order*. Pada departemen Assembly, komponen-komponen yang telah diproduksi di departemen lain akan dirakit menjadi satu kesatuan produk yang utuh. Pada departemen *Assembly*, para operator mengerjakan berbagai produk, salah satu produk yang dirakit di departemen *Assembly* adalah *valve frame*. Valve frame merupakan salah satu part yang terdapat di mesin cuci dua tabung dengan brand Panasonic yang berkapasitas 7,5 Kg, kecepatan putar 600 RPM dan tegangan 220 V. Perakitan *valve frame* merupakan salah satu proses yang membutuhkan ketelitian, waktu pengerjaan yang paling lama dan merupakan part yang mempunyai demand paling banyak. Data produk beserta jumlah produksi tiap produk yang dikerjakan di departemen *assembly* setiap bulannya selama tahun 2021 disajikan pada Gambar 1.

Pada proses perakitan *valve frame* menggunakan *Working Instruction* sebagai acuan dalam melakukan perakitan. *Working Instruction* ini dibuat dengan tujuan agar karyawan dalam melakukan pekerjaan perakitan sesuai urutan elemen kerja perakitan *valve frame* sehingga tidak terjadi kesalahan. Pada *Working Instruction* perakitan *valve frame* terdapat beberapa informasi yang terdiri dari elemen kerja dan waktu siklus masing-masing elemen kerja dimana terdapat 8 elemen kerja yang terbagi ke dalam 4 stasiun kerja dengan total waktu baku yang dibutuhkan sebesar 149,22 detik.

\* Corresponding author: [nurhidayah@univpancasila.ac.id](mailto:nurhidayah@univpancasila.ac.id)

Dari hasil pengamatan dan pengukuran, diketahui waktu aktual pada proses perakitan *valve frame* ternyata tidak sesuai dengan yang terdapat di *Working Instruction*. Perbedaan waktu perakitan aktual dengan waktu perakitan yang terdapat pada *Working Instruction* dapat dilihat pada tabel 1 [1].



Gambar 1 Jumlah Produksi di Departemen *Assembly*.

Tabel 1 Waktu Baku Aktual Stasiun Kerja (detik)

Stasiun Kerja	Waktu Baku Aktual	Waktu Baku pada WI
I	31,11	23,87
II	49,39	49,07
III	43,70	57,50
IV	27,56	18,78
Total	151,76	149,22

Pada tabel 1 terlihat bahwa waktu baku aktual pada stasiun kerja perakitan *valve frame* lebih besar dibandingkan dengan waktu baku yang ditetapkan di *Working Instruction*. Hal ini menunjukkan bahwa waktu yang dibutuhkan untuk melakukan perakitan *valve frame* tidak sesuai dengan yang tercatat pada *Working Instruction* yang dapat menimbulkan kesalahan pada saat menetapkan kecepatan dan target produksi. Dampak yang terjadi karena lebih lamanya waktu baku aktual pada beberapa elemen kerja membuat target produksi tidak tercapai dan timbulnya biaya *overtime* untuk memenuhi permintaan konsumen.

Untuk menghindari terjadinya masalah tersebut, perlu dilakukan perbaikan pada lini *assembly* yaitu dengan melakukan keseimbangan lini pada stasiun kerja agar beban pada tiap stasiun kerja sama sehingga dapat mengurangi *bottleneck* atau *idle time* di lini *assembly*. Metode yang akan digunakan pada penelitian ini adalah metode Heuristik. Penelitian mengenai keseimbangan lini menggunakan metode Heuristik sebelumnya telah dilakukan oleh Mahmud (2019) yang melakukan penyeimbangan lintasan produksi kue di PT. ABC dimana terjadi peningkatan efisiensi lini yang sama antara metode *Ranked Positional Weight*, *Largest Candidate Rules*, dan *Region Approach* [2].

Penelitian yang dilakukan oleh Aryadi (2020) menggunakan metode *Ranked Positional Weights* dan *Killbridge Western* untuk menyelesaikan permasalahan pada lintasan produksi daging boneless di RPA menghasilkan nilai indikator keseimbangan lintasan yang sama pada kedua metode yang digunakan [3]. Dharmayanti (2019) menggunakan metode *Killbridge Wester* dan *Ranked Position Weight* untuk menganalisis efisien lintasan produksi yang digunakan pada proses produksi permen, hasil analisis menggunakan kedua metode *line balancing* tersebut memberikan nilai efisiensi yang sama besar [4]. Dengan demikian, pada penelitian ini akan menggunakan salah satu dari metode Heuristik yaitu *Ranked Positional Weight*.

## 2. METODE

Pada penelitian ini objek yang diteliti adalah waktu proses dan stasiun kerja perakitan *valve frame* di lini *assembly* PT. Anugrah Bersama Sejahtera. Pengambilan data dilakukan dengan beberapa cara yaitu:

- Pengamatan langsung

Pada pengamatan langsung akan dilakukan pengambilan data waktu siklus yang kemudian akan dilakukan perhitungan waktu baku pada setiap elemen kerja. Pada perhitungan waktu baku ada penambahan faktor penyesuaian dan faktor kelonggaran pada waktu siklus. Pengamatan langsung



dilakukan di lini perakitan *valve frame* dengan menggunakan Jam Henti (*stopwatch*) yaitu dengan mengamati saat mulainya pekerjaan itu hingga berakhirnya pekerjaan/aktivitas [5].

- Wawancara

Wawancara dilakukan kepada 4 operator perakitan *valve frame* dan kepala divisi operasional. Pertanyaan yang diberikan berkenaan dengan jam kerja operator, target produksi dan seputar produk *valve frame* mulai dari nama part-part yang mendukung produk *valve frame* hingga alat bantu yang digunakan dalam perakitan *valve frame*.

Setelah melakukan pengumpulan data, maka data-data tersebut akan diolah menggunakan metode *Ranked Positional Weight*. Berikut merupakan langkah-langkah dari metode *Ranked Positional Weight* (Pembobotan Posisi):

**a. Perhitungan waktu normal dan waktu baku**

Waktu normal adalah waktu yang diperlukan oleh seorang operator yang memiliki keterampilan rata-rata untuk melaksanakan aktivitas dalam kondisi dan kecepatan normal [6]. Pada perhitungan waktu normal, waktu siklus akan dikalikan dengan *performance rating*. Untuk menghitung waktu baku akan dilakukan perhitungan dengan menambahkan faktor kelonggaran menggunakan metode *Westinghouse*. Rumus waktu siklus, waktu normal dan waktu baku sebagai berikut [7]:

Waktu siklus:

$$W_s = \frac{\sum x_i}{N} \quad (1)$$

Dimana,

$W_s$  = Waktu Siklus

$\sum x_i$  = Harga rata-rata sub grup ke i

$N$  = Jumlah pengamatan yang dilakukan

Waktu normal:

$$W_n = W_s \times P \quad (2)$$

Dimana:

$W_n$  = Waktu normal

$P$  = Faktor penyesuaian

Waktu baku:

$$W_b = W_n + \frac{100\%}{100\% - \%Allowance} \quad (3)$$

Dimana:

$W_b$  = Waktu baku

**b. Tahap perhitungan takt time**

Perhitungan takt time dilakukan dengan membagi waktu kerja efektif dengan banyaknya pesanan/target perusahaan untuk produk *valve frame* [8].

$$Takt\ Time = \frac{W_o}{W_s} \quad (4)$$

Dimana:

$W_o$  = Waktu operasi

$W_s$  = Waktu siklus

**c. Tahap perbandingan waktu baku dengan hasil takt time**

Membandingkan apakah waktu baku aktual sudah sesuai dengan *takt time* untuk mengukur kecepatan produksi. Waktu yang akan dibebankan kepada stasiun kerja adalah waktu yang terbesar diantara keduanya yang akan menjadi waktu baku aktual.

**d. Tahap penentuan jumlah stasiun kerja**

Penentuan jumlah stasiun kerja minimal dilakukan dengan cara membagi total waktu operasi yang tersedia dengan waktu baku aktual [9] menggunakan rumus:

$$\text{Jumlah stasiun kerja} = \frac{\text{jumlah waktu seluruh elemen kerja}}{\text{waktu siklus}} \quad (5)$$

**e. Analisis keseimbangan lintasan dengan Metode Ranked Positional Weight**

Berikut merupakan langkah-langkah untuk melakukan analisis keseimbangan lintasan menggunakan metode *ranked positional weight* [3]:

- Membuat matriks operasi yang mengikuti, bobot posisi, operasi pendahulu, dan rank.
- Menghitung bobot posisi tiap operasi yang dihitung berdasarkan jumlah waktu operasi tersebut dan operasi-operasi yang mengikuti.
- Mengurutkan ranking operasi dari bobot posisi terbesar hingga terkecil
- Melakukan pembebanan operasi pada stasiun kerja mulai dari bobot posisi terbesar hingga terkecil
- Menghitung efisiensi rata-rata tiap stasiun kerja
- Menghitung *Balance Delay*, dengan rumus [4]

$$\text{Balance delay} = 100\% - \text{line efficiency} \quad (6)$$

- Menghitung *Smoothest Index* (SI), dengan rumus [10]:

$$SI = \sqrt{\sum_{i=1}^K (W_s - W_i)^2} \quad (7)$$

**f. Membandingkan Rata-rata Idle Time Usulan dengan Kondisi Saat ini**

Setelah dilakukan perhitungan keseimbangan lintasan, akan dilakukan analisis terhadap stasiun kerja saat ini. Akan dilihat apakah ada perubahan rata-rata *idle time* pada stasiun kerja saat ini dengan stasiun kerja usulan.

**3. HASIL**

**a. Menghitung Waktu Baku Tiap Elemen Kerja**

Waktu baku dihitung dengan mengalikan waktu siklus dengan nilai faktor penyesuaian *westinghouse* kemudian didapatkan waktu normal, setelah itu waktu normal akan dikalikan dengan nilai faktor kelonggaran maka didapatkan waktu baku masing-masing elemen kerja. Metode *westinghouse* mengarahkan penilaian kepada 4 faktor yang dianggap menentukan kewajaran atau ketidakwajaran dalam bekerja [11]. Hasil perhitungan waktu baku pada tiap elemen kerja disajikan pada tabel 2.

Tabel 2 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Waktu Baku tiap Elemen Kerja (detik)

Elemen Kerja	1	2	3	4	5	6	7	8
Wb	14,921	16,186	31,876	17,517	12,066	31,634	17,473	10,093

Pada tabel di atas didapatkan waktu baku terbesar terdapat pada elemen kerja 3 yaitu sebesar 31,876 detik. Maka dapat dikatakan bahwa kecepatan produksi perakitan *valve frame* adalah sebesar 31,876 detik. Perhitungan *Takt Time*

**b. Perhitungan Takt Time**

*Takt Time* diperoleh dengan cara membagi waktu kerja efektif dengan banyaknya pesanan/target perusahaan. Diketahui bahwa perusahaan menerapkan 5 hari kerja dengan waktu kerja selama 8 jam per hari. Untuk produk *valve frame*, target perusahaan adalah sebesar 3000 unit per hari. Tiap awal shift

terdapat kegiatan pengambilan material dari *warehouse* ke tempat *assembly* yang membutuhkan waktu sebesar 17,80 detik. Maka dengan menggunakan Persamaan (4) dapat dihitung *takt time* di departemen *assembly* adalah sebagai berikut:

$$Takt\ time = \frac{(8\ jam \times 3600\ detik) - 17,08\ detik}{3000\ unit/hari}$$

$$Takt\ time = 9,59\ detik/unit$$

Diketahui waktu baku terlama ada pada elemen kerja 3 yaitu sebesar 31,876 detik, sedangkan hasil dari perhitungan *takt time* yaitu sebesar 9,59 detik. *Takt time* tersebut merupakan waktu siklus. Dari hasil pengamatan diperoleh faktor penyesuaian lini sebesar 1,075 dengan allowance 41,94% sehingga diperoleh waktu baku sebesar 12,03 detik. Maka *takt time* yang digunakan untuk perakitan *valve frame* adalah sebesar 31,876 detik.

### c. Penentuan Jumlah Minimal Stasiun Kerja

Jumlah stasiun kerja minimal dapat dihitung dengan cara membagi total waktu yang dibutuhkan untuk mengerjakan satu unit produk dengan *takt time*. Menggunakan persamaan (5) jumlah stasiun kerja yang harus disediakan untuk proses perakitan produk *valve frame* adalah sebagai berikut:

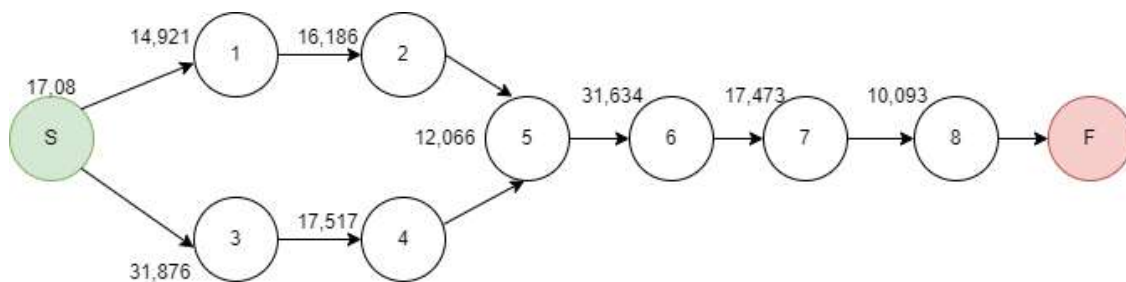
$$Jumlah\ stasiun\ kerja = \frac{(12,921 + 16,186 + 31,876 + 17,517 + 12,066 + 31,634 + 17,473 + 10,093)}{31,876}$$

$$Jumlah\ stasiun\ kerja = \frac{151,755}{31,876} = 4,7 \sim 5\ stasiun\ kerja$$

Hal ini menunjukkan untuk proses perakitan *valve frame* dapat dilakukan minimal di 5 stasiun kerja.

### d. Analisis Keseimbangan Lintasan dengan Metode Ranked Positional Weight

Pada tahap ini akan dilakukan analisis keseimbangan lintasan perakitan *valve frame* berdasarkan data-data yang sudah didapat sebelumnya. Hal pertama yang dilakukan adalah dengan membuat *presedence diagram* seperti yang disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2 *Precedence Diagram* Perakitan *Valve Frame*

Setelah dibuat *presedence diagram*, selanjutnya adalah menghitung bobot posisi tiap operasi seperti tabel 3 berikut:

Tabel 3 Bobot Posisi Tiap Elemen Kerja

Operasi	Operasi yang Mengikuti	Bobot Posisi	Operasi Pendahulu	Rank
1	2, 5, 6, 7, 8	102,37	-	2
2	5, 6, 7, 8	87,45	1	4
3	4, 5, 6, 7, 8	120,66	-	1
4	5, 6, 7, 8	88,78	3	3
5	6, 7, 8	71,27	2,4	5
6	7, 8	59,2	5	6

Operasi	Operasi yang Mengikuti	Bobot Posisi	Operasi Pendahulu	Rank
7	8	27,57	6	7
8	-	10,09	7	8

Kemudian dilakukan pembebanan operasi pada setiap stasiun kerja dengan jumlah stasiun kerja yang sudah ditentukan yaitu minimal 5 stasiun kerja, mulai dari bobot posisi terbesar hingga terkecil seperti pada table 4 berikut:

Tabel 4 Penugasan Operasi Pada tiap Stasiun Kerja Usulan (detik)

Stasiun Kerja	Pembebanan Operasi	Waktu Operasi	Efisiensi Stasiun Kerja (%)	Idle time
1	3	31,88	100	0
2	1, 2	31,11	97,58	0,77
3	4, 5	29,58	92,80	2,3
4	6	31,63	99,24	1,24
5	7, 8	27,57	86,47	4,31
Rata-rata			95,22	1,72

Dari tabel 4 diketahui bahwa lini perakitan *valve frame* memiliki efisiensi lini sebesar 95,22% dengan rata-rata *idle time* di tiap stasiun kerja sebesar 1,72 detik. Berikut ini perhitungan nilai *balance delay* dan *smoothness index* lini perakitan *valve frame* menggunakan persamaan (6) dan (7).

$$\text{Balance Delay} = 100\% - 95,22\%$$

$$\text{Balance Delay} = 4,78\%$$

$$SI = \sqrt{0^2 + 0,77^2 + 2,3^2 + 1,24^2 + 4,31^2} = 5,09$$

Pada perhitungan *balance delay* didapatkan bahwa nilai *delay* dari ke-5 stasiun kerja sebesar 4,78% menandakan bahwa perakitan *valve frame* dengan 5 stasiun kerja hanya akan terjadi *delay* sebesar 4,78%. Nilai *smoothness index* sebesar 5,09 menandakan bahwa tingkat waktu tunggu semakin kecil.

#### e. Perbandingan Idle Time Stasiun Kerja Saat Ini dan Stasiun Kerja Usulan

Pada tahap ini dilakukan perbandingan *idle time* atau waktu menganggur pada masing-masing stasiun kerja saat ini dan setelah dilakukan analisis *Line Balancing*. Diketahui saat ini, lini perakitan *valve frame* terdapat 4 stasiun kerja. Perhitungan *idle time* lini saat ini ditampilkan pada tabel 5:

Tabel 5. Rata-rata *idle time* pada stasiun kerja saat ini (detik)

Stasiun Kerja	Pembebanan Operasi	Waktu Operasi	Efisiensi Stasiun Kerja (%)	Idle Time
1	1, 2	31,11	62,99	18,20
2	3, 4	49,39	100	0
3	5, 6	43,70	88,48	5,69
4	7, 8	27,57	63,09	21,83
Rata-rata			78,64	11,43

Tabel 5 menunjukkan bahwa saat ini terdapat 4 stasiun kerja dengan rata-rata waktu menunggu di tiap stasiun kerja sebesar 11,43 detik dan efisiensi lini sebesar 78,64%.

Setelah dilakukan analisis *line balancing*, diperoleh 5 stasiun kerja usulan dengan rata-rata *idle time* yang lebih kecil dari lini stasiun kerja saat ini dengan efisiensi lini yang lebih besar. Hal ini menunjukkan bahwa setelah dilakukan analisis *line balancing*, proses perakitan *valve frame* lebih baik karena memiliki *idle time* yang lebih kecil dan efisiensi lini yang lebih besar. Penambahan stasiun kerja memerlukan

penambahan 1 orang operator yang diperoleh dari lini produksi lain yang jumlah operatornya melebihi beban kerja. Perbandingan jumlah *idle time* lini saat ini dengan lini usulan dapat dilihat di tabel 6:

Tabel 6 Perbandingan rata-rata *idle time* lini saat ini dan usulan (detik)

Stasiun Kerja	Kondisi Saat Ini	Usulan Perbaikan
1	18,20	0
2	0	0,77
3	5,69	2,3
4	21,83	1,24
5		4,31
Rata-rata	11,43	1,72

Berdasarkan tabel 6, persentase pengurangan *idle time* adalah sebesar:

$$\frac{11,43 \text{ detik} - 1,72 \text{ detik}}{11,43 \text{ detik}} \times 100\% = 84,95\%$$

Perhitungan tersebut menunjukkan bahwa dengan adanya analisis *line balancing* pada lini perakitan *valve frame* dapat mengurangi *idle time* sebesar 84,95%.

#### 4. KESIMPULAN

Setelah melakukan pengamatan dan perhitungan waktu pada 8 elemen kerja (operasi) proses perakitan *valve frame* didapatkan waktu baku elemen kerja 1 hingga elemen kerja 8 berturut-turut sebesar 14,921 detik, 16,186 detik, 31,876 detik, 17,517 detik, 12,066 detik, 31,634 detik, 17,473 detik, dan elemen kerja 8 sebesar 10,093 detik, maka didapatkan hasil bahwa kecepatan produksi dari perakitan *valve frame* yaitu sebesar 31,876 detik. Hasil perhitungan jumlah stasiun kerja minimal pada lini perakitan *valve frame* adalah 5 stasiun kerja.

Analisis *line balancing* dengan metode *ranked positional weight* menghasilkan nilai efisiensi rata-rata dari lini perakitan *valve frame* sebesar 95,22% dengan rata-rata *idle time* sebesar 1,72 detik sedangkan dengan kondisi saat ini, rata-rata *idle time* lini sebesar 11,43 detik sehingga terjadi pengurangan *bottleneck* yang berupa waktu menganggur (*idle time*) di stasiun kerja sebesar 84,95%. Perlu dilakukan analisis terhadap setiap elemen kerja untuk dilakukan perbaikan tata cara kerja agar dapat mengurangi waktu operasi di stasiun kerja.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Azzahra, G. V dan Hidayah, N. Y., *Identifikasi Elemen Kerja dan Perhitungan Waktu Siklus Stasiun Kerja di Lini Perakitan Valve Frame PT. Anugrah Bersama Sejahtera*, [Laporan Kerja Praktik] Teknik Industri Universitas Pancasila, (2021).
- [2] Basuki, M., Mz, H., Aprilyanti, S dan Junaidi, M., Perancangan Sistem Keseimbangan Lintasan Produksi Dengan Pendekatan Metode Heuristik, *Jurnal Teknologi*, **Vol.11 No. 2**, (2019)
- [3] Aryadi, D., Penerapan Keseimbangan Lini Produksi Daging Boneless Di PT. Dagsap Endura Eatore Menggunakan Pendekatan Pemodelan Sistem, *Jurnal Teknik Industri Universitas Sarjanawiyata Tamansiswa*, **Vol.4 No.2**, (2020)
- [4] Dharmayanti, I dan Marliansyah, H., Perhitungan Efektifitas Lintasan Produksi Menggunakan Metode Line Balancing, *Jurnal Manajemen Industri Dan Logistik*, **Vol. 3 No. 1**, p.45-56, (2019)
- [5] Masniar, M dan Maga, M., Analisis Waktu Pembuatan Noken Menggunakan Metode Jam Henti (*Stopwatch Time Study*), *Jurnal Teknik Industri METODE*, **Vol.5 No.1**, p.1-7, (2019)
- [6] Nur Amalia, Penetapan Standar Proses Dan Pengukuran Waktu Standar Pada Produksi Tahu Baxo Ibu Pudji (Studi Kasus: CV. Pudji Lestari Sentosa), *Industrial Engineering Online Journal*, **Vol.6 No.4** (2017)
- [7] Putri, V. A., dan Hidayah, N. Y., Analisis Beban Kerja Karyawan Untuk Memenuhi Kebutuhan Produksi Di UKM Rissolia, *Sustainable Environmental and Optimizing Industry Journal*, **Vol.3 No.2**, (2021)
- [8] Riyadi, M., *Pengendalian Produksi Di industri Galangan*, CV Jejak, (2020)
- [9] Ma'arif, S., *Manajemen Operasi*, Grasindo, (2003)
- [10] Kusmindari, D., Alfian, A dan Hardini, S., *Production Planning And Inventory Control*, **1st ed vol. 1**, Deepublish, (2019)



- 
- [11] Regent M., Usulan Penentuan Waktu Baku Proses Racking Produk Amplimesh Dengan Metode Jam Henti Pada Departemen Powder Coating, *Jurnal Teknik*, **Vol.7 No.2**, (2019)

# Analisa Maksimum *Force* Pada *Ring* dengan Beban Tekan

Widi Okta Nugraha<sup>1\*</sup>, Ameen Topa<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Program Profesi Insinyur, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia, Depok, Indonesia

<sup>2</sup> Department of Maritime Technology, Faculty of Ocean Engineering Technology, and Informatics, Universiti Malaysia Trengganu, 21030, Malaysia

**Abstrak.** Permasalahan terjadinya *crack* pada *ring* dari suatu *bearing* pada proses produksi menjadikan perhatian lebih karena menyebabkan potensi kegagalan dalam proses pembuatan *bearing*. Masalah *crack* disebabkan adanya *force* besar yang mengenai *ring* dan melebihi *force* maksimum material *ring*. Oleh karena itu, perlu adanya alat untuk mendeteksi *force* maksimum dari *ring*. *Load cell* pada mesin *hydraulic press* digunakan untuk melihat besarnya *force* yang mengenai *ring* dengan beban tekan. Kemudian dilakukan perhitungan numerik menggunakan *LS-Dyna*. Dari penghitungan maksimum *force* menggunakan mesin *hydraulic press* dan perhitungan numerik menggunakan perangkat lunak *LS-Dyna* didapatkan nilai maksimum *force* pada *ring* sampai terjadinya *crack* pada nilai yang sesuai. Pada perhitungan numerik, dapat menunjukkan *force* maksimum ketika terjadinya *crack initiation* pada *ring* atau saat nilai puncak, sedangkan pembacaan *force* maksimum menggunakan *load cell* hanya bisa menghitung maksimum *force* ketika *crack* sudah terjadi pada *ring*. Dari simulasi *LS-Dyna* didapatkan data *effective plastic strain* dan *von misses stress* pada *ring*. Untuk visual foto posisi awal terjadinya *crack* menunjukkan posisi yang sama, yaitu *crack* terjadi dari bawah *ring* yang bersentuhan dengan *rigid wall*.

**Kata kunci:** *crack*; *force* maksimum; *hydraulic press*; *load cell*; *LS-Dyna*.

## 1. PENDAHULUAN

Pada proses produksi suatu *bearing* sering ditemukan banyak *defect*, dari mulai pembubutan atau *lathing*, *heat treatment*, *grinding*, dan *assembly* proses. Cacat pada *bearing* dalam proses produksi dapat menimbulkan berkurangnya kehandalan dari produk *bearing* tersebut. Salah satu *defect bearing* pada proses produksi yang penulis angkat pada pada makalah ini, yaitu masalah *crack* atau adanya retak pada *ring* suatu *bearing*. *Crack* atau retak permukaan pada *ring* sering kali ditemukan pada proses produksi jika suatu part menghantam *bearing*. Oleh karena itu, perlu adanya pendeteksian *load* atau *force* maksimum pada *ring* untuk mengetahui nilai *force*, jika melebihi tegangan maksimum *ring*. Untuk mendeteksi *load* atau *force* maksimum pada *ring* diperlukan suatu alat yang dinamakan *load cell*.

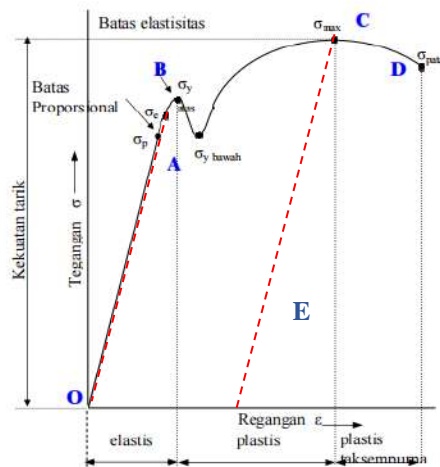
Pada makalah ini penulis melakukan pengujian menggunakan mesin *hydraulic press* yang sudah di pasang *load cell* supaya dapat membaca maksimum *load* pada *ring* sampai terjadinya *crack*. Selain menggunakan mesin *press hydraulic* dilakukan perhitungan numerik menggunakan perangkat lunak *LS-Dyna* untuk mengetahui besarnya nilai maksimum *force* dari *ring*. Tujuan dari makalah ini, yaitu untuk mendapatkan *force* maksimum dari kedua pengujian tersebut, yaitu dari data eksperimen dan data perhitungan numerik. Dengan perhitungan numerik bisa menyelesaikan masalah-masalah dalam desain secara cepat dan akurat.

Tujuan dari penelitian ini, yaitu untuk mengetahui nilai *force* maksimum pada *ring* dengan beban tekan (*compression loading*) menggunakan mesin *hydraulic press* dan perhitungan numerik menggunakan *LS-Dyna*. Pembacaan *force* menggunakan *load cell* yang disambungkan ke monitor pada uji beban tekan menggunakan mesin *hydraulic press*.

Pengertian variabel seperti *force*, *load*, *stress*, *strain*, dan *displacemet* adalah penting untuk memahami sifat-sifat keadaan bahan padat (*solid materials*) dan untuk mengkarakterisasi perilaku mekanis *crack-free* atau *crack solids*. Selain itu, yang terakhir punya perilaku mekanis yang berbeda dari yang sebelumnya, dan

\* Corresponding author: [widi.okta@ui.ac.id](mailto:widi.okta@ui.ac.id)

dicirikan sesuai dengan itu dengan prinsip *fracture mechanics*, yang dibagi menjadi dua bidang. *Linear Elastic Fracture Mechanics (LEFM)* mempertimbangkan dasar-dasar teori elastisitas linier, dan *Elastic Plastic Fracture Mechanics (EPFM)* mencirikan perilaku plastik dari padatan ulet yang retak (*cracked ductile solids*). Untuk mengkarakterisasi padatan retak (*crack solids*), diperlukan pengetahuan tentang variabel-variabel di atas, yaitu *force*, *load*, *stress*, *strain*, dan *displacement*. Istilah *force* dalam *fracture mechanics* adalah beban mekanis yang diterapkan secara tetap, kuasi-statis atau dinamis. Dalam fisika, *dynamics force*,  $F = m \cdot a$ , bergantung pada percepatan ( $a$ ) suatu massa yang bergerak ( $m$ ). Namun, jika massa ini diam dan rentan terhadap deformasi, maka bersifat *quasi-static force* or *dynamics force* harus didefinisikan. Baik gaya dinamis maupun mekanis mempunyai satuan yang sama, tetapi makna fisisnya berbeda. [1]. Kurva *engineering stress-strain* pertama kali disampaikan oleh Jacob bernoulli (1645-1705) dan J.V. Poncelet (1788-1867). Setelah melakukan pengujian tarikan dan tekanan serta menentukan tegangan regangan pada beberapa tingkat beban, Jacob bernoulli dan J.V. Poncelet mengplot sebuah kurva *stress-strain* seperti yang di tunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1 Kurva engineering stress-strain [2]

Titik  $\sigma_y$  atas adalah titik luluh atas dan titik  $\sigma_y$  bawah adalah titik luluh bawah yang ditandai oleh pengurangan beban yang mendadak, diikuti dengan perpanjangan yang meningkat dan peningkatan beban yang mendadak lagi. Gejala ini disebut meluluhnya bahan, yang ditandai dengan perubahan bentuk yang plastik dan naik-turunnya beban. Pada titik mulur hubungan tegangan-regangan sudah tidak linier, namun sifat elastis masih terjadi sedikit diatas batas proporsional. Pada umumnya batas daerah elastis dan daerah plastis sulit untuk ditentukan. Karena itu, maka didefinisikan kekuatan luluh (*yield strength*). Batas proporsional merupakan tegangan tertinggi dimana material masih mengalami deformasi elastis dan belum mengalami deformasi plastis. Titik mulur atau yang biasa disebut dengan titik luluh (*yield point*) adalah titik transisi dari elastis ke daerah plastis. Pada titik mulur ini material mulai mengalami deformasi plastis yang bersifat permanen, jika beban mulai dilepas. [2]

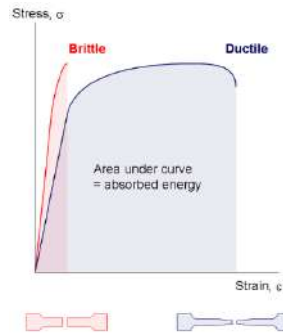
$$\sigma: E \cdot \epsilon \tag{1}$$

$\sigma$ : Stress (tegangan)

E: Modulus elastisitas (*Young Modulus*)

$\epsilon$ : Strain (Regangan)

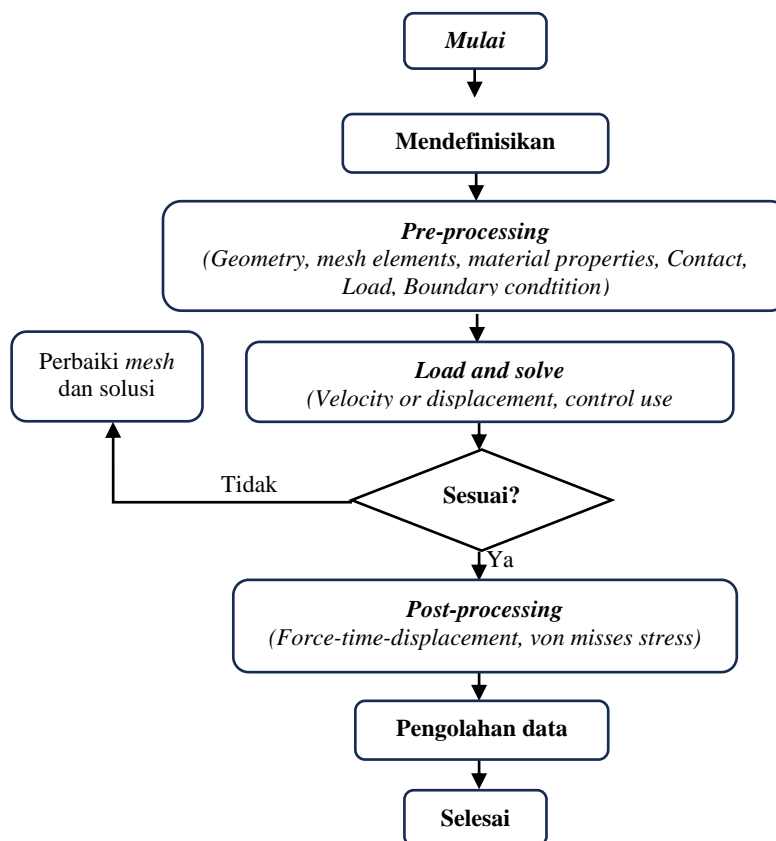
Patahan mengacu pada spesimen yang terbagi dua karena beban statik. Tegangan pada material dapat berupa tegangan tarik, tegangan tekan, tegangan geser atau torsi. Terdapat dua model patahan, yaitu patah ductile dan patah *brittle*. Jenis model patahan didasarkan pada kemampuan material untuk mengalami deformasi plastis. Material *ductile* memiliki kemampuan deformasi plastis cukup besar namun deformasi plastis pada material *brittle* kecil. Gambar 2.2 memperlihatkan kurva stress-strain patah *ductile* dan *brittle*.



Gambar 2 Kurva stress-strain patah ductile dan brittle [2]

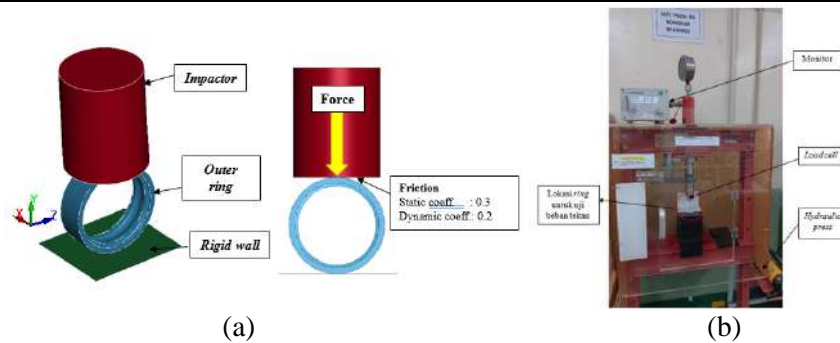
## 2. METODE

Pada makalah ini, penulis mengambil data dari pengujian menggunakan *load cell* untuk memberikan beban tekan pada *ring* dan perhitungann numerik dengan memodelkan bentuk dan model *geometry* yang serupa dengan pengujian menggunakan *load cell*. Diagram alir yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Diagram alir penelitian

Dalam makalah ini, penulis memodelkan dua *part*, yaitu *impactor* dan *outer ring*. Pemodelan 2-*part* tersebut, didasarkan pada pengujian untuk mengetahui *force* maksimum dengan beban tekan (*compression loading*) dengan pembacaann *force* menggunakan *load cell*. Pemodelan masalah menggunakan perangkat lunak untuk drawing 2D dan 3D, yaitu *Autodesk Inventor Profesional 2023*. Kemudian *drawing* 3D tersebut di simpan dalam bentuk *IGES*, file tersebut yang akan di masukkan dan di pakai pada perangkat lunak *LS-Dyna*. Pada Gambar 4 diperlihatkan pemodelan *impactor* dan *outer ring* dengan gaya beban tekan (*compression loading*) dari *impactor* pada arah sumbu -Y (negatif Y) yang menekan *outer ring*, dan *rigid wall* dimodelkan sebagai plat bawah untuk menahan *outer ring*. Antara *impactor* dan *outer ring* ada koefisien gaya gesek stastis dan dinamis yang harus di definisikan.



Gambar 4 Pemodelan *impactor* dan *ring* : (a) LS-Dyna ; (b) pengujian *hydraulic press*

## 2.1 Simulasi numerik LS-Dyna

Simulasi numerik yang dilakukan dengan menggunakan LS-DYNA, merupakan simulasi multi-fisika serba guna yang mampu mensimulasikan otomotif dan kelayakan tabrakan [3,4,5,6,7,8], aplikasi luar angkasa [9,10], militer dan masalah pertahanan [11,12], pembentukan logam [13,14,15,16] dan banyak aplikasi lainnya. Perangkat lunak yang digunakan dalam makalah ini, yaitu *LS-Dyna*. *LS-Dyna* digunakan dalam penyelesaian masalah metode elemen hingga. Pada simulasi numerik LS-Dyna memerlukan beberapa tahapan yang harus dilakukan.

### 2.1.1 Meshing

Pada tahap awal diperlukan proses *meshing*, seperti terlihat pada Tabel 1 terlihat bahwa *outer ring* mempunyai jumlah elemen yang lebih banyak dibandingkan dengan *impactor*, karena *outer ring* merupakan *part* yang akan di tekan oleh *impactor*, sehingga diharuskan mempunyai jumlah elemen yang lebih banyak untuk menghasilkan analisis yang akurat.

Tabel 1 Ukuran *elements meshing*

Nama part	Tipe elemen
Impactor	(1) Hexahedral 0,5
	(2) Tetrahedral 0,5
Outer ring	Tetrahedral

Pada Gambar 5 memperlihatkan bentuk *geometry* dari *impactor* dan *outer ring* setelah proses *meshing* dilakukan.



Gambar 5 *Meshing* (*Hexahedral 0,5*) dan (*Tetrahedral 0,5*)

### 2.1.2 Menentukan *Material Properties*

Untuk data *material properties* di peroleh dari *Stress-strain curve* (*Elastic and plastic behaviours of test material*). Untuk *keyword* Material yang di pakai *impactor* dan *outer ring* dapat dilihat di Tabel 2. Data *material properties* untuk kedua *part* dapat dilihat pada Tabel 3 dan Tabel 4.

Tabel 2 *Keyword* Material di *LS-Dyna*

Nama part	Total element size
<i>Impactor</i>	MAT_RIGID (020)
<i>Outer ring</i>	MAT_POWER_LAW_PLASTICITY (018)



Tabel 3 *Material properties outer ring* [4]

Nama part	Outer ring
Material properties	AISI 52100 (SUJ2)
Density, $\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )	7810
Poission ratio ( $\nu$ )	0,29
Young's modulus, $E$ (Gpa)	210
Yield stress $\sigma_y$ (Mpa)	890
Strength coefficient, $K$ (Mpa)	1450
Strain hardening exponent, ( $nH$ )	0,07

Tabel 4 *Material properties impactor* [17]

Nama part	Impactor
Material properties	Steel
Density, $\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )	7800
Poission ratio ( $\nu$ )	0,3
Young's modulus, $E$ (Gpa)	200
Yield stress $\sigma_y$ (Mpa)	1000

### 2.1.3 Tahapan pengisian keyword LS-Dyna

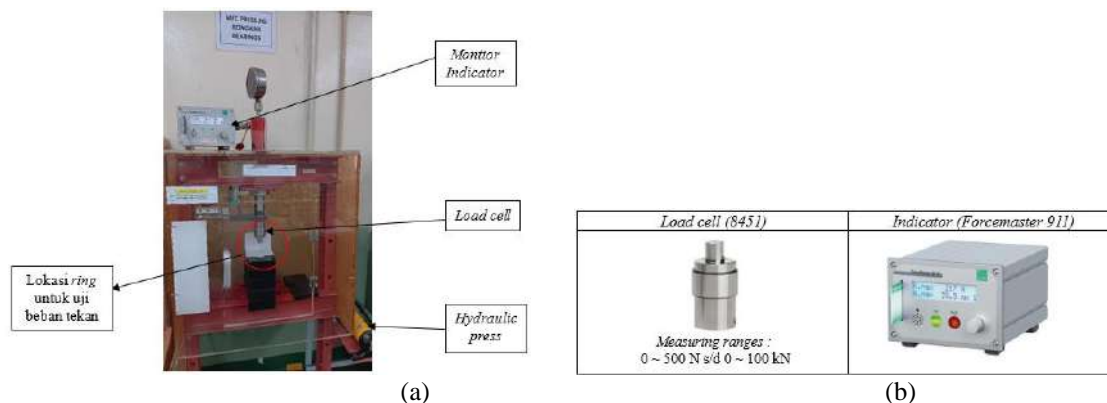
Setelah mendefinisikan *material properties* dari *impactor* dan *ring*, langkah selanjutnya yang harus dilakukan, yaitu mendefinisikan *contact*, arah pembebanan (*load*), menentukan *boundary condition*, area *rigid wall*, dan menentukan pengisian *solver* dan *control* yang dipakai. Pada Tabel 4 menunjukkan tahapan *keyword* pada *LS-Dyna* setelah mendefinisikan *material properties*.

Tabel 4 Tahapan pendefinisian *keyword* pada *LS-Dyna*

No.	Tahapan simulasi LS-Dyna	Keyword
1	Contact	*CONTACT_ERODING
2	Load	*Displacement of impactor (-Y axis)
3	Boundary condition	*BOUNDARY_PRESCRIBED_MOTION_RIGID
4	Rigid wall	*RIGID WALL_PLANAR
5	Solver and control	*CONTROL_ACCURACY, *CONTROL_TERMINATION, *CONTROL_TIMESTEP

### 2.2 Pengujian *hydraulic press*

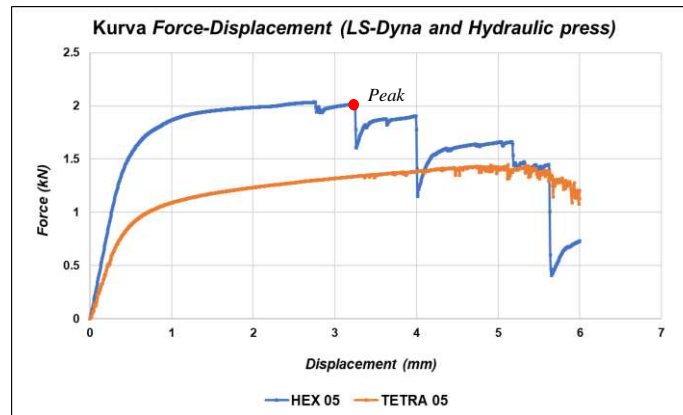
Untuk detail mengenai mesin *hydraulic press*, *load cell*, monitor dan posisi penempatan *ring* saat uji beban tekan dapat dilihat pada Gambar 6. Untuk uji beban tekan pada *ring* menggunakan alat mesin *press hydraulic* dan pembacaan *load* nya menggunakan *load cell* tipe *burster 8451* dengan jangkauan pengukuran, yaitu 0 ~ 500 N s/d 0 ~ 100 kN dan *monitor indicator* tipe *forcemaster 911*.



Gambar 6 : (a) *Hydraulic press* ; (b) *load cell* dan *indicator*

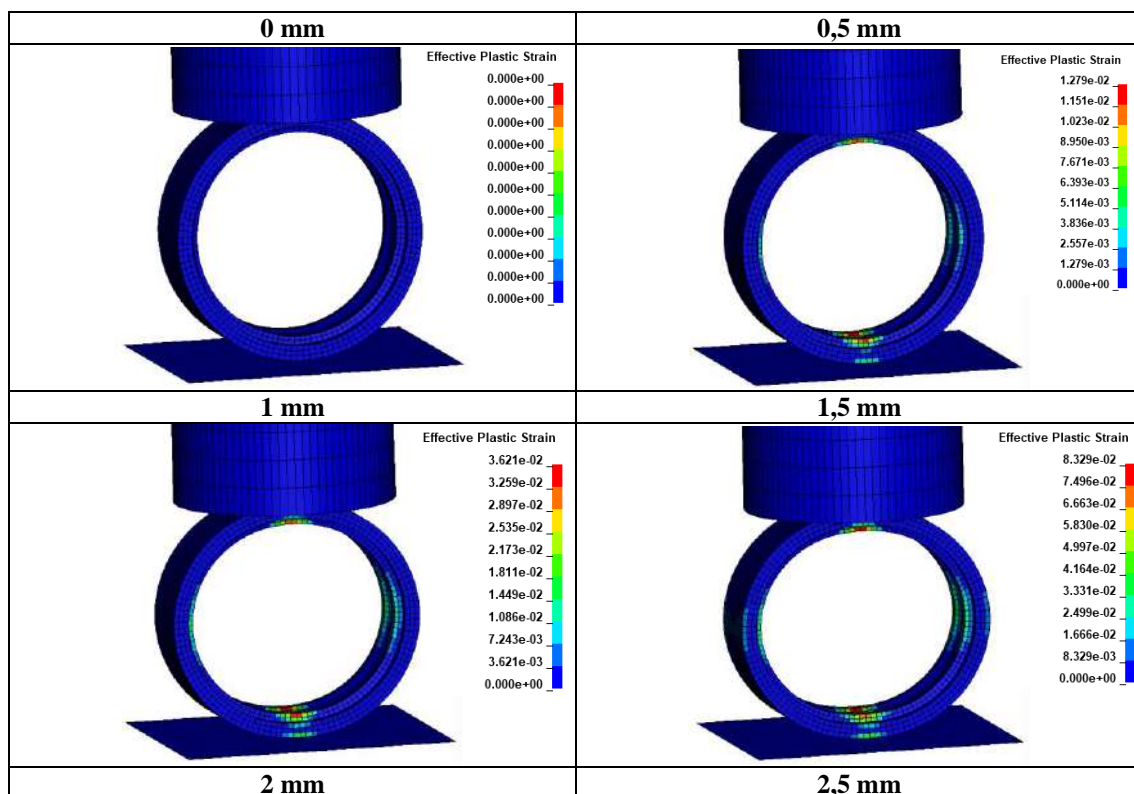
### 3. HASIL

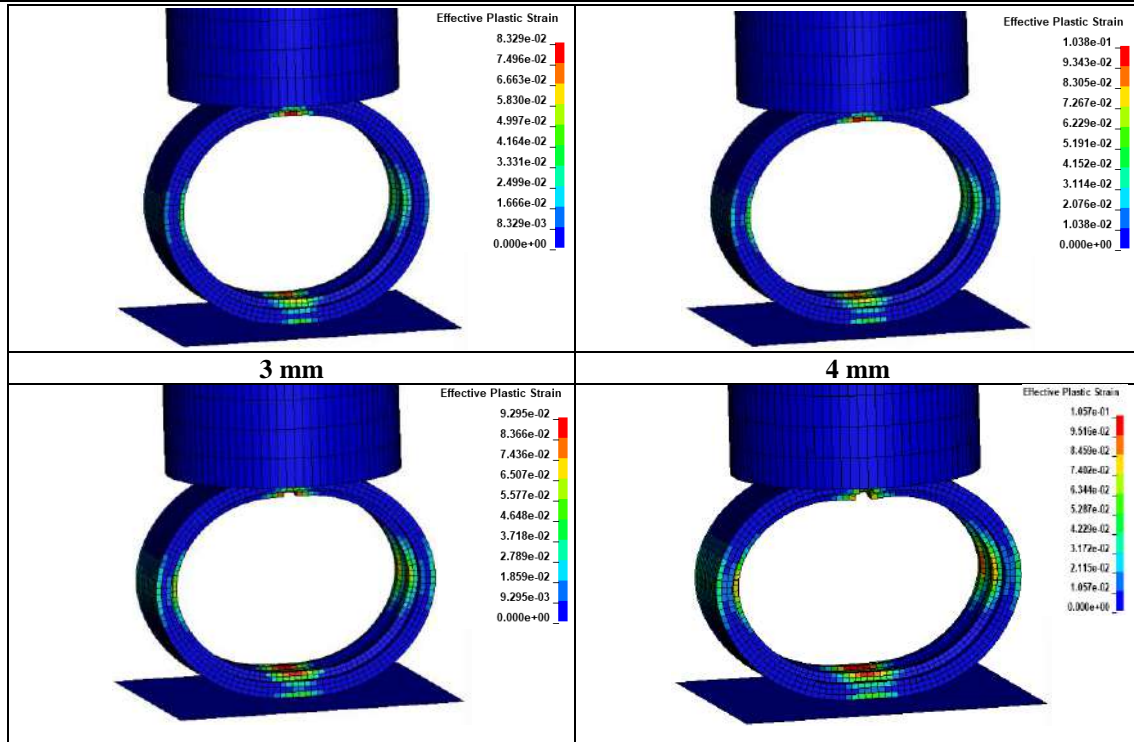
Setelah melakukan proses iterasi menggunakan *LS-Run*, maka di dapatkan hasil dari analisa elemen hingga, yaitu berupa visual penampakan terjadinya *stress* pada *ring* dari awal atau 0 mm sampai dengan 3,2 mm atau saat terjadinya *crack* (patah material). Pada Gambar 7 memperlihatkan hasil simulasi *LS-Dyna* juga dan data yang didapatkan, yaitu kurva *force-displacement*. Dari kurva pada Gambar 7 dapat dilihat *force* maksimum pada *ring*, yaitu sebesar 2 kN.



Gambar 7 Kurva *force-displacement* pada *ring* dengan beban tekan *LS-Dyna*

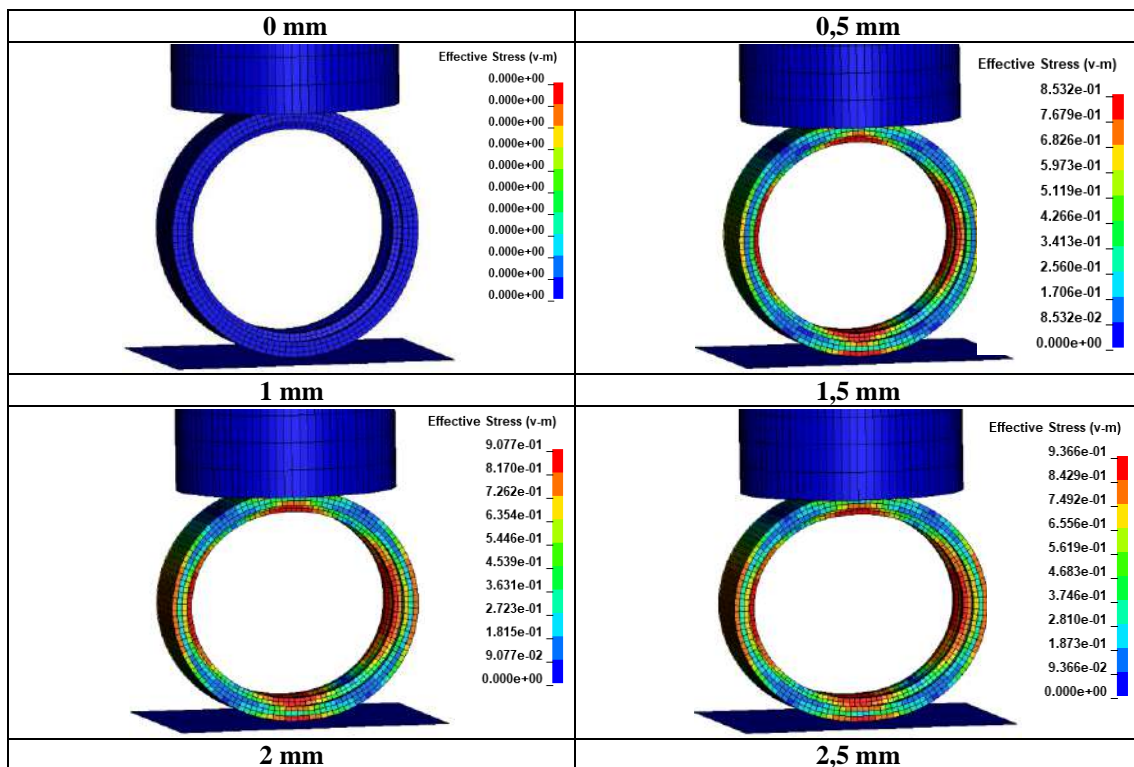
Pada Gambar 7 memberikan informasi *strain* (regangan) pada saat *displacement impactor* menekan ke *ring* dengan *element hexahedral*. Mulai saat kondisi awal (0 mm), 0,5 mm ; 1 mm ; 1,5 mm ; 2 mm ; 2,5 mm ; 3 mm; dan 4 mm. Nilai *strain-hardening* pada material *ring* SUJ2 (AISI52100), yaitu 0,07. Patah material awal (*crack initial*) terjadi saat nilai *plastic strain* melebihi nilai dari maximum *strain* material *ring*. Pada saat *displacement impactor* 1 mm nilai *plastic strain* belum melebihi nilai *strain* dari maximum *plastic strain* material *ring*, yaitu 0,03621. Sedangkan, pada saat *displacement impactor* 2 mm nilai *plastic strain*, yaitu 0,08329. Artinya pada saat *displacement impactor* 2 mm, sudah terjadi *initial crack* pada material *ring* tersebut, karena nilai *effective plastic strain* sudah melebihi nilai maximum *plastic strain* material *ring*.

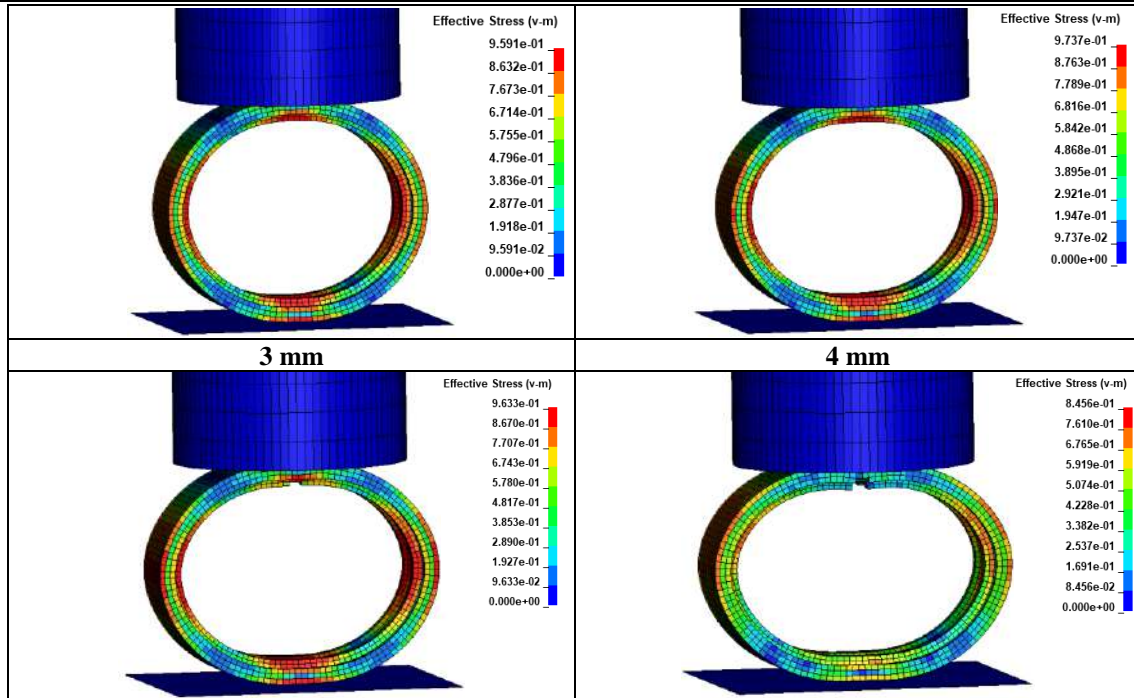




Gambar 7 Effective plastic strain ring saat uji beban tekan menggunakan LS-Dyna (Hexahedral)

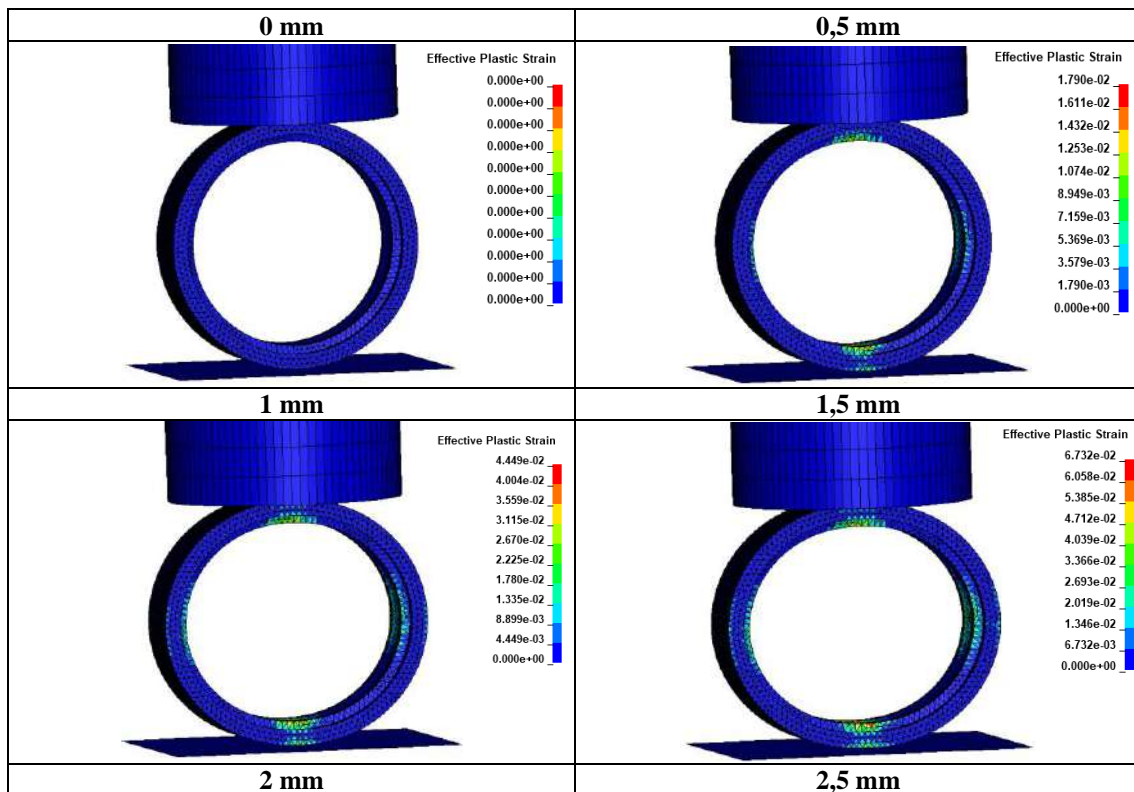
Pada Gambar 8 memperlihatkan nilai *von mises stress*, nilai tersebut digunakan untuk untuk memprediksi permulaan terjadinya deformasi plastis atau terjadinya kegagalan material. Pada saat *displacement impactor* 0,5 mm nilai *von mises stress*, yaitu 1091 Mpa. Nilai tersebut diatas nilai *yield strength* dari *material ring*, akan tetapi masih belum *fracture*. Sedangkan, pada saat *displacement impactor* 2 mm nilai *von mises stress*, yaitu 1229 Mpa. Artinya pada saat *displacement impactor* 2 mm sudah terjadi *initial crack* pada material ring tersebut, karena nilai *von mises stress* sudah melebihi nilai *yield stress* material ring.



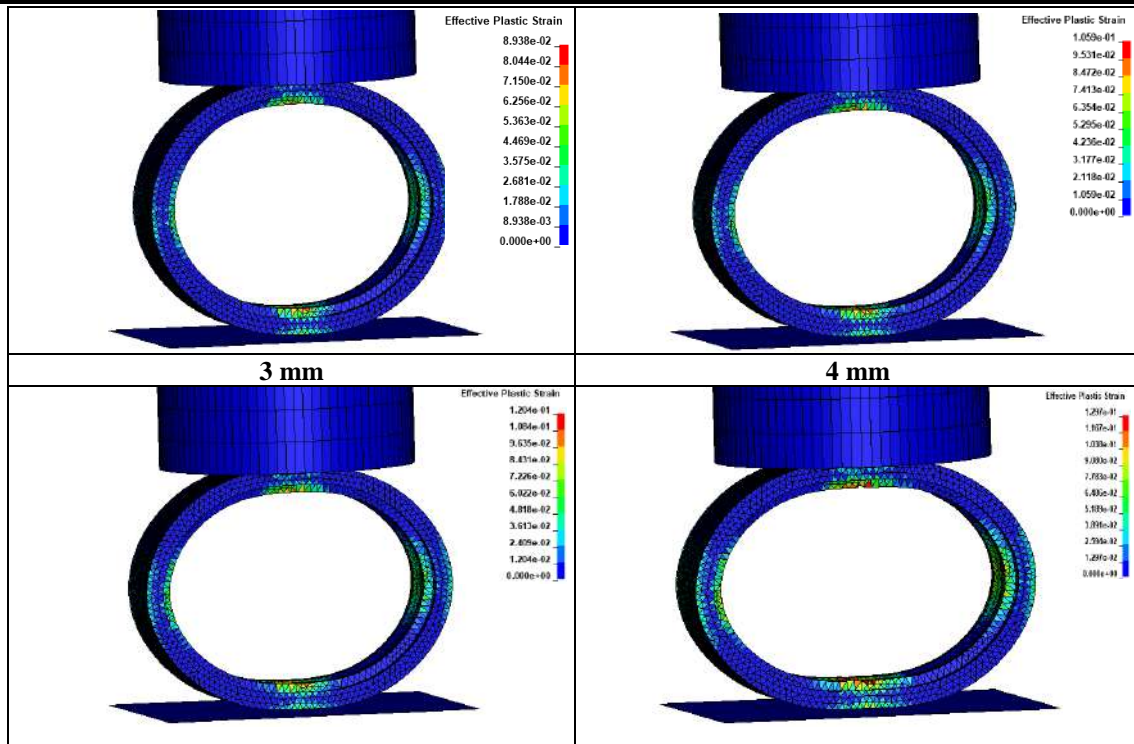


Gambar 8 Effective stress saat uji beban tekan menggunakan LS-Dyna (Hexahedral)

Pada Gambar 9 Patah material awal (*crack initial*) terjadi saat nilai *plastic strain* melebihi nilai dari maximum *strain* material ring dengan *element tetrahedral*. Pada saat *displacement impactor* 1 mm nilai *plastic strain* belum melebihi nilai *strain* dari *maximum plastic strain material ring*, yaitu 0,0179. Sedangkan, pada saat *displacement impactor* 2 mm nilai *plastic strain*, yaitu 0,08938. Artinya pada saat *displacement impactor* 2 mm, sudah terjadi *initial crack* pada ring tersebut, karena nilai *effective plastic strain* sudah melebihi nilai *maximum plastic strain material ring*.

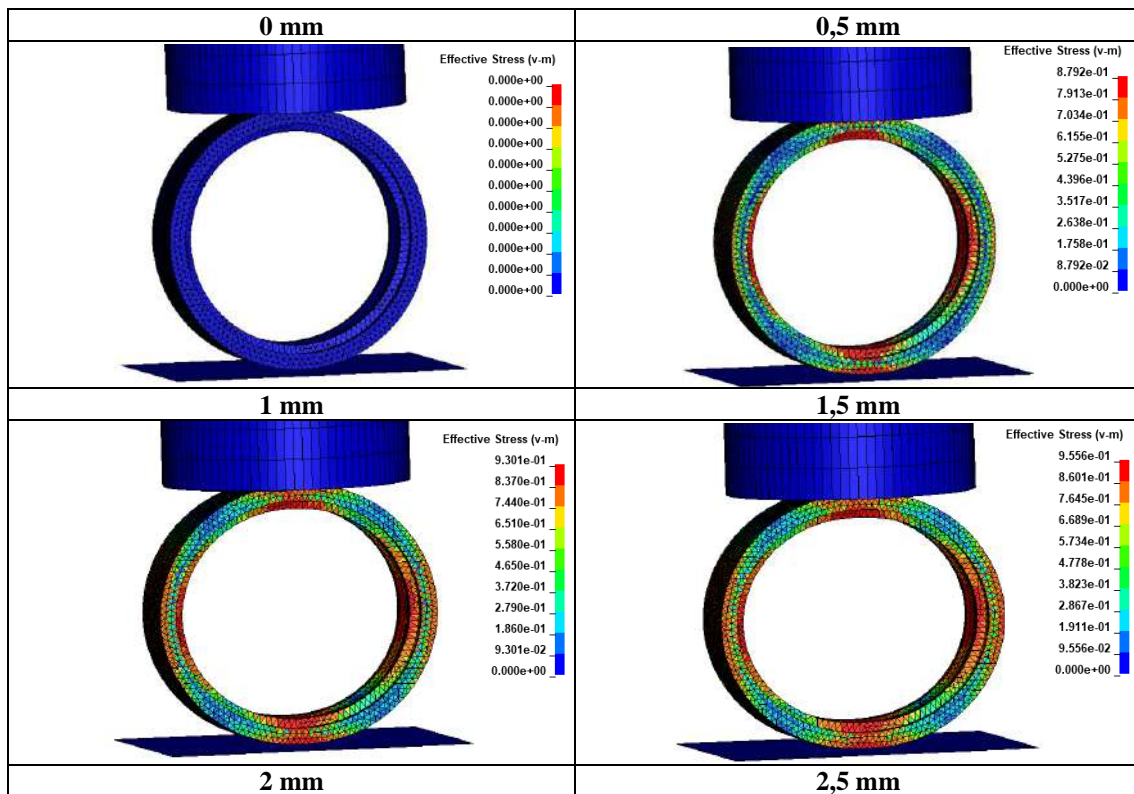




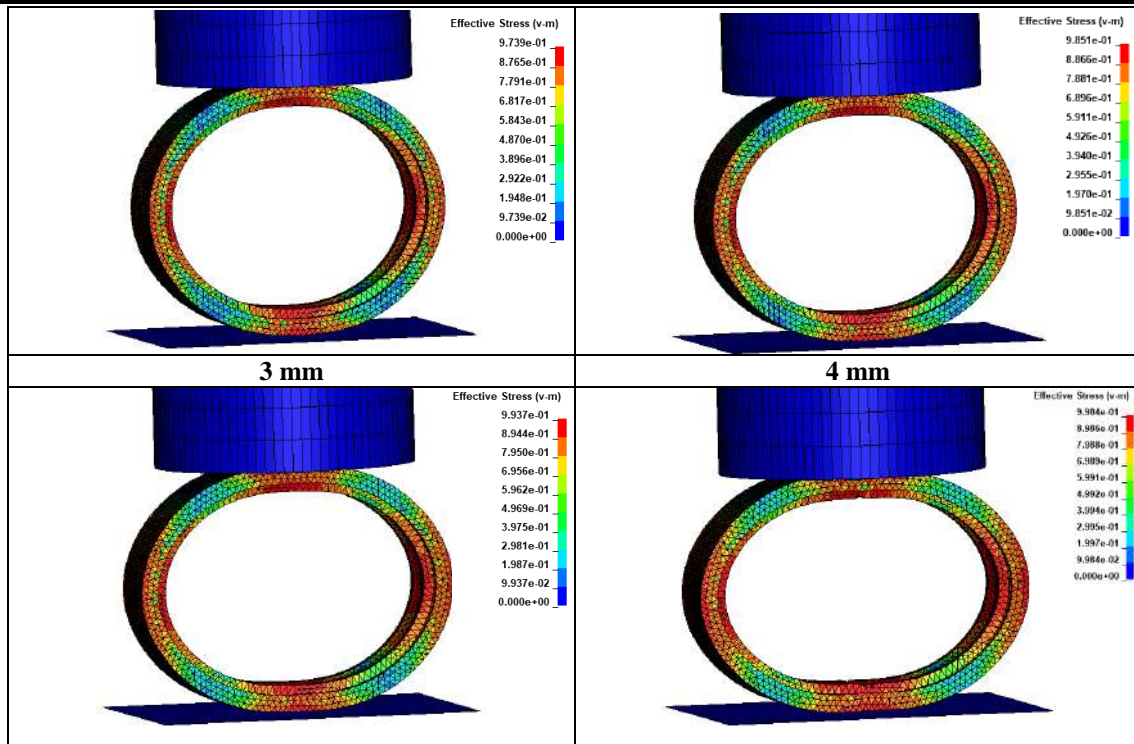


Gambar 9 *Effective plastic strain ring* saat uji beban tekan menggunakan *LS-Dyna* (Tetrahedral)

Pada Gambar 10 memperlihatkan nilai *von mises stress*, nilai tersebut digunakan untuk untuk memprediksi permulaan terjadinya deformasi plastis atau terjadinya kegagalan material. Pada saat *displacement impactor* 0,5 mm nilai *von mises stress*, yaitu 879,2 Mpa. Nilai tersebut masih dibawah nilai *yield strength* dari *material ring*. Sedangkan, pada saat *displacement impactor* 2 mm nilai *von mises stress*, yaitu 973,9 Mpa. Artinya saat *displacement impactor* 2 mm sudah *initial crack* pada *material ring* tersebut, karena nilai *von mises stress* sudah melebihi nilai *yield stress* *material ring*.



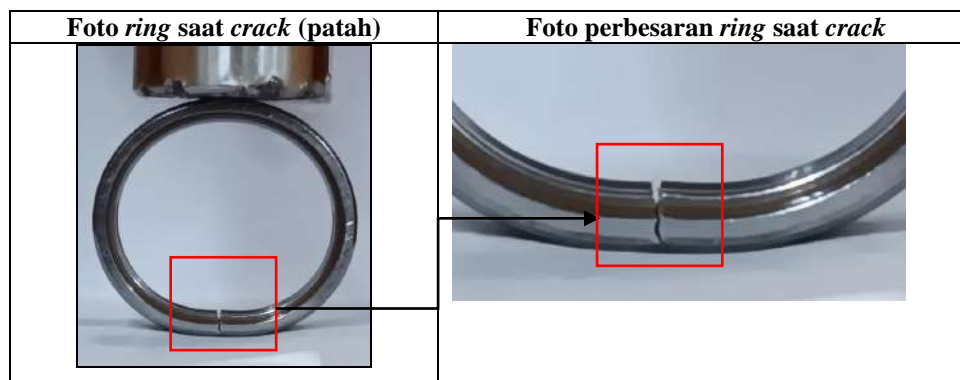




Gambar 10 Effective stress saat uji beban tekan menggunakan LS-Dyna (Tetrahedral)

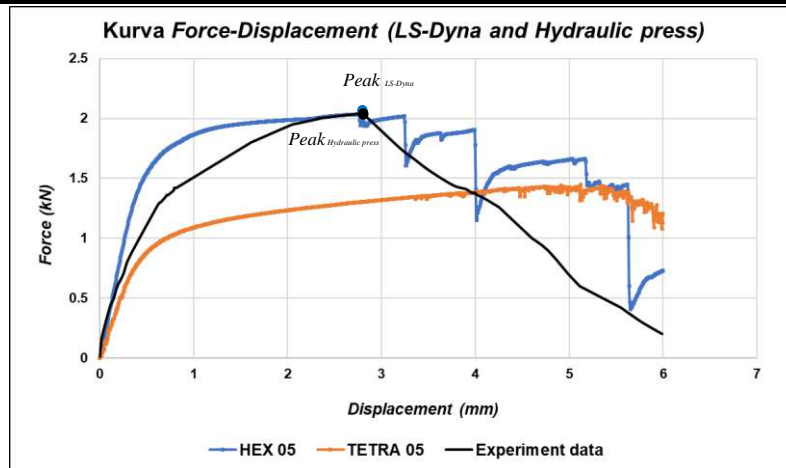
### 3.1 Hasil Uji Tekan Menggunakan Hydraulic Press dan Perbandingan Hasil dengan Simulasi LS-Dyna

Dari hasil pengujian tekan menggunakan mesin *press hydraulic* kemudian didapatkan hasil *force* maksimum sampai terjadinya *crack* atau patah material *ring*, yaitu sebesar 2,1 kN. Pada Gambar 11 memperlihatkan foto saat *ring* mengalami *crack* akibat beban tekan menggunakan mesin *press hydraulic*.

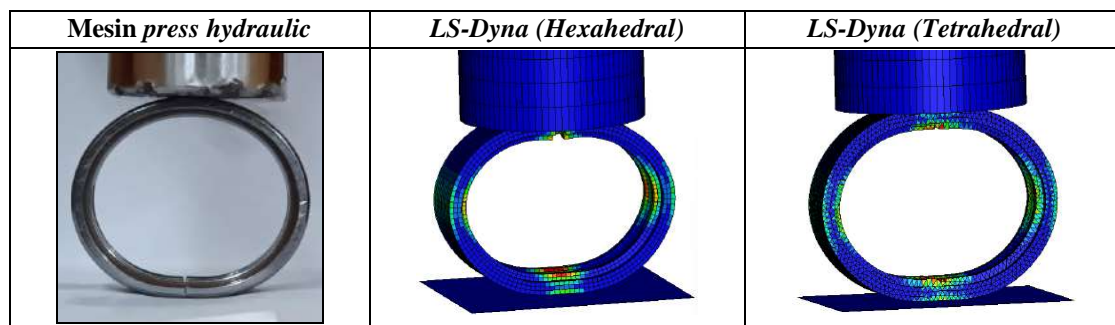


Gambar 11 Visual penampakan ring saat crack

Dari kedua pengujian, yaitu menggunakan analisa metode elemen hingga *LS-Dyna* dan uji tekan menggunakan mesin *hydraulic press* dapat dibandingkan kurva *force-displacement* yang dapat dilihat pada Gambar 10 dan untuk visual perbandingan saat *crack* pada *ring* dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12 Kurva *force-displacement* pada ring dengan beban tekan *LS-Dyna* dan pengujian mesin *hydraulic press*



Gambar 13 Perbandingan Visual penampakan *ring* saat *crack* pada *hydraulic press* dan *LS-Dyna*

Kemudian dari penampakan visual, pada Gambar 13 didapatkan foto antara pengujian dengan mesin *hydraulic press* dengan simulasi *LS-Dyna* pada *element ring hexahedral* dan *tetrahedral* saat *ring* mengalami *crack* atau patah material. Pada Tabel 5 dapat dilihat perbedaan *force* maksimum pada *ring* saat beban tekan menggunakan *Hydraulic press* dan *LS-Dyna*.

Tabel 5 Perbandingan *force* maksimum *ring* pada *hydraulic press* dan *LS-Dyna*

Parameter	<i>Hydraulic press</i>	<i>LS-Dyna (Hexahedral 0,5)</i>	error
<i>Force</i> maksimum	2,1 kN	2,0 kN	4,7 %
Parameter	<i>Hydraulic press</i>	<i>LS-Dyna (Tetrahedral 0,5)</i>	error
<i>Force</i> maksimum	2,1 kN	1,7 kN	19,0 %

Pada Tabel 5 dapat dilihat perbedaan *force* maksimum pada *ring* saat beban tekan menggunakan *Hydraulic press* dan *LS-Dyna* dengan tipe *element mesh* yang berbeda. Terdapat perbedaan (*error*) nilai maksimum *force* pada pengujian beban tekan menggunakan simulasi *LS-Dyna* dengan tipe *element mesh* pada *ring* menggunakan *Hexahedral 0,5* terhadap mesin *hydraulic press*, yaitu sebesar 4,7 %. Sedangkan perbedaan (*error*) nilai maksimum *force* pada pengujian beban tekan menggunakan simulasi *LS-Dyna* dengan tipe *element mesh* pada *ring* menggunakan *Tetrahedral 0,5* terhadap mesin *hydraulic press*, yaitu sebesar 19 %

Penulis akan menyebutkan beberapa penyebab kenapa terjadi perbedaan nilai *force* maksimum antara *hydraulic press* dan *LS-Dyna* tersebut, yaitu:

1. *Geometry* dengan meshing ***Hexahedral*** menghasilkan nilai maksimum *force* yang mendekati dengan data pengujian menggunakan mesin *press hydraulic* di bandingkan dengan *geometry* dengan tipe meshing ***Tetrahedral***.
2. Bentuk *Geometry ring* pada *LS-Dyna* tidak dibuat sama persis dengan *geometry ring* aslinya. *Geometry ring* pada *LS-Dyna* di desain dengan menghilangkan *chamfer* untuk memudahkan *mehing*.

3. Dibutuhkan komputer dengan performa tinggi, contohnya: spesifikasi *RAM* minimal *32GB* dan *SSD* minimal *1Terabyte* untuk mempercepat iterasi dan menambah akurasi penyelesaian metode elemen hingga.
4. Pada saat pengepresan dengan mesin *hydraulic press* menggunakan manual tangan, sehingga ada potensi kecepatan *press* yang tidak stabil. Sehingga diharuskan untuk menggunakan mesin *hydraulic press* yang bisa diatur kecepatan saat penekanan.
5. Menggunakan *high speed camera* untuk menangkap pergerakan dari *ring* saat dilakukan penekanan atau *compression loading*, sehingga di dapatkan hasil foto yang lebih sesuai. Contohnya : kamera AZ 9501 berkecepatan tinggi yang mampu menangkap hingga 500 frame per detik (fps) pada resolusi 640×480 piksel, dan hingga 1.000 fps pada resolusi yang dikurangi 320×240 piksel).

#### 4. KESIMPULAN

Analisis metode elemen hingga menggunakan *software LS-DYNA* didapatkan *force* maksimum pada *ring*, yaitu 2 kN dengan element hexahedral dan 1,7 kN dengan tetrahedral, sedangkan hasil analisis untuk mengetahui *force* maksimum menggunakan mesin *press hydraulic*, yaitu 2,1 kN. Geometry dengan *meshing Hexahedral* menghasilkan nilai maksimum *force* yang mendekati dengan data pengujian menggunakan mesin *press hydraulic* di bandingkan dengan *geometry* dengan tipe *meshing Tetrahedral*. Untuk mendapatkan hasil yang akurat pada metode elemen hingga diharuskan menggunakan *geometry* yang sama serta *meshing* yang sesuai dan menggunakan komputer dengan performa tinggi, contohnya : spesifikasi *RAM* minimal *32GB* dan *SSD* minimal *1Terabyte*. Menggunakan mesin *press hydraulic* yang bisa di atur kecepatan saat melakukan penekanan, tidak manual menggunakan tangan. Sehingga kecepatan yang dihasilkan sama dengan kecepatan pada simulasi menggunakan *LS-DYNA*. Menggunakan *high speed camera* untuk menangkap pergerakan dari *ring* saat dilakukan penekanan atau *compression loading*, sehingga di dapatkan hasil foto yang lebih sesuai.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Charles R. Brooks, Ashok Choudhury. *Failure Analysis of Engineering Materials*. McGraw Hill Professional. (2012)
- [2] Callister, William D. “*Material Science and Engineering An Introduction*”. New York: John Wiley and Sons, Inc. (2007).
- [3] Soltani, M., Topa, A., Karim, M. R., & Sulong, N. R. Crashworthiness of G4 (2W) guardrail system: a finite element parametric study. *International Journal of Crashworthiness*, 22(2), 169-189. (2017).
- [4] Met, M., Wang, G., & Topa, A. The Analysis on Dynamic Responses of Bridge Pier due to Vehicle Impact.
- [5] Wu, C., Mahmoud, M. M., Hou, C. C., & Topa, A. (2022, July). Study on the impact performance of RC fences strengthened with high strength strain-hardening cementitious composites. In *Structures* (Vol. 41, pp. 349-364). Elsevier.
- [6] Abdulqadir, S. F., Bassam, A., Ansari, M. N. M., & Topa, A. Design of frontal longitudinal for enhancement in crashworthiness performance. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 1128, No. 1, p. 012026). IOP Publishing. (2021, April).
- [7] Hashlamon, I., Nikbakht, E., & Topa, A. Indirect bridge health monitoring employing contact-point response of instrumented stationary vehicle. In *ICCOEE2020: Proceedings of the 6th International Conference on Civil, Offshore and Environmental Engineering (ICCOEE2020)* (pp. 883-890). Springer Singapore. (2021).
- [8] Hashlamon, I., Nikbakht, E., Topa, A., & Elhattab, A. Numerical parametric study on the effectiveness of the contact-point response of a stationary vehicle for bridge health monitoring. *Applied Sciences*, 11(15), 7028. (2021).
- [9] Shahimi, S. S., Abdullah, N. A., Topa, A., Hrairi, M., & Ismail, A. F. Numerical Modelling of Bird Strike on a Rotating Engine Blades Based On Variations of Porosity DENSITY. *IJUM Engineering Journal*, 23(1), 412-423. (2022).
- [10] Gungor, E., Topa, A., & Kucukyildirim, B. O. Numerical Investigation of Innovative Honeycomb-Composite Sandwich Structure Under Bird-Strike Event. In *6th International Conference On Advances In Mechanical Engineering Istanbul*. (2021, October).
- [11] Sastranegara, A., Putra, K. E., Halawa, E., Sutisna, N. A., & Topa, A. Finite Element Analysis on ballistic impact performance of multi-layered bulletproof vest impacted by 9 mm bullet. *Sinergi*, 27(1), 15-22. (2023).
- [12] Khaire, N., Tiwari, G., Rathod, S., Iqbal, M. A., & Topa, A. Perforation and energy dissipation behaviour of honeycomb core cylindrical sandwich shell subjected to conical shape projectile at high velocity impact. *Thin-Walled Structures*, 171, 108724. (2022).

- 
- [13] Topa, A., & Shah, Q. H. Numerical simulations of bulk metal forming process with smooth particle hydrodynamics. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 815, 198-204. (2014).
- [14] Topa, A., & Shah, Q. H. Failure prediction in bulk metal forming process. *International Journal of Manufacturing Engineering*. (2014).
- [15] Topa, A., Cerik, B. C., & Kim, D. K. A useful manufacturing guide for rotary piercing seamless pipe by ALE method. *Journal of Marine Science and Engineering*, 8(10), 756. (2020).
- [16] Topa, A., & Kim, Y. 3D numerical simulation of seamless pipe piercing process by fluid-structure interaction method. In *MATEC Web of Conferences* (Vol. 203). EDP Sciences. (2018).
- [17] Luis Rodrigues-Tembleque, Jesus Vazquez, M H Ferri Aliabadi. *Wear in Advanced Engineering Applications and Materials*. World Scientific Publishing Europe Ltd, USA. (2012)
- [18] Cook, R.D., Malkus, D.S., Plesha, M.E., Witt, R.J. "Concepts and Applications of Finite Element Analysis", John Wiley and Sons, Inc., New York, USA. (2002).

# Analisa Maksimum *Force* Pada *Ring* dengan Beban Tekan

Widi Okta Nugraha<sup>1\*</sup>, Ameen Topa<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Program Profesi Insinyur, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia, Depok, Indonesia

<sup>2</sup> *Department of Maritime Technology, Faculty of Ocean Engineering Technology, and Informatics, Universiti Malaysia Trengganu, 21030, Malaysia*

**Abstrak.** Permasalahan terjadinya *crack* pada *ring* dari suatu *bearing* pada proses produksi menjadikan perhatian lebih karena menyebabkan potensi kegagalan dalam proses pembuatan *bearing*. Masalah *crack* disebabkan adanya *force* besar yang mengenai *ring* dan melebihi *force* maksimum material *ring*. Oleh karena itu, perlu adanya alat untuk mendeteksi *force* maksimum dari *ring*. *Load cell* pada mesin *hydraulic press* digunakan untuk melihat besarnya *force* yang mengenai *ring* dengan beban tekan. Kemudian dilakukan perhitungan numerik menggunakan *LS-Dyna*. Dari penghitungan maksimum *force* menggunakan mesin *hydraulic press* dan perhitungan numerik menggunakan perangkat lunak *LS-Dyna* didapatkan nilai maksimum *force* pada *ring* sampai terjadinya *crack* pada nilai yang sesuai. Pada perhitungan numerik, dapat menunjukkan *force* maksimum ketika terjadinya *crack initiation* pada *ring* atau saat nilai puncak, sedangkan pembacaan *force* maksimum menggunakan *load cell* hanya bisa menghitung maksimum *force* ketika *crack* sudah terjadi pada *ring*. Dari simulasi *LS-Dyna* didapatkan data *effective plastic strain* dan *von misses stress* pada *ring*. Untuk visual foto posisi awal terjadinya *crack* menunjukkan posisi yang sama, yaitu *crack* terjadi dari bawah *ring* yang bersentuhan dengan *rigid wall*.

**Kata kunci:** *crack; force maksimum; hydraulic press; load cell; LS-Dyna.*

## 1. PENDAHULUAN

Pada proses produksi suatu *bearing* sering ditemukan banyak *defect*, dari mulai pembubutan atau *lathing*, *heat treatment*, *grinding*, dan *assembly* proses. Cacat pada *bearing* dalam proses produksi dapat menimbulkan berkurangnya kehandalan dari produk *bearing* tersebut. Salah satu *defect bearing* pada proses produksi yang penulis angkat pada pada makalah ini, yaitu masalah *crack* atau adanya retak pada *ring* suatu *bearing*. *Crack* atau retak permukaan pada *ring* sering kali ditemukan pada proses produksi jika suatu part menghantam *bearing*. Oleh karena itu, perlu adanya pendeteksian *load* atau *force* maksimum pada *ring* untuk mengetahui nilai *force*, jika melebihi tegangan maksimum *ring*. Untuk mendeteksi *load* atau *force* maksimum pada *ring* diperlukan suatu alat yang dinamakan *load cell*.

Pada makalah ini penulis melakukan pengujian menggunakan mesin *hydraulic press* yang sudah di pasang *load cell* supaya dapat membaca maksimum *load* pada *ring* sampai terjadinya *crack*. Selain menggunakan mesin *press hydraulic* dilakukan perhitungan numerik menggunakan perangkat lunak *LS-Dyna* untuk mengetahui besarnya nilai maksimum *force* dari *ring*. Tujuan dari makalah ini, yaitu untuk mendapatkan *force* maksimum dari kedua pengujian tersebut, yaitu dari data eksperimen dan data perhitungan numerik. Dengan perhitungan numerik bisa menyelesaikan masalah-masalah dalam desain secara cepat dan akurat.

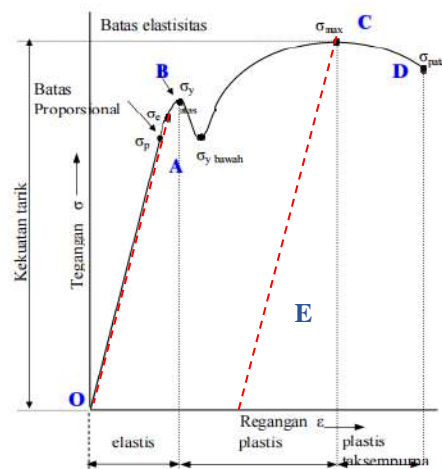
Tujuan dari penelitian ini, yaitu untuk mengetahui nilai *force* maksimum pada *ring* dengan beban tekan (*compression loading*) menggunakan mesin *hydraulic press* dan perhitungan numerik menggunakan *LS-Dyna*. Pembacaan *force* menggunakan *load cell* yang disambungkan ke monitor pada uji beban tekan menggunakan mesin *hydraulic press*.

Pengertian variabel seperti *force*, *load*, *stress*, *strain*, dan *displacemet* adalah penting untuk memahami sifat-sifat keadaan bahan padat (*solid materials*) dan untuk mengkarakterisasi perilaku mekanis *crack-free* atau *crack solids*. Selain itu, yang terakhir punya perilaku mekanis yang berbeda dari yang sebelumnya, dan

\* Corresponding author: [widi.okta@ui.ac.id](mailto:widi.okta@ui.ac.id)



dicirikan sesuai dengan itu dengan prinsip *fracture mechanics*, yang dibagi menjadi dua bidang. *Linear Elastic Fracture Mechanics (LEFM)* mempertimbangkan dasar-dasar teori elastisitas linier, dan *Elastic Plastic Fracture Mechanics (EPFM)* mencirikan perilaku plastik dari padatan ulet yang retak (*cracked ductile solids*). Untuk mengkarakterisasi padatan retak (*crack solids*), diperlukan pengetahuan tentang variabel-variabel di atas, yaitu *force*, *load*, *stress*, *strain*, dan *displacement*. Istilah *force* dalam *fracture mechanics* adalah beban mekanis yang diterapkan secara tetap, kuasi-statis atau dinamis. Dalam fisika, *dynamics force*,  $F = m \cdot a$ , bergantung pada percepatan ( $a$ ) suatu massa yang bergerak ( $m$ ). Namun, jika massa ini diam dan rentan terhadap deformasi, maka bersifat *quasi-static force* or *dynamics force* harus didefinisikan. Baik gaya dinamis maupun mekanis mempunyai satuan yang sama, tetapi makna fisisnya berbeda. [1]. Kurva *engineering stress-strain* pertama kali disampaikan oleh Jacob bernoulli (1645-1705) dan J.V. Poncelet (1788-1867). Setelah melakukan pengujian tarikan dan tekanan serta menentukan tegangan regangan pada beberapa tingkat beban, Jacob bernoulli dan J.V. Poncelet mengplot sebuah kurva *stress-strain* seperti yang di tunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1 Kurva engineering stress-strain [2]

Titik  $\sigma_y$  atas adalah titik luluh atas dan titik  $\sigma_y$  bawah adalah titik luluh bawah yang ditandai oleh pengurangan beban yang mendadak, diikuti dengan perpanjangan yang meningkat dan peningkatan beban yang mendadak lagi. Gejala ini disebut meluluhnya bahan, yang ditandai dengan perubahan bentuk yang plastik dan naik-turunnya beban. Pada titik mulur hubungan tegangan-regangan sudah tidak linier, namun sifat elastis masih terjadi sedikit diatas batas proporsional. Pada umumnya batas daerah elastis dan daerah plastis sulit untuk ditentukan. Karena itu, maka didefinisikan kekuatan luluh (*yield strength*). Batas proporsional merupakan tegangan tertinggi dimana material masih mengalami deformasi elastis dan belum mengalami deformasi plastis. Titik mulur atau yang biasa disebut dengan titik luluh (*yield point*) adalah titik transisi dari elastis ke daerah plastis. Pada titik mulur ini material mulai mengalami deformasi plastis yang bersifat permanen, jika beban mulai dilepas. [2]

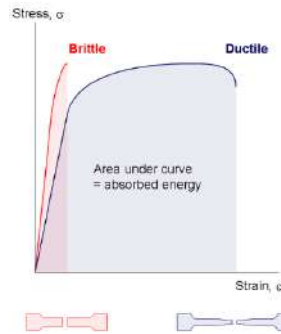
$$\sigma: E \cdot \epsilon \quad (1)$$

$\sigma$ : Stress (tegangan)

E: Modulus elastisitas (*Young Modulus*)

$\epsilon$ : Strain (Regangan)

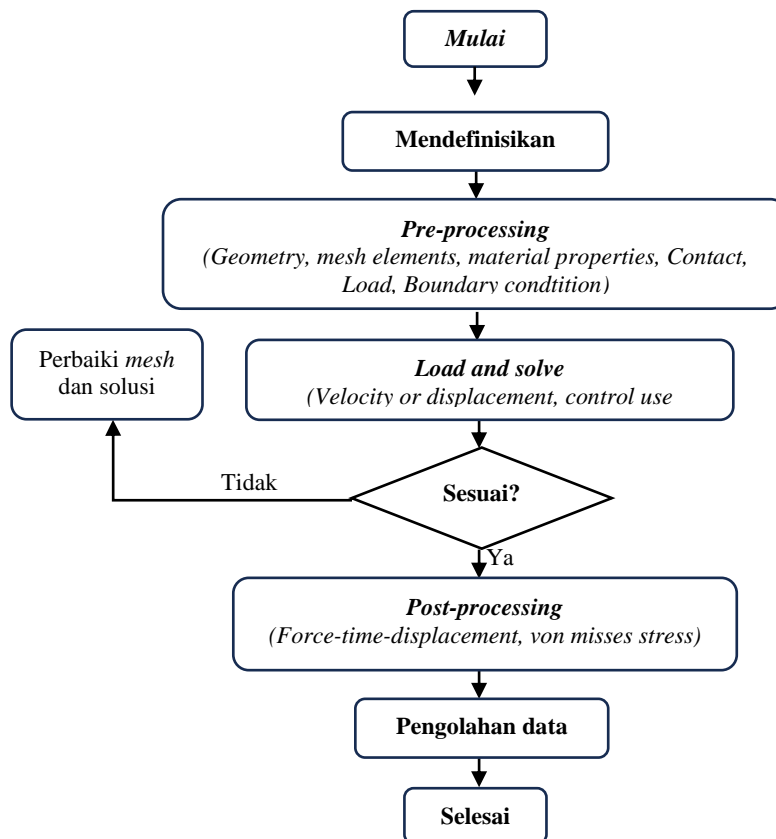
Patahan mengacu pada spesimen yang terbagi dua karena beban statik. Tegangan pada material dapat berupa tegangan tarik, tegangan tekan, tegangan geser atau torsi. Terdapat dua model patahan, yaitu patah ductile dan patah *brittle*. Jenis model patahan didasarkan pada kemampuan material untuk mengalami deformasi plastis. Material *ductile* memiliki kemampuan deformasi plastis cukup besar namun deformasi plastis pada material *brittle* kecil. Gambar 2.2 memperlihatkan kurva stress-strain patah *ductile* dan *brittle*.



Gambar 2 Kurva stress-strain patah ductile dan brittle [2]

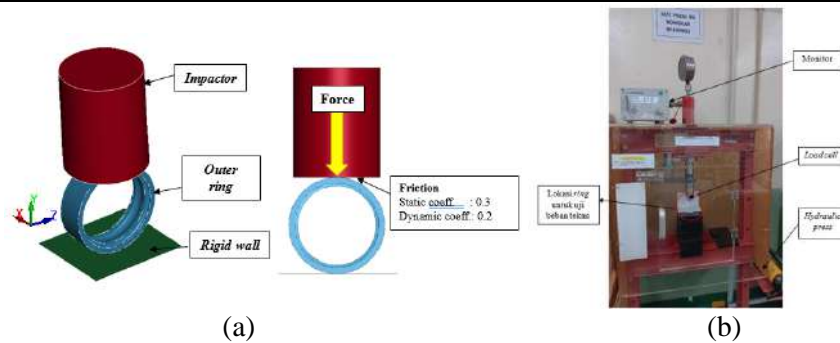
## 2. METODE

Pada makalah ini, penulis mengambil data dari pengujian menggunakan *load cell* untuk memberikan beban tekan pada *ring* dan perhitungann numerik dengan memodelkan bentuk dan model *geometry* yang serupa dengan pengujian menggunakan *load cell*. Diagram alir yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Diagram alir penelitian

Dalam makalah ini, penulis memodelkan dua *part*, yaitu *impactor* dan *outer ring*. Pemodelan 2-*part* tersebut, didasarkan pada pengujian untuk mengetahui *force* maksimum dengan beban tekan (*compression loading*) dengan pembacaann *force* menggunakan *load cell*. Pemodelan masalah menggunakan perangkat lunak untuk drawing 2D dan 3D, yaitu *Autodesk Inventor Profesional 2023*. Kemudian *drawing* 3D tersebut di simpan dalam bentuk. *IGES*, file tersebut yang akan di masukkan dan di pakai pada perangkat lunak *LS-Dyna*. Pada Gambar 4 diperlihatkan pemodelan *impactor* dan *outer ring* dengan gaya beban tekan (*compression loading*) dari *impactor* pada arah sumbu -Y (negatif Y) yang menekan *outer ring*, dan *rigid wall* dimodelkan sebagai plat bawah untuk menahan *outer ring*. Antara *impactor* dan *outer ring* ada koefisien gaya gesek stastis dan dinamis yang harus di definisikan.



Gambar 4 Pemodelan *impactor* dan *ring* : (a) LS-Dyna ; (b) pengujian *hydraulic press*

## 2.1 Simulasi numerik LS-Dyna

Simulasi numerik yang dilakukan dengan menggunakan LS-DYNA, merupakan simulasi multi-fisika serba guna yang mampu mensimulasikan otomotif dan kelayakan tabrakan [3,4,5,6,7,8], aplikasi luar angkasa [9,10], militer dan masalah pertahanan [11,12], pembentukan logam [13,14,15,16] dan banyak aplikasi lainnya. Perangkat lunak yang digunakan dalam makalah ini, yaitu *LS-Dyna*. *LS-Dyna* digunakan dalam penyelesaian masalah metode elemen hingga. Pada simulasi numerik LS-Dyna memerlukan beberapa tahapan yang harus dilakukan.

### 2.1.1 Meshing

Pada tahap awal diperlukan proses *meshing*, seperti terlihat pada Tabel 1 terlihat bahwa *outer ring* mempunyai jumlah elemen yang lebih banyak dibandingkan dengan *impactor*, karena *outer ring* merupakan *part* yang akan di tekan oleh *impactor*, sehingga diharuskan mempunyai jumlah elemen yang lebih banyak untuk menghasilkan analisis yang akurat.

Tabel 1 Ukuran *elements meshing*

Nama part	Tipe elemen
Impactor	(1) Hexahedral 0,5
	(2) Tetrahedral 0,5
Outer ring	Tetrahedral

Pada Gambar 5 memperlihatkan bentuk *geometry* dari *impactor* dan *outer ring* setelah proses *meshing* dilakukan.



Gambar 5 *Meshing* (*Hexahedral 0,5*) dan (*Tetrahedral 0,5*)

### 2.1.2 Menentukan *Material Properties*

Untuk data *material properties* di peroleh dari *Stress-strain curve* (*Elastic and plastic behaviours of test material*). Untuk *keyword* Material yang di pakai *impactor* dan *outer ring* dapat dilihat di Tabel 2. Data *material properties* untuk kedua *part* dapat dilihat pada Tabel 3 dan Tabel 4.

Tabel 2 *Keyword* Material di *LS-Dyna*

Nama part	Total element size
<i>Impactor</i>	MAT_RIGID (020)
<i>Outer ring</i>	MAT_POWER_LAW_PLASTICITY (018)

Tabel 3 *Material properties outer ring* [4]

Nama part	Outer ring
Material properties	AISI 52100 (SUJ2)
Density, $\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )	7810
Poission ratio ( $\nu$ )	0,29
Young's modulus, $E$ (Gpa)	210
Yield stress $\sigma_y$ (Mpa)	890
Strength coefficient, $K$ (Mpa)	1450
Strain hardening exponent, ( $nH$ )	0,07

Tabel 4 *Material properties impactor* [17]

Nama part	Impactor
Material properties	Steel
Density, $\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )	7800
Poission ratio ( $\nu$ )	0,3
Young's modulus, $E$ (Gpa)	200
Yield stress $\sigma_y$ (Mpa)	1000

### 2.1.3 Tahapan pengisian keyword LS-Dyna

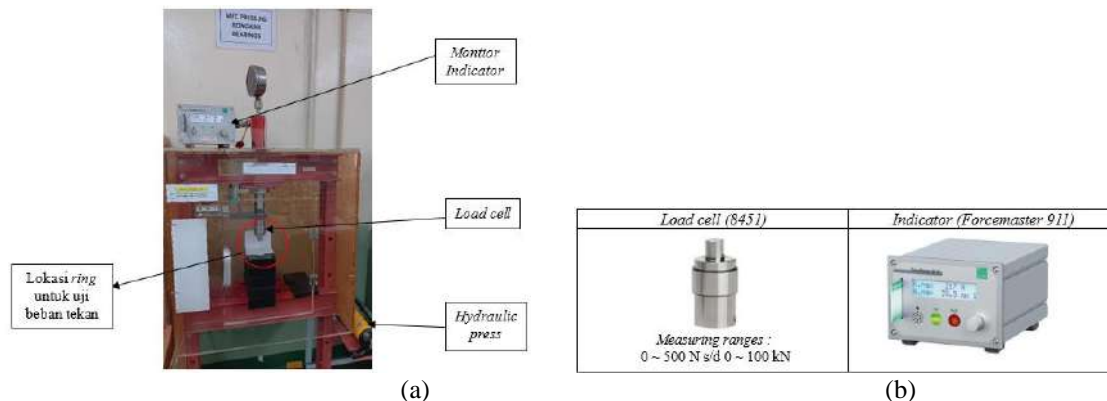
Setelah mendefinisikan *material properties* dari *impactor* dan *ring*, langkah selanjutnya yang harus dilakukan, yaitu mendefinisikan *contact*, arah pembebanan (*load*), menentukan *boundary condition*, area *rigid wall*, dan menentukan pengisian *solver* dan *control* yang dipakai. Pada Tabel 4 menunjukkan tahapan *keyword* pada *LS-Dyna* setelah mendefinisikan *material properties*.

Tabel 4 Tahapan pendefinisian *keyword* pada *LS-Dyna*

No.	Tahapan simulasi LS-Dyna	Keyword
1	Contact	*CONTACT_ERODING
2	Load	*Displacement of impactor (-Y axis)
3	Boundary condition	*BOUNDARY_PRESCRIBED_MOTION_RIGID
4	Rigid wall	*RIGID WALL_PLANAR
5	Solver and control	*CONTROL_ACCURACY, *CONTROL_TERMINATION, *CONTROL_TIMESTEP

### 2.2 Pengujian *hydraulic press*

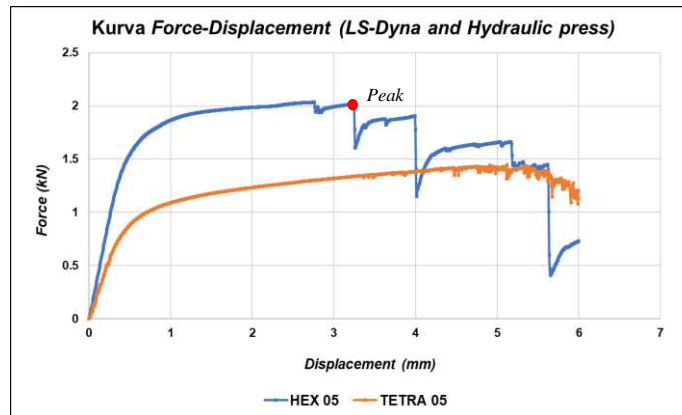
Untuk detail mengenai mesin *hydraulic press*, *load cell*, monitor dan posisi penempatan *ring* saat uji beban tekan dapat dilihat pada Gambar 6. Untuk uji beban tekan pada *ring* menggunakan alat mesin *press hydraulic* dan pembacaan *load* nya menggunakan *load cell* tipe *burster 8451* dengan jangkauan pengukuran, yaitu 0 ~ 500 N s/d 0 ~ 100 kN dan *monitor indicator* tipe *forcemaster 911*.



Gambar 6 : (a) *Hydraulic press* ; (b) *load cell* dan *indicator*

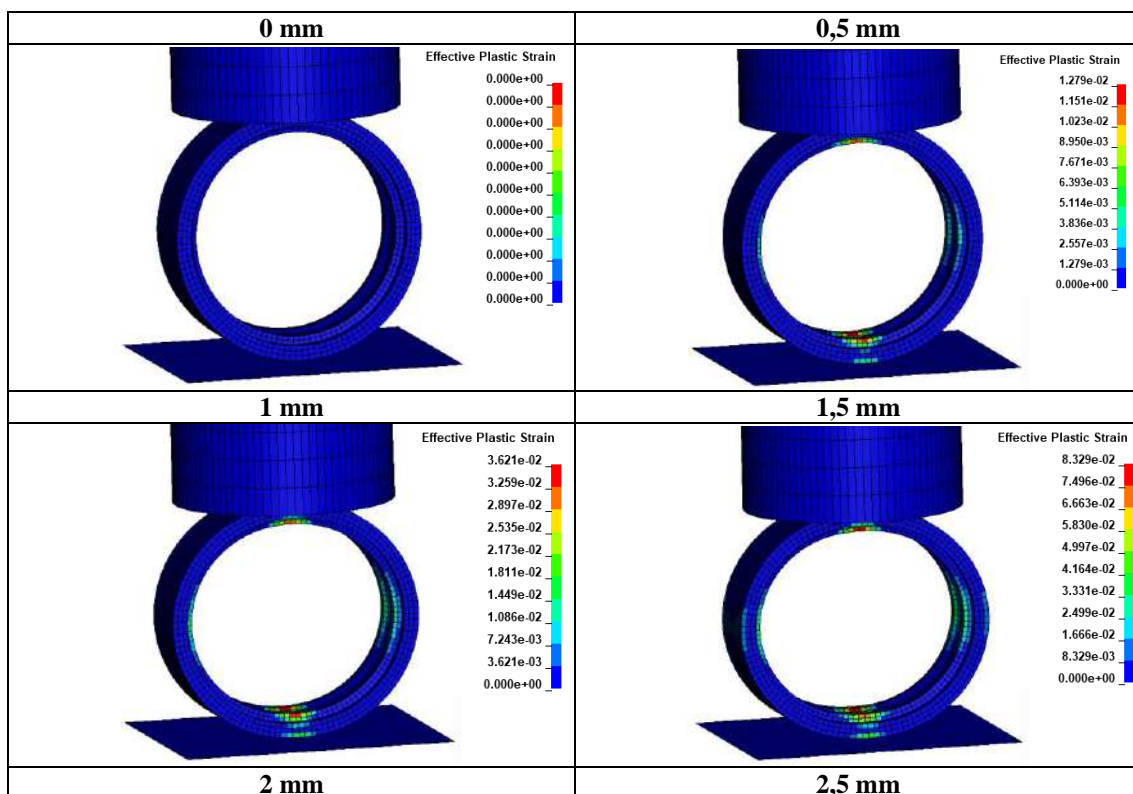
### 3. HASIL

Setelah melakukan proses iterasi menggunakan *LS-Run*, maka di dapatkan hasil dari analisa elemen hingga, yaitu berupa visual penampakan terjadinya *stress* pada *ring* dari awal atau 0 mm sampai dengan 3,2 mm atau saat terjadinya *crack* (patah material). Pada Gambar 7 memperlihatkan hasil simulasi *LS-Dyna* juga dan data yang didapatkan, yaitu kurva *force-displacement*. Dari kurva pada Gambar 7 dapat dilihat *force* maksimum pada *ring*, yaitu sebesar 2 kN.

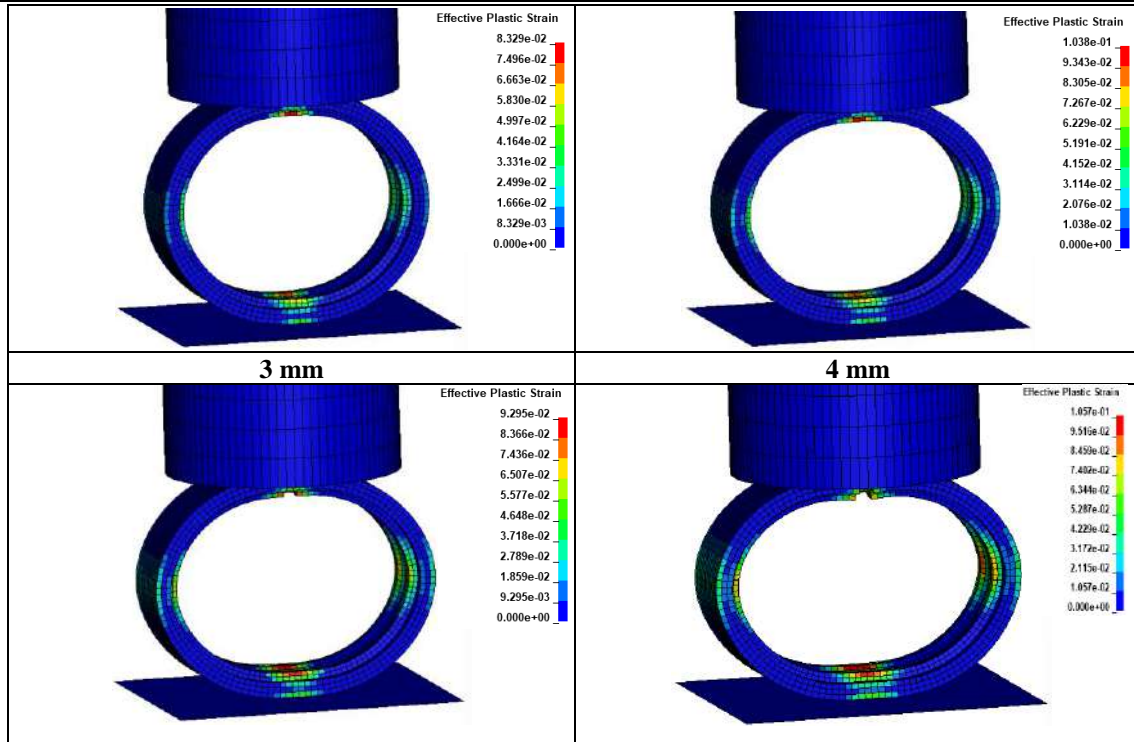


Gambar 7 Kurva *force-displacement* pada *ring* dengan beban tekan *LS-Dyna*

Pada Gambar 7 memberikan informasi *strain* (regangan) pada saat *displacement impactor* menekan ke *ring* dengan *element hexahedral*. Mulai saat kondisi awal (0 mm), 0,5 mm ; 1 mm ; 1,5 mm ; 2 mm ; 2,5 mm ; 3 mm; dan 4 mm. Nilai *strain-hardening* pada material *ring* SUJ2 (AISI52100), yaitu 0,07. Patah material awal (*crack initial*) terjadi saat nilai *plastic strain* melebihi nilai dari maximum *strain* material *ring*. Pada saat *displacement impactor* 1 mm nilai *plastic strain* belum melebihi nilai *strain* dari maximum *plastic strain* material *ring*, yaitu 0,03621. Sedangkan, pada saat *displacement impactor* 2 mm nilai *plastic strain*, yaitu 0,08329. Artinya pada saat *displacement impactor* 2 mm, sudah terjadi *initial crack* pada material *ring* tersebut, karena nilai *effective plastic strain* sudah melebihi nilai maximum *plastic strain* material *ring*.

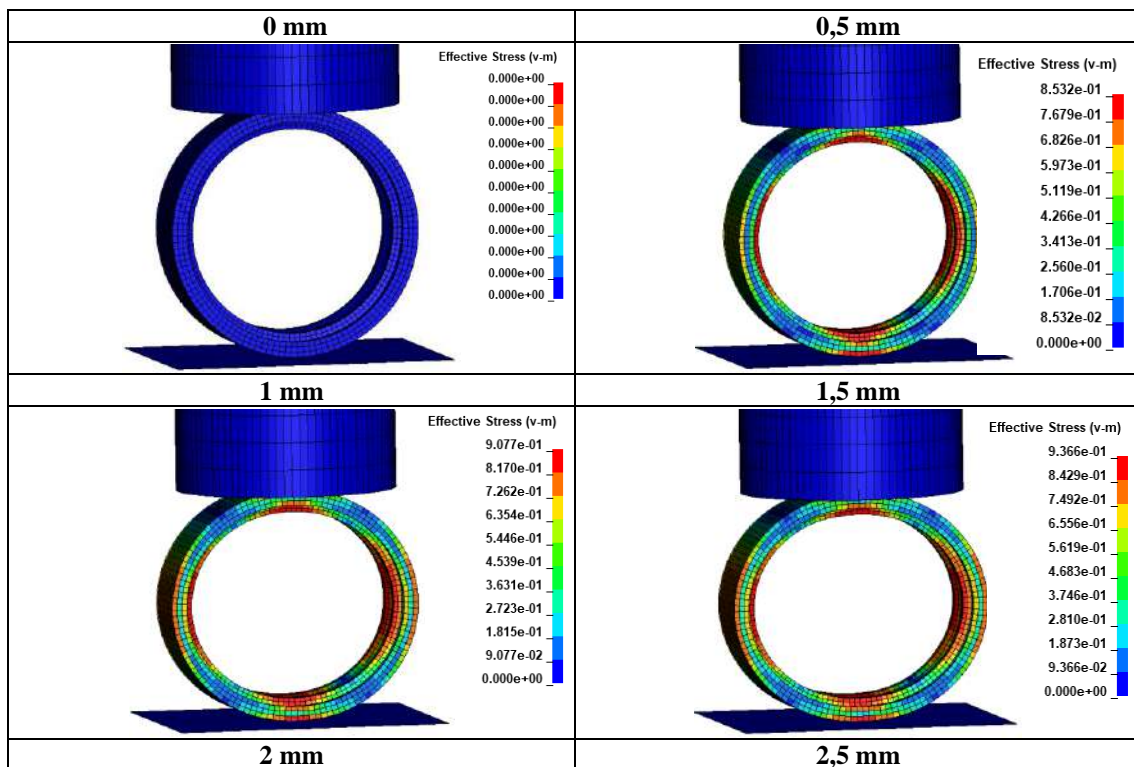


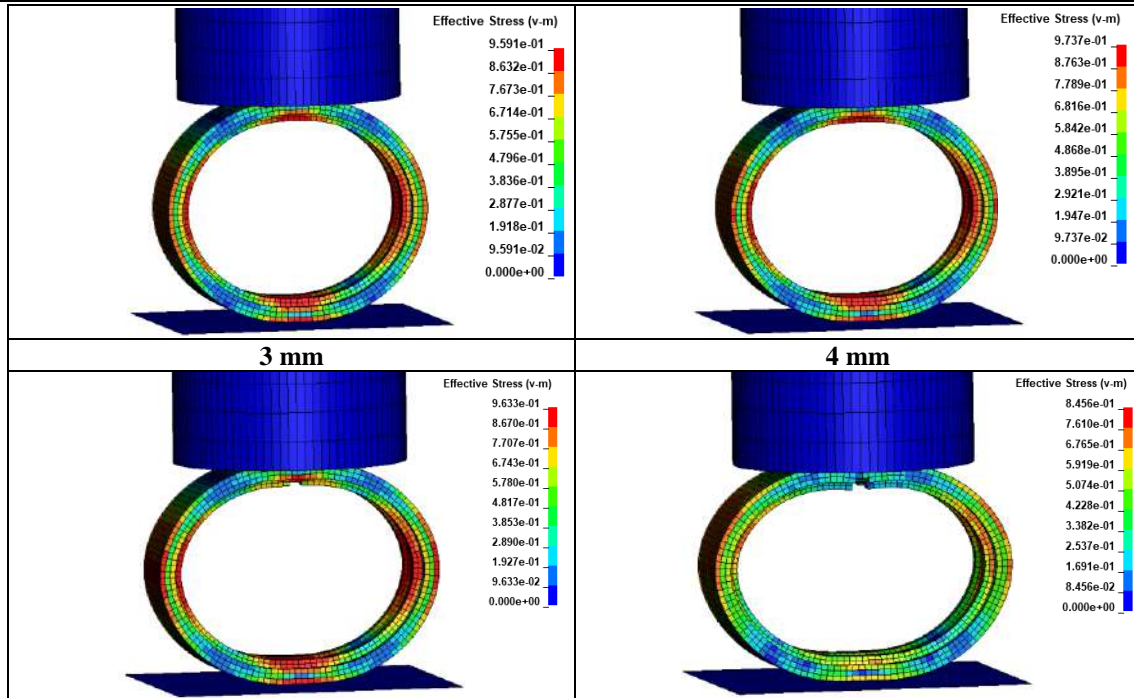




Gambar 7 Effective plastic strain ring saat uji beban tekan menggunakan LS-Dyna (Hexahedral)

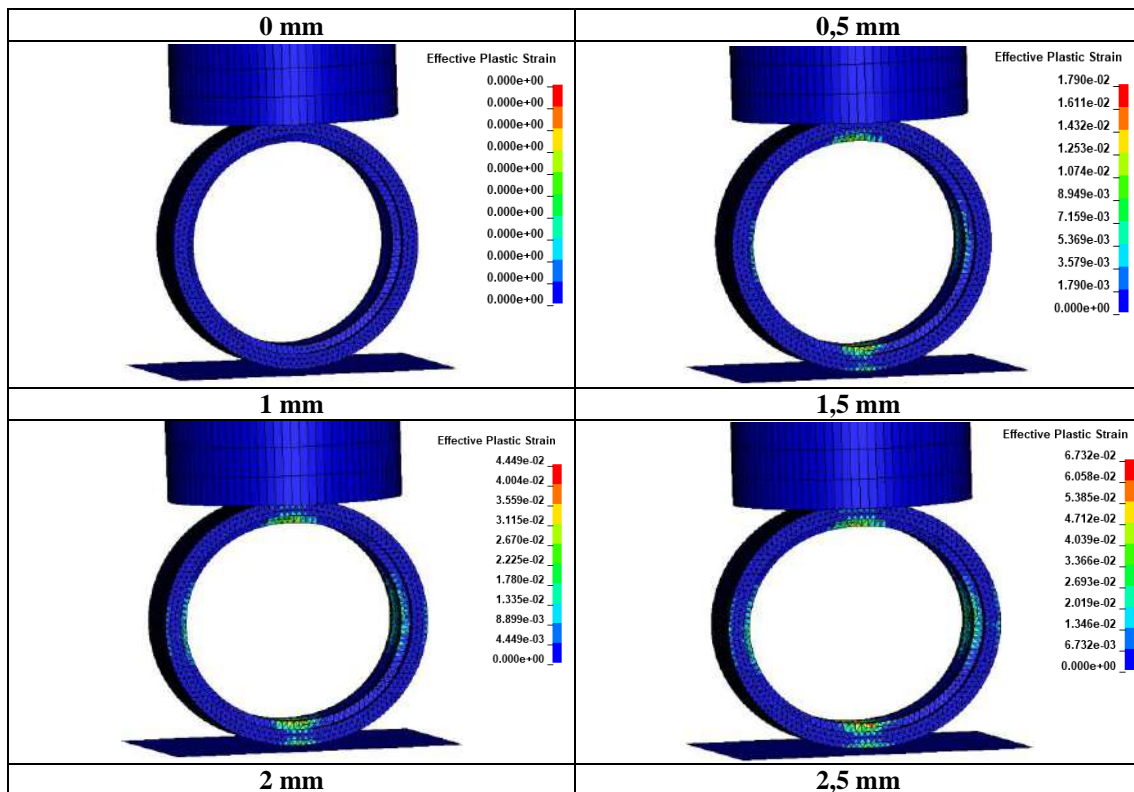
Pada Gambar 8 memperlihatkan nilai *von mises stress*, nilai tersebut digunakan untuk untuk memprediksi permulaan terjadinya deformasi plastis atau terjadinya kegagalan material. Pada saat *displacement impactor* 0,5 mm nilai *von mises stress*, yaitu 1091 Mpa. Nilai tersebut diatas nilai *yield strength* dari *material ring*, akan tetapi masih belum *fracture*. Sedangkan, pada saat *displacement impactor* 2 mm nilai *von mises stress*, yaitu 1229 Mpa. Artinya pada saat *displacement impactor* 2 mm sudah terjadi *initial crack* pada *material ring* tersebut, karena nilai *von mises stress* sudah melebihi nilai *yield stress* *material ring*.

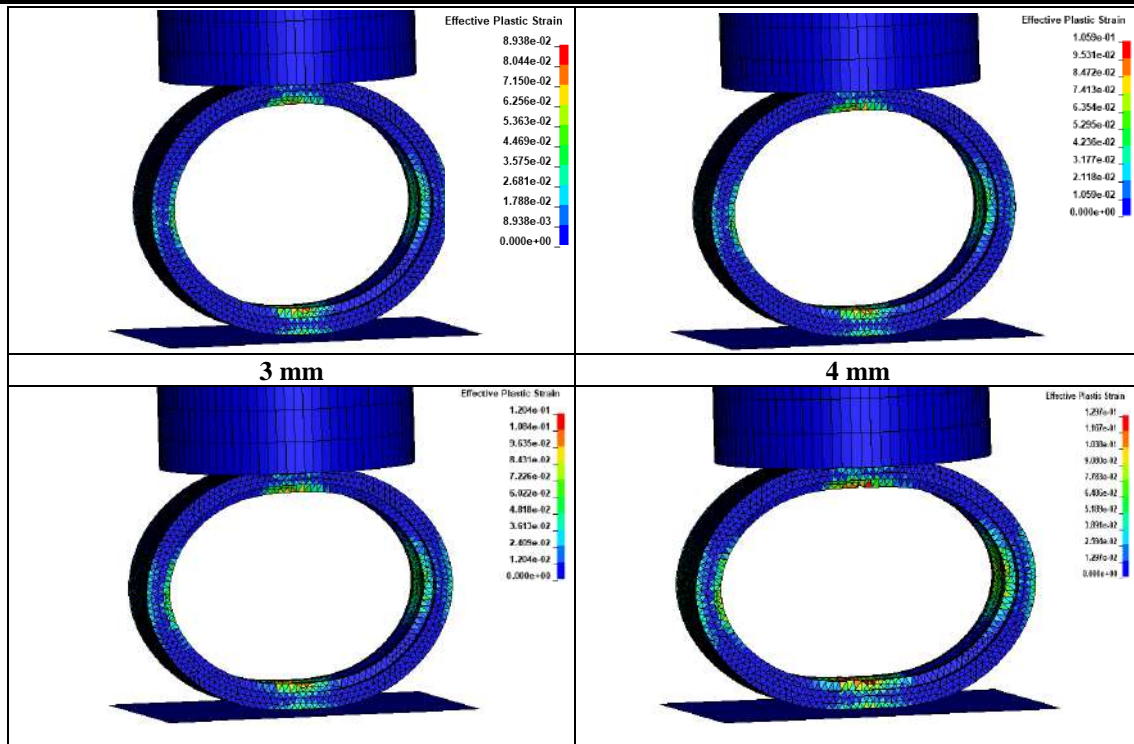




Gambar 8 Effective stress saat uji beban tekan menggunakan LS-Dyna (Hexahedral)

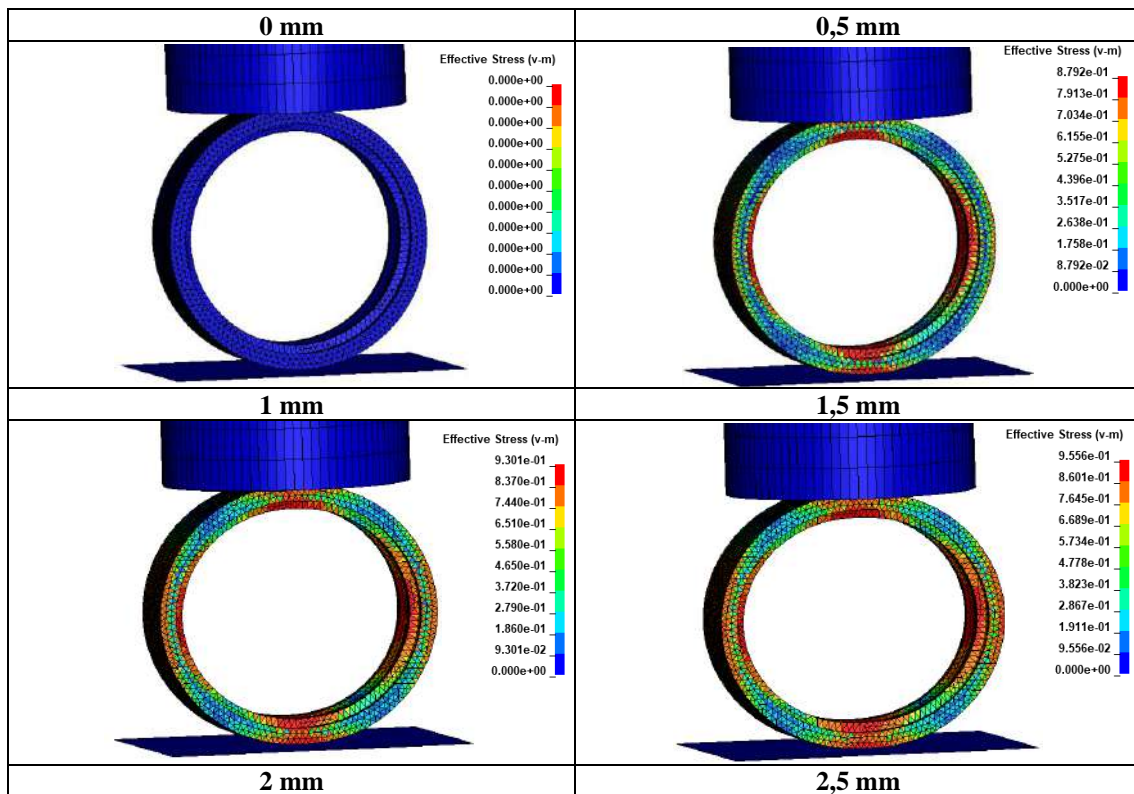
Pada Gambar 9 Patah material awal (*crack initial*) terjadi saat nilai *plastic strain* melebihi nilai dari maximum *strain* material ring dengan *element tetrahedral*. Pada saat *displacement impactor* 1 mm nilai *plastic strain* belum melebihi nilai *strain* dari *maximum plastic strain material ring*, yaitu 0,0179. Sedangkan, pada saat *displacement impactor* 2 mm nilai *plastic strain*, yaitu 0,08938. Artinya pada saat *displacement impactor* 2 mm, sudah terjadi *initial crack* pada ring tersebut, karena nilai *effective plastic strain* sudah melebihi nilai *maximum plastic strain material ring*.



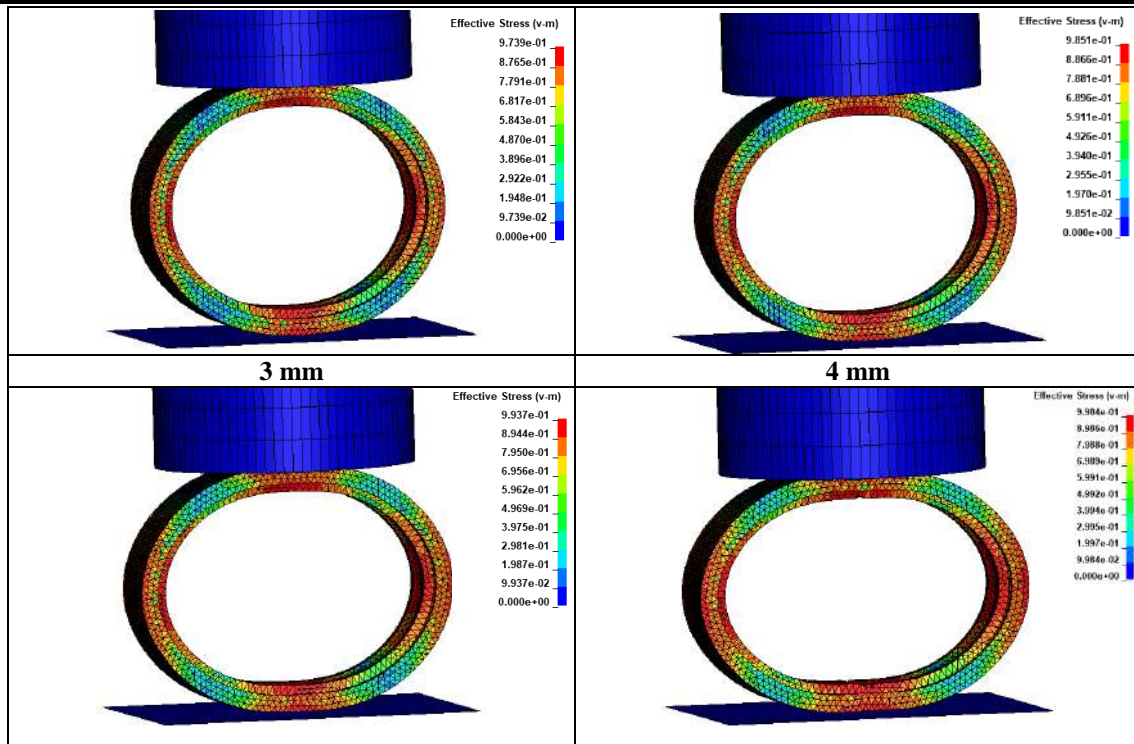


Gambar 9 *Effective plastic strain ring* saat uji beban tekan menggunakan *LS-Dyna* (Tetrahedral)

Pada Gambar 10 memperlihatkan nilai *von mises stress*, nilai tersebut digunakan untuk untuk memprediksi permulaan terjadinya deformasi plastis atau terjadinya kegagalan material. Pada saat *displacement impactor* 0,5 mm nilai *von mises stress*, yaitu 879,2 Mpa. Nilai tersebut masih dibawah nilai *yield strength* dari *material ring*. Sedangkan, pada saat *displacement impactor* 2 mm nilai *von mises stress*, yaitu 973,9 Mpa. Artinya saat *displacement impactor* 2 mm sudah *initial crack* pada *material ring* tersebut, karena nilai *von mises stress* sudah melebihi nilai *yield stress* *material ring*.



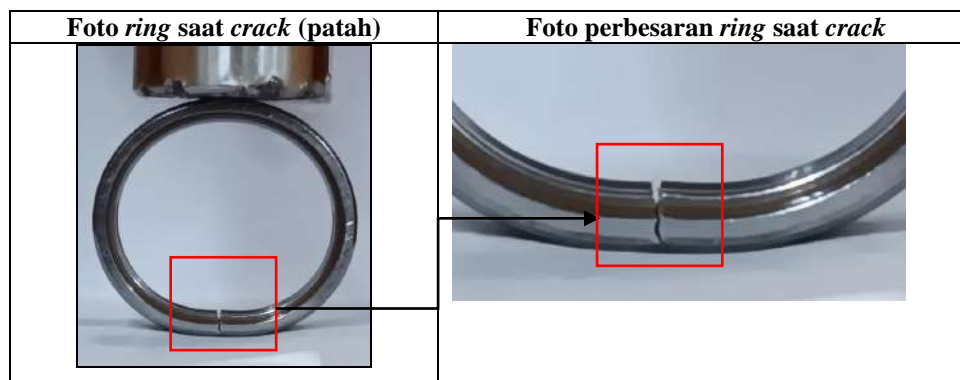




Gambar 10 Effective stress saat uji beban tekan menggunakan LS-Dyna (Tetrahedral)

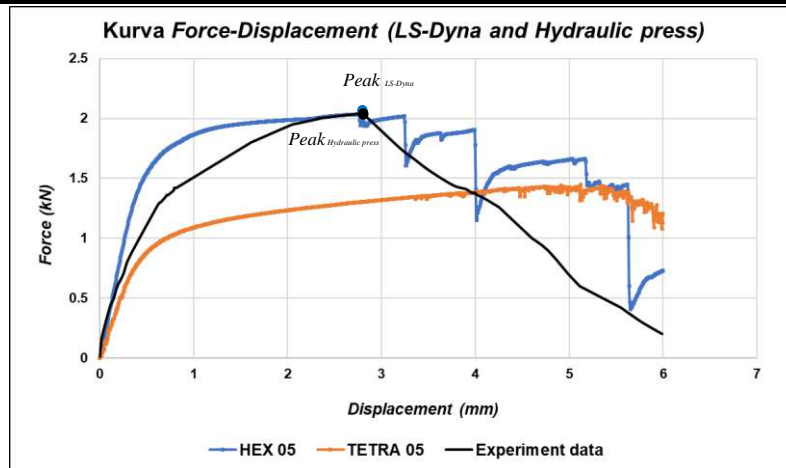
### 3.1 Hasil Uji Tekan Menggunakan Hydraulic Press dan Perbandingan Hasil dengan Simulasi LS-Dyna

Dari hasil pengujian tekan menggunakan mesin *press hydraulic* kemudian didapatkan hasil *force* maksimum sampai terjadinya *crack* atau patah material *ring*, yaitu sebesar 2,1 kN. Pada Gambar 11 memperlihatkan foto saat *ring* mengalami *crack* akibat beban tekan menggunakan mesin *press hydraulic*.

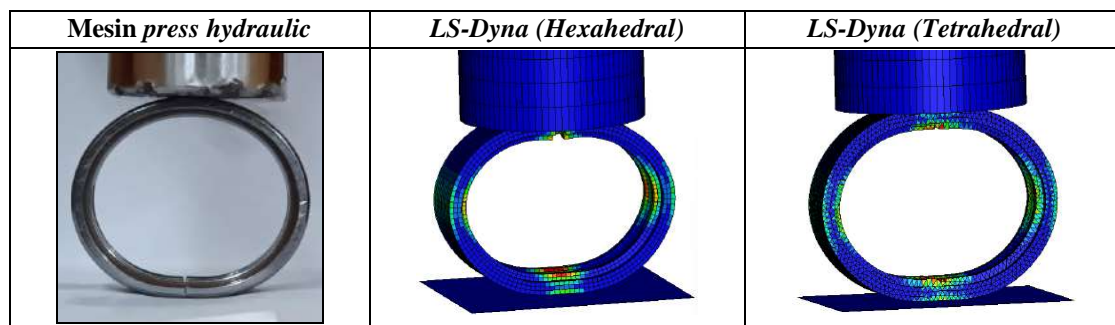


Gambar 11 Visual penampakan ring saat crack

Dari kedua pengujian, yaitu menggunakan analisa metode elemen hingga *LS-Dyna* dan uji tekan menggunakan mesin *hydraulic press* dapat dibandingkan kurva *force-displacement* yang dapat dilihat pada Gambar 10 dan untuk visual perbandingan saat *crack* pada *ring* dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12 Kurva *force-displacement* pada ring dengan beban tekan *LS-Dyna* dan pengujian mesin *hydraulic press*



Gambar 13 Perbandingan Visual penampakan *ring* saat *crack* pada *hydraulic press* dan *LS-Dyna*

Kemudian dari penampakan visual, pada Gambar 13 didapatkan foto antara pengujian dengan mesin *hydraulic press* dengan simulasi *LS-Dyna* pada *element ring hexahedral* dan *tetrahedral* saat *ring* mengalami *crack* atau patah material. Pada Tabel 5 dapat dilihat perbedaan *force* maksimum pada *ring* saat beban tekan menggunakan *Hydraulic press* dan *LS-Dyna*.

Tabel 5 Perbandingan *force* maksimum *ring* pada *hydraulic press* dan *LS-Dyna*

Parameter	<i>Hydraulic press</i>	<i>LS-Dyna (Hexahedral 0,5)</i>	error
<i>Force</i> maksimum	2,1 kN	2,0 kN	4,7 %
Parameter	<i>Hydraulic press</i>	<i>LS-Dyna (Tetrahedral 0,5)</i>	error
<i>Force</i> maksimum	2,1 kN	1,7 kN	19,0 %

Pada Tabel 5 dapat dilihat perbedaan *force* maksimum pada *ring* saat beban tekan menggunakan *Hydraulic press* dan *LS-Dyna* dengan tipe *element mesh* yang berbeda. Terdapat perbedaan (*error*) nilai maksimum *force* pada pengujian beban tekan menggunakan simulasi *LS-Dyna* dengan tipe *element mesh* pada *ring* menggunakan *Hexahedral 0,5* terhadap mesin *hydraulic press*, yaitu sebesar 4,7 %. Sedangkan perbedaan (*error*) nilai maksimum *force* pada pengujian beban tekan menggunakan simulasi *LS-Dyna* dengan tipe *element mesh* pada *ring* menggunakan *Tetrahedral 0,5* terhadap mesin *hydraulic press*, yaitu sebesar 19 %

Penulis akan menyebutkan beberapa penyebab kenapa terjadi perbedaan nilai *force* maksimum antara *hydraulic press* dan *LS-Dyna* tersebut, yaitu:

1. *Geometry* dengan meshing ***Hexahedral*** menghasilkan nilai maksimum *force* yang mendekati dengan data pengujian menggunakan mesin *press hydraulic* di bandingkan dengan *geometry* dengan tipe meshing ***Tetrahedral***.
2. Bentuk *Geometry ring* pada *LS-Dyna* tidak dibuat sama persis dengan *geometry ring* aslinya. *Geometry ring* pada *LS-Dyna* di desain dengan menghilangkan *chamfer* untuk memudahkan *meching*.



3. Dibutuhkan komputer dengan performa tinggi, contohnya: spesifikasi *RAM* minimal *32GB* dan *SSD* minimal *1Terabyte* untuk mempercepat iterasi dan menambah akurasi penyelesaian metode elemen hingga.
4. Pada saat pengepresan dengan mesin *hydraulic press* menggunakan manual tangan, sehingga ada potensi kecepatan *press* yang tidak stabil. Sehingga diharuskan untuk menggunakan mesin *hydraulic press* yang bisa diatur kecepatan saat penekanan.
5. Menggunakan *high speed camera* untuk menangkap pergerakan dari *ring* saat dilakukan penekanan atau *compression loading*, sehingga di dapatkan hasil foto yang lebih sesuai. Contohnya : kamera AZ 9501 berkecepatan tinggi yang mampu menangkap hingga 500 frame per detik (fps) pada resolusi 640×480 piksel, dan hingga 1.000 fps pada resolusi yang dikurangi 320×240 piksel).

#### 4. KESIMPULAN

Analisis metode elemen hingga menggunakan *software LS-DYNA* didapatkan *force* maksimum pada *ring*, yaitu 2 kN dengan element hexahedral dan 1,7 kN dengan tetrahedral, sedangkan hasil analisis untuk mengetahui *force* maksimum menggunakan mesin *press hydraulic*, yaitu 2,1 kN. Geometry dengan *meshing Hexahedral* menghasilkan nilai maksimum *force* yang mendekati dengan data pengujian menggunakan mesin *press hydraulic* di bandingkan dengan *geometry* dengan tipe *meshing Tetrahedral*. Untuk mendapatkan hasil yang akurat pada metode elemen hingga diharuskan menggunakan *geometry* yang sama serta *meshing* yang sesuai dan menggunakan komputer dengan performa tinggi, contohnya : spesifikasi *RAM* minimal *32GB* dan *SSD* minimal *1Terabyte*. Menggunakan mesin *press hydraulic* yang bisa di atur kecepatan saat melakukan penekanan, tidak manual menggunakan tangan. Sehingga kecepatan yang dihasilkan sama dengan kecepatan pada simulasi menggunakan *LS-DYNA*. Menggunakan *high speed camera* untuk menangkap pergerakan dari *ring* saat dilakukan penekanan atau *compression loading*, sehingga di dapatkan hasil foto yang lebih sesuai.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Charles R. Brooks, Ashok Choudhury. *Failure Analysis of Engineering Materials*. McGraw Hill Professional. (2012)
- [2] Callister, William D. “*Material Science and Engineering An Introduction*”. New York: John Wiley and Sons, Inc. (2007).
- [3] Soltani, M., Topa, A., Karim, M. R., & Sulong, N. R. Crashworthiness of G4 (2W) guardrail system: a finite element parametric study. *International Journal of Crashworthiness*, 22(2), 169-189. (2017).
- [4] Met, M., Wang, G., & Topa, A. The Analysis on Dynamic Responses of Bridge Pier due to Vehicle Impact.
- [5] Wu, C., Mahmoud, M. M., Hou, C. C., & Topa, A. (2022, July). Study on the impact performance of RC fences strengthened with high strength strain-hardening cementitious composites. In *Structures* (Vol. 41, pp. 349-364). Elsevier.
- [6] Abdulqadir, S. F., Bassam, A., Ansari, M. N. M., & Topa, A. Design of frontal longitudinal for enhancement in crashworthiness performance. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 1128, No. 1, p. 012026). IOP Publishing. (2021, April).
- [7] Hashlamon, I., Nikbakht, E., & Topa, A. Indirect bridge health monitoring employing contact-point response of instrumented stationary vehicle. In *ICCOEE2020: Proceedings of the 6th International Conference on Civil, Offshore and Environmental Engineering (ICCOEE2020)* (pp. 883-890). Springer Singapore. (2021).
- [8] Hashlamon, I., Nikbakht, E., Topa, A., & Elhattab, A. Numerical parametric study on the effectiveness of the contact-point response of a stationary vehicle for bridge health monitoring. *Applied Sciences*, 11(15), 7028. (2021).
- [9] Shahimi, S. S., Abdullah, N. A., Topa, A., Hrairi, M., & Ismail, A. F. Numerical Modelling of Bird Strike on a Rotating Engine Blades Based On Variations of Porosity DENSITY. *IJUM Engineering Journal*, 23(1), 412-423. (2022).
- [10] Gungor, E., Topa, A., & Kucukyildirim, B. O. Numerical Investigation of Innovative Honeycomb-Composite Sandwich Structure Under Bird-Strike Event. In *6th International Conference On Advances In Mechanical Engineering Istanbul*. (2021, October).
- [11] Sastranegara, A., Putra, K. E., Halawa, E., Sutisna, N. A., & Topa, A. Finite Element Analysis on ballistic impact performance of multi-layered bulletproof vest impacted by 9 mm bullet. *Sinergi*, 27(1), 15-22. (2023).
- [12] Khaire, N., Tiwari, G., Rathod, S., Iqbal, M. A., & Topa, A. Perforation and energy dissipation behaviour of honeycomb core cylindrical sandwich shell subjected to conical shape projectile at high velocity impact. *Thin-Walled Structures*, 171, 108724. (2022).

- 
- [13] Topa, A., & Shah, Q. H. Numerical simulations of bulk metal forming process with smooth particle hydrodynamics. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 815, 198-204. (2014).
- [14] Topa, A., & Shah, Q. H. Failure prediction in bulk metal forming process. *International Journal of Manufacturing Engineering*. (2014).
- [15] Topa, A., Cerik, B. C., & Kim, D. K. A useful manufacturing guide for rotary piercing seamless pipe by ALE method. *Journal of Marine Science and Engineering*, 8(10), 756. (2020).
- [16] Topa, A., & Kim, Y. 3D numerical simulation of seamless pipe piercing process by fluid-structure interaction method. In *MATEC Web of Conferences* (Vol. 203). EDP Sciences. (2018).
- [17] Luis Rodrigues-Tembleque, Jesus Vazquez, M H Ferri Aliabadi. *Wear in Advanced Engineering Applications and Materials*. World Scientific Publishing Europe Ltd, USA. (2012)
- [18] Cook, R.D., Malkus, D.S., Plesha, M.E., Witt, R.J. "Concepts and Applications of Finite Element Analysis", John Wiley and Sons, Inc., New York, USA. (2002).

# Perancangan Dan Proses Manufaktur Cetakan Material Komposit Serat Bambu Sesuai Dengan ASTM D3039 Dan ASTM D638

Dwi Wicaksono<sup>1\*</sup>, Dede Lia Zariatini<sup>1</sup>, dan Yani Kurniawan<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila, Jakarta

**Abstrak.** Serat yang sering digunakan dalam komposit adalah serat gelas (*fiberglass*) karena memiliki sifat mekanis yang baik sebagai *reinforcement* (penguat). Namun limbah *fiberglass* kurang ramah lingkungan karena sulit terurai. Salah satu alternatifnya adalah serat bambu. *Fiberglass* diganti serat bambu karena memiliki keunggulan serat lebih ramah lingkungan, mampu terdegradasi secara alami, dan ketersediaannya banyak di alam. Penggunaan dan pemanfaatan serat bambu sebagai *reinforcement* komposit merupakan teknologi rekayasa material yang banyak dikembangkan, contohnya di dunia pendidikan dalam pengujian bahan, salah satunya uji tarik. Standar yang sesuai untuk pengujian tarik adalah ASTM D3039 dan ASTM D638, dimana untuk material komposit yang diperkuat serat harus mengikuti ASTM D3039. Karena pengikat material komposit bambu yang dipilih adalah resin termasuk material plastik, maka perlu ditambahkan pengujian ASTM D638. Jadi diperlukanlah alat untuk mencetak bahan komposit serat bambu menjadi spesimen/sampel uji tarik. Tujuan penelitian ini adalah mendesain dan manufaktur cetakan material komposit serat bambu sesuai ASTM D3039 dan ASTM D638. Metode penelitian ini diawali dengan mendesain, proses manufaktur sampai pengujian. Cetakan komposit memiliki 3 bagian utama yaitu alas, cetakan, dan penutup. Dalam proses manufaktur cetakan komposit, material yang dipilih adalah plat besi dengan ketebalan 1,5 mm dan 7 mm serta mesin yang digunakan adalah mesin *frais/milling*.

**Kata kunci:** cetakan komposit; uji tarik; ASTM D3039; ASTM D638.

## 1. PENDAHULUAN

Serat yang sering digunakan dalam komposit adalah serat gelas (*fiberglass*) karena serat tersebut memiliki sifat mekanis yang bagus sebagai *reinforcement* (penguat). Namun limbah serat *fiberglass* kurang ramah lingkungan karena merupakan bahan buatan yang sulit terurai. Perkembangan material komposit tidak hanya berbahan dasar serat sintesis, akan tetapi serat natural bisa digunakan sebagai bahan pengganti komposit sintesis dan menjadikannya komposit alam yang terbarukan sehingga mengurangi tingkat pencemaran lingkungan hidup. Salah satu alternatif lain *reinforcement* adalah serat bambu. Serat *fiberglass* diganti dengan serat bambu karena memiliki keunggulan seperti serat lebih ramah lingkungan, mampu terdegradasi secara alami, ketersediaannya yang banyak di alam, dan harganya yang murah.[1]

Penggunaan dan pemanfaatan serat bambu sebagai *reinforcement* (penguat) komposit adalah teknologi rekayasa material yang banyak dikembangkan saat ini karena mampu menghasilkan produk yang memiliki daya guna bagi kehidupan manusia. Suatu bentuk komposit dapat didesain sesuai dengan kebutuhan yang diinginkan, tidak hanya dibidang transportasi dan properti saja tetapi juga sudah digunakan dalam dunia pendidikan seperti dalam pengujian bahan, salah satunya adalah uji tarik (*tensile test*). Standar yang sesuai untuk pengujian tarik adalah ASTM D3039 dan ASTM D638, dimana untuk material komposit yang telah diperkuat oleh serat harus mengikuti ASTM D3039. Karena pengikat dari material komposit bambu yang dipilih adalah resin yang termasuk material plastik, maka perlu ditambahkan pengujian ASTM D638.[2]

\* Corresponding author: [dwiwicaksono447@gmail.com](mailto:dwiwicaksono447@gmail.com)

Dalam membuat spesimen uji tarik, diperlukan alat untuk mencetak bahan komposit serat bambu menjadi bentuk yang sesuai dengan standar ASTM D3039 dan ASTM D638. Cetakan yang sering digunakan biasanya terbuat dari kaca atau akrilik. Cetakan kaca atau akrilik ini mempunyai kekurangan yaitu bentuk cetakan yang tidak mengikuti standar ASTM D3039 dan ASTM D638. Sehingga setelah komposit selesai dicetak atau kering masih harus dipotong sesuai dengan ukuran standar ASTM D3039 yaitu 175 mm × 25 mm dan ASTM D638 yaitu 165 mm × 19 mm. Karena itu membutuhkan waktu yang lama dalam pembuatan spesimen uji tarik sesuai dengan standar ASTM D3039 dan ASTM D638. Maka pada penelitian tugas akhir ini akan didesain dan dimanufaktur cetakan material komposit serat bambu sesuai ASTM D3039 dan ASTM D638 menggunakan plat besi. Yang nantinya akan mempersingkat waktu proses pembuatan spesimen uji tarik sesuai dengan standar ASTM D3039 dan ASTM D638.

Berdasarkan rumusan masalah di atas maka tujuan dari perancangan dan proses manufaktur cetakan material komposit serat bambu sesuai dengan ASTM D3039 dan ASTM D638 adalah:

1. Desain cetakan material komposit serat bambu sesuai dengan ASTM D3039 dan ASTM D638.
2. Memahami mesin, alat dan bahan yang digunakan pada proses manufaktur cetakan material komposit serat bambu sesuai dengan ASTM D3039 dan ASTM D638.
3. Spesimen material komposit yang dihasilkan oleh cetakan yang telah dimanufaktur.

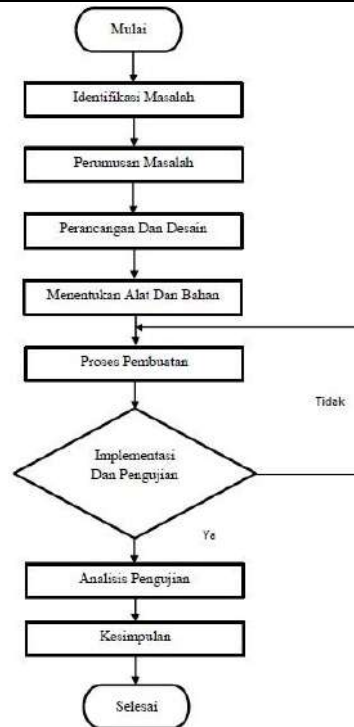
Agar penulisan masalah ini tidak melebar serta tidak menyimpang dari ruang lingkup pembahasan, maka diperlukan batasan masalah. Batasan-batasan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu dalam perancangan menggunakan *software SolidWorks* dan proses manufaktur menggunakan mesin milling.

Dalam penelitian ini mengambil beberapa referensi penelitian sebelumnya, yang berhubungan dengan penelitian ini, yang berfungsi untuk analisa dan memperkaya pembahasan penelitian, serta membedakan dengan penelitian yang sedang dilakukan. Dalam penelitian ini disertakan beberapa penelitian sebelumnya. Penelitian tersebut antara lain:

1. Perancangan Cetakan Injection Molding Handpress Material Komposit Pphi Dan Serat Alam (Alfan Ekajati Latief, Nuha Desi Anggraeni, Ichsan Putera).
2. Analisa Pengaruh Ukuran *Meshing* Terhadap Sifat Mekanik Komposit Serat Bambu Hitam pada Aplikasi Kotak Pendingin (Yulianto).
3. Kajian Potensi Pengembangan Material Komposit Polimer Dengan Serat Alam Untuk Produk Otomotif (Mochamad Sulaiman, Muhammad Hudan Rahmat).

## 2. METODE

Penelitian ini dilakukan mengikuti diagram alir atau *flowchart* yang telah disusun sebagai berikut:



Gambar1 Diagram Alir/Flowchart

Berikut ini adalah penjelasan langkah-langkah metodologi penelitian dalam bentuk diagram alir atau *flowchart*:

1. Mulai  
Memulai penelitian ini dengan mengikuti setiap tahapan alur yang ada pada diagram alir atau *flowchart*.
2. Identifikasi masalah  
Pada tahap ini, peneliti akan melakukan identifikasi berdasarkan masalah-masalah apa saja yang akan diteliti. Pada penelitian ini identifikasi masalah terfokus pada permasalahan cetakan komposit yang terbuat dari kaca atau akrilik, karena cetakan ini memiliki kekurangan yaitu bentuk cetakan yang tidak mengikuti standar ASTM D3039 dan ASTM D638.
3. Perumusan masalah  
Perumusan masalah dilakukan untuk menentukan masalah apa saja yang akan dibahas serta untuk mencari solusinya. Perumusan masalah pada penelitian ini yaitu bagaimana mendesain cetakan material komposit serat bambu sesuai dengan ASTM D3039 dan ASTM D638, apa saja alat dan bahan yang digunakan pada proses manufaktur, bagaimana proses manufakturnya, dan yang terakhir adalah bagaimana spesimen material komposit yang dihasilkan oleh cetakan yang telah dimanufaktur.
4. Perancangan dan desain  
Pada tahapan ini merancang desain cetakan material komposit mengikuti bentuk dan ukuran spesimen yang akan dibuat yaitu ASTM D3039 dan ASTM D638. Pada proses perancangan dan desain ini menggunakan *software solidworks*. Hasil dari perancangan dan desain ini yaitu berupa gambar detail dari cetakan material komposit serat bambu sesuai dengan ASTM D3039 dan ASTM D638.
5. Menentukan alat dan bahan  
Proses menentukan segala alat dan bahan yang dibutuhkan untuk proses manufaktur cetakan material komposit serat bambu sesuai dengan ASTM D3039 dan ASTM D638. Peralatan yang digunakan dalam proses pembuatan manufaktur ini adalah jangka sorong, mistar, penggores, roll meter/meteran, gerinda tangan, mesin *milling*, dan amplas. Dan bahan yang digunakan adalah plat besi.
6. Proses pembuatan  
Proses pembuatan merupakan hasil identifikasi dari perancangan dan desain. Pada proses pembuatan ini terdapat beberapa proses yaitu proses pemotongan bahan menggunakan mesin gerinda yang sebelumnya sudah diukur dan diberi tanda, lalu proses selanjutnya ialah proses bor/*drilling* menggunakan



mesin frais/milling, setelah proses bor/drilling selesai dilanjutkan dengan proses frais/milling, dan yang terakhir adalah proses finishing menggunakan kikir atau mesin gerinda.

7. Implementasi dan pengujian

Implementasi dan pengujian dilakukan setelah proses pembuatan telah selesai dan dilanjutkan dengan melakukan percobaan pembuatan spesimen uji tarik menggunakan alat cetakan ASTM D3039 dan ASTM D638 yang sudah dibuat sebelumnya. Dan bahan yang digunakan adalah serat bambu, resin, dan katalis. Proses awal dari pembuatan spesimen uji tarik ini adalah dengan mencampur semua bahan lalu dilanjutkan dengan memasukkan semua bahan yang sudah tercampur ke dalam cetakan dan diamkan selama beberapa hari agar komposit kering. Proses selanjutnya adalah melepaskan komposit yang sudah kering dari cetakan. Setelah proses pembuatan komposit selesai, proses terakhir adalah proses pengujian tarik spesimen ASTM D3039 dan ASTM D638.

8. Analisis pengujian

Analisis pengujian adalah proses menganalisa hasil pengujian yang telah dilakukan sebelumnya. Ditahap ini akan ditampilkan pengolahan data hasil pengujian spesimen ASTM D3039 dan ASTM D638 yang telah diuji menggunakan mesin uji tarik.

9. Kesimpulan

Berisi tentang kesimpulan mengenai hasil penelitian yang telah dilakukan dari awal proses perancangan, pembuatan, dan pengujian untuk mengetahui sudah layak dipergunakan atau tidak dari cetakan material komposit serat bambu sesuai dengan ASTM D3039 dan ASTM D638.

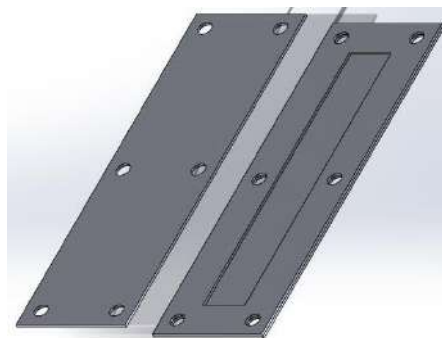
10. Selesai

Setelah melalui semua proses yang ada, maka perancangan dan proses manufaktur cetakan material komposit serat bambu sesuai dengan ASTM D3039 dan ASTM D638 telah selesai dilakukan.

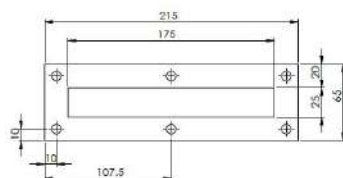
### 3. HASIL

#### a. Desain dan Proses Manufaktur Cetakan ASTM D3039

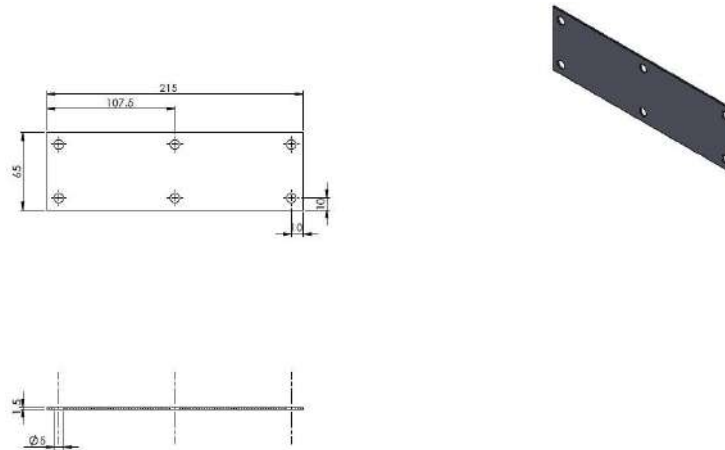
Dari hasil desain yang sudah dibuat maka dimensi cetakan ASTM D3039 ditunjukkan pada gambar 2, 3, dan 4 dalam satuan milimeter.



Gambar 2 Desain 3D Cetakan ASTM D3039



Gambar 3 Detail Ukuran Cetakan ASTM D3039



Gambar 4 Detail Ukuran Alas/Tutup Cetakan ASTM D3039

Setelah diketahui dimensi cetakan ASTM D3039, maka langkah selanjutnya adalah proses manufaktur. Pada proses ini yang dilakukan adalah mengubah bahan baku menjadi sebuah komponen yang nantinya akan dirakit dengan komponen lainnya. Langkah awal pembuatan cetakan ASTM D3039 adalah menyiapkan alat serta bahan dimana alat yang dipergunakan adalah mistar, jangka sorong, penggores, mesin *milling*, mesin gerinda, dan kikir, bahan yang digunakan adalah plat besi dengan ketebalan 1,5 mm. Setelah itu ukur material dengan mistar lalu buat ukuran sesuai gambar, beri tanda dengan penggores. Potong material sesuai dengan tanda ukuran yang telah dibuat tadi menggunakan mesin gerinda. Pasang benda kerja pada ragum mesin frais/*milling* dan kencangkan, lalu *milling* benda kerja sesuai dengan ukuran pada gambar. Setelah selesai haluskan bagian permukaan yang kasar dan lakukan pemeriksaan ukuran hasil benda kerja terhadap gambar kerja dengan menggunakan jangka sorong.



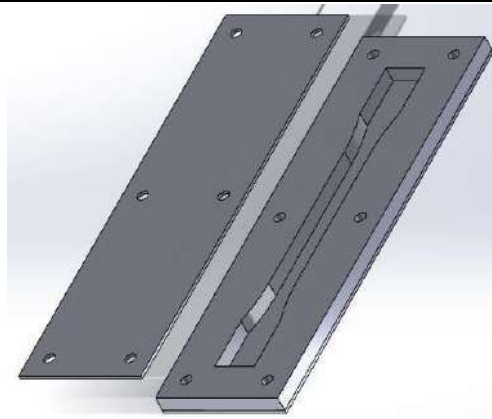
Gambar 5 Cetakan ASTM D3039



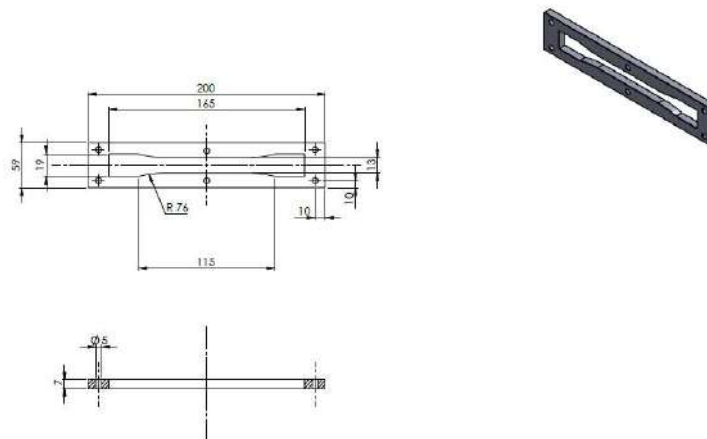
Gambar 6 Alas/Tutup Cetakan ASTM D3039

#### ***b. Desain dan Proses Manufaktur Cetakan ASTM D638***

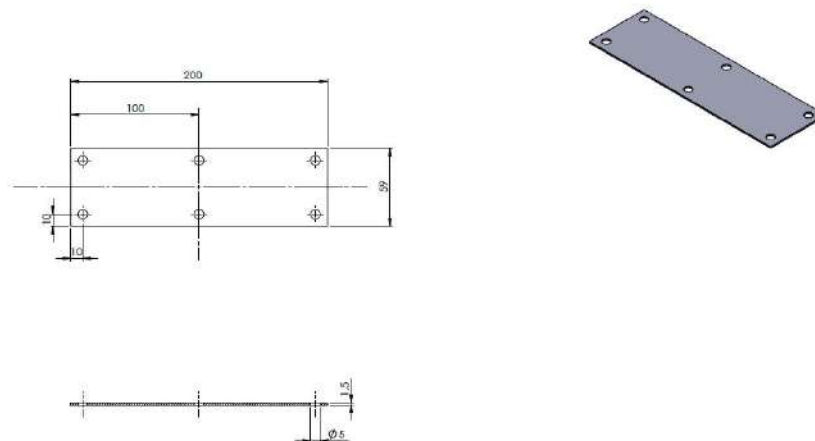
Dari hasil desain yang sudah dibuat maka dimensi cetakan ASTM D638 ditunjukkan pada gambar 7, 8, dan 9 dalam satuan milimeter.



Gambar 7 Desain 3D Cetak kan ASTM D638



Gambar 8 Detail Ukuran Cetakan ASTM D638



Gambar 9 Detail Ukuran Alas/Tutup Cetakan ASTM D638

Setelah diketahui dimensi cetakan ASTM D638, maka langkah selanjutnya adalah proses manufaktur. Pada proses ini yang dilakukan adalah mengubah bahan baku menjadi sebuah komponen yang nantinya akan dirakit dengan komponen lainnya. Langkah awal pembuatan cetakan ASTM D638 adalah menyiapkan alat serta bahan dimana alat yang dipergunakan adalah mistar, jangka sorong, penggores, mesin *milling*, mesin gerinda, dan kikir, bahan yang digunakan adalah plat besi dengan ketebalan 1,5 mm. Setelah itu ukur material dengan mistar lalu buat ukuran sesuai gambar, beri tanda dengan penggores. Potong material sesuai dengan tanda ukuran yang telah dibuat tadi menggunakan mesin gerinda. Pasang benda kerja pada ragum mesin frais/*milling* dan kencangkan, lalu *milling* benda kerja sesuai dengan ukuran pada gambar. Setelah selesai haluskan bagian permukaan yang kasar dan lakukan pemeriksaan ukuran hasil benda kerja terhadap gambar kerja dengan menggunakan jangka sorong.



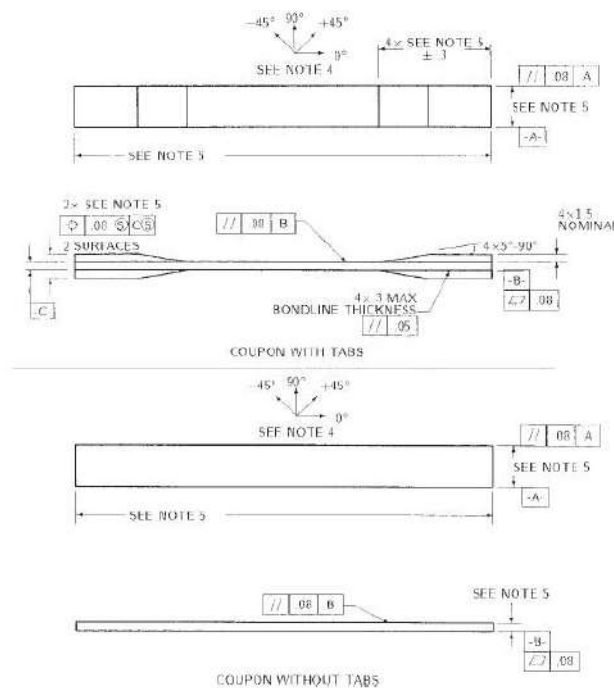
Gambar 10 Detail Ukuran Cetakan ASTM D638



Gambar 11 Alas/Tutup Cetakan ASTM D638

### c. Proses Pembuatan Komposit Sesuai Dengan ASTM D3039

Setelah proses manufaktur cetakan ASTM D3039 selesai, selanjutnya akan dilakukan adalah proses pembuatan material komposit hingga menjadi spesimen uji tarik. Spesimen uji tarik dibuat dengan mengacu pada ASTM D3039 seperti pada gambar 12 dan tabel 1. Sebelum mengisi cetakan dengan material komposit, hal pertama yang harus dilakukan adalah menghitung volume ruang cetakan untuk mendapatkan berat serat bambu, resin dan katalis yang akan digunakan.



Gambar 12 Bentuk Spesimen ASTM D3039

Tabel 1 Dimensi Spesimen ASTM D3039

Fiber Orientation	Width, mm [in.]	Overall Length, mm [in.]	Thickness, mm [in.]	Tab Length, mm [in.]	Tab Thickness, mm [in.]	Tab Bevel Angle, °
0° unidirectional	15 [0.5]	250 [10.0]	1.0 [0.040]	56 [2.25]	1.5 [0.062]	7 or 90
90° unidirectional	25 [1.0]	175 [7.0]	2.0 [0.080]	25 [1.0]	1.5 [0.062]	90
balanced and symmetric	25 [1.0]	250 [10.0]	2.5 [0.100]	emery cloth	—	—
random-discontinuous	25 [1.0]	250 [10.0]	2.5 [0.100]	emery cloth	—	—

$$\text{Volume ruang cetakan} = P \times L \times T = 17,5 \text{ cm} \times 2,5 \text{ cm} \times 0,15 \text{ cm} = 6,5625 \text{ cm}^3$$

Setelah mengetahui volume ruang cetakan, langkah selanjutnya adalah menghitung berat serat bambu, resin dan katalis dengan perbandingan 30% : 70% dan 30% : 90%.

$$M_{\text{bambu}} = V_{\text{cetakan}} \cdot \rho_{\text{bambu}} \cdot 30\% = 6,5625 \text{ cm}^3 \cdot 0,51 \text{ gr/cm}^3 \cdot 30\% = 1,1 \text{ gr}$$

$$M_{\text{resin}} = V_{\text{cetakan}} \cdot \rho_{\text{resin}} \cdot 70\% = 6,5625 \text{ cm}^3 \cdot 1,13 \text{ gr/cm}^3 \cdot 70\% = 5,19 \text{ gr}$$

$$M_{\text{katalis}} = V_{\text{cetakan}} \cdot 70\% \cdot 1\% = 6,5625 \text{ cm}^3 \cdot 70\% \cdot 1\% = 0,04 \text{ cm}^3 \text{ atau } 0,04 \text{ ml}$$

$$M_{\text{bambu}} = V_{\text{cetakan}} \cdot \rho_{\text{bambu}} \cdot 30\% = 6,5625 \text{ cm}^3 \cdot 0,51 \text{ gr/cm}^3 \cdot 30\% = 1,1 \text{ gr}$$

$$M_{\text{resin}} = V_{\text{cetakan}} \cdot \rho_{\text{resin}} \cdot 90\% = 6,5625 \text{ cm}^3 \cdot 1,13 \text{ gr/cm}^3 \cdot 90\% = 6,67 \text{ gr}$$

$$M_{\text{katalis}} = V_{\text{cetakan}} \cdot 90\% \cdot 1\% = 6,5625 \text{ cm}^3 \cdot 90\% \cdot 1\% = 0,05 \text{ cm}^3 \text{ atau } 0,05 \text{ ml}$$

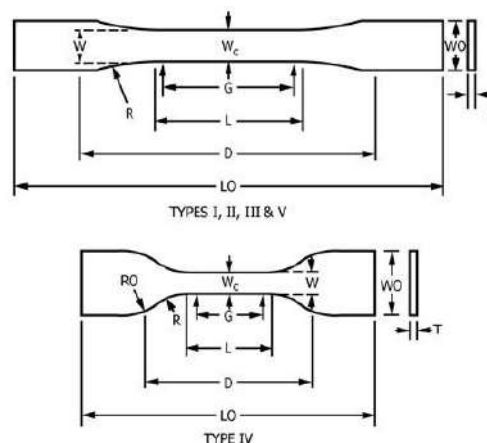
Langkah selanjutnya adalah timbang serat bambu dan resin sesuai perhitungan diatas, lalu berikan takaran katalis sesuai dengan perhitungan. Campurkan resin dengan katalis lalu aduk selama 2 menit, kemudian campurkan dengan serat bambu dan aduk selama 2 menit. Tuangkan resin yang sudah tercampur serat bambu kedalam cetakan, distribusikan secara merata. Biarkan selama beberapa hari agar komposit benar-benar kering. Lepas komposit dari cetakan jika sudah benar-benar kering seperti pada gambar 13.



Gambar 13 Komposit Yang Sudah Dilepas Dari Cetakan

#### d. Proses Pembuatan Komposit Sesuai Dengan ASTM D638

Setelah proses manufaktur cetakan ASTM D638 selesai, selanjutnya akan dilakukan adalah proses pembuatan pembuatan material komposit hingga menjadi spesimen uji tarik. Spesimen uji tarik dibuat dengan mengacupada ASTM D638 seperti pada gambar 14 dan tabel 2. Sebelum mengisi cetakan dengan material komposit, hal pertama yang harus dilakukan adalah menghitung volume ruang cetakan untuk mendapatkan berat serat bambu, resin dan katalis yang akan digunakan.



Gambar 14 Bentuk Spesimen ASTM D638



Tabel 2 Dimensi Spesimen ASTM D638

Dimensions (see drawings)	7 (0.28) or under		Over 7 to 14 (0.28 to 0.55), incl	4 (0.16) or under		Tolerances
	Type I	Type II	Type III	Type IV <sup>B</sup>	Type V <sup>C,D</sup>	
W—Width of narrow section <sup>E,F</sup>	13 (0.50)	6 (0.25)	19 (0.75)	6 (0.25)	3.18 (0.125)	±0.5 (±0.02) <sup>B,C</sup>
L—Length of narrow section	57 (2.25)	57 (2.25)	57 (2.25)	33 (1.30)	9.53 (0.375)	±0.5 (±0.02) <sup>C</sup>
WO—Width overall, min <sup>G</sup>	19 (0.75)	19 (0.75)	29 (1.13)	19 (0.75)	...	+ 6.4 (+ 0.25)
WO—Width overall, min <sup>G</sup>	...	...	...	...	9.53 (0.375)	+ 3.18 (+ 0.125)
LO—Length overall, min <sup>H</sup>	165 (6.5)	183 (7.2)	246 (9.7)	115 (4.5)	63.5 (2.5)	no max (no max)
G—Gage length <sup>I</sup>	50 (2.00)	50 (2.00)	50 (2.00)	...	7.62 (0.300)	±0.25 (±0.010) <sup>C</sup>
G—Gage length <sup>I</sup>	...	...	...	25 (1.00)	...	±0.13 (±0.005)
D—Distance between grips	115 (4.5)	135 (5.3)	115 (4.5)	65 (2.5) <sup>J</sup>	25.4 (1.0)	±5 (±0.2)
R—Radius of fillet	76 (3.00)	76 (3.00)	76 (3.00)	14 (0.56)	12.7 (0.5)	±1 (±0.04) <sup>C</sup>
RO—Outer radius (Type IV)	...	...	...	25 (1.00)	...	±1 (±0.04)

$$\text{Volume ruang cetakan} = P \times L \times T = 16,5 \text{ cm} \times 1,9 \text{ cm} \times 0,7 \text{ cm} = 21,945 \text{ cm}^3$$

Setelah mengetahui volume ruang cetakan, langkah selanjutnya adalah menghitung berat serat bambu, resin dan katalis dengan perbandingan 30% : 70% dan 30% : 90%.

$$M_{\text{bambu}} = V_{\text{cetakan}} \cdot \rho_{\text{bambu}} \cdot 30\% = 21,945 \text{ cm}^3 \cdot 0,51 \text{ gr/cm}^3 \cdot 30\% = 3,357 \text{ gr}$$

$$M_{\text{resin}} = V_{\text{cetakan}} \cdot \rho_{\text{resin}} \cdot 70\% = 21,945 \text{ cm}^3 \cdot 1,13 \text{ gr/cm}^3 \cdot 70\% = 17,358 \text{ gr}$$

$$M_{\text{katalis}} = V_{\text{cetakan}} \cdot 70\% \cdot 1\% = 21,945 \text{ cm}^3 \cdot 70\% \cdot 1\% = 0,15 \text{ cm}^3 \text{ atau } 0,15 \text{ ml}$$

$$M_{\text{bambu}} = V_{\text{cetakan}} \cdot \rho_{\text{bambu}} \cdot 30\% = 21,945 \text{ cm}^3 \cdot 0,51 \text{ gr/cm}^3 \cdot 30\% = 3,357 \text{ gr}$$

$$M_{\text{resin}} = V_{\text{cetakan}} \cdot \rho_{\text{resin}} \cdot 90\% = 21,945 \text{ cm}^3 \cdot 1,13 \text{ gr/cm}^3 \cdot 90\% = 22,31 \text{ gr}$$

$$M_{\text{katalis}} = V_{\text{cetakan}} \cdot 90\% \cdot 1\% = 21,945 \text{ cm}^3 \cdot 90\% \cdot 1\% = 0,19 \text{ cm}^3 \text{ atau } 0,19 \text{ ml}$$

Langkah selanjutnya adalah timbang serat bambu dan resin sesuai perhitungan diatas, lalu berikan takaran katalis sesuai dengan perhitungan. Campurkan resin dengan katalis lalu aduk selama 2 menit, kemudian campurkan dengan serat bambu dan aduk selama 2 menit. Tuangkan resin yang sudah tercampur serat bambu kedalam cetakan, distribusikan secara merata. Biarkan selama beberapa hari agar komposit benar-benar kering. Lepas komposit dari cetakan jika sudah benar-benar kering seperti pada gambar 15.



Gambar 15 Komposit Yang Sudah Dilepas Dari Cetakan

#### e. Pengujian Tarik Spesimen ASTM D638

Setelah proses pembuatan komposit selesai, proses selanjutnya adalah proses pengujian tarik spesimen ASTM D638. Yang nantinya akan ditampilkan pengolahan data hasil pengujian tarik. Data yang akan ditampilkan meliputi data hasil pengujian spesimen yang diuji menggunakan mesin uji tarik dan terdiri dari 2 spesimen dengan perbandingan jumlah dan berat serat bambu, resin, dan katalis yang berbeda.



Gambar 16 Spesimen ASTM D638 Sebelum Uji Tarik



Gambar 17 Spesimen ASTM D638 Sesudah Uji Tarik

Setelah dilakukan pengujian tarik sesuai dengan ASTM D638, maka akan didapat hasil pengujian yang ditampilkan dalam bentuk tabel dibawah ini.

Tabel 3 Hasil Uji Tarik Spesimen ASTM D638

No.	Width (mm)	Thickness (mm)	Sectional Area (mm <sup>2</sup> )	Yield Force (kN)	Yield Strength (MPa)	Ultimate Force (kN)	Ultimate Strength (Mpa)
1	30,0	7,0	210,0	1,55	7,4	2,09	10,0

Data hasil pengujian tarik komposit serat bambu sesuai dengan ASTM D638 diatas menunjukkan bahwa kekuatan tarik maksimum sebesar 10,0 MPa. Dari dua kali pengujian tarik yang dilakukan hanya satu spesimen saja yang berhasil, sedangkan satu spesimen lainnya gagal karena mengalami patah saat baru saja ditarik oleh mesin uji tarik sehingga data hasil pengujian tidak keluar.

#### f. Pengujian Tarik Spesimen ASTM D3039

Setelah proses pembuatan komposit selesai, proses selanjutnya adalah proses pengujian tarik spesimen ASTM D3039. Yang nantinya akan ditampilkan pengolahan data hasil pengujian tarik. Data yang akan ditampilkan meliputi data hasil pengujian spesimen yang akan diuji menggunakan mesin uji tarik dan terdiri dari 2 spesimen dengan perbandingan jumlah dan berat serat bambu, resin, dan katalis yang berbeda. Setelah dilakukan pengujian tarik sesuai dengan ASTM D3039, Dari dua kali pengujian tarik yang dilakukan tidak ada satupun spesimen yang berhasil atau gagal, karena mengalami patah saat baru saja ditarik oleh mesin uji tarik sehingga data hasil pengujian tidak keluar.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan diatas, maka kesimpulan yang didapat dari perancangan dan proses manufaktur cetakan material komposit serat bambu sesuai dengan ASTM D3039 dan ASTM D638 adalah proses perancangan menghasilkan dimensi cetakan material komposit sesuai dengan ASTM D3039 yaitu 215 mm × 65 mm, dan untuk cetakan material komposit sesuai dengan ASTM D638 adalah 200 mm × 59 mm. Dalam proses manufaktur, material yang dipilih adalah plat besi dengan ketebalan 1,5 mm untuk cetakan material komposit sesuai dengan ASTM D3039 dan 7 mm untuk cetakan material komposit sesuai dengan ASTM D638. Dan alat yang digunakan adalah mesin *frais/milling*, mesin gerinda, kikir, penggores, mistar, dan jangka sorong. Hasil pengujian tarik komposit serat bambu dengan menggunakan standar ASTM D3039 dan ASTM D638 didapatkan kekuatan tarik maksimum sebesar 10,0 MPa.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Alfian, E. L., Anggraeni, N. D., dan Putera, I. "Perancangan Cetakan Injection Molding Handpress Material Komposit Pphi Dan Serat Alam". *Machine: Jurnal Teknik Mesin*, 8(2), 12-16. 2022.
- [2] Hadi, S., & Perdana, M. "Pengaruh Bahan Komposit Ramah Lingkungan Terhadap Sifat Fisik dan Sifat Termal Komposit Alam". *J. Tek. Mesin*, 8(1), 34-38. 2018.
- [3] Sulaiman, M., & Rahmat, M. H. "Kajian Potensi Pengembangan Material Komposit Polimer Dengan Serat Alam Untuk Produk Otomotif". *Seminar Nasional Teknik Mesin*. 2018.
- [4] Ramadhani, D. "Penelitian Material Komposit Berpenguat Serat Alam Untuk Wadah Ikan Hidup Portable". *Penelitian Material, Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Perkapalan Depok, Januari*, 2-13. 2015.
- [5] Yulianto. "Analisa Pengaruh Ukuran Meshing Terhadap Sifat Mekanik Komposit Serat Bambu Hitam pada Aplikasi Kotak Pendingin". *Jurnal Teknik Mesin*, 1(1), 26-32. 2019.
- [6] Rahman, R., & Putra, S. Z. F. S. "Tensile Properties of Natural and Synthetic Fiber-Reinforced Polymer Composites". *Mechanical and physical testing of biocomposites, fibre-reinforced composites and hybrid composites*, 81-102. 2019.

- 
- [7] W. R. Wicaksana, T. D. Susanto, dan A. Herdiyanti, “Pembuatan Standar Operasional Prosedur (SOP) Manajemen Akses Untuk Aplikasi E-Performance Bina Program Kota Surabaya Berdasarkan Kerangka Kerja ITIL V3 dan ISO 27002”. *Sisfo*, vol. 06, no. 01, pp. 105–120, 2016.
- [8] Permana, W. D., Bayhaqi, I., & Handayani, C, “Perancangan Operation Process Chart Dan Pengukuran Waktu Baku Dengan Metode Stopwatch Time”. *Jurnal Teknik Mesin dan Industri (JuTMI)*, 1(1), 5-13.2022.
- [9] Mikell, P. Groover, *Fundamentals of Modern Manufacturing. Materials, Processes and Systems*, New York: John Wiley & Sons Inc, 2010.
- [10] Widarto, *Teknik Pemesinan untuk SMK*, Jakarta: Direktorat Jendral Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah, Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, Departemen Pendidikan Nasional, 2008.
- [11] Widarto, *Teknik Pemesinan Jilid 2 untuk Sekolah Menengah Kejuruan*, Jakarta: Direktorat Pembinaan SMK, DIKDASMEN, DEPDIKNAS, 2008.
- [12] Rochim, Taufiq, *Proses Gerinda*, Bandung: Institut Teknologi Bandung, 2007.
- [13] Sulistyarini, Novareza, Darmawan, dan Zefry, *Pengantar Proses Manufaktur untuk Teknik Industri*. Malang: Universitas Brawijaya Press, 2018.
- [14] Sularso, Kiyokatsu Suga, *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*, Jakarta: PT. Pradya Paramita, 2004.
- [15] Permana, W. D., Bayhaqi, I., & Handayani, C, “Perancangan Operation Process Chart Dan Pengukuran Waktu Baku Dengan Metode Stopwatch Time”. *Jurnal Teknik Mesin dan Industri (JuTMI)*, 1(1), 5-13.2022.

# Sistem Informasi Jasa Titip Pembelian Tiket Konser Berbasis Online pada “Naren Tiket”

Kresna Wira Widjanarko<sup>1\*</sup>, Desti Fitriati<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila, Jakarta

**Abstrak.** Penyedia layanan jasa titip pembelian tiket konser sering kali menemui beberapa permasalahan, mulai dari pelanggan sering kali mengganti informasi miliknya sehingga dibutuhkan pengecekan ekstra, penginputan data masih manual, pengurangan tingkat pembelian karena proses pemesanan tiket masih harus dilakukan dengan memesan via nomer telepon melalui aplikasi *WhatsApp*, selain itu juga pada penelitian lain belum ada proses *refund* dan bagaimana cara pelanggan melihat tiket yang mana yang sudah diminati sebelumnya untuk dipesan. Oleh karena permasalahan itu, dibuatlah Sistem Informasi Jasa Titip Pembelian Tiket Konser Berbasis *Online* untuk mengatasi beberapa masalah yang dihadapi. Skripsi ini akan membahas tentang pembuatan Sistem Informasi yang tepat dan mudah digunakan. Berdasarkan temuan dari wawancara, dilakukan studi literatur untuk memperoleh pemahaman yang lebih mendalam tentang praktik terbaik dalam pengembangan Sistem Informasi jasa titip pembelian tiket konser berbasis online. Metode yang digunakan pada pembuatan Sistem menggunakan *Software Development Life Cycle (SDLC) Waterfall* dan nantinya akan dilakukan pengujian dengan metode *Black Box Testing*. Sistem Informasi yang dikembangkan akan memungkinkan pemilik/pegawai untuk dengan mudah melakukan input data pemesanan tiket, melakukan pengecekan data secara cepat, meningkatkan proses pembelian jasa titip, memberikan fasilitas *refund* yang mudah kepada pelanggan, dan memudahkan pelanggan dalam mencari tiket yang sudah diminatinya. Diharapkan sistem ini dapat meningkatkan daya guna dan kualitas layanan pada "Naren Tiket", serta memberikan pengalaman yang lebih baik bagi pelanggan.

**Kata kunci**—*Black Box Testing; Refund; Sistem Informasi; Software Development Life Cycle (SDLC); Waterfall.*

## 1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi berdampak besar pada industri hiburan, terutama dalam hal penjualan tiket konser. Konser adalah salah satu bentuk hiburan paling populer dan tiket adalah persyaratan untuk menghadiri acara tersebut. Penggunaan internet yang berkembang pesat dalam beberapa tahun terakhir juga mempengaruhi penjualan tiket konser [1]. Karena teknologi telah memungkinkan penjualan tiket konser secara online, yang sebelumnya hanya dapat dilakukan secara *offline* melalui loket atau agen tiket konvensional.

Awalnya, tiket konser hanya bisa dijual secara *offline*. Konsumen harus membeli tiket langsung dari loket fisik atau melalui penjual tiket konvensional. Proses pembelian tiket ini seringkali memakan waktu yang cukup banyak dan tenaga untuk mengantri di tempat penjualan tiket. Selain itu, antrean yang panjang dan jumlah tiket yang terbatas seringkali menjadi kendala bagi konsumen untuk mendapatkan tiket yang diinginkan.

Namun dengan teknologi informasi berbasis website, cara penjualan tiket konser sudah banyak berubah. Kini konsumen dapat dengan mudah membeli tiket secara *online* melalui berbagai platform tiket *online*. Proses pembelian tiket lebih sederhana, konsumen tidak perlu lagi mengantri dan dapat membeli tiket secara cepat dan mudah dengan perangkat elektroniknya. Selain itu, teknologi tersebut memungkinkan konsumen untuk memilih tempat duduk atau area konser sesuai dengan preferensi mereka.

---

\* Corresponding author: [kresna.wira8@gmail.com](mailto:kresna.wira8@gmail.com)

Meski penjualan tiket secara *online* memberikan kemudahan bagi konsumen, namun beberapa masalah muncul seperti: Penipuan tiket yang dilakukan oleh layanan jasa titip tiket lain yang dilakukan di internet khususnya media sosial; kesulitan mendapatkan tiket karena harus bersaing dengan massa yang banyak; jadwal pembelian tiket yang dibuka pada hari kerja sehingga membuat pelanggan cuti kerja hanya untuk membeli tiket yang belum tentu bisa didapatkan; serta adanya kenaikan harga tiket oleh pelayanan jasa titip tiket konser akibat tingginya peminat. Oleh karena itu, perlu adanya solusi yang dapat mengatasi masalah tersebut.

Naren Tiket merupakan sebuah layanan penyedia jasa titip pembelian tiket, khususnya pembelian tiket konser. Naren Tiket telah melayani pelanggannya sejak 12 Agustus 2022 dan telah melakukan pembelian tiket pada beberapa konser besar seperti yang baru saja terjadi yaitu konser boyband asal Korea Selatan “NCT Dream” di Jakarta. Di samping upaya menghadirkan solusi dari permasalahan yang disebutkan sebelumnya, Naren Tiket memiliki beberapa permasalahan yang terjadi. Berdasarkan hasil wawancara yang telah dilakukan dengan pemilik Naren Tiket, permasalahan yang ada yaitu pencatatan masih dilakukan secara *input* manual ke *Ms.Excel* dan pengecekan melalui aplikasi *WhatsApp*. Ketika ada pelanggan yang ingin mengganti informasi, maka dilakukan pengecekan melalui dua aplikasi yang terpisah, sehingga membutuhkan pengecekan ekstra dan membuang waktu. Pelanggan juga kesulitan mendapatkan tiket karena harus bersaing dengan pembeli lain yang jumlahnya banyak dalam waktu bersamaan. Kemudian menurunnya potensi pembelian tiket oleh pelanggan disebabkan oleh penggunaan aplikasi *WhatsApp* yang sifatnya pribadi.

Ada beberapa penelitian sebelumnya di bidang tiket konser musik salah satunya adalah yang dilakukan oleh Wahyudi [2] yang membuat Aplikasi Sistem *E-Ticketing* Konser Musik Dengan *Seating Number* Pada Website *Motikdong.Com* sistem ini dirancang agar pelanggan bisa langsung memilih kursi saat memesan tiket konser di website, sehingga tidak merepotkan pelanggan pada saat penukaran tiket fisik pada hari-H. Penelitian lain yang dilakukan oleh Ratih Pinandita dan kawan-kawan [3] yang membuat Sistem Informasi Pemesanan Tiket Konser di Malang. Sistem ini dibuat untuk memberikan kemudahan kepada pelanggan untuk membeli tiket konser melalui website sehingga pemesanan tiket bisa dilakukan dengan mudah bagi semua pelanggan. Keunggulan sistem dari sisi pembeli adalah dapat melakukan pencarian tiket konser dengan menginputkan kata pada kolom pencarian. Penelitian lain tentang pemesanan tiket dilakukan oleh Julianto Simatupang dan Setiawan Sianturi [4] yang Sistem Informasi Pemesanan Tiket Bus Pada Po. Handoyo Berbasis *Online*. Sistem Informasi yang dibuat bertujuan untuk membangun sistem yang dapat memberikan informasi cepat dan tepat serta akurat kepada public khususnya para calon penumpang. Selain itu, Sistem Informasi ini juga dapat memudahkan calon penumpang dalam melakukan booking tiket, sehingga tidak perlu menghabiskan waktu dan tenaga untuk memesan tiket. Penelitian lain yang dilakukan oleh Wahyudi [5] yang membuat Sistem Informasi Penjualan Tiket Konser Musik Pada PT. Insan Karya Aruna Nusa (*Motikdong.Com*). Sistem Informasi ini dapat memudahkan pelanggan untuk membeli tiket dari mana pun dan kapan pun, serta jika dilihat dari sisi admin dapat memudahkan untuk mengetahui siapa saja yang membeli tiket serta membuat laporannya. Penelitian lain juga dilakukan oleh Khuzaipi dan kawan-kawan [6] yang membuat Sistem Informasi Pemesanan Tiket Konser Musik Theater berbasis Website. Sistem Informasi ini dibuat untuk memberikan kemudahan kepada penggemar musik di Indonesia untuk bisa memperoleh informasi terbaru (tanggal konser, lokasi konser) mengenai konser yang akan diselenggarakan serta dapat memesan tiket secara mudah dan cepat.

Dari beberapa penelitian yang telah disebutkan sebelumnya bisa disimpulkan bahwa Sistem Informasi yang dibangun dapat mempermudah pelanggan untuk memperoleh informasi seputar konser yang akan diselenggarakan serta dapat memesan tiket dengan mudah. Namun dari beberapa penelitian tersebut, ada beberapa kekurangan yang terjadi. Beberapa kekurangan yang terjadi adalah tidak adanya sistem *refund* dana. Dengan adanya kekurangan tersebut maka pelanggan yang ingin mengurungkan niatnya untuk membeli tiket dikarenakan satu dan lain hal tidak bisa melakukan *refund* dana. Selain itu beberapa kekurangan lain yaitu tidak adanya fitur *bookmark*, fitur tersebut jika diterapkan mampu membuat pelanggan melihat tiket yang akan dibeli lebih cepat jika suatu saat ia ingin melihat kembali tiket yang ingin dia beli tanpa harus mencari-carinya lagi. Melihat kondisi tersebut, perlu adanya Sistem Informasi yang mampu mengatasi masalah-masalah tersebut sehingga hal ini dapat meningkatkan keunggulan Naren Tiket dari kompetitor lainnya. Selain itu juga mampu meningkatkan daya tarik lebih kepada pelanggan dengan adanya peningkatan ini. Dengan adanya peningkatan ini juga diharapkan mampu memperluas usaha jasa titip tiket Naren Tiket untuk bisa selalu berkembang dan meningkatkan penjualannya serta mampu melayani kebutuhan pelanggan dengan lebih baik lagi kedepannya.



## 2. METODE

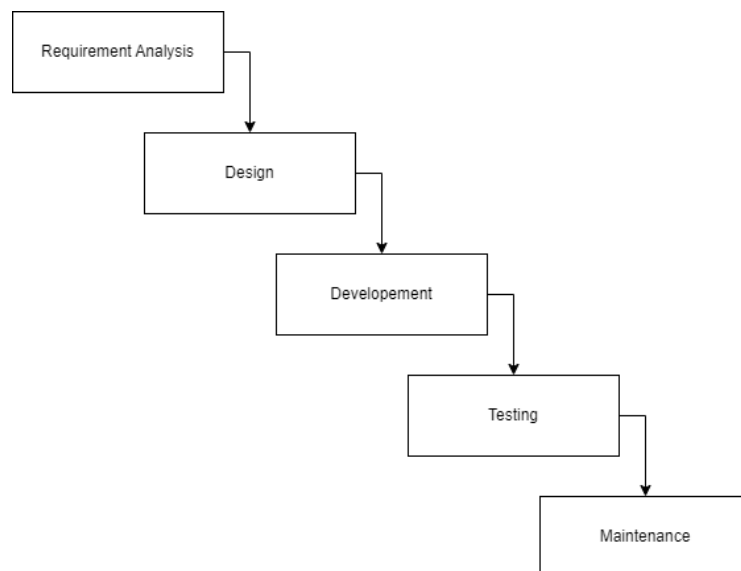
### a. Tahap Pengumpulan Data

Tahap pengumpulan data adalah proses yang melibatkan langkah-langkah untuk mengetahui dan memperoleh informasi yang diperlukan dalam pembuatan sistem informasi. Beberapa tahap yang diperlukan untuk mengumpulkan informasi yang sesuai dengan kebutuhan adalah sebagai berikut:

- Studi Literatur  
Teknik studi literatur dilakukan dengan membaca dan menganalisis literatur yang terkait dengan topik penelitian dari berbagai sumber seperti jurnal-jurnal yang dipublikasikan, website resmi, peraturan, media masa, skripsi, dll.
- Wawancara  
Teknik wawancara dilakukan dengan mengajukan pertanyaan secara langsung kepada pemilik Naren Tiket yang berkaitan dengan topik penelitian.

### b. Tahap Pengelolaan Data

Dalam proses penelitian ini, metode *Software Development Life Cycle (SDLC) Waterfall* digunakan untuk melakukan pengolahan data. Metode Waterfall adalah salah satu model pengembangan aplikasi yang menekankan pada fase-fase sistematis [7][8]. Keuntungan dari metode ini adalah memungkinkan untuk departementalisasi dan kontrol proses [9], serta memudahkan untuk mengidentifikasi dan mengendalikan risiko [10]. Namun, metode ini juga memiliki kelemahan seperti tidak fleksibel terhadap perubahan, biaya tinggi, dan waktu yang lama [11]. Gambar 1 adalah gambaran dari proses pengembangan sistem informasi yang dibuat.



Gambar 1 *Software Development Life Cycle Waterfall*

Metode pengembangan *waterfall* memiliki beberapa tahapan-tahapan yang dilakukan sebagai berikut:

- Analisis Kebutuhan  
Tahap ini merupakan awal dari pengembangan perangkat lunak dan bertujuan untuk mengumpulkan informasi tentang kebutuhan pengguna. Pada tahapan ini akan mempelajari dan mengetahui fitur utama pada sistem. Wawancara dengan pemilik Naren Tiket untuk mengetahui permasalahan apa yang dihadapi sebelumnya dan menentukan solusi berupa fitur-fitur.
- Desain  
Pada tahap ini, hasil dari analisis kebutuhan digunakan untuk merancang desain sistem yang akan dikembangkan. Hal yang akan dilakukan yaitu membuat desain sistem dengan merancang struktur data, antarmuka pengguna, serta database dan arsitektur sistem. Mendesain halaman antarmuka pengguna yang user-friendly menggunakan aplikasi figma, membuat UML dengan draw.io berdasarkan data yang didapat.
- Pengembangan  
Pada tahapan ini proses pembuatan kode program atau coding akan dilakukan dengan mengikuti rancangan pada tahapan sebelumnya. Proses dilakukannya coding dengan menggunakan aplikasi

visual studio code, front-end dengan Bootstrap v5.2, back-end dengan CodeIgniter v4, database dengan MySQL.

- **Pengujian**  
Setelah sistem telah selesai dibangun, tahapan selanjutnya yaitu melakukan pengujian untuk memastikan bahwa sistem berjalan dengan baik dan memenuhi kebutuhan pengguna. Testing dengan form yaitu melakukan test pada fitur-fitur yang telah dibuat serta melakukan skenario user.
- **Pemeliharaan**  
Tahapan terakhir dalam metode waterfall adalah pemeliharaan. Setelah sistem telah diterima oleh pengguna lalu selanjutnya akan dilakukan pemeliharaan sistem dengan tujuan untuk memperbaiki kesalahan atau bug agar sistem bisa selalu bekerja dengan baik. Jika ada bug maka akan diperbaiki selama masih dalam waktu yang ditentukan.

### 3. HASIL

#### a. Analisis Sistem

Analisis Permasalahan

Berikut adalah beberapa permasalahan yang dihadapi oleh Naren Tiket:

- Pencatatan manual menggunakan aplikasi WhatsApp atau direct messages;
- Pembeli sering mengganti datanya sehingga pihak Naren Tiket membutuhkan waktu lebih dalam pencatatan data dan membuat komunikasi jadi rumit karena pelanggan yang banyak;
- Potensi pembelian tiket berkurang karena menggunakan aplikasi WhatsApp, penggunaan WhatsApp dianggap privasi.

Analisis Kebutuhan

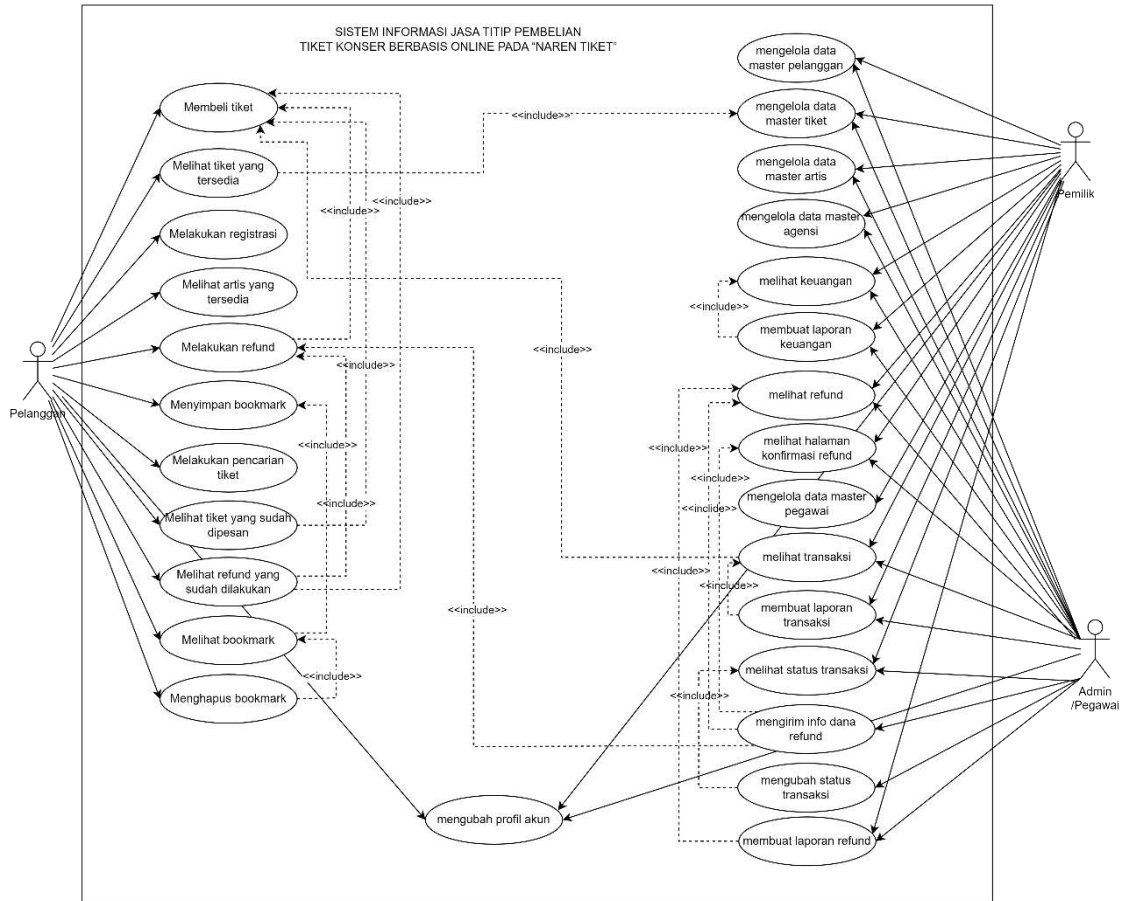
Analisis kebutuhan adalah proses untuk mengetahui permasalahan dan menghasilkan solusi yang relevan. Analisis kebutuhan juga memiliki tujuan untuk mengetahui apa saja yang diperlukan dalam membangun sistem informasi jasa titip pembelian tiket konser berbasis online pada naren tiket yang sesuai dengan kebutuhan.

Solusi Permasalahan

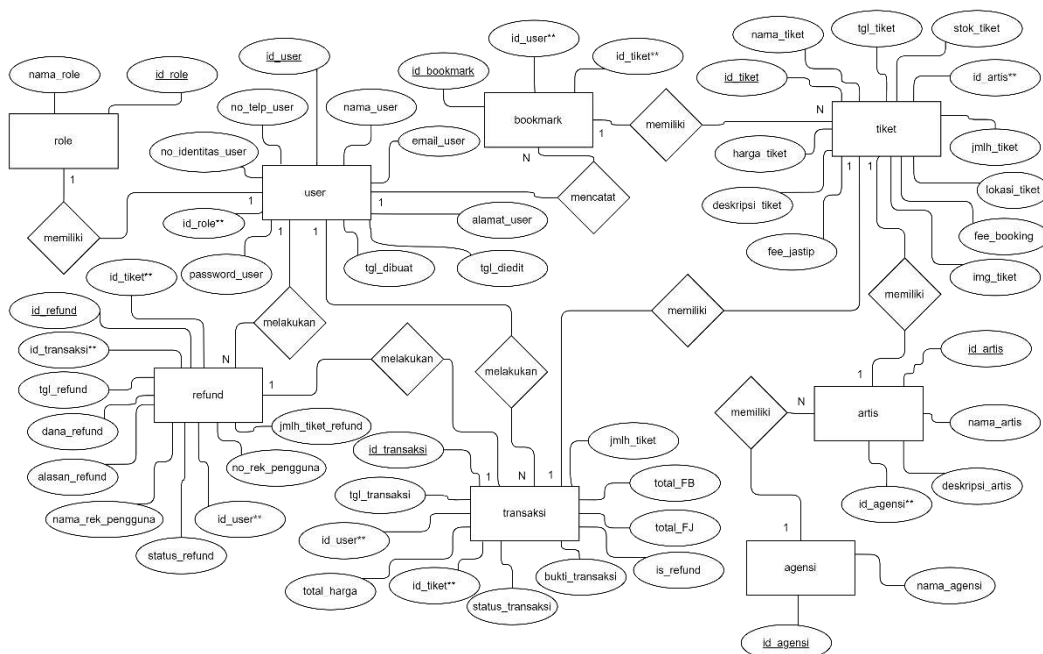
Setelah mempelajari dan mengetahui permasalahan yang dihadapi oleh Naren Tiket, maka diperlukan adanya Sistem Informasi. Sistem Informasi tersebut juga memiliki beberapa fitur utama yaitu bookmark, pembelian tiket, dan proses refund. Oleh karena itu, dibentuklah solusi permasalahan berupa Sistem Informasi.

#### b. Pemodelan Sistem

Unified Modelling Language (UML) merupakan sarana bahasa pemodelan yang dipergunakan untuk mengilustrasikan struktur sistem yang akan dibangun. Pemodelan sistem dilakukan untuk menunjukkan tata letak desain secara terstruktur, memastikan susunan yang tertata rapi, dan menjamin kesesuaian saat sistem dibangun. Gambar 2 menjelaskan aktor yang ada pada sistem dengan setiap *use case*-nya dan gambar 3 menjelaskan entitas untuk *database* yang digunakan pada sistem informasi.



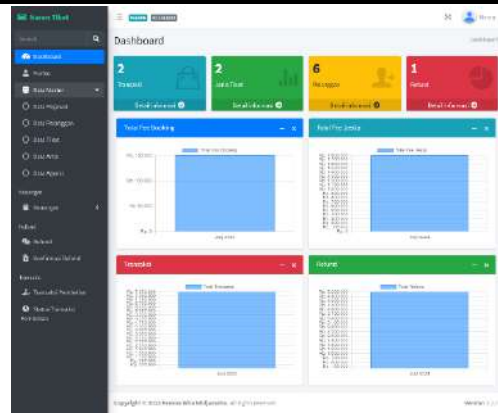
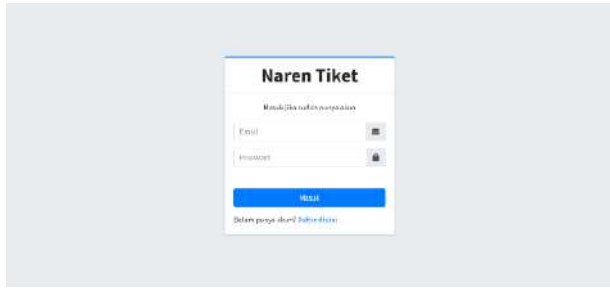
Gambar 2 Use case diagram seluruh aktor



Gambar 3 Entity relationship diagram

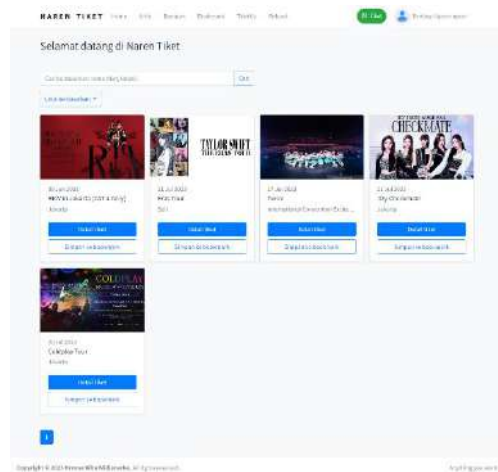
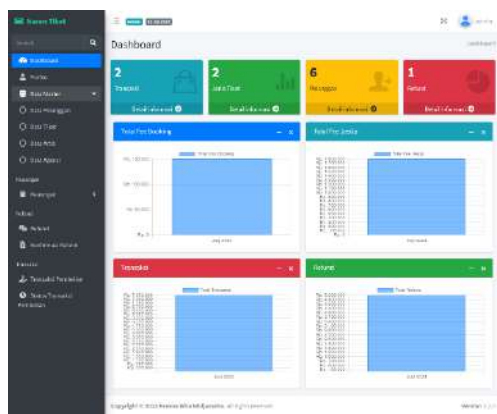
### c. Implementasi

Setelah tahapan perancangan selesai, pembuatan Sistem Informasi dilakukan dengan mengadopsi bahasa pemrograman *PHP* menggunakan *framework CodeIgniter* versi 4, serta memanfaatkan basis data *MySQL*. Tambahan, *framework Bootstrap* versi 4 digunakan untuk memperbaiki tampilan antarmuka halaman dalam sistem.



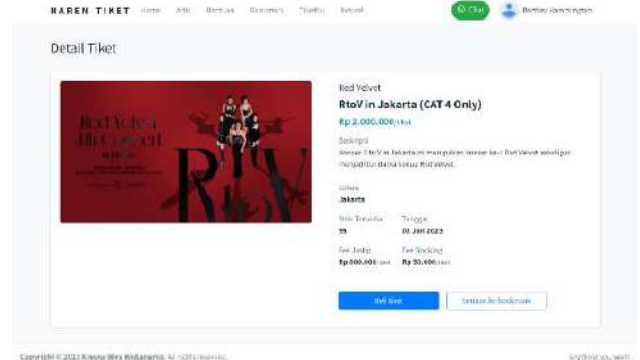
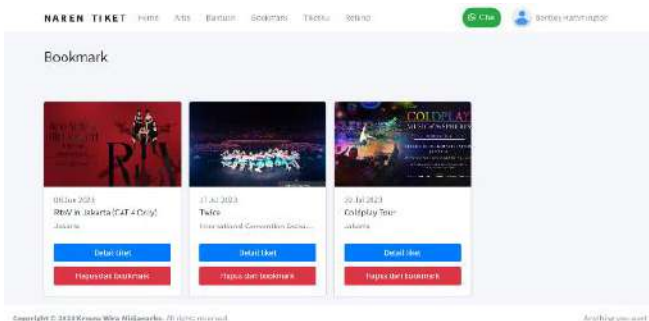
(a) (b)  
Gambar 4 (a) Halaman *login* (b) Halaman *dashboard* pemilik

Gambar 4 (a) adalah halaman yang akan ditampilkan kepada semua aktor untuk *login*. Gambar 4 (b) adalah tampilan dari halaman *dashboard* untuk aktor pemilik.



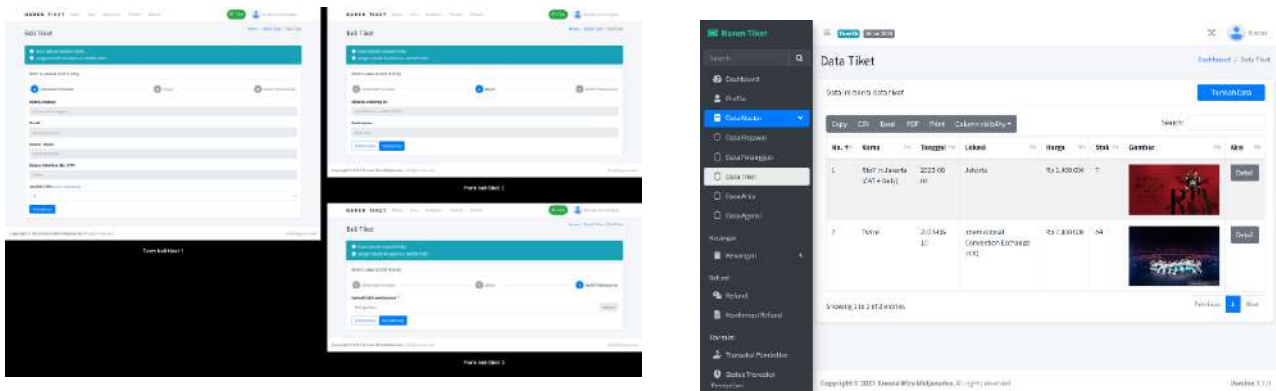
(a) (b)  
Gambar 5 (a) Halaman *Dashboard Pegawai* (b) Halaman *Beranda Pelanggan*

Gambar 5 (a) adalah tampilan dari halaman *dashboard* untuk aktor pegawai. Gambar 5 (b) adalah halaman utama ketika aktor pelanggan berhasil *login* dengan akun yang sudah dimiliki.



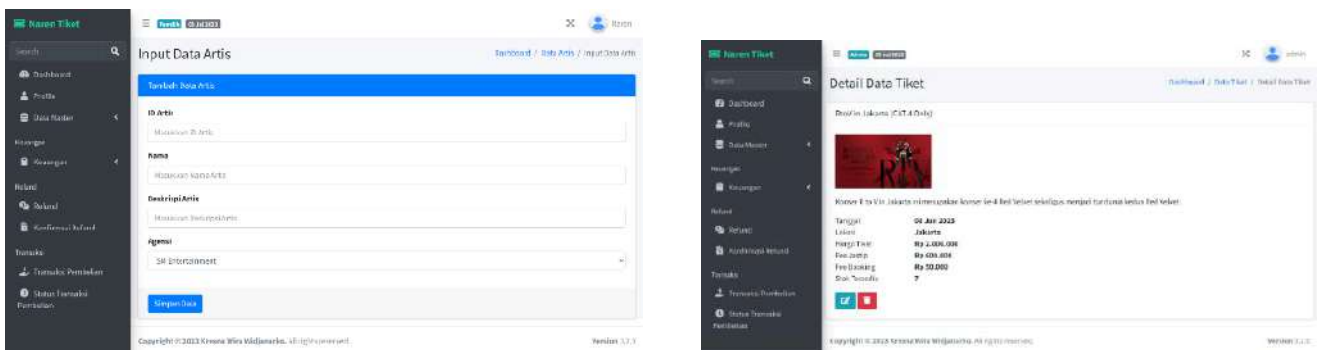
(a) (b)  
Gambar 6 (a) Halaman *bookmark* (b) Halaman detail tiket pelanggan

Gambar 6 (a) adalah halaman bookmark yang berisi tiket yang ingin dibeli nanti oleh pelanggan tersebut. Gambar 6 (b) adalah halaman yang berisikan detail informasi seputar tiket yang dijual.



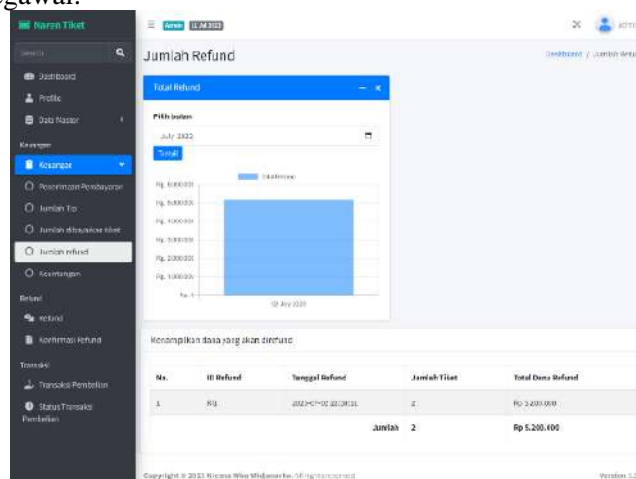
(a) (b)  
Gambar 7 (a) Halaman *form* beli tiket (b) Halaman master tiket

Gambar 7 (a) adalah halaman ketika pelanggan memilih jumlah tiket, melakukan pembayaran, dan mengirimkan bukti pembayaran yang berhasil dilakukan. Gambar 7 (b) adalah tampilan master tiket dimana pemilik dan atau pegawai bisa membuat, membaca, mengedit, dan menghapus data tiket.



(a) (b)  
Gambar 8 (a) Halaman tambah artis (b) Halaman detail tiket pada aktor pemilik/pegawai

Gambar 8 (a) adalah tampilan ketika ingin menambah data artis baru. Gambar 8 (b) adalah tampilan detail tiket pada aktor pemilik/pegawai.



Gambar 9 Halaman keuangan jumlah refund  
Gambar 9 adalah tampilan ketika pemilik/pegawai ingin melihat keuangan jumlah *refund*.



#### 4. KESIMPULAN

Kesimpulan dari sistem informasi jasa titip pembelian tiket konser berbasis *online* pada “Naren Tiket” adalah sistem informasi jasa titip pembelian tiket konser berbasis *online* pada “Naren Tiket” yang telah dibuat menyediakan fitur pengelolaan master tiket sehingga memudahkan pegawai dan pemilik dalam penginputan data tiket konser, sistem informasi jasa titip pembelian tiket konser berbasis *online* pada “Naren Tiket” yang telah dibuat menyediakan dan menampilkan tabel yang berisi data transaksi dan data pelanggan sehingga mempermudah dan mempercepat pegawai atau pemilik dalam pengecekan data, sistem informasi jasa titip pembelian tiket konser berbasis *online* pada “Naren Tiket” yang telah dibuat memiliki fitur *refund*. Jika pembeli batal menghadiri konser, pelanggan dapat mengajukan *refund* ke Naren Tiket. *Refund* akan diproses sesuai dengan kebijakan yang berlaku di Naren Tiket, sistem informasi jasa titip pembelian tiket konser berbasis *online* pada "Naren Tiket" yang telah dibuat memiliki fitur *bookmark*. Pertama pelanggan menyimpan tiket yang diminati ke halaman *bookmark* dengan menekan tombol simpan ke *bookmark*, lalu dia bisa membuka halaman *bookmark* untuk mencari tiket yang ia minati.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Z. H. Siregar, “Faktor-Faktor yang Berpengaruh terhadap Minat Penggunaan Traveloka Berbasis Teknologi Informasi,” Jurnal Ilmiah Mahasiswa FEB Universitas Brawijaya, vol. 6, no. 2, hlm. 1–18, 2018.
- [2] Wahyudi, “PENGEMBANGAN APLIKASI SISTEM E-TICKETING KONSER MUSIK DENGAN SEATING NUMBER PADA WEBSITE MOTIKDONG.COM,” Akrab Juara : Jurnal Ilmu-ilmu Sosial, vol. 5, no. 1, hlm. 180–187, Feb 2020.
- [3] R. Pinandita, F. Pradana, dan W. H. N. Putra, “Pengembangan Sistem Informasi Pemesanan Tiket Konser Malang Berbasis Web,” Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer, vol. 3, no. 7, hlm. 7068–7077, Jul 2019.
- [4] J. Simatupang dan S. Sianturi, “PERANCANGAN SISTEM INFORMASI PEMESANAN TIKET BUS PADA PO. HANDOYO BERBASIS ONLINE,” Jurnal Intra Tech , vol. 3, no. 2, hlm. 11–25, Okt 2019.
- [5] Wahyudi, “PERANCANGAN SISTEM INFORMASI PENJUALAN TIKET KONSER MUSIK PADA PT. INSAN KARYA ARUNA NUSA (MOTIKDONG.COM),” Akrab Juara : Jurnal Ilmu-ilmu Sosial, vol. 4, no. 3, hlm. 11–20, Agu 2019.
- [6] Khuzaipei, M. Susanti, dan M. Rahmawati, “Sistem Informasi Pemesanan Tiket Konser Musik Theater Berbasis Website,” Bianglala Informatika, vol. 9, no. 2, hlm. 84–89, 2021.
- [7] BSI.TODAY, “Metode Waterfall,” <https://bsi.today/metode-waterfall/>, 25 April 2023.
- [8] REDAKSI JAGOAN HOSTING, “Metode Waterfall: Pengertian, Tahapan, Kelebihan & Kelemahan,” <https://www.jagoanhosting.com/blog/metode-waterfall/>, 3 Februari 2022.
- [9] Binus University, “Mengenal Metode pembuatan sistem informasi Waterfall,” <https://binus.ac.id/bandung/2019/11/mengenal-metode-pembuatan-sistem-informasi-waterfall/>, 2019.
- [10] Dini, “Kelebihan dan Kekurangan Metode Waterfall dalam Pengembangan Sistem,” <https://dosenit.com/kuliah-it/teknologi-informasi/kelebihan-dan-kekurangan-metode-waterfall>, 2016.
- [11] topkarir, “Kelebihan dan Kekurangan Metode Waterfall, Begini Cara Kerjanya,” <https://www.topkarir.com/article/detail/kelebihan-dan-kekurangan-metode-waterfall-begini-cara-kerjanya>, 14 April 2021.

# Sistem Informasi Pengelolaan Penjualan Kue Berbasis Online (Studi Kasus: Ara Cake)

Krisna Aditya Herlambang<sup>1\*</sup>, Desti Fitriati<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila, Jakarta

**Abstrak.** Pihak Ara Cake merasa sulit mencari riwayat pemesanan karena pencatatan yang masih menggunakan kertas sehingga ketika menjadi banyak akan tertumpuk dan sulit untuk dicari. Penggunaan kertas sebagai media pencatatan juga memungkinkan terjadinya ketidakkonsistenan data serta meningkatkan terjadinya kesalahan. Sejak tahun 2020 saat pandemi COVID-19 melanda dunia, Ara Cake menjadi salah satu bisnis yang terkena dampaknya yang membuat omset dari bisnis tersebut turun. Oleh karena itu, diperlukan adanya Sistem Informasi untuk mengatasi hal-hal tersebut. Metode pengumpulan data dalam penelitian ini menggunakan wawancara dan studi literatur. Untuk model perancangan sistem menggunakan *Software Development Life Cycle* jenis *Waterfall*. Sistem Informasi Pengelolaan Penjualan Kue berbasis *Online* membuktikan bahwa sistem mampu membantu mengatasi permasalahan yang dirasakan pihak Ara Cake.

**Kata kunci:** *Pengelolaan Penjualan Kue; Sistem Informasi; Pencatatan Kertas; Waterfall.*

## 1. PENDAHULUAN

Salah satu bisnis rumahan yang ada di masyarakat yakni penjualan kue. Kue adalah makanan manis yang biasanya disajikan sebagai makanan ringan atau makanan penutup. Kue memiliki berbagai jenis mulai dari kue basah seperti kue pukis, dadar gulung, bika ambon, dan kue lapis, hingga kue kering seperti kue nastar, putri salju, dan sagu keju. Dengan keberagaman jenis kue tersebut juga meningkatkan daya tarik bisnis kue. Di Indonesia sendiri, potensi keuntungan bisnis kue kering dan basah cukup besar. Menurut sebuah laporan, pasar produk roti di Asia Tenggara, termasuk Indonesia, diperkirakan tumbuh sebesar 7,67% pada tahun 2026, dengan nilai pasar sebesar USD 13,5 miliar pada tahun 2020 [1].

Penggunaan teknologi khususnya internet bagi penjualan kue memiliki berbagai manfaat. Manfaat yang dirasakan salah satunya yaitu dalam hal kenyamanan [2]. Misalnya dengan memesan kue secara *online*, pelanggan mendapatkan kemudahan membeli kue dari rumahnya. Terlebih lagi, kue dikirim langsung ke depan rumah [2].

Ara Cake merupakan suatu bisnis *online* yang menjual beragam pilihan kue kering dan basah yang bisa dipesan melalui media Whatsapp dan Instagram. Sektor penjualan Ara Cake meliputi daerah Cibinong dan sekitarnya. Berdasarkan hasil wawancara bersama pegawai sekaligus salah satu pemilik bisnis tersebut, Ara Cake memiliki beberapa permasalahan. Permasalahan tersebut yaitu proses pemesanan bahan tidak tercatat dengan baik, kertas catatan yang sering hilang, dan jika dicatat pada *note* maka akan tertumpuk oleh *notes* lain. Pegawai Ara Cake juga merasa kesulitan untuk mencari riwayat *order* atau riwayat pemesanan. Proses pencatatan yang masih konvensional menggunakan kertas juga memungkinkan pencatatan tidak konsisten dan meningkatkan terjadinya kesalahan.

Selain permasalahan di atas, Ara Cake juga menjadi salah satu bisnis yang terkena dampak dari adanya virus corona atau COVID-19. Dampak yang dimaksud adalah adanya penurunan order dibandingkan masa sebelum pandemi. Oleh karena itu, Ara Cake memerlukan solusi untuk meningkatkan kembali penjualan dan menyelesaikan permasalahan yang ada.

---

\* Corresponding author: [krisna.aditya07@gmail.com](mailto:krisna.aditya07@gmail.com)

Pada penelitian sebelumnya di bidang penjualan kue terdapat beberapa penelitian yang dilakukan salah satunya oleh Ita [3] yang membangun Sistem Informasi Penjualan Kue Berbasis Web. Sistem Informasi yang dibangun digunakan untuk membantu kegiatan operasional produksi, promosi, dan transaksi menjadi lebih baik dan memudahkan dalam bertransaksi, serta mendapatkan laporan penjualan dan pendapatan lebih akurat dan terperinci. Penelitian lain dilakukan oleh Riswandi Ishak, Handini Widyastuti, dan Setiaji [4] yang membangun Sistem Informasi Penjualan kue dan roti untuk memperkenalkan dan menjual secara *online* serta menghasilkan informasi produk-produk yang dijual. Selain itu terdapat juga laporan penjualan bagi pemilik. Dengan adanya website pemasaran tersebut diharapkan dapat membantu bisnis dalam meningkatkan pelayanan dan penjualan di berbagai wilayah baik dalam kota maupun luar kota. Selanjutnya penelitian dilakukan oleh Gani Hudaya, Asep Deddy Supriatna, dan Sri Rahayu [5] yang membangun Sistem Informasi Penjualan toko kue berbasis web. Sistem Informasi yang dibuat memudahkan konsumen untuk melakukan pembelian dan transaksi secara *online*, dan tidak perlu mendatangi toko kue secara langsung. Berdasarkan hasil penelitian tersebut diperoleh kesimpulan bahwa pengembangan Sistem Penjualan kue berbasis web diharapkan mampu meningkatkan penjualan dan mendatangkan konsumen melalui *online* atau pun *offline*. Penelitian lain yang dilakukan oleh Matahari, Sahiruddin, Dewi Kholifah, dan Muhammad Hadad Ardianto [6] yang menghasilkan sebuah Sistem Informasi Penjualan pada toko Ina Cakes. Hasil penelitian tersebut membuktikan bahwa Sistem Informasi yang dibuat dinilai layak digunakan. Penelitian lain juga dilakukan oleh Junnary Trivosa Evaliana Loho dkk [7] yang menghasilkan suatu Sistem Informasi berbasis web yang dapat digunakan oleh pihak *managerial* Echax Cake untuk membuat pembelian melalui aplikasi *online*. Hasil penelitian ini adalah sistem yang dibangun dapat digunakan oleh pihak *managerial* untuk memasarkan dan melakukan transaksi penjualan secara *online*.

Berdasarkan beberapa penelitian yang telah dijelaskan sebelumnya, maka bisa disimpulkan bahwa Sistem Informasi memiliki banyak manfaat dan nilai positif bagi sisi bisnis dan juga bagi pelanggan yang membeli produk kue. Namun, beberapa penelitian tersebut masih memiliki beberapa kekurangan yang bisa ditingkatkan kembali. Kekurangan dari Sistem Informasi yang dibuat dalam penelitian-penelitian sebelumnya seperti tidak adanya fitur pencatatan resep kue. Fitur tersebut jika diterapkan mampu memudahkan penjual dalam menjaga kualitas kue yang dibuat karena adanya catatan kue yang rapih serta mudah ditemukan dan tidak hilang jika dicatat pada kertas atau buku. Kekurangan lain dari penelitian sebelumnya yaitu tidak adanya fitur pengelolaan bahan baku. Fitur tersebut jika ditambahkan akan membantu bisnis penjualan kue melacak sisa bahan baku yang tersedia dengan mudah hanya dengan melihat sistem tanpa harus mengecek langsung ke gudang atau tempat penyimpanan bahan baku. Kekurangan lainnya juga ada yakni tidak adanya status pemesanan kue seperti apakah pesanan sudah diterima oleh penjual, apakah kue sudah bisa dikirim, dan status lainnya. Oleh karena itu, perlu adanya Sistem Informasi yang mampu menangani permasalahan tersebut dan mampu meningkatkan daya jual dari Ara Cake. Dengan adanya pembuatan Sistem Informasi dan beberapa fitur yang ada diharapkan mampu meningkatkan kembali penjualan dari Ara Cake, mampu meningkatkan daya jual Ara Cake, dan menyelesaikan masalah-masalah yang dialaminya.

## 2. METODE

### a. Tahap Pengumpulan Data

Tahap pengumpulan data adalah proses dalam mendapatkan informasi apa saja yang dibutuhkan dalam proses pembuatan sistem informasi. Untuk mendapatkan informasi-informasi yang dibutuhkan maka dilakukan beberapa tahap sebagai berikut:

#### 1) Studi Literatur

Studi literatur dilakukan dengan cara mencari sumber-sumber rujukan yang relevan terhadap topik penelitian. Sumber rujukan yang digunakan berasal dari jurnal-jurnal yang dipublikasikan, website resmi, peraturan, media masa, skripsi, dll.

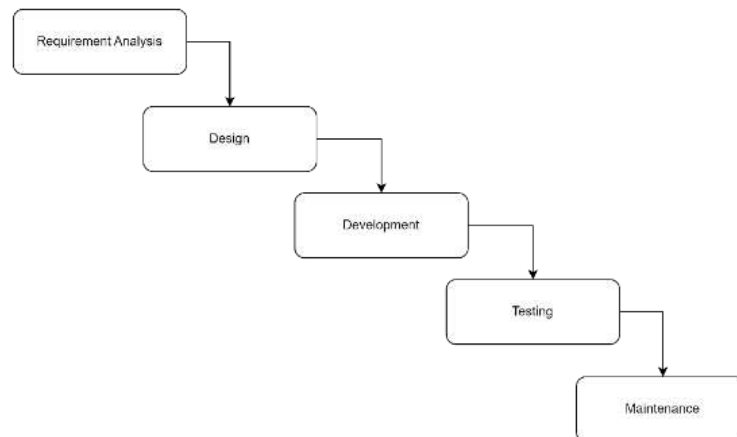
#### 2) Wawancara

Wawancara dilakukan dengan mengajukan beberapa pertanyaan terhadap pegawai sekaligus pemilik Ara Cake untuk mengetahui apa saja kebutuhan yang bisa diselesaikan, bagaimana proses bisnis yang ada, dan juga masalah apa saja yang dihadapi.

### b. Tahap Pengelolaan Data

Pada penelitian ini, tahap pengolahan data menggunakan metode *Software Development Life Cycle (SDLC) waterfall*. Metode *waterfall* dipilih karena memungkinkan untuk *departementalisasi* dan kontrol.

Proses pengembangan model fase *one by one*, sehingga meminimalisir kesalahan yang mungkin akan terjadi [8]. Namun, metode ini juga memiliki kekurangan seperti kurang fleksibel karena fase pengembangan harus dilakukan secara berurutan dan tidak dapat kembali ke fase sebelumnya. Gambar 1 di bawah ini menjelaskan alur pengembangan sistem yang dibuat.



Gambar 1 *Software development life cycle waterfall*

Metode pengembangan waterfall memiliki beberapa tahapan-tahapan yang dilakukan sebagai berikut:

1) *Analisis Kebutuhan*

Pada tahap ini dilakukan proses identifikasi terhadap apa saja yang dibutuhkan oleh pengguna. Dengan dilakukan tahap ini maka akan didapatkan fitur atau fungsi utama dari sistem yang akan dibuat. Melakukan wawancara dengan pegawai atau pemilik Ara Cake untuk mengetahui kebutuhan apa saja yang akan diimplementasikan menjadi fitur dalam Sistem Informasi.

2) *Desain*

Setelah mengidentifikasi kebutuhan, selanjutnya yaitu melakukan desain Sistem Informasi. Pada tahap ini akan dibuat rancangan sistem secara keseluruhan termasuk arsitektur, struktur database, dan rancangan antarmuka pengguna. Merancang tampilan antarmuka dari Sistem Informasi menggunakan aplikasi figma, merancang UML untuk arsitektur sistem menggunakan draw.io, serta merancang ERD untuk database menggunakan draw.io.

3) *Pengembangan*

Pada tahap pengembangan, mulai masuk ke dalam tahap pembuatan program atau coding. Proses coding dilakukan menggunakan visual studio code dengan bahasa pemrograman PHP dan framework Codeigniter versi 4, menggunakan *framework* bootstrap versi 5.2, dan database menggunakan MySQL.

4) *Pengujian*

Setelah selesai proses pembuatan program, selanjutnya masuk ke dalam tahap pengujian sistem. Dalam tahap ini akan dipastikan bahwa sistem yang dibuat berfungsi dengan baik dan sudah sesuai dengan kebutuhan pengguna. Dalam proses pengujian menggunakan metode black box testing.

5) *Pemeliharaan*

Tahap yang terakhir ini yaitu dilakukan perbaikan dan pemeliharaan terhadap sistem yang sudah dibuat. Pemeliharaan yang dilakukan yakni memperbaiki bug untuk menjaga agar sistem selalu berjalan dengan baik.

### 3. HASIL

#### a. *Analisis Sistem*

1) *Analisis Permasalahan*

Ara Cake memiliki beberapa permasalahan yang dirasakan. Permasalahan-permasalahan tersebut seperti:

- Penurunan *order* dampak pandemi COVID-19.
- Proses pemesanan bahan tidak tercatat dengan baik, kertas catatan yang sering hilang, dan jika dicatat pada *note* maka akan tertumpuk oleh *notes* lain.

- Pegawai Ara Cake merasa kesulitan untuk mencari riwayat *order* atau riwayat pemesanan
- Proses pencatatan yang masih konvensional menggunakan kertas memungkinkan pencatatan tidak konsisten dan meningkatkan terjadinya kesalahan. Serta, kertas akan rentan untuk hilang, sobek, atau bahkan rusak.

## 2) Analisis Kebutuhan

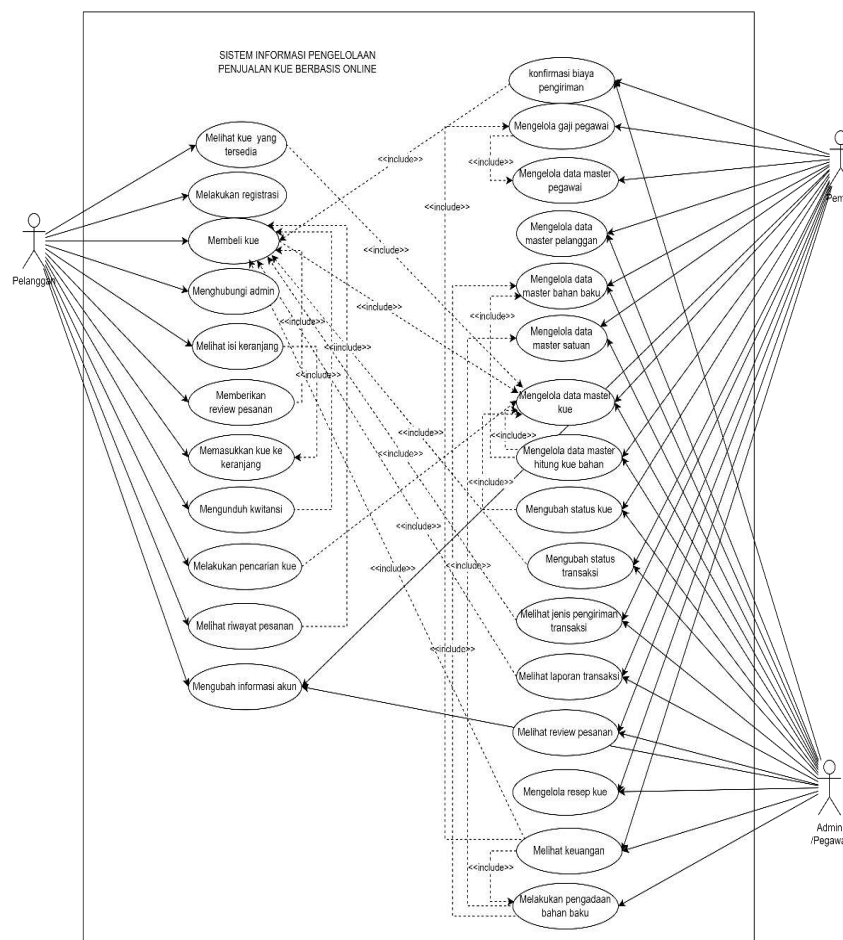
Analisis kebutuhan adalah suatu tahap untuk mengetahui kebutuhan dan permasalahan apa yang dirasakan oleh objek penelitian untuk selanjutnya didapatkan solusi untuk menyelesaikan permasalahan tersebut. Dalam hal ini, Ara Cake butuh sistem yang terpusat, butuh cara untuk mencatat pesanan pelanggan tanpa berantakan, dan beberapa permasalahan lainnya.

## 3) Solusi Permasalahan

Setelah dilakukan beberapa analisis untuk mengetahui kebutuhan dan permasalahan yang ada didapatkan solusi yang bisa membantu dalam menyelesaikan permasalahan tersebut. Solusi dari permasalahan yang ada yaitu Ara Cake membutuhkan suatu sistem informasi untuk mengelola penjualan seperti pengelolaan stok bahan baku, data pegawai, data pelanggan, data kue, data gaji karyawan, data resep kue, dan hal lain yang akan diterapkan ke dalam sistem informasi pengelolaan penjualan kue.

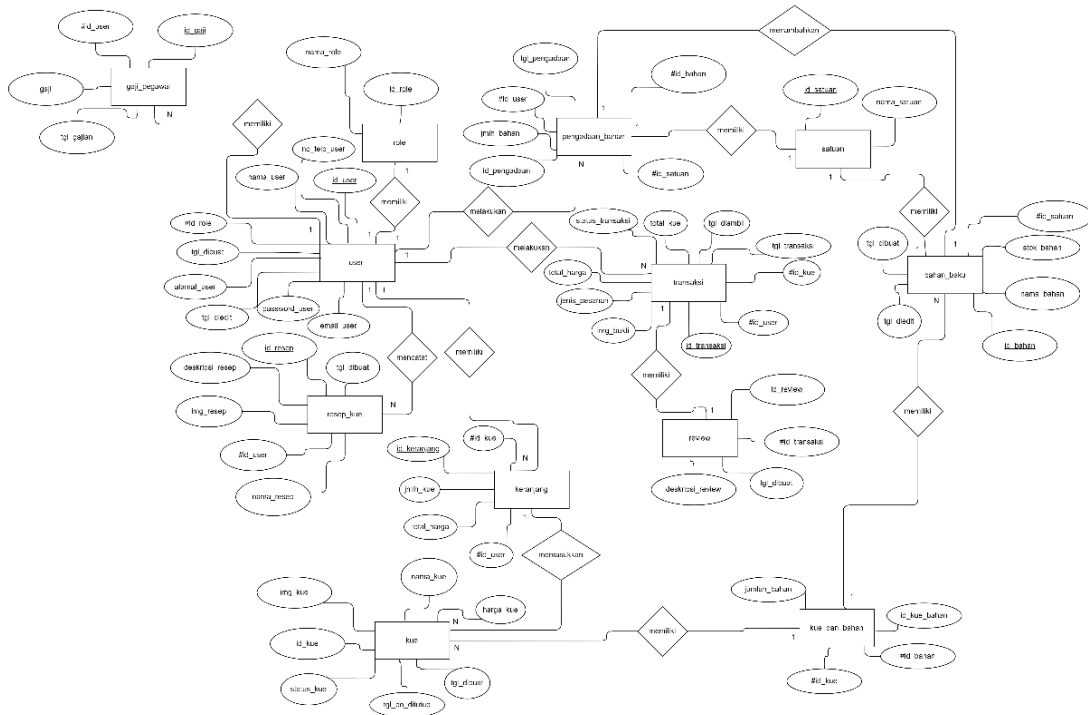
### b. Pemodelan Sistem

*Unified Modelling Language (UML)* adalah bahasa pemodelan yang digunakan untuk menggambarkan arsitektur dari sistem yang akan dibuat. Pemodelan sistem dibuat untuk memperlihatkan bentuk rancangan agar tersusun dan berstruktur dengan baik serta agar sesuai ketika sistem dibuat. Gambar 2 merupakan *use case* dari seluruh aktor yang ada di sistem seperti pemilik, pegawai, dan pelanggan. Gambar 3 menjelaskan rancangan entitas basis data dari sistem informasi ini.



Gambar 2 Use case diagram seluruh aktor

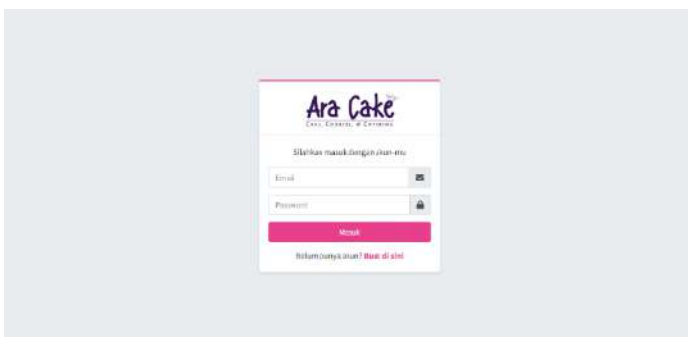




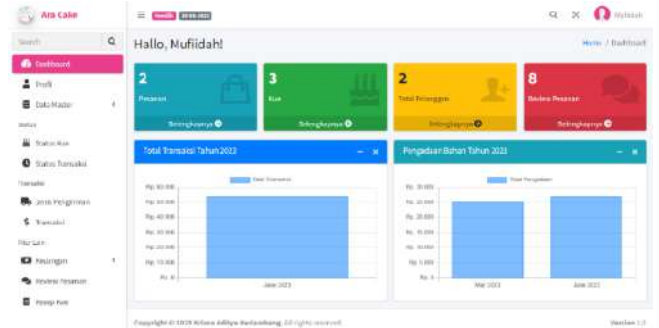
Gambar 3 Entity relationship diagram

### c. Implementasi

Setelah perancangan dibuat, Sistem Informasi dibangun menggunakan bahasa pemrograman PHP dengan framework codeigniter versi 4, basis data menggunakan mysql, dan *framework* bootstrap versi 4 untuk menyempurnakan tampilan dari halaman sistem.



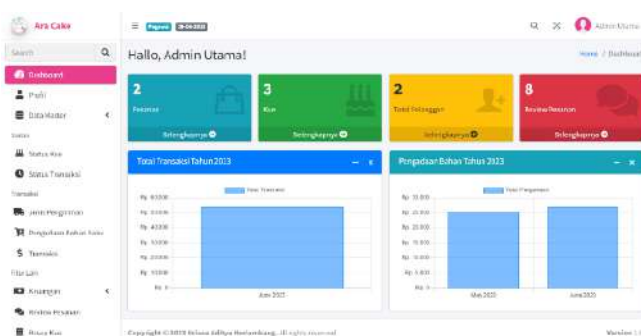
(a)



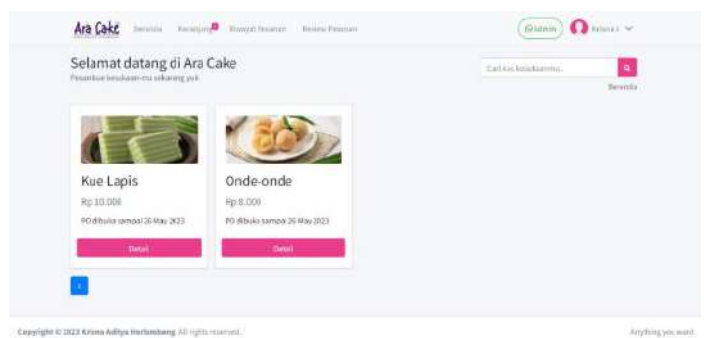
(b)

Gambar 4 (a) Halaman login (b) Halaman dashboard pemilik

Gambar 4 (a) merupakan halaman login untuk semua aktor. Gambar 4 (b) adalah halaman dashboard aktor pemilik ketika berhasil masuk.



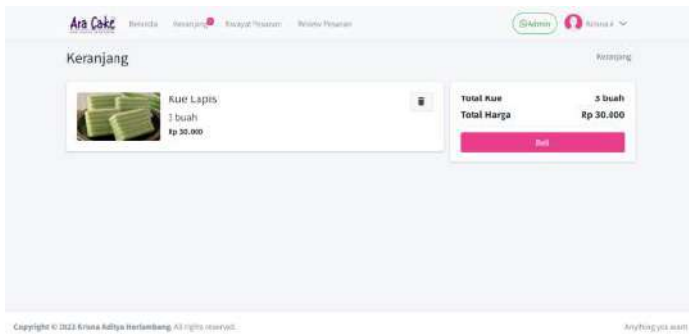
(a)



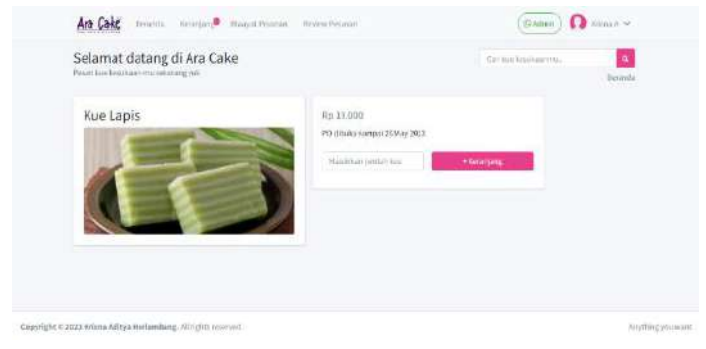
(b)

Gambar 5 (a) Halaman dashboard pegawai (b) Halaman beranda pelanggan

Gambar 5 (a) merupakan halaman *dashboard* aktor pegawai ketika berhasil masuk. Gambar 5 (b) adalah halaman beranda aktor pelanggan ketika berhasil masuk.



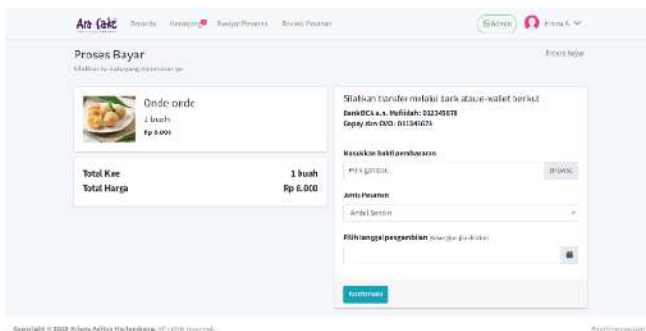
(a)



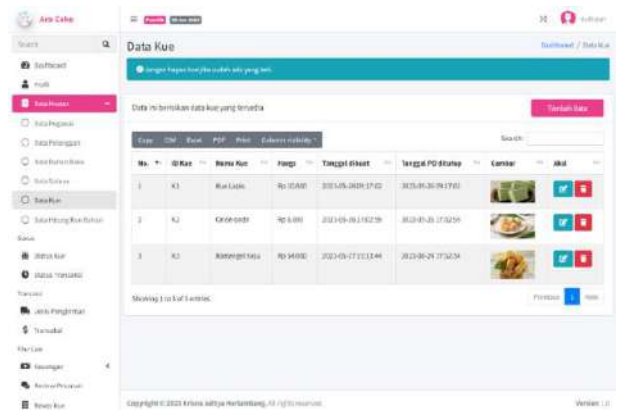
(b)

Gambar 6 (a) Halaman keranjang (b) Halaman detail kue

Gambar 6 (a) merupakan halaman keranjang yang menampilkan kue tersimpan. Gambar 6 (b) adalah halaman detail kue ketika salah satu kue diklik di halaman beranda.



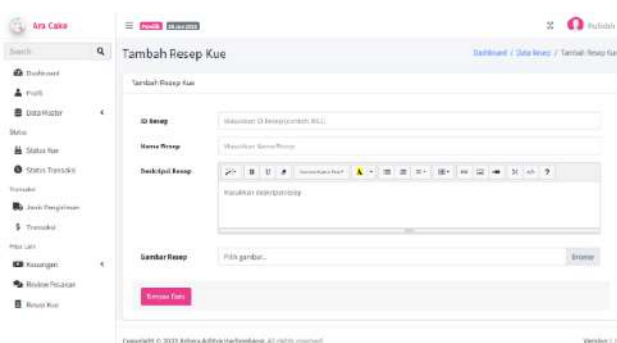
(a)



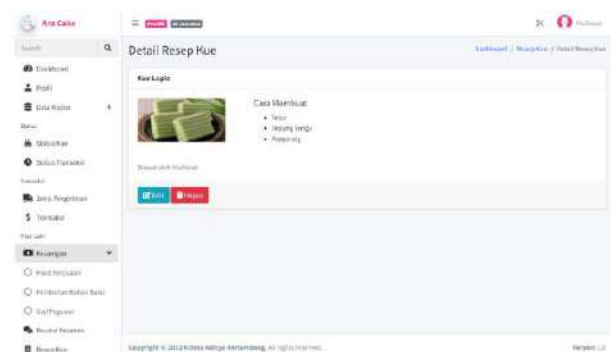
(b)

Gambar 7 (a) Halaman konfirmasi bayar (b) Halaman master kue

Gambar 7 (a) merupakan halaman konfirmasi bayar kue yang dibeli. Gambar 7 (b) adalah halaman data master kue yang bisa diolah (tambah, hapus, ubah).



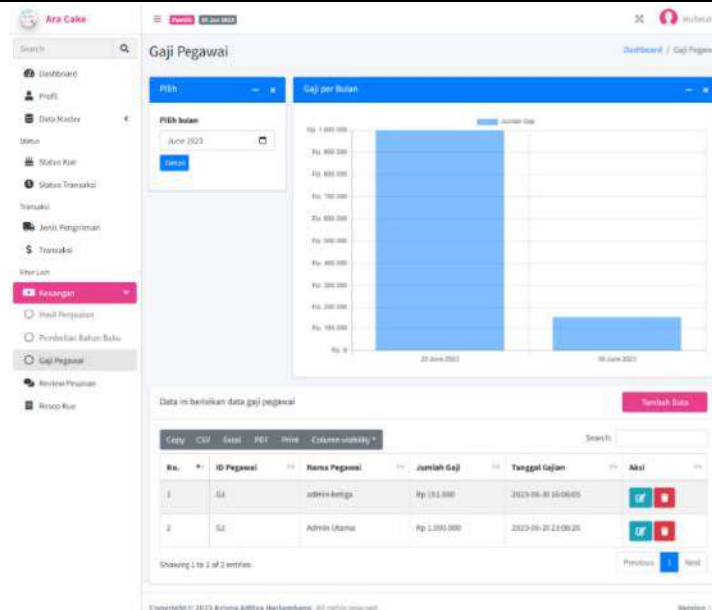
(a)



(b)

Gambar 8 (a) Halaman tambah resep kue (b) Halaman detail resep kue

Gambar 8 (a) merupakan halaman tambah resep kue dengan beberapa informasi yang bisa dimasukkan. Gambar 8 (b) merupakan halaman detail resep kue yang menampilkan detail resep kue.



Gambar 9 Halaman keuangan gaji pegawai

Gambar 9 merupakan halaman keuangan gaji pegawai yang bisa diolah (tambah, hapus, ubah).

#### 4. KESIMPULAN

Kesimpulan dari sistem informasi pengelolaan penjualan kue berbasis *online* (studi kasus: Ara Cake) adalah sistem informasi pengelolaan penjualan kue berbasis *online* yang dibuat mampu mempermudah pegawai dalam mengelola pencatatan pesanan, sistem informasi pengelolaan penjualan kue berbasis *online* yang dibuat mempermudah dalam mencari riwayat pesanan pelanggan, sistem informasi pengelolaan penjualan kue berbasis *online* yang dibuat membuat pencatatan data pesanan lebih konsisten, sistem informasi pengelolaan penjualan kue berbasis *online* yang dibuat mampu membantu dalam menyebarkan informasi untuk meningkatkan omset penjualan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. A. Jaya, "Indonesian Baked Goods Market Continue to Grow," <https://bahteraadijaya.com/indonesian-baked-goods-market-continue-to-grow/>, 2022.
- [2] Marysa, "7 Major Benefits Of Ordering Cakes From Online Cake Shops," <https://anationofmoms.com/2021/08/online-cake-shops.html>, 10 Agustus 2021.
- [3] I. D. Sintawati, "Pembuatan Sistem Informasi Penjualan Kue Berbasis Web Dengan Metode RAD (Rapid Application Development)," *Journal of Information System, Applied, Management, Accounting and Research*, vol. 2, no. 4, hlm. 1-6, 2018.
- [4] R. Ishak, H. Widyastuti, dan Setiaji, "RANCANG BANGUN SISTEM INFORMASI PENJUALAN KUE DAN ROTI BERBASIS WEB PADA YUKI BAKERY JAKARTA," *JURNAL SWABUMI*, vol. 6, no. 1, hlm. 27-34, 2018.
- [5] G. Hudaya, A. D. Supriatna, dan S. Rahayu, "Sistem Informasi Penjualan Toko Kue Berbasis Web," *Jurnal Algoritma*, vol. 19, no. 1, hlm. 323-332, 2022, [Daring]. Tersedia pada: <https://jurnal.itg.ac.id/>
- [6] Matahari, Sahiruddin, D. Kholifah, dan M. H. Hardianto, "Perancangan Sistem Informasi Penjualan Kue Kering Pada Ina Cakes Berbasis Website," *Jurnal PETISI*, vol. 4, no. 1, hlm. 11-21, 2023.
- [7] J. T. E. Loho, C. E. Mongi, dan L. A. Latumakulita, "SISTEM INFORMASI PENJUALAN KUE ULANG TAHUN BERBASIS WEB STUDI KASUS: ECHAX CAKE TENTENA, KABUPATEN POSO SULAWESI TENGAH," dalam *Seminar Nasional Fakultas Teknik Universitas Malikussaleh*, 2022, hlm. 40-49.
- [8] A. Darisman dan M. A. Widiyanto, "Design and Development of Pharmaceutical Company Information System Based on Website using the Waterfall Model," *International Journal of Recent Technology and Engineering (IJRTE)*, vol. 8, no. 4, hlm. 3989-3993, 2019, doi: 10.35940/ijrte.D8610.118419.

# SISTEM INFORMASI PENGELOLAAN PENJUALAN DAN SERVICE MOTOR PADA PD. LIMA MOTOR CILAMAYA

Ayu Laura Limbong<sup>1\*</sup>, Ionia Veritawati<sup>1</sup>, dan Adi Wahyu Pribadi<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila, Jakarta

**Abstrak.** PD. Lima Motor Cilamaya adalah *Dealer Resmi Motor Honda* Melayani Penjualan dan Melayani service menggunakan cash dan kredit dan satu-satunya *dealer resmi honda* di cilamaya. Saat proses melayani pihak *dealer* melakukan olahan data sebagaimana pengelolaan data masih dilakukan secara manual sehingga proses pengerjaan memakan waktu yang lama serta data masih disimpan secara tidak rapih hal tersebut dapat menimbulkan kesalahan seperti penumpukan data atau kehilangan data. Oleh karena itu, untuk menyelesaikan masalah perlu adanya sistem. Dalam perancangan sistem informasi menggunakan metode *waterfall*, diharapkan dengan adanya sistem dapat membantu dalam pengelolaan data dengan baik sehingga dalam proses pencarian, pencatatan, pengolahan menjadi lebih mudah, efektif dan efisien.

**Kata kunci**—*Penjualan; Service; Pengelolaan Data; Waterfall.*

## 1. PENDAHULUAN

Sepeda motor adalah salah satu alat transportasi yang digunakan untuk memudahkan aktivitas sehari-hari. Maka dari itu banyak masyarakat atau konsumen yang lebih memilih menggunakan sepeda motor dibandingkan menggunakan mobil. Sepeda motor lebih praktis dan lebih mudah menerjang kemacetan [1].

Meningkatnya permintaan masyarakat terhadap kendaraan motor itulah menjadi alasan para pengusaha motor membuka usaha dibidang dealer yang menjual motor dan service motor. Saat ini banyak dealer yang menjual motor yang melayani *cash* dan *credit* [2].

Banyak masyarakat juga memerlukan kendaraan motor oleh karena itu masyarakat membeli sebuah motor dengan mendatangi tempat penjualan motor yang biasa disebut *dealer*. *Dealer* juga menyediakan *service* untuk kendaraan motor bilamana terjadinya kerusakan pada motor tersebut.

Salah satu perusahaan yang mengembangkan pengelolaan penjualan dan memperbaiki atau biasa disebut service adalah PD. Lima Motor Cilamaya, PD. Lima Motor Cilamaya adalah *Dealer Resmi Motor Honda* melayani penjualan, dan melayani service menggunakan *cash* dan *credit* serta satu-satunya dealer resmi honda di cilamaya.

PD. Lima Motor Cilamaya sebagai tempat menjual motor dan *service* motor, sedangkan kegiatan yang terdapat didalamnya yaitu pengelolaan penjual, dan service yang ditawarkan. Suatu tempat pertemuan untuk menjual motor dan service. Dealer PD. Lima Motor Cilamaya terletak dilokasi yang strategis di pusat keramaian yang mudah dicapai baik oleh kendaraan pribadi maupun angkutan umum. PD. Lima Motor Cilamaya juga sebagai tempat untuk memamerkan produk tertentu, seperti bisnis dan otomotif tempat perbaikan pada kendaraan bermotor atau biasa disebut dengan bengkel yang berfungsi untuk meningkatkan pemasaran.

\* Corresponding author: [4518210090@univpancasila.ac.id](mailto:4518210090@univpancasila.ac.id)

Dalam dunia *dealer* PD. Lima Motor Cilamaya yang melayani penjualan, dan *service* motor sangat memerlukan sistem informasi untuk membantu dalam segala aktivitas pengolahan data dan informasi. Sistem Informasi Menurut Marakas & O'Brien [3] adalah kombinasi dari orang-orang, perangkat keras, perangkat lunak, jaringan komunikasi, sumber daya data, dan kebijakan serta prosedur dalam menyimpan, mendapatkan kembali, mengubah, dan menyebarkan informasi dalam suatu organisasi. Sistem adalah sebagai suatu jaringan kerja prosedur yang saling berhubungan, sedangkan pendekatan sistem yang lebih menekankan pada elemen atau komponen mendefinisikan sistem sebagai kumpulan elemen yang berinteraksi untuk mencapai suatu tujuan tertentu, atau dengan kata lain sistem dapat diartikan sebagai suatu kumpulan atau himpunan yang terdiri dari unsur, komponen, atau variabel terorganisasi, yang saling berinteraksi dan saling tergantung satu sama lain [4].

Pengolahan data penjualan dan *service* motor di PD. Lima Motor Cilamaya masih di kerjakan secara konvensional dengan data yang tersimpan manual atau berupa data pada buku tanpa adanya proses pengolahan belum menggunakan teknologi sehingga proses pengerjaan memakan waktu yang lama dan juga tenaga yang tidak sedikit, data masih disimpan secara tidak tersimpan dengan rapih, dan hal tersebut dapat menimbulkan kesalahan dan penumpukan data. Pada pengelolaan data pada fitur penjualan dan *service* tanpa adanya keterangan lebih terperinci, pemilik dan staff lainnya pun sering merasa kebingungan dalam laporan karena ketidaksesuaian data yang berhubungan dengan perbaikan motor, dan penjualan serta data laporannya sering terjadi kehilangan karena penyimpanannya masih berupa buku, dan arsip.

Masalah tersebut disebabkan belum tertata dengan baik, hal ini masih diterapkan maka tidak relevan dengan yang ingin dicapai, sehingga mengharuskan pihak dealer untuk menerapkan sistem penjualan dan *service* yang mampu memproses data secara cepat, akurat dan secara otomatis mampu menyimpan serta menampilkan data produk, penjualan, laporan transaksi dan data *service* yang berkaitan dengan sistem penjualan dan *service* sehingga informasi yang dihasilkan lebih cepat, akurat dan dapat terkelola dengan baik. Melihat kondisi tersebut di atas perlu adanya perancangan sistem informasi penjualan dan *service*.

Melihat dari permasalahan yang diatas maka bahwasannya masalah yang terjadi pada PD. Lima Motor Cilamaya adalah data yang masih dilakukan manual sehingga dapat menghambat pengerjaan pegawai PD. Lima Motor Cilamaya dalam melakukan pengelolaan seperti barang, penambahan barang dari supplier, penjualan, kredit, pembayaran yang dilakukan dengan *upload*, *service*, dan laporan terdapat kesalahan oleh karena itu untuk dapat menyelesaikan permasalahan yang dihadapi maka dibuatlah sebuah sistem informasi pengelolaan penjualan dan *service* motor untuk membantu mempermudah PD. Lima Motor Cilamaya dalam melakukan kegiatan.

Namun pada sistem informasi yang dirancang hanya terfokus pada dashboard yang berisi fitur data yang dikelola oleh staf yang sudah terdaftar. Hal tersebut dapat mempermudah dalam mengelola data *customer* secara penjualan maupun *service*, dan tersimpan dengan baik.

Pada pembuatan sistem ini terdapat metode agar dapat melakukan tahap pada sistem. Metode yang digunakan adalah metode *Waterfall* dimana diperlukan dalam setiap perancangan sistem. Dengan metode tepat, pembuatan sistem aplikasi diharapkan berjalan lebih efektif dan efisien [5], serta memenuhi kualitas yang diinginkan, dan pengerjaan dari suatu sistem dilakukan secara berurutan agar mempermudah untuk menyelesaikan sistem.

Dengan merancang sistem informasi pengelolaan penjualan dan *service* motor yang memiliki fitur penjualan yang terdapat kredit seperti tenor, dan dp sesuai kemampuan customer dengan produk motor yang diinginkan, fitur pembayaran yang dapat dilakukan dengan upload bukti pembayaran, dan memiliki fitur *service* yang terdapat sparepart pada saat memperbaiki motor, serta laporan dari fitur-fitur yang terdata pada sistem dan memilih periode maka akan menampilkan data. Hal tersebut dapat menjadi pembanding dengan sistem lainnya dikarenakan hanya terfokus pada penjualan sparepart dan *service* motor tidak ada proses penjualan motor dengan *service* motor. Oleh karena itu sistem ini dapat membantu PD. Lima Motor Cilamaya.

## 2. METODE

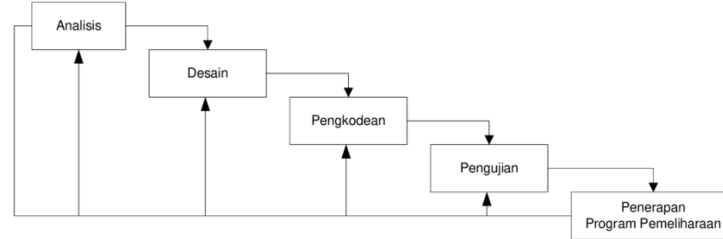
### Tahap Pengelolaan Data

Pada tahap ini terdapat pengumpulan data, dan metode. Pengumpulan data yang dikelola adalah wawancara dengan pihak PD. Lima Motor Cilamaya, melakukan observasi untuk mendapatkan informasi mengenai sistem, dan studi literatur terait analisa dokumen, serta sumber tertulis.

Metode yang digunakan untuk mengolah data adalah metode *waterfall*. *Waterfall* adalah pengerjaan dari



suatu sistem dilakukan secara berurutan atau secara linear. Model *waterfall* mengambil kegiatan proses tahapan seperti spesifikasi Analisis, desain perangkat lunak, implementasi, pengujian, dan sebagainya. Model *waterfall* dapat konsisten dengan model proses lainnya dan dihasilkan pada setiap fase. Ini membuat proses terlihat sehingga dapat memantau kemajuan terhadap rencana aplikasi. [5]



Gambar 1. Metode *Waterfall*

Menurut Sukamto & Shalahuddin [6] menjelaskan tentang metode pengembangan sistem yaitu *waterfall*. Metode air terjun (*waterfall*) sering disebut metode sekuensial linier (*sequential linear*). Model air terjun menyediakan pendekatan alur hidup terurut mulai dari analisis, desain, pengkodean, pengujian, dan pemeliharaan.

a. Analisis

Melakukan analisis kebutuhan perangkat lunak, fungsi dan proses dari web yang dibuat, pengidentifikasian kendala dalam pembuatan web, menganalisis keandalan, kelemahan, dan teknologi yang dipakai.

b. Desain

Desain perangkat lunak adalah proses beberapa tahapan langkah pada rancangan pembuatan program perangkat lunak Tahap ini mentranslasi kebutuhan perangkat lunak dari tahapan analisis kebutuhan ke representasi rancangan agar dapat diimplementasikan menjadi program pada tahap selanjutnya.

c. Pengkodean

Desain harus ditranslasikan kedalam program perangkat lunak. Hasil dari tahap ini adalah program komputer sesuai desain yang telah dibuat pada tahap desain, atau tahapan penulis membuat program dengan bahasa program seperti *Hypertext Preprocessor (PHP)*, *Hypertext Markup Language (HTML)*, *Cascading Style Sheets (CSS)*, dan *database*.

d. Pengujian

Tahapan ini pengujian terhadap program yang telah dibuat untuk mengetahui kelebihan dan kekurangan dari program tersebut sesuai dengan harapan.

### 3. HASIL

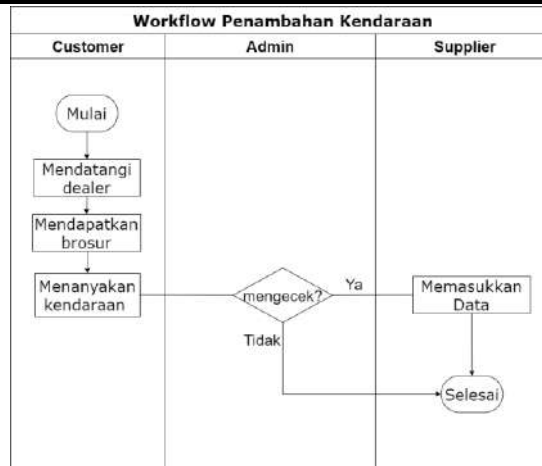
Hasil pengembangan sistem terdiri dari analisis, dan perancangan serta implementasi berupa sistem informasi yang membantu mengatasi permasalahan yang ada. Berikut penjabarannya.

#### 1) Analisis Sistem Sedang Berjalan

Pada Sistem Informasi memiliki alur kerja (*workflow*). *Workflow* digunakan untuk mengetahui alur kerja dari proses perancangan sistem. *Workflow* pada sistem adalah penambahan barang, penjualan, dan service.

a) *Workflow* Penambahan Barang

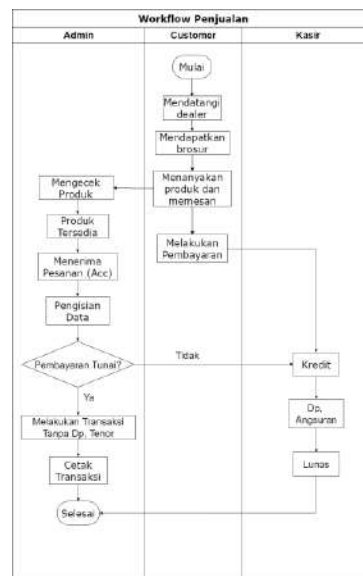
Proses penambahan menjelaskan saat menambah produk admin akan menanyakan mengenai motor tersebut tersedia atau tidak, jika tersedia maka supplier akan menambahkan faktur penambahan produk lalu produk akan bertambah setelah itu admin akan membuat laporan.



Gambar 2. Workflow Penambahan Kendaraan

b) Workflow Penjualan

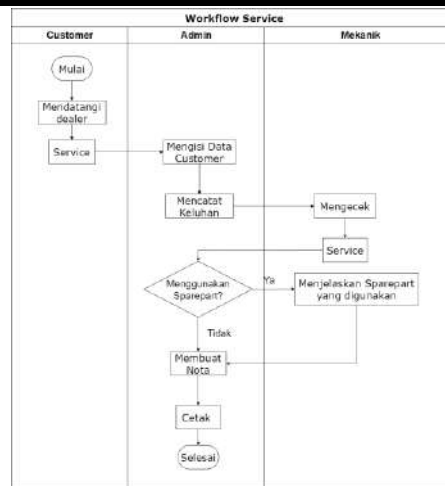
Menjelaskan saat konsumen mendatangi *dealer* secara langsung untuk memesan motor maka admin akan mengecek apakah produk ada, jika ada maka admin akan menerima dan memproses pemesanan setelah itu pembayaran yang akan ditanya admin kepada konsumen pada saat pembayaran yaitu credit atau cash. Konsumen akan membayar, setelah membayar konsumen akan diminta data oleh admin.



Gambar 3. Workflow Penjualan

c) Workflow Service

Menjelaskan konsumen mendatangi *dealer*, setelah itu konsumen menceritakan keluhan motor, kemudian konsumen diminta melakukan pendaftaran terlebih dahulu, admin akan mengisi data dan mencatat keluhan tersebut, dengan itu mekanik akan mengecek dan melakukan service. Jika sudah akan memberitahukan admin apa saja yang diperbaiki atau diganti (*Sparepart*), jika tidak maka admin akan langsung membuat nota, dan membuat laporan serta dapat dicetak.



Gambar 4. Workflow Service

## 2) Analisis Sistem

### 1. Analisis Permasalahan

Pada pengelolaan penjualan dan service motor di PD. Lima Motor Cilamaya masih di kerjakan secara konvensional dengan data yang tersimpan manual atau data masih tertulis tanpa adanya proses pengolahan menggunakan sistem sehingga proses pengelolaan memakan waktu yang lama dan juga data masih disimpan secara tidak rapih, hal tersebut dapat menimbulkan kesalahan dan penumpukan data. Seperti pengolahan produk, penjualan, pembayaran tunai atau cicilan, laporan, dan service, pemilik dan staff lainnya pun sering merasa kebingungan dalam laporan karena ketidaksesuaian dan sering terjadi kehilangan karena kesalahan pada penyimpanannya.

### 2. Analisis Kebutuhan

Melakukan observasi, dan studi literatur untuk mendapatkan informasi yang terkait kebutuhan pada sistem yang akan dirancang.

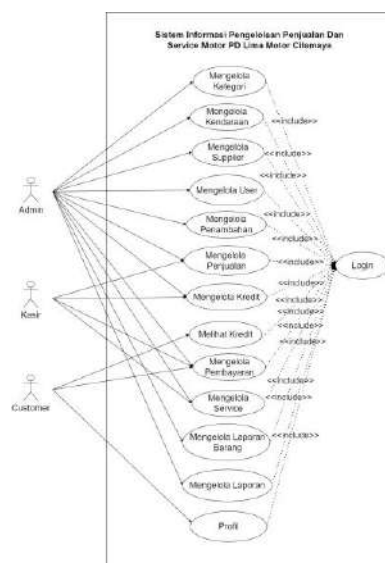
### 3. Solusi Permasalahan

Merancang sebuah Sistem Informasi Pengelolaan Penjualan dan Service Motor untuk membantu kegiatan PD. Lima Motor Cilamaya.

## 3) Perancangan Sistem

### a. Use Case

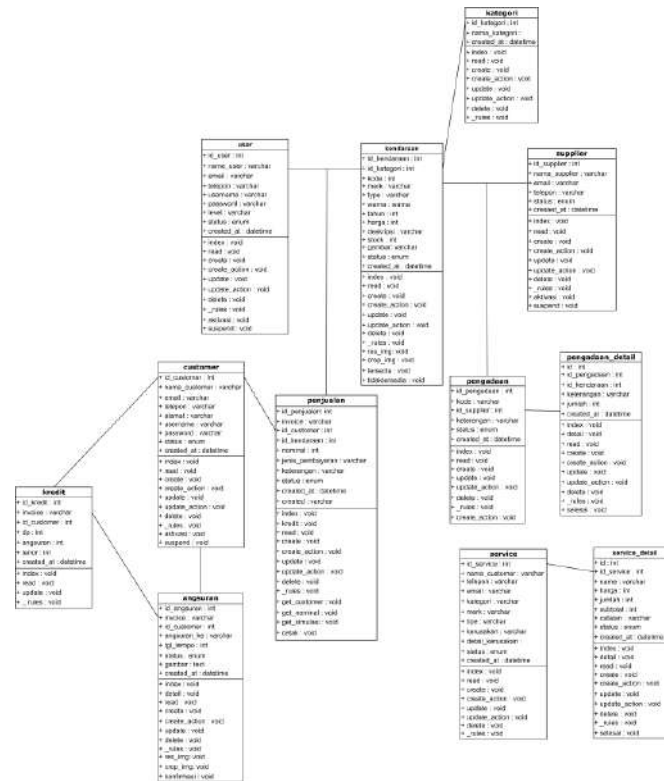
Aktor yang terlibat dari *use case diagram* adalah Admin, Kasir, dan *Customer* untuk seluruh aktor diharuskan melakukan *login* terlebih dahulu untuk masuk ke dalam sistem.



Gambar 5. Use Case

**b. Class Diagram**

Pada *Class Diagram* terdapat tabel-tabel yang ada pada database pd\_limamotor, yaitu class user, customer, supplier, kendaraan, kategori sebagai tabel master. Tabel transaksi yaitu kredit, penjualan, angsuran, pengadaan, pengadaan\_detail, service, dan service\_detail.



Gambar 6. Class Diagram

**c. Entity Relantionship Diagram**

Terdapat tabel-tabel dengan atribut yang memiliki Primary Key, dan Foreign Key yang ada pada database pd\_liamotor, yaitu user, customer, supplier, kendaraan, kategori sebagai tabel master. Tabel transaksi yaitu kredit, penjualan, angsuran, pengadaan, pengadaan\_detail, service, dan service\_detail.

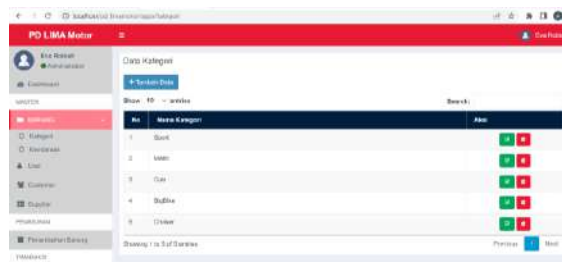
**4) Implementasi**

**a. Halaman Login**

Login terhadap sistem informasi pengelolaan penjualan, dan service motor yang diakses oleh user saat tampilan sebelum masuk kedalam sistem.

**b. Halaman Kategori**

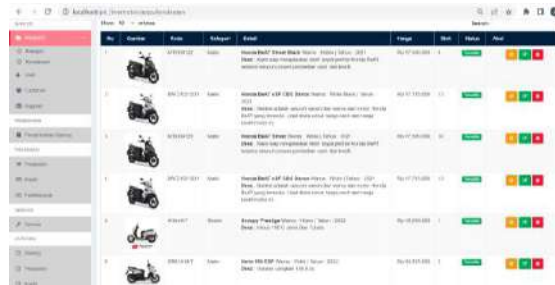
Tampilan sistem yang ada pada kategori yang terdapat show pembatas masuk awal, kemudian *search* untuk mencari jika ingin cepat mencari data, Tambah Kategori, Ubah, dan Hapus serta tabel yang berisi data yang sudah dimasukkan.



Gambar 7. Halaman Kategori

**c. Halaman Kendaraan**

Tampilan sistem yang ada pada kendaraan yang terdapat show pembatas masuk awal, lalu search untuk mencari jika ingin cepat cari data, Tambah Kategori, suspend untuk tersedia atau tidak tersedia, Ubah, dan Hapus serta tabel yang berisi data yang sudah dimasukkan.



Gambar 8. Halaman Kendaraan

**d. Halaman Supplier**

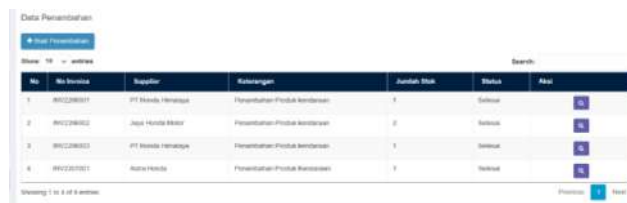
Tampilan sistem supplier terdapat show pembatas masuk awal, lalu search untuk mencari jika ingin cepat cari data, Tambah Kategori, Suspend untuk aktif atau tidak, Ubah, dan Hapus serta tabel yang berisi data yang sudah dimasukkan.



Gambar 9. Halaman Supplier

**e. Halaman Penambahan**

Tampilan menu penambahan terdapat show pembatas masuk awal, lalu search untuk mencari jika ingin cepat cari data, Tambah Kategori, icon search untuk melakukan proses selanjutnya jika status selesai namun jika “proses” maka terdapat ubah, dan hapus.

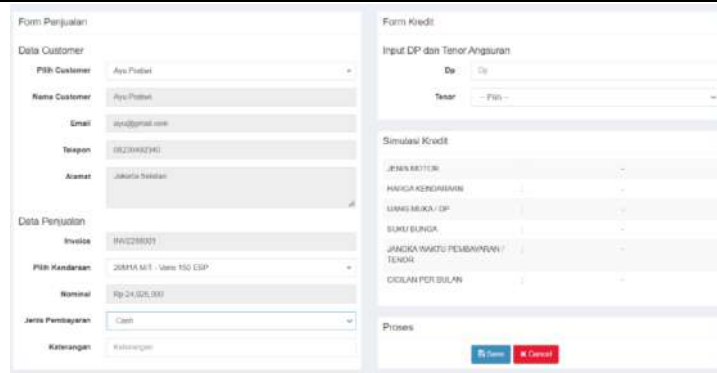


Gambar 10. Halaman Penambahan

**f. Halaman Penjualan**

Mengelola dengan memilih customer dan data kendaraan lalu memilih jenis pembayaran jika *cash* tidak perlu memasukkan dp dan tenor.





Item	Value
JENIS KREDIT	-
PIHANG KEBERHASILAN	-
SANGSI MUKA / DP	-
SUKU BUNGA	-
JANGKA WAKTU PEMBAYARAN / TENOR	-
CICILAN PERI BULAN	-

Gambar 11. Halaman Penjualan

### g. Halaman Kredit

Tampilan menu kredit terdapat show pembatas masuk awal, kemudian search untuk mencari jika ingin cepat cari data, icon search untuk melakukan melihat data lengkap.



No	Invoice	Tanggal	Customer	Kendaraan	Nominal	Jenis Pembayaran	Status	Aksi
1	0622201983	10 JAN 2022	Eddy P Ians	Scorpio Platinum	Rp. 16.200.000	Kredit	Onkos	[Icon]
2	0622208001	1 Agustus 2022	Ayo Pethel	Vento 150 ESP	Rp. 24.000.000	Kredit	Proses	[Icon]

Gambar 12. Halaman Kredit

### h. Halaman Pembayaran

Tampilan menu pembayaran user dapat mengelola dan upload bukti transaksi jika yang melakukan jenis pembayaran kredit.

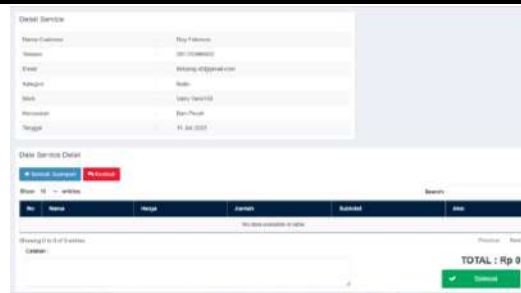


No	Angsuran	Tgl Tenor	Status	Bukti Bayar	Aksi
1	Rp-1	10 Agustus 2022	Belum Lunas	[Image]	[Icon]
2	Rp-2	10 September 2022	Belum Lunas	[Image]	[Icon]
3	Rp-3	10 Oktober 2022	Belum Lunas	[Image]	[Icon]
4	Rp-4	10 November 2022	Belum Lunas	[Image]	[Icon]
5	Rp-5	10 Desember 2022	Belum Lunas	[Image]	[Icon]
6	Rp-6	11 Januari 2023	Belum Lunas	[Image]	[Icon]
7	Rp-7	11 Februari 2023	Belum Lunas	[Image]	[Icon]

Gambar 13. Halaman Upload Pembayaran

### i. Halaman Service

Tampilan Service harus terlebih dahulu memasukkan customer, motor, dan kerusakan nya agar dapat dicek setelah itu menggunakan sparepart lalu masukkan sparepart yang dipakai Hasil Evaluasi pengguna diambil dengan data dari kuisioner yang telah diisi sebanyak 30 orang responden dengan pengujian black box menyatakan sebanyak 86.67% pada “Seluruh Fitur” pada Sistem Informasi Pengelolaan Penjualan Dan Service Motor Pada PD. Lima Motor Cilamaya, tetapi 3.33% menyatakan tidak setuju pada “Tata Letak Fitur” pada sistem. setelah itu save dan data tersimpan.



Gambar 14. Halaman Service

#### j. Laporan

Pada Laporan dapat mencetak dari hasil tanggal periode dan dikelola oleh user.



Gambar 15. Laporan

## 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pada Sistem Informasi Pengelolaan Penjualan Dan Service Motor PD Lima Motor dapat disimpulkan beberapa hal yaitu: Terdapat fitur penjualan pada sistem pengelolaan penjualan dan service motor pada PD. Lima Motor Cilamaya yang mempermudah proses transaksi cash, dan credit pada proses penjualan motor terdapat pada Gambar 11. Terdapat fitur kredit pada sistem pengelolaan penjualan dan service motor pada PD. Lima Motor Cilamaya yang merupakan hasil proses yang dilakukan pada fitur penjualan Gambar 12. Terdapat fitur service untuk mempermudah proses pengelolaan perbaikan motor dengan penambahan sparepart terdapat pada Gambar 14. Terdapat fitur lainnya pada sistem pengelolaan penjualan, dan service motor pada PD. Lima Motor Cilamaya yang mempermudah proses pengolahan data secara penjualan, dan service motor yang dikelola user.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada ibu Ionia Dr. Ionia Veritawati, S.Si., MT, dan bapak Adi Wahyu Pribadi, S.Si., M.Kom sebagai dosen pembimbing, serta ibu Eva Robiah sebagai pihak PD. Lima Motor Cilamaya, dan keluarga dalam hal biaya.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Raharjo, J. S. Dwi, M. I. Dzulhaq, R. Hartono. "Sistem Informasi Promosi Penjualan Kendaraan Motor Berbasis Web di CV Dian Motor Cabang Kronjo–Tangerang." *JURNAL SISFOTEK GLOBAL* 8.1 (2018).
- [2] Rahmat, Algifari. *Persaingan Bisnis dalam Jual Beli Sepeda Motor di Kota Parepare (Tinjauan Etika Bisnis Islam)*. Diss. IAIN Parepare. (2020).
- [3] Ma'arif, M. Dawam. *PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI SISTEM INFORMASI SERVICE MOTOR BERBASIS CLIENT-SERVER (Studi Kasus Bengkel Erzhet Motor, Sleman, Yogyakarta)*. Diss. Universitas Teknologi Yogyakarta. (2017).
- [4] Octaviana, Nita, L. Fajarita. "PEMODELAN SISTEM INFORMASI PENJUALAN SPAREPART DAN JASA SERVICE MOTOR BERBASIS DESKTOP PADA BUMEN JAYA MOTOR." *IDEALIS: InDonEsiA journal Information System* 1.1: 93-98. (2018).
- [5] Sommerville, Ian. *Software Engineering*, 9/E. Pearson Education India, 2011.
- [6] Sudirja, Sudirja, F. Faradillah, H. A. Awanis. "Implementasi Model Waterfall Pada Sistem Informasi Akuntansi Penjualan Jasa Service Mobil." *Jurnal Infortech* 2.1: 127-132. (2020).
- [7] Ridwan, Miftah, R. Farismana. "SISTEM INFORMASI PENJUALAN SPAREPART DAN SERVICE MOTOR PADA BENGKEL DELTA MOTOR." *Informatics Journal: Indonesian Journal for the Information and Communication Technology*. 8.2: 44-56. (2021).

- 
- [8] Sudianto, Aris, H. Ahmadi, A. Alim. "Rancang Bangun Sistem Informasi Penjualan Sparepart Motor Pada Bengkel Vinensi Motor Berbasis Web Sebagai Guna Meningkatkan Penjualan dan Promosi Produk." *Infotek: Jurnal Informatika dan Teknologi*. 3.2: 115-122. (2020).
- [9] Tumulun, Tommy LH, S. Pangerapan. "Analisis Sistem Informasi Akuntansi Penjualan Kredit Di PT Nusantara Sakti Cabang Manado." *Jurnal EMBA: Jurnal Riset Ekonomi, Manajemen, Bisnis dan Akuntansi* 7.3 (2019).
- [10] Hamdani, F. Fauzan, A. H. Brata, N. Yudistira. "Pengembangan Sistem Informasi Manajemen Service Motor pada Bengkel Honda Putra Jaya Malang." *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer* 4.10 (2020): 3614-3622. (2020).

# Sistem Informasi Pengelolaan Perjalanan Dinas Karyawan Berbasis Web Pada PT. Eksploitasi Energi Indonesia

Mochammad Luthfie Dziki Muthaqien<sup>1\*</sup>, Desti Fitriati<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila, Jakarta

**Abstrak.** PT Eksploitasi Energi Indonesia adalah perusahaan yang bergerak di bidang pertambangan dan perdagangan batubara, pembangunan pembangkit tenaga listrik, mengelola dan mengusahakan Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU). Pada saat ini jika karyawan ingin melakukan tugas di luar kota, sistem yang digunakan masih manual melalui *email* dan *chat* yang besarnya kemungkinan *human error* pada peningkatan permintaan perjalanan dinas karyawan, pembuatan laporan yang masih manual secara terpisah antara catatan perjalanan dan *vendor* yang membuat banyaknya file yang diperlukan. Maka dari itu penelitian ini bertujuan untuk bisa terotomatisasi melalui sistem yang memudahkan admin *ticketing* dalam melakukan pekerjaannya. Metode yang digunakan dalam pembuatan sistem adalah model *Waterfall Iterative*, database *MySQL*, framework *Codeigniter 4*, dan menggunakan evaluasi *blackbox*. Sistem informasi yang dihasilkan memiliki fitur penginputan permintaan perjalanan dinas karyawan, monitoring progres perjalanan, laporan pencatatan yang dapat diunduh. Berdasarkan hasil uji kepuasan pengguna adalah hasilnya 61% sangat setuju dan 31% setuju dari 30 responden, bahwa sistem ini memudahkan pekerjaan.

**Kata kunci:** *Sistem Informasi, Pengelolaan, Perjalanan Dinas Karyawan, Admin Ticketing, Iteratif Waterfall*

## 1. PENDAHULUAN

Pada era kemajuan teknologi, manusia diberbagai negara di dunia ini dapat melakukan pertukaran informasi yang sangat cepat dan hal tersebut dimungkinkan karena perkembangan teknologi didukung oleh kebutuhan manusia itu sendiri dalam mempermudah berbagai pekerjaan. Teknologi Informasi adalah proses menciptakan, mengubah, menyimpan, dan menggunakan informasi beragam bentuk pada seluruh bentuk teknologi [1]. Salah satu bentuk perkembangan teknologi informasi ialah Sistem Informasi yang mana perkembangannya diikuti oleh perkembangan kebutuhan manusia. Sistem Informasi ialah suatu strategi dalam menjalankan kegiatan operasional dengan mempresentasikan informasi bagi perusahaan [2].

Komputer adalah sebagai salah satu perangkat teknologi canggih yang akhirnya dipilih sebagai alternatif paling mungkin dalam membantu menyelesaikan pekerjaan dan menangani arus informasi dalam jumlah yang besar[3]. Namun peran komputer sebagai perangkat teknologi canggih pada akhirnya belum mencapai tingkat optimal yang dapat dimanfaatkan jika tidak dirancang suatu sistem yang mampu memenuhi kebutuhan manusia dalam pengolahan data sehingga dibutuhkan pengembangan Sistem Informasi.

Internet juga merupakan hasil perkembangan teknologi informasi. Internet adalah jaringan komputer yang terhubung keberbagai seluruh pengguna komputer dengan jaringan ke seluruh dunia untuk melakukan pertukaran informasi. Dan di era perkembangan teknologi informasi ini, sangat semakin terasa pentingnya penggunaan internet khususnya untuk dunia bisnis [1]. Karena manfaat tersebutlah pengguna aplikasi bisnis berbasis internet untuk keperluan kegiatan perusahaan semakin berkembang. Sistem Informasi berbasis *web* mulai banyak terbentuk untuk mendukung kegiatan operasional perusahaan [1].

Beberapa contoh Sistem Informasi berbasis *web* yang digunakan pada perusahaan bisa terlihat pada bagian keuangan, seperti misalnya *accurate online* yang merupakan Sistem Informasi akuntansi yang membantu perusahaan membuat laporan keuangan. Contoh lain perkembangan Sistem Informasi bisa juga

\* Corresponding author: [luthfiedziki781@gmail.com](mailto:luthfiedziki781@gmail.com)

dilihat pada kebutuhan perjalanan dan pemesanan hotel yang sangat dibutuhkan oleh manusia dalam berpergian serta menjadi Sistem Informasi yang digunakan dalam operasional perusahaan yang bergerak dibidang travel dan perhotelan seperti traveloka, dan contoh lainnya seperti perkembangan Sistem Informasi yang dirancang oleh [3] dan [4] dimana mereka merancang suatu Sistem Informasi untuk rancang bangun aplikasi reservasi kamar hotel berbasis *web* serta pemesanan tiket perjalanan. Rancangan sistem tersebut dibuat untuk membantu perusahaan dalam menjalankan kegiatan operasionalnya sehingga dapat meningkatkan efisiensi dan efektivitas pekerjaan perusahaan.

Salah satu perusahaan yang membutuhkan pengembangan teknologi informasi untuk memperlancar kegiatan operasionalnya adalah PT Eksploitasi Energi Indonesia. PT Eksploitasi Energi Indonesia yang bergerak di bidang pertambangan, perdagangan batu bara, pengembangan dan pembagunan tenaga listrik, serta pengoperasian pembangkit listrik tenaga uap yang tersebar di berbagai wilayah Indonesia seperti di pulau jawa, Kalimantan, Sulawesi, Nusa tenggara dan wilayah lainnya. Dalam kegiatan operasional perusahaan, seringkali karyawan ditugaskan untuk dinas perjalanan ke luar kota dalam hal untuk melakukan monitoring, pengecekan, dan membahas hal penting lainnya. Seperti dijelaskan sebelumnya, wilayah operasional perusahaan terdapat di luar pulau jawa sehingga di butuhkan karyawan khusus dengan posisi yang membantu Perjalanan Dinas Luar Kota (PDK), yakni admin *ticketing*.

Admin *ticketing* adalah posisi yang bekerja untuk membantu karyawan admin operasional yang ingin melakukan perjalanan dinas khususnya dalam kota dan atau luar pulau jawa. Kebutuhannya di antara lain seperti pemesanan tiket pesawat pergi dan pulang, pemesanan hotel, dan transportasi di sana seperti mobil untuk mempermudah karyawan operasional berpergian di wilayah yang dituju. Selain itu admin *ticketing* juga membuat kerjasama dengan *vendor* untuk membantu semua pemesanan permintaan dan menalangi pembayarannya. Dikarenakan memakai *vendor* untuk menalangi pembayaran, pihak *vendor* menerbitkan *invoice* kepada perusahaan untuk dibayarkan dengan jangka waktu tertentu agar diproses dalam pencatatan dan perusahaan bisa memonitor masuk dan keluarnya uang perusahaan. Admin *ticketing* akan mencatat dan merekap data karyawan yang berpergian serta *invoice* yang diterbitkan pihak *vendor* untuk diberikannya ke pihak *finance* agar dicek dan dibayarkan. Pada posisi ini juga admin *ticketing* menekan dan memonitor pengeluaran uang perusahaan untuk karyawan yang dinas. Dalam melakukan tugasnya, karyawan *Ticketing* dan Admin seringkali mengalami berbagai permasalahan yang utamanya terletak pada sistem pekerjaan yang belum terkomputerisasi atau masih manual. Permasalahan tersebut antara lain :

(1) Terlewatnya permintaan karyawan yang ingin dinas, dikarenakan permintaan masih dilakukan melalui email maupun *chat* sehingga seringkali terlewat karena jika permintaan banyak dan tertumpuk kemungkinan besar akan menyebabkan permintaan terlewat, (2) lalu untuk laporan dikarenakan masih dilakukan secara manual, karyawan admin *ticketing* memisahkan semua pencatatan dimulai dari setiap karyawan yang dinas, *vendor* yang digunakan, kode *invoice* sehingga pada dalam pencatatannya terpisah, hal ini juga menjadikannya sulit untuk melaporkan pengeluaran serta riwayat karyawan yang dinas, (3) lalu di tiap pencatatan *vendor* dicatat tergantung *vendor* sehingga pencatatan berbeda tempat, ini menyebabkan sulitnya untuk melihat *history* perjalanan karyawan yang dinas sehingga untuk mengecek perjalanan masih dilakukan secara manual.

Sebuah perangkat lunak Sistem Informasi tentu dapat menyelesaikan masalah-masalah tersebut dimana Sistem Informasi dapat mempercepat pengolahan permintaan dan membantu operasional perusahaan. Sistem yang akan dibuat ini memberikan fasilitas untuk membantu persoalan atau permasalahan yang saat ini sedang dihadapi oleh karyawan pada bagian admin *ticketing* pada perusahaan PT Energi Eksploitasi Indonesia. Sistem ini dapat membantu karyawan tersebut dalam melakukan tugasnya seperti mendata karyawan yang melakukan PDK dimana data karyawan tersebut nantinya tidak akan ada *double* data ataupun hilangnya data informasi karyawan yang melakukan PDK, membantu dalam proses pemesanan tiket pesawat, mobil, dan hotel karyawan yang berhubungan dengan PDK, Sistem ini juga dapat melakukan rekapan data secara keseluruhan termasuk informasi pengeluaran karyawan tersebut dalam melakukan PDK serta rekapan berbagai *invoice* karyawan yang melakukan PDK karena seperti dijelaskan sebelumnya bahwa karyawan admin *ticketing* pada PT Energi Eksploitas Indonesia kesulitan dalam merekap *invoice* yang disebabkan karena per karyawan yang melakukan PDK biasanya akan memunculkan *invoice* dari berbagai *vendor* (*vendor* pemesanan tiket, hotel, dan mobil), serta Sistem Informasi ini juga dapat memonitoring setiap PDK karyawan seperti *history* perjalanan dan pemesanan (tiket pesawat, hotel, atau mobil), total pengeluaran.



Dalam mengembangkan Sistem Informasi ini dapat menggunakan model seperti yang dilakukan oleh [1] dan [5] yaitu menggunakan Model *Waterfall*. Model *Waterfall* adalah model yang terstruktur dan berurut dalam pengembangan perangkat lunak, diawali dengan analisis kebutuhan pengguna (*Requirement Analysis*), pemodelan (*System and Software Design*), konstruksi perangkat lunak (*Coding*), Pengujian aplikasi (*Testing*) dan diikuti dengan perawatan secara berkala pada perangkat lunak (*Maintenance*).

Berdasarkan permasalahan tersebut maka pada penelitian ini membuat suatu sistem yang membantu karyawan admin *ticketing* dalam menjalankan pekerjaan agar menjadi lebih efisien, yaitu merancang Sistem Informasi Pengelolaan Perjalanan Dinas Karyawan yang berbasis *web*.

## 2. METODE

Rancangan sistem yang dibangun oleh Suhirman (2020) dengan menggunakan *waterfall* dapat menghasilkan sistem berbasis *web* yang dapat digunakan sebagai media pengolahan data reservasi wisata. Selain itu, sistem terkomputerisasi untuk reservasi wisata berbasis online tersebut bisa menguntungkan pihak Srijaya Tour & Travel dalam pengolahan data transaksi. Selain sebagai sistem reservasi berbasis *web*, terdapat rancang bangun sistem Anharuddin (2020) yang dapat melakukan reservasi Kamar Hotel sehingga memudahkan pelanggan dalam mendapatkan kamar yang diinginkan. Kemudian, Sistem Informasi Agen Travel untuk *Ticketing* dan Administrasi Data juga dikembangkan oleh Primawati (2019) sehingga memudahkan agen travel dalam proses *ticketing* dan administrasi data. Penelitian serupa juga dilakukan oleh Novendri (2019), dengan mengembangkan Sistem Informasi Inventaris yang menggunakan PHP dan MySQL. Hasilnya sistem inventarisasi tersebut dapat dimanfaatkan oleh pihak sekolah MTS Nurul Islam dalam melakukan inventarisasi atas asset sekolah secara sistematis sehingga memudahkan pihak sekolah. Selanjutnya, Sistem yang dikembangkan oleh Fayyad (2022), dimana sistem tersebut dapat melayani pemesanan tiket travel secara online dan membantu kinerja pegawai dalam pencatatan dan pengelolaan data serta menjamin keamanan data karena disimpan pada database

## 3. HASIL

### a. Analisis Sistem

#### 1) Analisis Permasalahan

Permasalahan yang terjadi dalam pengelolaan PDK untuk keperluannya dalam menunjang perjalanannya yang ada di PT. Eksploitasi Energi Indonesia adalah permintaan masih secara manual melalui email maupun *chat* pribadi yang membuat terlewatnya proses pemesanan jika permintaannya banyak dari berbagai admin serta perekapan invoice *vendor* yang terpisah antara perekapan invoice pesawat, hotel, mobil, dan riwayat perjalanan karyawan. Sehingga untuk melakukan analisis pengeluaran biaya dan untuk memonitor perjalanannya dinas sangat sulit untuk dilakukan.

#### 2) Analisis Kebutuhan

Dalam pembuatan Sistem Informasi pengelolaan perjalanan dinas karyawan di PT Eksploitasi Energi Indonesia, dibutuhkan analisis kebutuhan untuk mengetahui kebutuhan dan komponen dalam pembuatan sistem sehingga dapat menghasilkan sebuah sistem yang sesuai dengan kebutuhan.

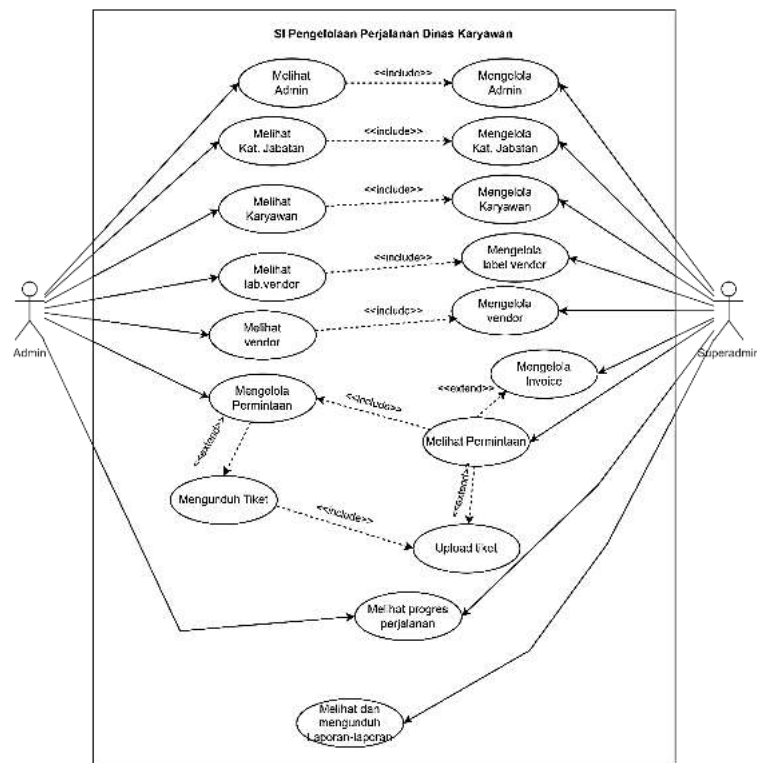
#### 3) Solusi Permasalahan

Berdasarkan analisis dari permasalahan saat ini, solusi yang dapat diusulkan dalam mengatasi permasalahan yang terjadi di PT. Eksploitasi Energi Indonesia yaitu menerapkan teknologi informasi yang diimplementasikan dalam bentuk Sistem Informasi pengelolaan dinas karyawan berbasis website. Yang fungsi website tersebut akan memenuhi kebutuhan dari admin *ticketing* dalam mengelola permintaan karyawan yang akan PDK, lalu laporan yang lengkap dan tidak terpisah serta pengingat untuk admin *ticketing* yang mana saja sudah di jalankan untuk permintaan karyawan, lalu dapat memonitoring progres karyawan yang sedang PDK yang sedang berjalan.

### b. Pemodelan Sistem

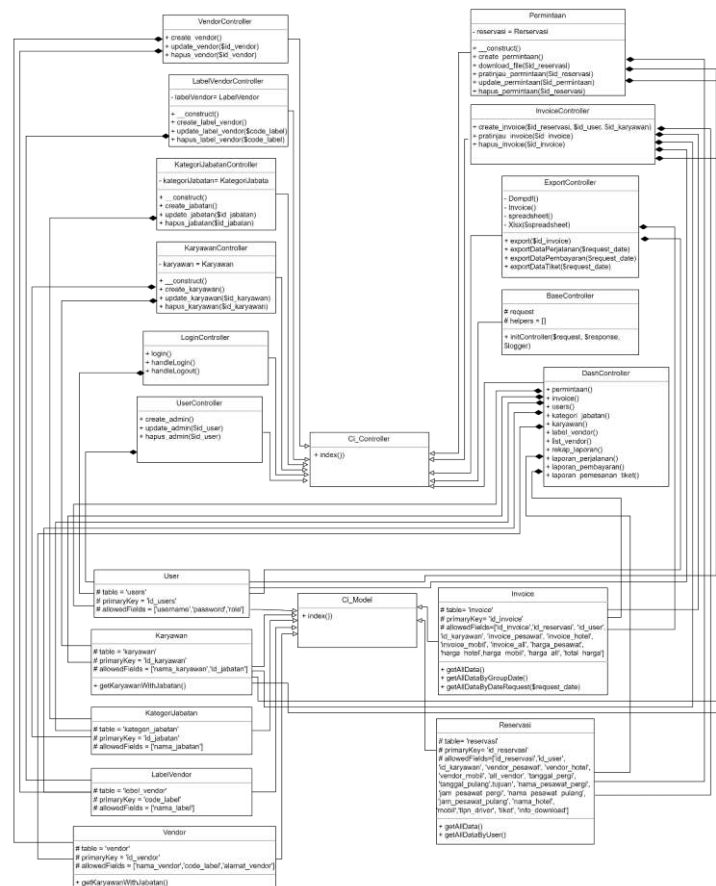
*Unified Modelling Language* (UML) atau pemodelan sistem merupakan penyederhanaan komponen yang kompleks dan dituangkan dalam bentuk visual diagram pada perancangan sistem berorientasi objek, UML ini juga digunakan agar memudahkan pemahaman sebuah Sistem Informasi dalam pembuatan sistem. Model UML ini terdiri dari Use Case Diagram, Class Diagram dan Entity Relationship Program.

## 1) Use Case Diagram



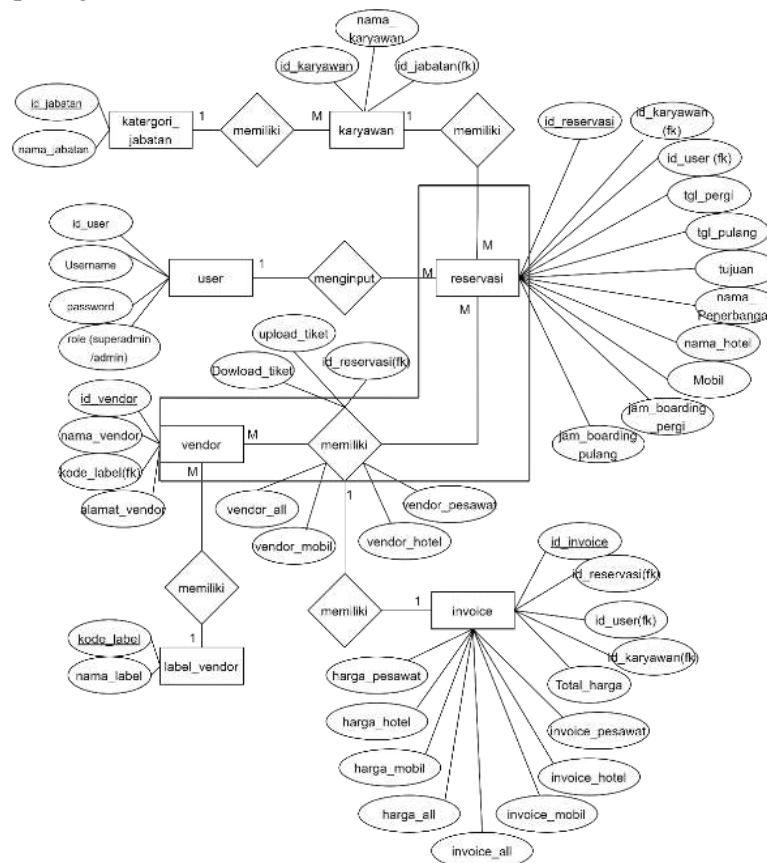
Gambar 2. Use Case Diagram

## 2) Class Diagram



Gambar 3. Class Diagram

### 3) Entity Relationship Program

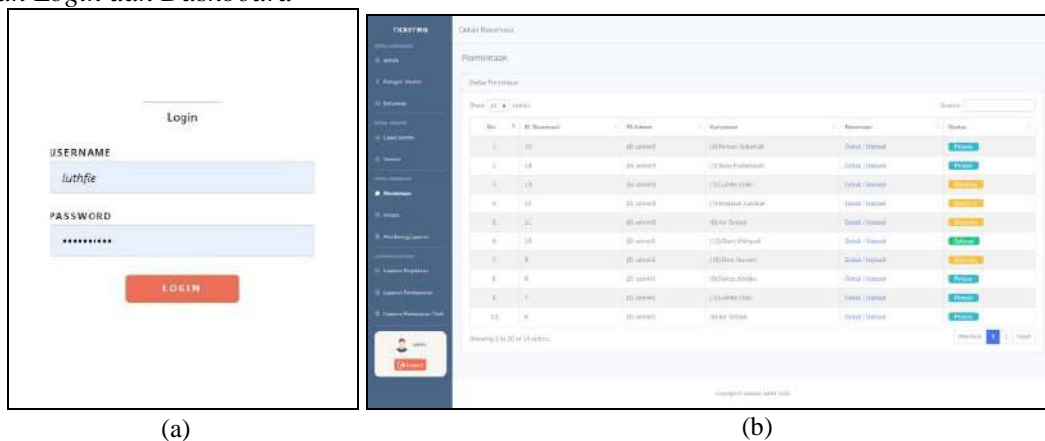


Gambar 4. Entity Relationship Program

#### c. Implementasi Sistem

Setelah menyelesaikan tahap pembuatan program, maka hasil yang didapatkan adalah website “Sistem Informasi Pengelolaan Perjalanan Dinas Karyawan Berbasis Web Pada PT. Eksploitasi Energi Indonesia”. Dengan menggunakan bahasa pemrograman PHP dan didukung oleh framework CodeIgniter4, basis tampilan menggunakan framework Bootstrap5, serta basis data menggunakan MySQL. Berikut merupakan tampilan website.

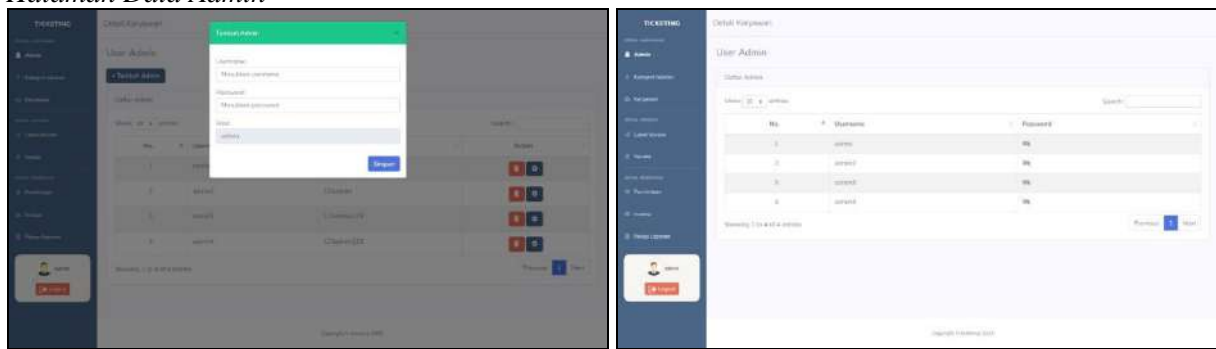
##### 1) Halaman Login dan Dashboard



Gambar 5. (a) Login (b) Dashboard

Pengguna dapat masuk ke sistem dengan mengisi *username* dan *password* yang tersedia untuk masuk ke dalam sistem. Kemudian pada dashboard terdapat menu untuk superadmin yang terdiri dari admin, kategori jabatan, karyawan, label *vendor*, *vendor*, permintaan, invoice, monitoring laporan, laporan perjalanan, laporan pembayaran, laporan pemesanan tiket.

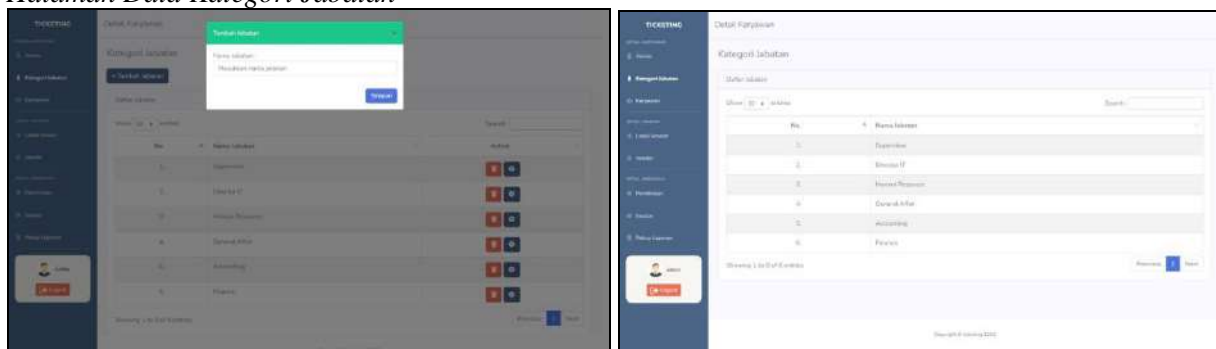
## 2) Halaman Data Admin



(a) (b)  
Gambar 6. Halaman Data Admin : (a) Input (b) Output

Implementasi halaman menu untuk admin yang terdiri dari admin, kategori jabatan, karyawan, label vendor, vendor, permintaan, invoice, monitoring laporan. Sedangkan hasil implementasi dari output data admin yang ada pada halaman admin operasional. Terdapat tabel yang berisi nomor, username dan password yang di sembunyikan.

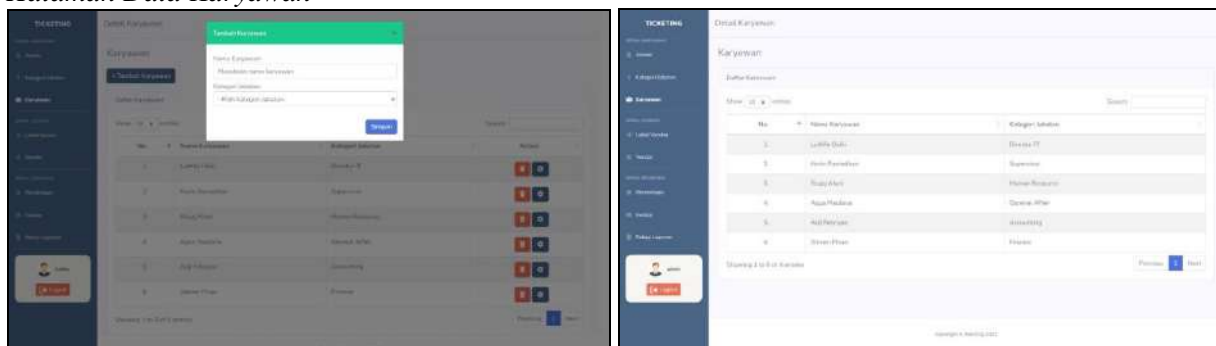
## 3) Halaman Data Kategori Jabatan



(a) (b)  
Gambar 7. Halaman Data Kategori Jabatan : (a) Input (b) Output

Hasil implementasi dari halaman input data kategori jabatan, superadmin dapat menambahkan jabatan dengan mengisi form yang disediakan. Sedangkan hasil implementasi dari output data kategori jabatan yang ada pada halaman admin operasional. Terdapat tabel yang berisi nomor dan nama jabatan.

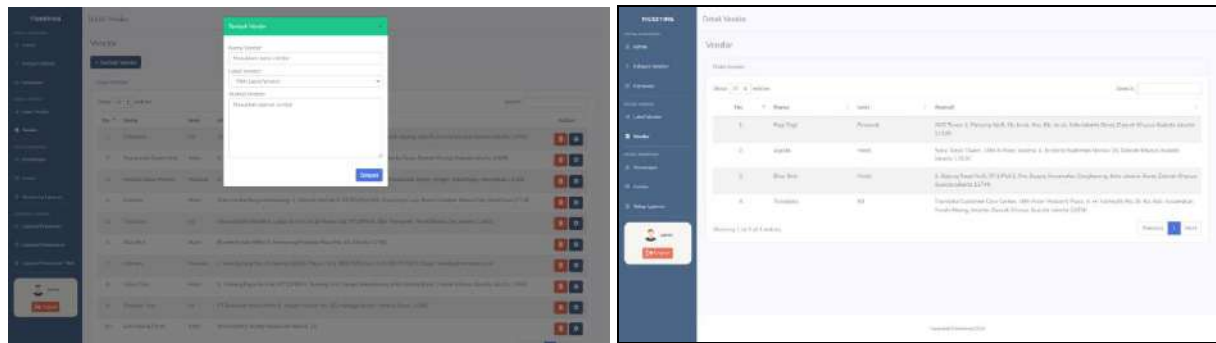
## 4) Halaman Data Karyawan



(a) (b)  
Gambar 8. Halaman Data Karyawan : (a) Input (b) Output

Hasil implementasi dari halaman input data karyawan, superadmin dapat menambahkan karyawan dengan mengisi form yang disediakan. Sedangkan hasil implementasi dari output data karyawan yang ada pada halaman admin operasional terdapat tabel yang berisi nomor, nama karyawan, dan kategori jabatan.

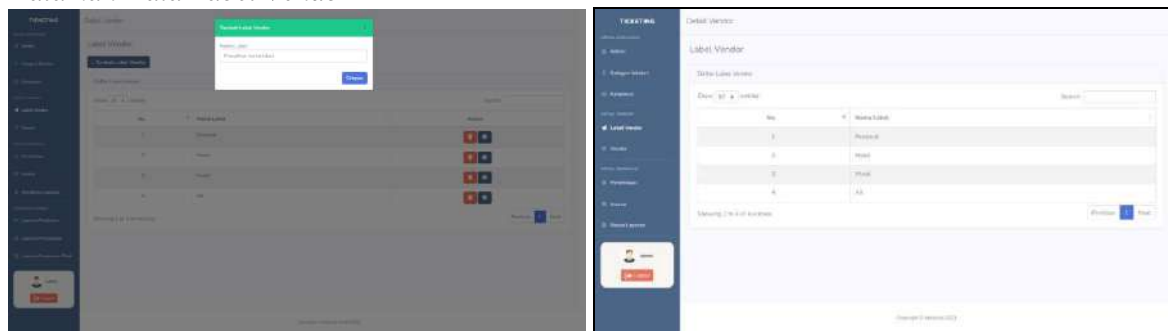
5) Halaman Data Vendor



(a) (b)  
Gambar 9. Halaman Data Vendor : (a) Input (b) Output

Hasil implementasi dari halaman input data vendor, superadmin dapat menambahkan vendor dengan mengisi form yang disediakan. Sedangkan, hasil implementasi dari output data informasi vendor yang ada pada halaman admin operasional. Terdapat tabel yang berisi nomor, nama, jenis, dan alamat.

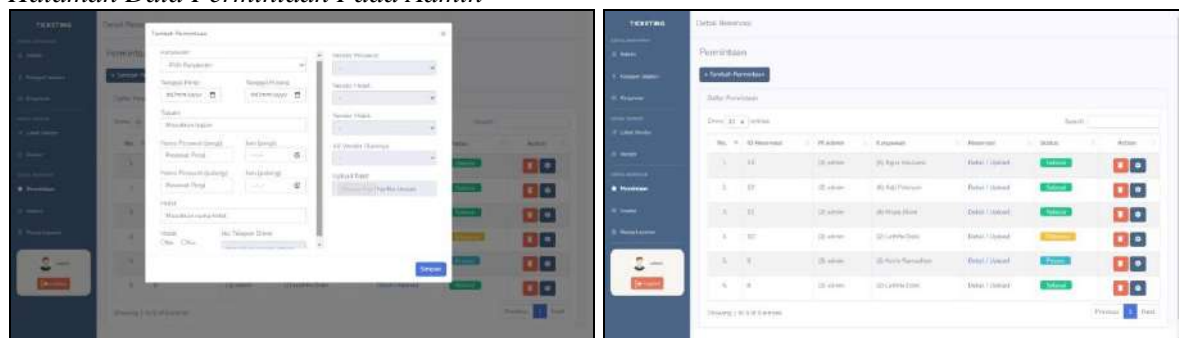
6) Halaman Data Label Vendor



(a) (b)  
Gambar 10. Halaman Data Label Vendor : (a) Input (b) Output

Hasil implementasi dari halaman input data label vendor, Superadmin dapat menambahkan label vendor dengan mengisi form yang disediakan dimana akan berkaitan dengan pengisian vendor. Lalu output nya adalah tabel yang berisi nomor, dan nama label.

7) Halaman Data Permintaan Pada Admin

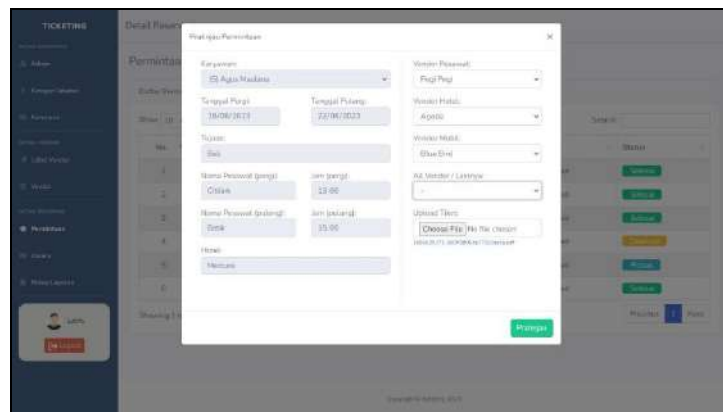


(a) (b)  
Gambar 11. Halaman Data Permintaan Pada Admin : (a) Input (b) Output

Hasil implementasi dari halaman input data permintaan, admin dapat menambahkan permintaan PDK dengan mengisi form yang disediakan. Lalu output nya adalah tabel yang berisi nomor, id reservasi, admin penanggung jawab, karyawan, reservasi, status, dan action.



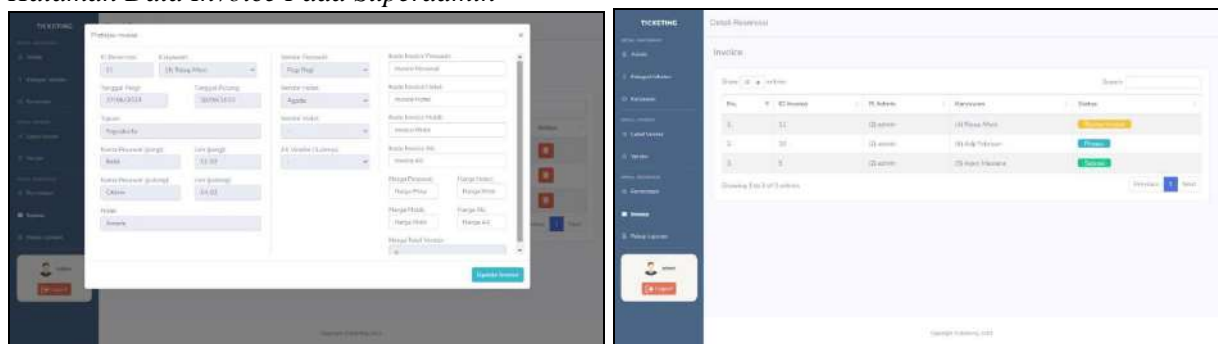
8) Halaman Data Pada Superadmin



Gambar 12. Halaman Data Pada Superadmin

Hasil implementasi dari halaman input data permintaan, superadmin dapat menambahkan detail vendor yang digunakan dan mengupload tiket yang sebelumnya sudah disatukan oleh superadmin.

9) Halaman Data Invoice Pada Superadmin



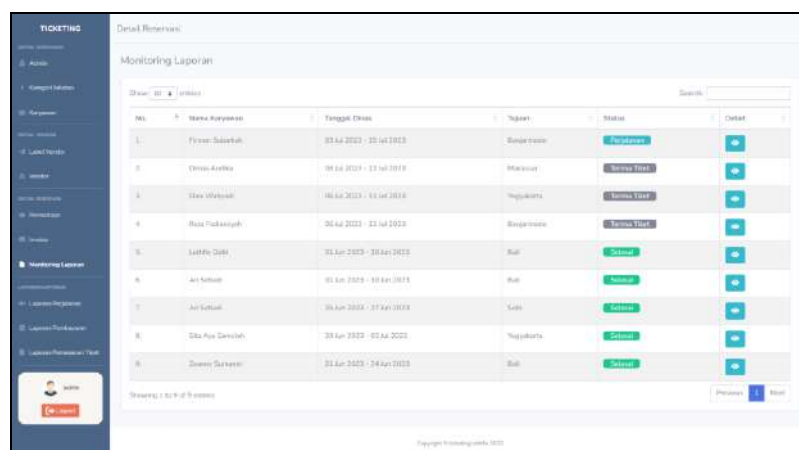
(a)

(b)

Gambar 13. Halaman Data Invoice Pada Superadmin : (a) Input (b) Output

Hasil implementasi dari halaman input data invoice, superadmin dapat mengisi form kode invoice yang diberikan vendor dan harganya. Lalu output nya adalah tabel yang berisi nomor, id invoice, admin penanggung jawab, karyawan, dan status.

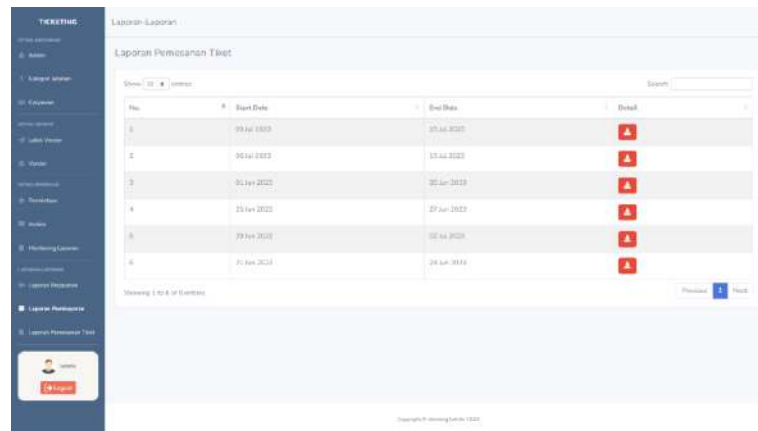
10) Progres Perjalanan



Gambar 14. Progres Perjalanan

Hasil implementasi dari output data dan status progres perjalanan pada halaman superadmin yang progresnya bisa di unduh dalam bentuk pdf sedangkan untuk admin tidak bisa untuk mengunduh.

#### 11) Laporan



No.	Start Date	End Date	Detail
1	09 Jun 2022	20 Jun 2022	⚠
2	09 Jun 2022	13 Jun 2022	⚠
3	05 Jun 2022	20 Jun 2022	⚠
4	25 Jun 2022	27 Jun 2022	⚠
5	29 Jun 2022	02 Jul 2022	⚠
6	21 Jun 2022	28 Jun 2022	⚠

Gambar 15. Laporan

Hasil implementasi dari output laporan pada halaman superadmin yang progresnya bisa di unduh dalam bentuk excel serta tanggal yang sesuai dengan kasus perjalanan, seperti laporan perjalanan, laporan pembayaran, dan laporan pemesanan tiket

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa Sistem Informasi Pengelolaan Perjalanan Dinas Karyawan dibuat untuk meminimalisir *human error* pada saat meningkatnya permintaan perjalanan dinas dari berbagai admin sehingga selalu ada *update* nya. Dan dengan Sistem Informasi Pengelolaan Perjalanan Dinas Karyawan ini membantu karyawan admin *ticketing* dan admin operasional pada PT. Exploitasi Energi Indonesia dalam memudahkan soal memonitoring perjalanan dan membuat laporan progres perjalanan dinas karyawan.

Dengan Sistem Informasi Pengelolaan Perjalanan Dinas Karyawan ini admin *ticketing* tidak perlu lagi dalam mencatat laporan riwayat perjalanan, *vendor-vendor*, dan pengeluaran secara terpisah. Serta dapat menganalisa setiap pengeluaran karyawan yang dinas secara cepat dan menyeluruh.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. F. Fayyad, I. Ramadhani, H. Syukron, M. Ikhwan, and M. R. Prayogge, "Bangun Sistem Informasi Tiket Travel Berbasis Web di Kota Pekanbaru," 2022. [Online]. Available: <https://journal.irpi.or.id/index.php/sentimas>.
- [2] Y. Yanuardi and A. A. Permana, "Rancang Bangun Sistem Informasi Keuangan Pada Pt. Secret Discoveries Travel and Leisure Berbasis Web," *JIKA (Jurnal Informatika)*, vol. 2, no. 2, pp. 1-7, 2019, doi: 10.31000/v2i2.1513.
- [3] N. Arrahman, H. Mulyono, M. Sistem Informasi, U. Dinamika Bangsa, and J. Jl Jend Sudirman Thehok-Jambi, "Analisis Dan Perancangan Sistem Informasi Pemesanan Kamar Hotel Berbasis Web Pada Hotel Auliya," 2021.
- [4] D. Priambodo and U. Teknologi Yogyakarta Jl Ringroad Utara Jombor Sleman Yogyakarta, "Rancang Bangun Sistem Informasi Reservasi Tour dan Travel Berbasis Web," 2020.
- [5] A. I. Satria, L. Andrawina, and H. D. Anggana, "Perancangan Sistem Informasi Manajemen Pemesanan Tiket Pesawat Pada Travel Agent Wiro Karya Berbasis Web Dengan Metode Waterfall Designing Information System of Aircraft Ticket Booking Management on the Wiro Agent Travel Web-Based Work With Waterfall Meth," vol. 7, no. 1, p. 1890, 2020.
- [6] R. L. Ackoff, "Towards a System of Systems Concepts," *Manage Sci*, vol. 17, no. 11, pp. 661-671, Jul. 1971, doi: 10.1287/mnsc.17.11.661.
- [7] R. Saputra, A. W. Widodo, and A. Hendra Brata, "Pengembangan Sistem Rental Kamera Online," 2018. [Online]. Available: <http://j-ptiik.ub.ac.id>.
- [8] Michael Buckland, "Information and Information Systems," Greenwood Publishing Group, 1991.
- [9] G. R. Ralph Stair, "Fundamentals of Information Systems," 8th ed. 2016.

- 
- [10] A. Simangunsong and M. Informatika, “Sistem Informasi Pengarsipan Dokumen Berbasis Web,” *Jurnal Mantik Penusa*, vol. 2, no. 1, pp. 11–19, 2018.
- [11] A. Syukron and N. Hasan, “Perancangan Sistem Rawat Jalan Berbasis web Pada Puskesmas Winog,” *Bianglala Informatika*, vol. 3, no. 1, pp. 28–34, 2017.
- [12] D. Puspitasari, “Sistem Informasi Perpustakaan Sekolah Berbasis Web,” *Jurnal Pilar Nusa Mandiri Vol. XII*, vol. 12, no. 2, pp. 227–240, 2016.
- [13] I. Widowati, D. Purwanto Manajemen Industri, and S. Wastukencana Purwakarta, “Analisa Proses Administrasi Perjalanan Dinas Karyawan Pt. Xyz Menggunakan Metode Why-Why Analysis,” *Jurnal Teknologika*, Vol. 9, No. 1, 2019.
- [14] Y. Wiliandari, “Kepuasan Kerja Karyawan,” *Society*, 2015.
- [15] I. R. Dhaifullah, M. Muttanifudin, A. A. Salsabila, and M. A. Yakin, “Survei Teknik Pengujian Software,” 2022.
- [16] Rutmeida Handayani Akar, “Literature Review: Kelebihan Pengujian Kotak Hitam (Black Box Testing) Pada Pengujian Perangkat Lunak,” *Journal Widhyadharm*, vol. 4, no. 1, 2021, [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/351301443>

# Sistem Informasi Pengelolaan Uji Kompetensi Berbasis Web Pada LSP HCMI

Mohammad Adji Febriansyah<sup>1\*</sup>, Desti Fitriati<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila, Jakarta

**Abstrak.** Lembaga Sertifikasi Profesi Human Capital Management Indonesia yang kemudian disebut LSP HCMI adalah LSP jenis P3 yang melayani uji kompetensi di bidang sumber daya manusia. LSP HCMI membuka pendaftaran bagi seluruh karyawan BUMN, BUMD, dan juga karyawan swasta, atau siapa saja yang membutuhkan sertifikasi bidang sumber daya manusia, Namun, proses pendaftaran pada LSP HCMI yang sedang berjalan saat ini belum dilakukan melalui sebuah Sistem Informasi dan seringkali mengalami kendala, seperti proses pendaftaran yang rumit karena harus memakai 4 platform yang berbeda. Maka dari itu untuk menyelesaikan masalah tersebut penelitian ini membuat sebuah sistem informasi berbasis web dalam pembuatannya menggunakan metode *Software Development Life Cycle* (SDLC) dengan model Incremental. Dan pengujian sistem menggunakan Black Box. Pembuatan sistem ini bertujuan untuk mempermudah proses pendaftaran uji kompetensi tanpa harus menggunakan banyak platform, meminimalisir kesalahan terkait kelengkapan dan kelayakan dokumen calon asesi, mempermudah admin agar tidak harus mengunduh dan memindahkan semua dokumen asesi ke dalam google drive satu persatu, dan mempermudah asesor agar dapat langsung melihat semua dokumen milik calon asesi.

**Kata kunci:** Sistem Informasi, *Software Development Life Cycle* (SDLC), Incremental, Pendaftaran

## 1. PENDAHULUAN

Sumber daya manusia merupakan salah satu faktor terpenting dalam perusahaan, berhasil atau tidaknya suatu perusahaan dalam mencapai tujuannya banyak bergantung pada kemampuan sumber daya manusia dalam melaksanakan tugas-tugas yang telah ditetapkan oleh perusahaan. Oleh karena itu, perusahaan harus mempekerjakan karyawan yang kompeten atau sebaliknya melatih karyawan agar kompeten di bidangnya. Perusahaan harus mampu menciptakan suasana yang mendorong karyawan untuk meningkatkan prestasi kerjanya.

Untuk meningkatkan produktivitas SDM, manajemen harus mampu mengelola dan memanfaatkan sumber daya manusia secara optimal. Hal ini bertujuan agar karyawan dapat mencapai tujuan sebagaimana yang diharapkan oleh manajemen perusahaan dan berkontribusi secara maksimal terhadap kesuksesan perusahaan. Dengan mengelola SDM dengan baik, termasuk melalui proses rekrutmen, pelatihan dan pengembangan, penghargaan, serta pengelolaan kinerja, manajemen dapat menciptakan lingkungan kerja yang memotivasi dan mendukung pertumbuhan serta kemampuan karyawan. Dengan demikian, produktivitas dan efisiensi kerja dapat ditingkatkan, memberikan manfaat baik bagi perusahaan maupun karyawan.

Berdasarkan surat edaran menteri tenaga kerja No. 5 tahun 2019 yaitu setiap karyawan yang menduduki jabatan bidang SDM wajib memiliki sertifikasi bidang SDM. Oleh karena itu, untuk menjamin kompetensi seseorang dalam bidang tertentu khususnya di bidang SDM, sertifikasi profesi menjadi salah satu cara yang dapat diambil. Dalam dunia kerja, sertifikasi ini dianggap penting sebagai bukti kredibilitas dan kompetensi seorang profesional.

\*Corresponding author: [adji280201@gmail.com](mailto:adji280201@gmail.com)

Untuk mencapai tujuan tersebut, perusahaan berlomba-lomba mendaftarkan karyawannya dalam uji sertifikasi kompetensi, sehingga perusahaan dapat mengetahui dan mengukur apakah karyawannya lulus uji kompetensi dan benar-benar kompeten atau ahli di bidangnya. Itu sebabnya pemerintah membentuk Badan Nasional Sertifikasi Profesi (BNSP) di bawah Kementerian Tenaga Kerja dan Migrasi. Atas dasar itulah digagas pendirian Lembaga Sertifikasi Profesi (LSP) di bawah pengawasan BNSP untuk melakukan uji sertifikasi bagi karyawannya (Alamsyah et al., 2020).

Pembentukan BNSP diatur berdasarkan Peraturan Pemerintahan (PP) No. 23 tahun 2004 atas dasar UU No. 13 tahun 2003 tentang ketenagakerjaan yang dimana BNSP merupakan lembaga independen yang dalam melaksanakan tugasnya serta bertanggung jawab langsung kepada presiden (Pusat, 2004). Dalam melaksanakan tugasnya BNSP memiliki salah satu kewenangan yaitu, BNSP berhak memberikan lisensi kepada Lembaga Sertifikasi Profesi (LSP) yang telah memenuhi persyaratan yang ditetapkan untuk melaksanakan sertifikasi kompetensi kerja (Suwanto et al., 2019). Salah satu LSP yang telah mendapatkan lisensi dari BNSP dan berhak melaksanakan sertifikasi uji kompetensi adalah LSP Human Capital Management Indonesia (HCMI). LSP HCMI menjadi lembaga sertifikasi di bawah naungan BNSP yang bertanggung jawab dalam merancang standar kompetensi, melaksanakan uji sertifikasi kompetensi, menerbitkan sertifikasi kompetensi, dan menjadi penyedia Tempat Ujian Kompetensi (TUK) sesuai dengan pedoman BNSP.

Lembaga Sertifikasi Profesi (LSP) adalah lembaga independen yang bertugas untuk melakukan sertifikasi profesi bagi individu atau karyawan yang ingin mendapatkan sertifikasi di bidang tertentu (Nindya Okta Hartika, 2021). LSP bertanggung jawab untuk menjamin bahwa proses sertifikasi dilakukan secara adil, objektif, dan transparan. Dalam melakukan sertifikasi, LSP harus mengacu pada standar kompetensi yang telah ditetapkan oleh lembaga terkait, seperti Kementerian Ketenagakerjaan, dan Badan Nasional Sertifikasi Profesi (BNSP). Sertifikasi yang dikeluarkan oleh LSP diakui secara nasional, sehingga dapat meningkatkan kesempatan kerja dan kesejahteraan tenaga kerja yang bersertifikasi.

Namun, proses pendaftaran pada LSP HCMI yang sedang berjalan saat ini belum dilakukan melalui sebuah Sistem Informasi dan seringkali mengalami kendala, seperti proses pendaftaran yang rumit karena harus memakai 4 platform yang berbeda, yaitu google form, google classroom, gmail, dan google drive. Adapun keempat platform tersebut memiliki fungsi yang berbeda-beda, yaitu google form untuk pengisian identitas diri, APL 01, APL 02, dll. Google classroom atau gmail untuk pengumpulan dokumen bukti yang harus diunduh satu per satu oleh admin untuk kemudian disimpan di google drive. Google drive sebagai tempat para calon asesi untuk mengunduh template form APL 01 dan APL 02 dan juga sebagai tempat penyimpanan dokumen asesi. Lalu proses verifikasi dokumen juga masih dilakukan secara konvensional sehingga sangat berpotensi menimbulkan kesalahan terkait kelengkapan dan kelayakan dokumen calon asesi. Kemudian pada tahap proses uji kompetensi, admin harus memindahkan semua dokumen asesi ke google drive agar bisa dilihat oleh asesor, dan juga sering terjadinya miskomunikasi antara admin dan asesor terkait akses google drive yang berisi dokumen asesi kepada asesor. Di sisi lain, calon asesi juga mengalami kesulitan dalam proses administrasi pendaftaran yang membingungkan bagi calon asesi.

Oleh karena itu, diperlukan sebuah Sistem Informasi Pengelolaan Uji Kompetensi yang berbasis web sebagai solusi dari masalah-masalah yang dihadapi. Sistem Informasi Pengelolaan Uji Kompetensi Berbasis Web dapat mempermudah proses pendaftaran sehingga para admin tidak perlu lagi memakai 4 platform yang berbeda untuk melakukan proses administrasi pendaftaran, dengan begitu proses pendaftaran akan jauh lebih efektif dan juga terstruktur serta juga dapat meminimalisir potensi kesalahan yang dilakukan admin pada proses verifikasi pendaftaran uji kompetensi. Selain itu, Sistem Informasi ini juga dapat mempercepat proses asesmen uji kompetensi karena asesor bisa langsung melihat semua dokumen milik calon asesi tanpa harus mengunduh dan memindahkan dokumennya satu persatu. Sistem Informasi ini juga dapat memberikan informasi yang lengkap dan akurat tentang tata cara pendaftaran uji kompetensi yang ada di LSP, sehingga memudahkan calon asesi untuk mendaftarkan diri sesuai dengan kebutuhan mereka.

Dalam rangka meningkatkan kualitas sumber daya manusia di Indonesia, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan Sistem Informasi Pengelolaan Uji Kompetensi Berbasis Web Pada LSP HCMI yang dapat mempermudah proses pendaftaran, membantu admin dalam melakukan proses administrasi, dan juga mempermudah proses asesmen uji kompetensi. Dengan adanya Sistem Informasi Pengelolaan Uji Kompetensi Berbasis Web ini, diharapkan dapat meningkatkan efektivitas dan efisiensi



proses sertifikasi kompetensi pada individu atau organisasi, sehingga dapat mempercepat peningkatan kualitas SDM di Indonesia.

Rancangan sistem yang dibangun oleh Alamsyah (2020) dengan menggunakan waterfall dapat menghasilkan sistem informasi yang dapat membantu proses administrasi data peserta uji kompetensi, penjadwalan, dokumentasi serta memudahkan pembuatan laporan hasil pelaksanaan uji kompetensi. Kemudian, terdapat aplikasi yang dibuat Suwanto (2019) dengan nama Aplikasi Pengolahan Berkas Uji Kompetensi LSP Politeknik Negeri Lampung Berbasis Web. Aplikasi tersebut dibangun untuk memberikan kemudahan kepada asesor dan LSP Polinela dalam melakukan pengolahan berkas asesmen.. Kemudian, Nindya (2021) berhasil membuat Sistem Informasi Lembaga Sertifikasi Profesi Universitas Negeri Padang yang berbasis web, dimana dengan sistem informasi ini mahasiswa atau pengguna lainnya bisa mengakses kapanpun dan dimanapun untuk mendapatkan informasi mengenai Informasi Lembaga Sertifikasi Profesi Universitas Negeri Padang. Bagi asesi bisa melakukan pendaftaran secara langsung melalui sistem informasi ini dan mempermudah penyimpanan data bagi Lembaga Sertifikasi Profesi Universitas Negeri Padang. Penelitian serupa juga dilakukan oleh Vinanda (2019) yang berhasil membuat Sistem Informasi untuk mengatasi beberapa masalah yaitu waktu pengisian, penyimpanan, dan penggunaan kertas yang berlebih.

## 2. METODE

### A. Analisis Sistem

#### 1. Analisis Permasalahan

Permasalahan yang terjadi di proses pendaftaran uji kompetensi di LSP HCM I adalah proses pendaftaran yang belum dilakukan melalui sebuah Sistem Informasi dan seringkali mengalami kendala, seperti proses pendaftaran yang rumit karena harus memakai 4 platform yang berbeda, yaitu google form, google classroom, gmail, dan google drive. Adapun keempat platform tersebut memiliki fungsi yang berbeda-beda, yaitu google form untuk pengisian identitas diri, APL 01, APL 02, dll. Google classroom atau gmail untuk pengumpulan dokumen bukti yang harus diunduh satu per satu oleh admin untuk kemudian disimpan di google drive. Google drive sebagai tempat para calon asesi untuk mengunduh template form APL 01 dan APL 02 dan juga sebagai tempat penyimpanan dokumen asesi. Lalu proses verifikasi dokumen juga masih dilakukan secara konvensional sehingga sangat berpotensi menimbulkan kesalahan terkait kelengkapan dan kelayakan dokumen calon asesi. Kemudian pada tahap proses uji kompetensi, admin harus memindahkan semua dokumen asesi ke google drive agar bisa dilihat oleh asesor, dan juga sering terjadinya miskomunikasi antara admin dan asesor terkait akses google drive yang berisi dokumen asesi kepada asesor. Di sisi lain, calon asesi juga mengalami kesulitan dalam proses administrasi pendaftaran yang membingungkan bagi calon asesi.

#### 2. Analisis Kebutuhan

Pada tahap ini melakukan pencarian terhadap kebutuhan-kebutuhan apa saja yang dapat membantu pengelolaan dari sisi admin, asesor maupun asesi, agar sistem yang dirancang dapat dibangun sesuai dengan kebutuhan yang diinginkan. Kebutuhan tersebut diantaranya sebagai berikut:

1. Dapat menambahkan akun asesor baru;
2. Dapat mempermudah asesi dalam melakukan pendaftaran uji kompetensi;
3. Dapat membantu asesi dalam mengunggah dokumen identitas dan bukti;
4. Dapat membantu admin dalam melakukan verifikasi dan proses administrasi pendaftaran uji kompetensi;
5. Dapat membantu asesor untuk melihat dokumen bukti asesi;
6. Dapat mempermudah komunikasi antara admin, asesor, dan juga asesi;
7. Dapat membantu asesor dalam melakukan penilaian uji kompetensi;
8. Dapat membantu admin untuk melihat hasil uji kompetensi;

#### 3. Solusi Permasalahan

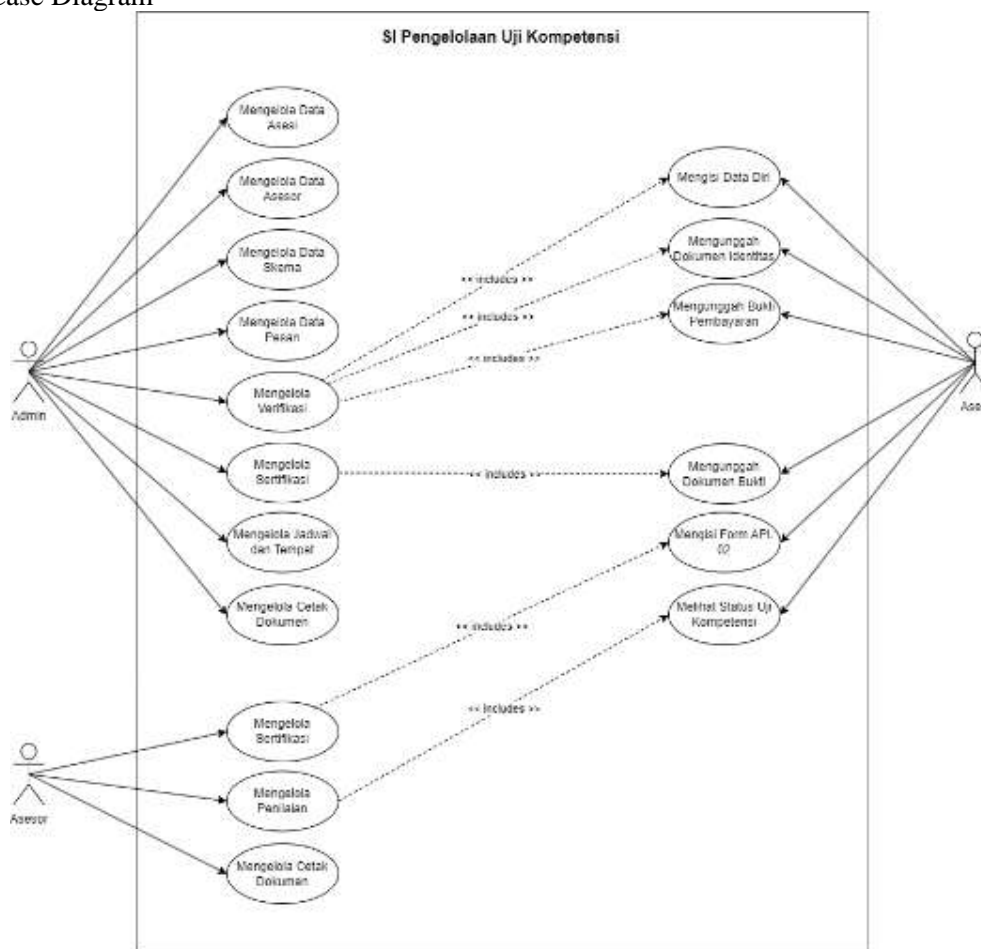
Berdasarkan analisis permasalahan dan kebutuhan untuk mencari solusi dari permasalahan tersebut, maka solusi terbaik adalah dengan membuat Sistem Informasi Pengelolaan Uji Kompetensi yang akan memudahkan admin dalam melakukan proses pendaftaran sehingga admin tidak perlu lagi memakai 4 buah platform yang berbeda untuk melakukan proses administrasi pendaftaran, dengan

begitu proses pendaftaran akan jauh lebih efektif dan juga terstruktur serta juga dapat meminimalisir potensi kesalahan yang dilakukan admin pada proses verifikasi pendaftaran uji kompetensi. Selain itu, Sistem Informasi ini juga dapat mempercepat proses asesmen uji kompetensi karena asesor bisa langsung melihat semua dokumen milik calon asesi tanpa harus mengunduh dan memindahkan dokumennya satu persatu. Sistem Informasi ini juga dapat memberikan informasi yang lengkap dan akurat tentang tata cara pendaftaran uji kompetensi yang ada di LSP, sehingga memudahkan calon asesi untuk mendaftarkan diri sesuai dengan kebutuhan mereka.

## B. Pemodelan Sistem

Pemodelan sistem ini bertujuan untuk menganalisa serta membentuk konsep sebelum sistem dibuat dalam beberapa bentuk diagram. Salah satu pemodelan sistem adalah *Unified Modelling Language (UML)*. *Unified Modelling Language (UML)* sendiri terdiri dari *Use Case Diagram*, *Activity Diagram*, *Sequence Diagram*, *Class Diagram*, dan *Entity Relationship Diagram*.

### 1. Use Case Diagram



Gambar 1. Use Case Diagram



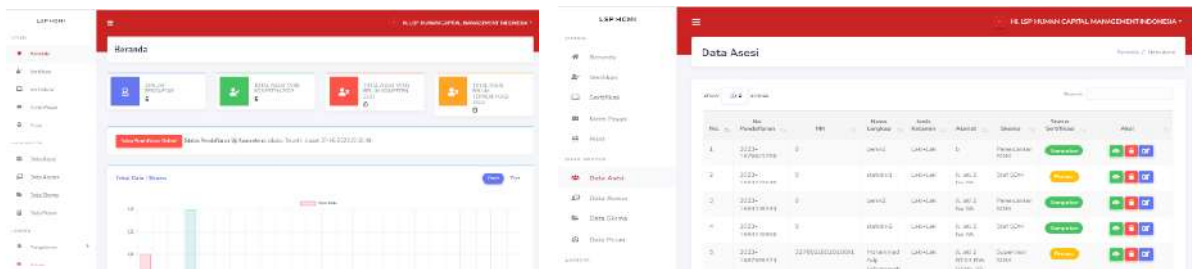


### 3. HASIL



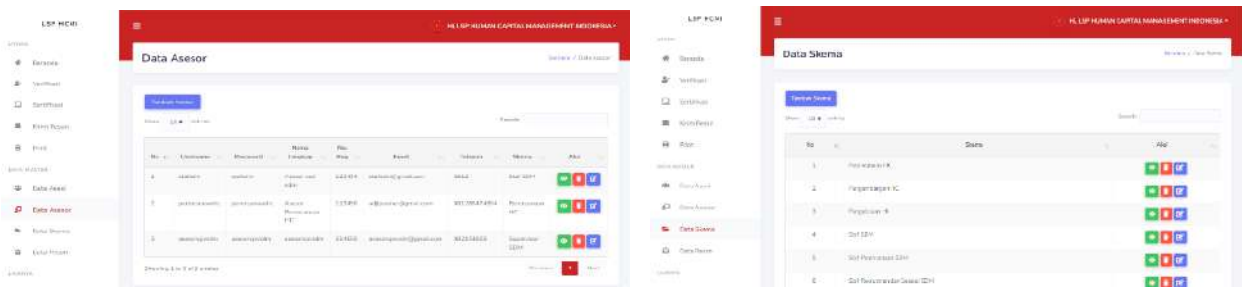
Gambar 4. (a) Login (b) Pendaftaran

Tampilan login admin dimana harus mengisi username dan password untuk login, dan tampilan implementasi proses pendaftaran dimana harus mengisi 5 halaman diantaranya: data asesi, data alamat, mengunggah dokumen identitas, mengunggah bukti pembayaran, dan konfirmasi bahwa data yang telah diisi benar untuk melakukan proses pendaftaran uji kompetensi.



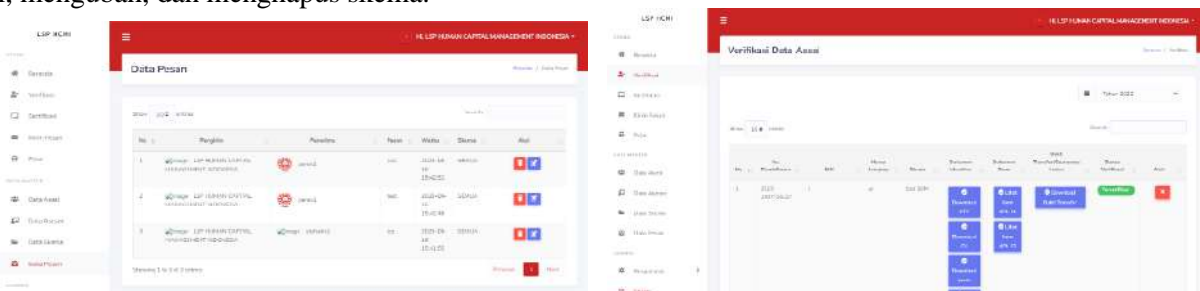
Gambar 5. (a) Dashboard Admin (b) Kelola Asesi

Tampilan Dashboard admin dimana terdapat informasi terkait jumlah pemdaftar, asesi yang kompeten, asesi yang belum kompeten, dan asesi yang belum terverifikasi, serta terdapat grafik yang menunjukkan jumlah asesi per skema dan tabel user yang sedang online. Dan tampilan kelola asesi dimana terdapat tabel yang berisi data asesi yang telah mendaftar serta dapat melihat detail, mengubah, dan menghapus asesi.



Gambar 6. (a) Kelola Asesor (b) Kelola Skema

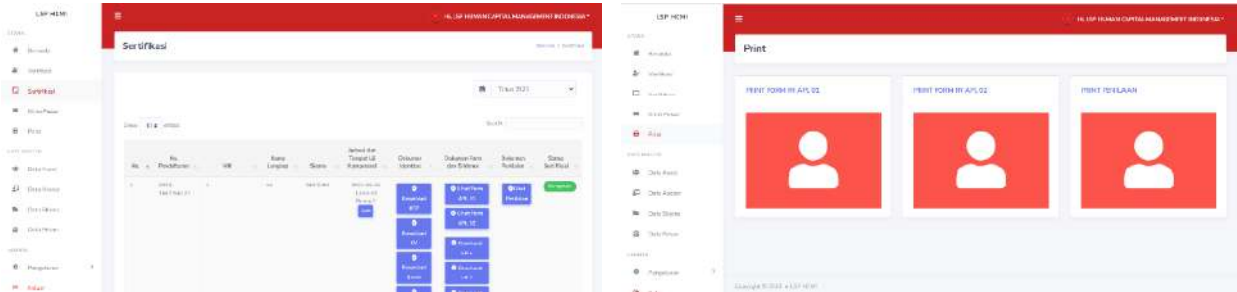
Tampilan kelola asesor dimana terdapat tabel yang berisi data asesor yang telah ditambahkan oleh admin serta dapat menambah, melihat detail, mengubah, dan menghapus asesor. Dan tampilan kelola skema dimana terdapat tabel yang berisi data skema yang telah ditambahkan oleh admin serta dapat menambah, melihat detail, mengubah, dan menghapus skema.



Gambar 7. (a) Kelola Pesan (b) Verifikasi



Tampilan kelola pesan dimana terdapat tabel yang berisi data pesan yang telah dikirim oleh admin dan asesor serta dapat mengubah, dan menghapus pesan. Dan tampilan verifikasi dimana terdapat tabel yang berisi data asesi yang telah dan belum diverifikasi oleh admin serta dapat melakukan verifikasi dengan mengecek dokumen asesi.



Gambar 8. (a) Sertifikasi (b) Cetak Dokumen

Tampilan sertifikasi dimana terdapat tabel yang berisi data asesi yang telah diverifikasi oleh admin serta dapat menambahkan jadwal dan TUK, mengunduh dokumen, dan melihat status sertifikasi. Dan tampilan cetak dokumen dimana terdapat data dokumen form milik asesi.



Gambar 9. (a) APL 01 (b) APL 02

Tampilan APL 01 dimana terdapat data form APL 01 yang telah diisi asesi pada proses pendaftaran. Dan tampilan APL 02 dimana terdapat data form APL 02 milik asesi sesuai dengan skemanya.



Gambar 10. Halaman Penilaian

Tampilan halaman penilaian dimana terdapat data penilaian milik asesi

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil yang telah didapat dari pembahasan diatas dapat diambil kesimpulan bahwa Sistem ini berhasil memudahkan admin dan berhasil menggantikan 4 buah platform dalam proses pendaftaran, berhasil meminimalisir kesalahan pada proses verifikasi terkait kelengkapan dan kelayakan dokumen calon asesi,

berhasil memudahkan asesi dalam mengunggah dokumen bukti sehingga dokumen bukti asesi dapat tersimpan dengan baik dan tertata rapi di dalam sistem ini, dan juga berhasil memecahkan permasalahan asesor untuk mengakses dokumen bukti sehingga admin tidak harus memindahkan dokumen bukti asesi satu persatu.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. Alamsyah, M. Muflih, and M. E. Rosadi. 2020. Rancang Bangun Sistem Informasi Administrasi Lembaga Sertifikasi Profesi ( LSP ) Berbasis Web. vol. 6, no. 2, pp. 77–88.
- [2] P. Pusat. 2004. “Peraturan Pemerintah (PP) tentang Badan Nasional Sertifikasi Profesi.
- [3] Suwanto, D. Alfiansyah, and D. Kurniadi. 2019. Aplikasi Pengolahan Berkas Uji Kompetensi LSP Politeknik Negeri Lampung Berbasis Web. no. 6, pp. 1–9.
- [4] Y. H. Nindya Okta Hartika. 2021. Rancang Bangun Sistem Informasi Administrasi Lembaga Sertifikasi Profesi (LSP) UNP Berbasis Web. SMARTICS J., vol. 5, no. 2, pp. 77–88.
- [5] R. Vinanda, S. A. Wicaksono, and F. Amalia. 2019. Pengembangan Sistem Informasi Asesmen Lembaga Sertifikasi Profesi Berbasis Web (Studi Kasus : SMK Negeri 4 Malang ). vol. 3, no. 6.
- [6] E. D. Wahyuni, M. Risvi, K. Azis, and I. Nuryasin. 2021. Implementasi Metode Incremental Pada Sistem Informasi Administrasi Desa Jambuwer. vol. 15, no. 2, pp. 156–167.
- [7] Z. Z. Tazkia. 2019. Perancangan Sistem Informasi Akuntansi Laporan Keuangan Laba Rugi pada Restoran Eatboss Dengan Menggunakan PHP dan MySQL. is Best Account. Inf. Syst. Inf. Technol. Bus. Enterp. this is link OJS us, vol. 4, no. 1, pp. 426–440.
- [8] O. Lubis, D. Oscar, B. Santoso. 2021. Sistem Informasi Pengelolaan Sertifikasi Kompetensi Online Pada SMK Dengan Metode Web Base Engineering. vol. 5, no. 2, pp. 422–439, doi: 10.52362/jisicom.v5i2.644.
- [9] A. Permana. 2017. Rancangan Sistem Informasi Simpan Pinjam Pada Koperasi Guru Dan Pegawai SMP Negeri 45 Jakarta. JIKA (Jurnal Inform., vol. 1, no. 2, pp. 79–87, doi: 10.31000/jika.v1i2.1400.
- [10] F. Haswan. 2018. Perancangan Sistem Informasi Pendataan Penduduk Kelurahan Sungai Jering Berbasis Web Dengan Object Oriented Programming. J. Teknol. Dan Open Source, vol. 1, no. 2, pp. 92–100, doi: 10.36378/jtos.v1i2.23.
- [11] O. P. Dewi. 2021. Pengembangan Sistem Informasi Perpustakaan untuk Mengelola Data Perpustakaan. Anuva J. Kaji. Budaya, Perpustakaan, dan Inf., vol. 5, no. 2, pp. 213–220, doi: 10.14710/anuva.5.2.213-220.
- [12] O. Veza and N. Maghfiroh. 2020. Sistem Informasi Pengelolaan Bisnis Pada Kantin Pt. Sat Nusapersada Batam. Eng. Technol. Int. J. Maret, vol. 2, no. 1, pp. 2714–755.
- [13] Nina Mistriani, Aletta Dewi Maria, & Vera Damayanti. 2020. Pentingnya Pelaku Industri Pariwisata Dibekali Uji Kompetensi Lewat Daring untuk Meningkatkan SDM Pariwisata di Indonesia. EDUTOURISM Journal Of Tourism Research, 2(01), 32–42.

# Rancang Bangun Sistem Informasi Manajemen Bimbingan Konseling di SMA Future Gate Putri (*Boarding*)

Vathiya Rezky Aliefasyah<sup>1\*</sup>, Ionia Veritawati<sup>1</sup>, dan Febri Maspiyanti<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila, Jakarta

**Abstrak.** SMA Future Gate Putri merupakan salah satu instansi pendidikan formal berupa sekolah menengah atas di kecamatan Jatiasih, kota Bekasi yang menyediakan 2 program pilihan yaitu *boarding school* (asrama) dan *full day school*. Alur proses bisnis di SMA Future Gate Putri (*boarding*) secara umum masih menggunakan proses konvensional, termasuk alur pelaksanaan kegiatan bimbingan konselingnya. Pengarsipan lembar konseling, daftar pelanggaran, dan daftar prestasi siswi disimpan secara acak dalam buku atau laptop pribadi guru sehingga terjadi masalah dalam pencarian dan analisis data untuk pemanfaatan lebih lanjut. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang sistem informasi yang dapat memfasilitasi pengguna (staf unit bimbingan konseling) dalam pencarian data, penyimpanan lembar konseling, dan pengolahan data ke dalam bentuk yang memudahkan keterbacaan. Metode yang digunakan dalam perancangan sistem adalah metode *Waterfall*, sementara implementasi sistem menggunakan Laravel serta MySQL. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini adalah sistem informasi manajemen bimbingan konseling dengan fitur kelola konseling, pelanggaran, prestasi, dan akumulasi dari setiap kategori dalam bentuk grafik.

**Kata kunci**—*Sistem Informasi, Bimbingan Konseling, Laravel, Waterfall*

## 1. PENDAHULUAN

Bimbingan konseling adalah proses pemberian bantuan yang dilakukan oleh seorang ahli kepada seseorang atau beberapa individu dengan tujuan untuk mengatasi masalah yang dihadapinya. Bimbingan Konseling (BK) dilakukan oleh guru dengan kualifikasi tertentu untuk membentuk dan membangun kepribadian siswa dan merupakan salah satu unsur utama dalam kegiatan akademik sekolah sebagai upaya dalam mencetak lulusan yang berkualitas [4].

Pandemi lalu mengharuskan sebagian besar prosedur dalam berbagai bidang untuk bermigrasi ke daring dengan pemanfaatan teknologi dan internet. Salah satu bidang yang bermigrasi ke daring tersebut adalah pendidikan dan bimbingan konseling. Penggunaan teknologi dan internet sebagai upaya agar kegiatan pendidikan dan bimbingan konseling tersebut tetap berjalan di masa pandemi memiliki dampak yang signifikan dalam mempermudah akses [2]. Contoh pemanfaatan teknologi dan internet tersebut adalah dalam penerapan prinsip, metode, dan strategi untuk mengembangkan solusi yang berkualitas dalam bentuk 2 aplikasi perangkat lunak (rekayasa perangkat lunak) seperti sistem informasi [1].

Menurut Laudon & Laudon, sistem informasi secara teknis merupakan serangkaian komponen yang saling berhubungan yang mengumpulkan, menyimpan, memproses, dan mendistribusikan informasi untuk mendukung pengambilan keputusan dan pengawasan di sebuah organisasi. Sistem informasi juga membantu manajer dan karyawan dalam menganalisis masalah dan menggambarkan hal-hal yang rumit. Sistem informasi berisi informasi penting berupa, orang, tempat/lokasi, dan hal lainnya yang berkaitan dengan organisasi dan lingkungan luar organisasi tersebut [5].

Sebagai salah satu satuan pendidikan berupa sekolah menengah atas terintegrasi, SMA Future memiliki unit bimbingan konseling dengan peraturan dan kriteria pelanggaran untuk kedua sekolahnya (SMA Future Gate Putra dan SMA Future Gate Putri). Bimbingan konseling yang diselenggarakan di SMA Future Gate Putri (*boarding*) berkaitan dengan kedisiplinan, pembentukan kepribadian, dan pengembangan diri siswi.

\* Corresponding author: [vathiyarezky66@gmail.com](mailto:vathiyarezky66@gmail.com)

Peran konselor atau guru BK diantaranya memfasilitasi konsultasi bagi siswi baik dalam hal akademik maupun non-akademik, membantu siswi agar dapat mengerti tentang potensi yang dimiliki, serta melakukan rekapitulasi dan arsip hasil konseling beserta latar belakang pelanggaran yang dilakukan siswi.

Banyaknya siswi di SMA Future Gate Putri (*boarding*) menciptakan permasalahan tersendiri bagi unit Bimbingan Konseling, salah satunya yaitu dalam hal pengelolaan data. Permasalahan tersebut diantaranya kesulitan dalam merekap hasil konsultasi, jenis, serta penyebab pelanggaran yang dilakukan siswi. Mengarsip dokumen konsultasi pun cukup rumit karena jumlahnya yang banyak. Selain itu, dokumen konsultasi siswi juga disimpan secara tersebar di buku besar dan di laptop pribadi konselor sehingga proses pencariannya cukup memakan waktu dan memiliki resiko kerusakan fisik data yang tinggi. Karena data yang didapat belum terorganisir secara rapi, pemanfaatan data-data tersebut juga belum dapat dilakukan secara optimal sebab sulitnya untuk menganalisis data yang jumlahnya banyak tanpa bantuan sebuah sistem. Akibatnya, kegiatan-kegiatan evaluasi yang dilakukan unit bimbingan konseling di SMA Future Gate Putri (*boarding*) seperti evaluasi stresor siswi saat sebuah pelanggaran terulang akan terhambat. Oleh karena itu, diperlukan sebuah sistem yang dapat membantu pengguna dalam mengelola data di unit bimbingan konseling sehingga dapat dianalisis untuk menghasilkan *output* yang dapat dimanfaatkan lebih lanjut, baik oleh unit Bimbingan Konseling maupun yang lainnya.

## 2. METODE

- **Sistem**

Sistem merupakan suatu kerjasama antar bidang yang ada. Berasal dari bahasa Latin (*systema*) dan bahasa Yunani (*sustema*), sistem adalah suatu sinergi dari berbagai komponen yang elemen-elemennya saling berinteraksi dan bergantung antar satu dengan yang lain dalam mengolah suatu masukan dan menghasilkan keluaran untuk mencapai suatu tujuan [3].

- **Informasi**

Informasi adalah hasil dari pengolahan data yang telah memiliki arti dan dapat diinterpretasikan. Fungsi utama informasi adalah untuk menambah pengetahuan, sehingga penggunaannya tidak hanya terbatas dalam pengambilan keputusan, namun juga dapat menambah kemungkinan kepastian atau mengurangi pilihan yang muncul dalam prosesnya. Sebuah kumpulan data baru dapat dikategorikan sebagai informasi jika diolah sehingga keabsahannya dapat dipertanggungjawabkan [3].

- **Sistem Informasi**

Sistem informasi adalah sebuah hubungan yang tercipta melalui interaksi antara manusia, data, informasi, algoritma, dan teknologi untuk mendukung kegiatan pengelolaan dan operasional. Sistem informasi digunakan untuk mengolah data ke dalam bentuk yang relevan, secara tepat waktu dan akurat untuk ditampilkan kepada pengguna dalam mencapai suatu tujuan tertentu [6].

- **Bimbingan Konseling**

Bimbingan konseling adalah suatu layanan dengan tujuan untuk mengoptimalkan perkembangan siswa yang bersifat fleksibel dan komprehensif sehingga dapat memberikan perubahan mendasar pada aspek sikap yang memengaruhi perbuatan, pemikiran, pandangan, perasaan, dan lain-lain [7].

## 3. HASIL

### a. Analisis Sistem

Permasalahan yang terjadi di unit Bimbingan Konseling SMA Future Gate Putri (*boarding*) yaitu ketidakteraturan penyimpanan lembar konsultasi dan konseling yang memuat banyak informasi mengenai detail permasalahan siswi. Penyimpanan tersebut tersebar menggunakan file Word dan catatan fisik. Pengelolaan data seperti akumulasi pelanggaran setiap kelas juga sulit dilakukan secara manual mengingat tidak sedikitnya jumlah dokumen konseling dan informasi yang terdapat dalam satu dokumen tersebut, sehingga pencarian akan memakan waktu yang lama dan menghambat pemanfaatan lanjutan dari data yang dihasilkan (sebagai pertimbangan untuk evaluasi internal mengenai stresor pada siswi atau sebagai pertimbangan untuk mengevaluasi kebijakan sekolah oleh guru bagian kesiswaan). Berdasarkan permasalahan tersebut, dirumuskan analisis kebutuhan seperti pada Tabel 1.

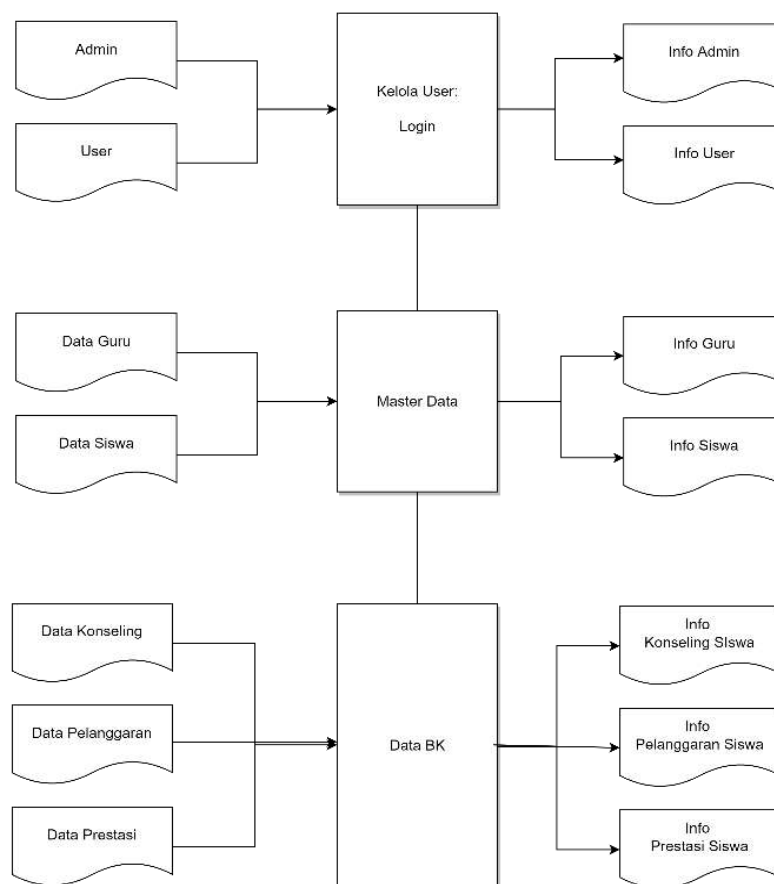
Tabel 1. Analisis Kebutuhan

No	Kebutuhan Fungsional	Data
1	Manajemen Siswi	Nama siswi, kelas, nomor telepon orang tua, alamat
2	Manajemen Guru	Nama guru, NIP, nomor telepon, bidang studi, email
3	Data Konseling	Kategori konseling, uraian, solusi, status konseling
4	Data Pelanggaran	Kategori pelanggaran, uraian, tindak lanjut
5	Data Prestasi	Kategori prestasi, juara, tingkatan, penyelenggara

Setelah memahami dan melakukan analisis pada permasalahan yang dipaparkan sebelumnya, dapat ditarik kesimpulan bahwa pembuatan sistem informasi yang dapat memfasilitasi dan memudahkan pengguna dalam otomatisasi proses bisnis di unit Bimbingan konseling SMA Future Gate Putri (*boarding*) dibutuhkan sehingga pengarsipan dokumen konseling lebih terorganisir dan data dalam dokumen tersebut dapat diolah lebih cepat untuk pemanfaatan lanjutan. Data yang diperoleh berdasarkan analisis kebutuhan fungsional selanjutnya akan diolah menggunakan metode *waterfall* dan diterjemahkan ke dalam bentuk *Unified Modelling Language* (UML) agar sistem dan struktur data dapat dipahami dengan lebih jelas.

**b. Pemodelan Sistem**

1) *Arsitektur Perangkat Lunak*

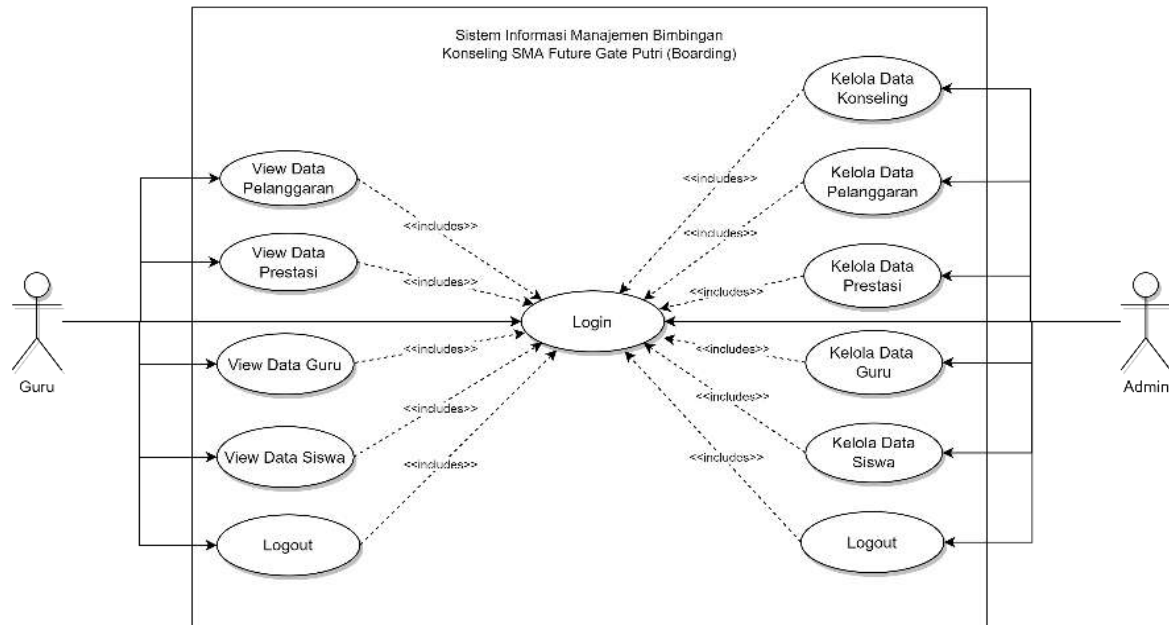


Gambar 1. *Arsitektur Perangkat Lunak*



Arsitektur perangkat lunak adalah diagram yang menunjukkan struktur sistem yang terdiri atas komponen-komponen software beserta keterkaitan antar komponen tersebut. Arsitektur SISBIK SMA Future Gate Putri (boarding) dimuat seperti dalam Gambar 1.

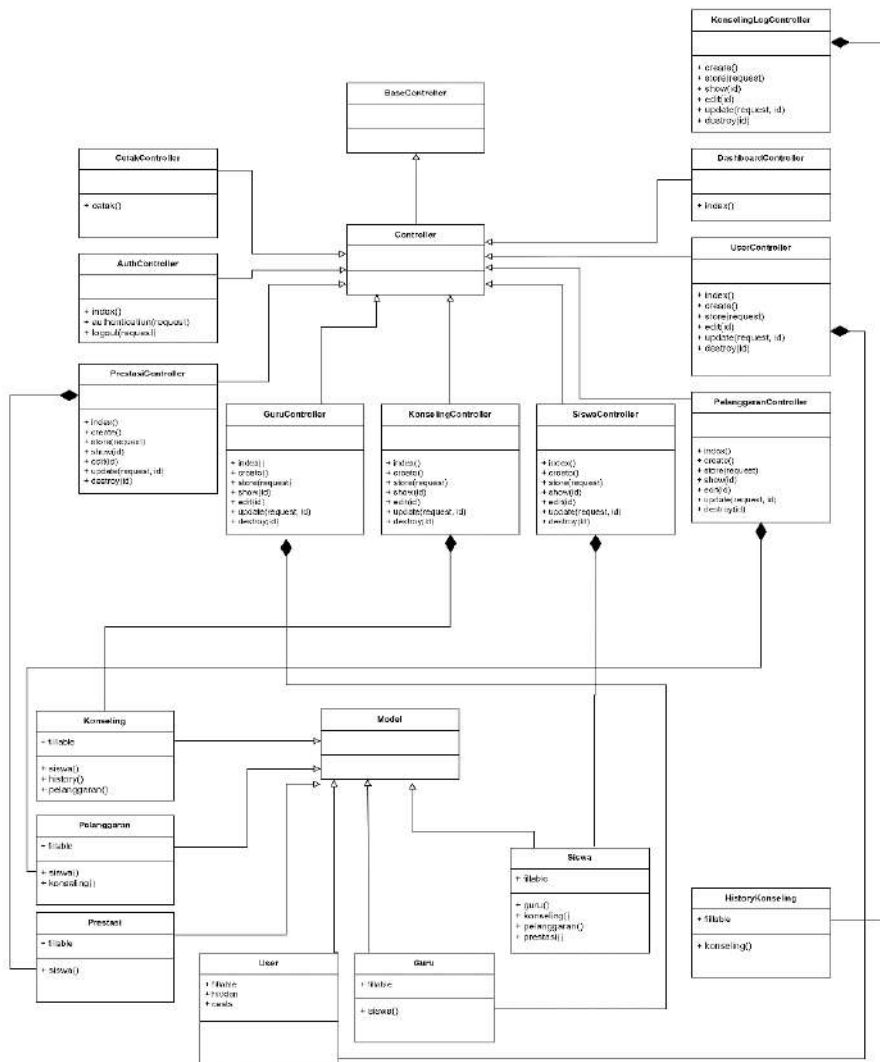
2) Use Case Diagram



Gambar 2. Use Case Diagram

Use Case Diagram berisi gambaran interaksi antara user dengan sistem yang dirancang. Use Case Diagram SISBIK SMA Future Gate Putri (boarding) dimuat seperti dalam Gambar 2.

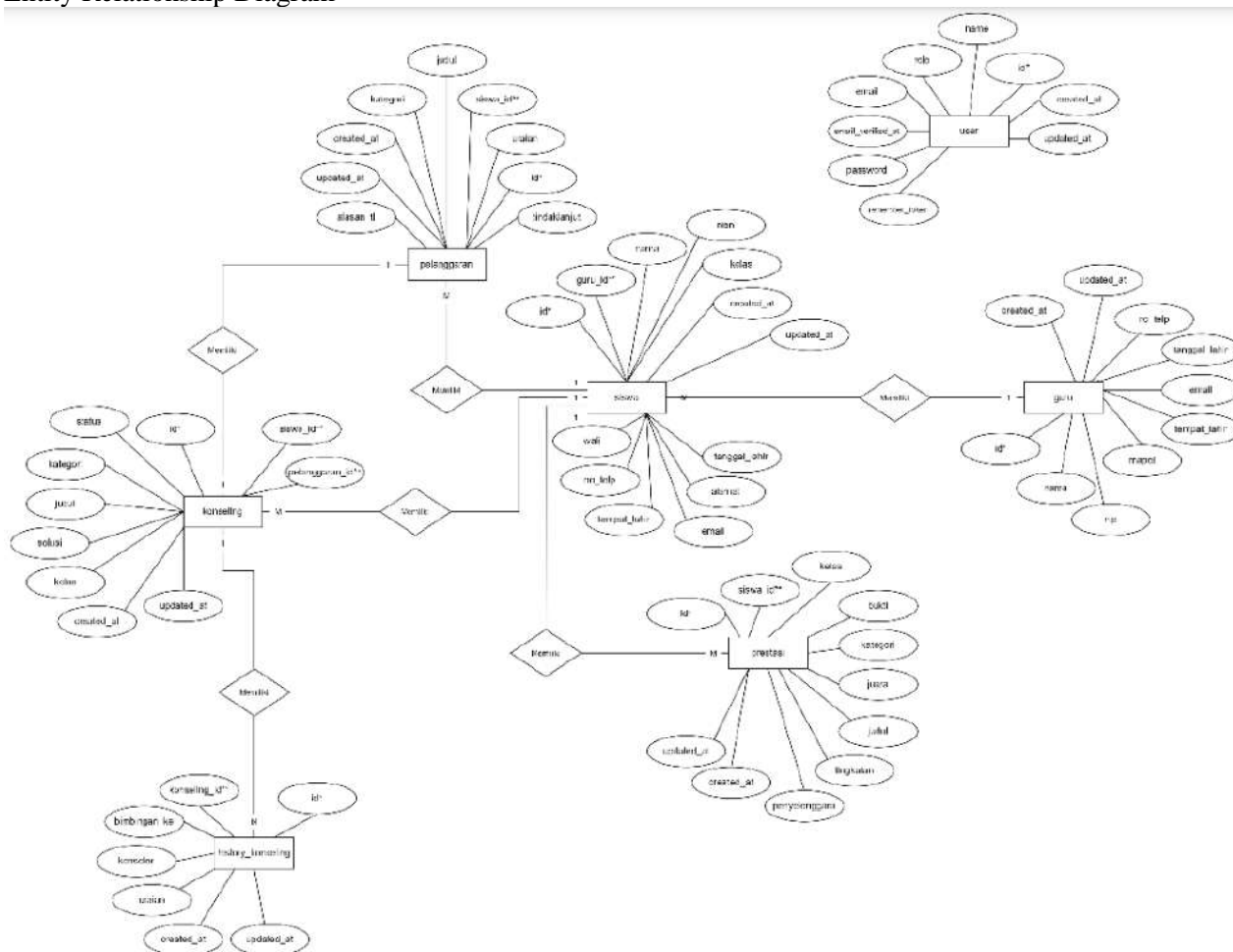
### 3) Class Diagram



Gambar 3. Class Diagram

Class Diagram berisi gambaran atribut atau properti dari sistem yang dirancang serta metode manipulasinya. Class Diagram SISBIK SMA Future Gate Putri (boarding) dimuat seperti dalam Gambar 3.

## Entity Relationship Diagram



Gambar 4. Entity Relationship Diagram

Entity Relationship Diagram (ERD) berisi gambaran mengenai keterkaitan entitas dalam sebuah sistem. Entity Relationship Diagram SISBIK SMA Future Gate Putri (boarding) dimuat seperti dalam Gambar 4.

### c. Implementasi Sistem

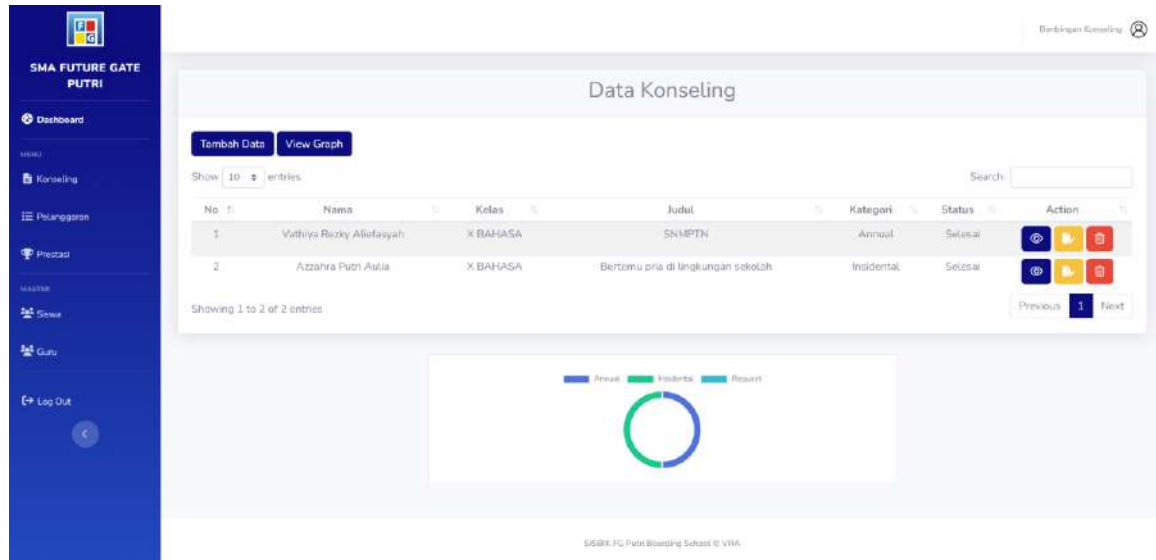
#### 1) Halaman Login



Gambar 5. Halaman Login

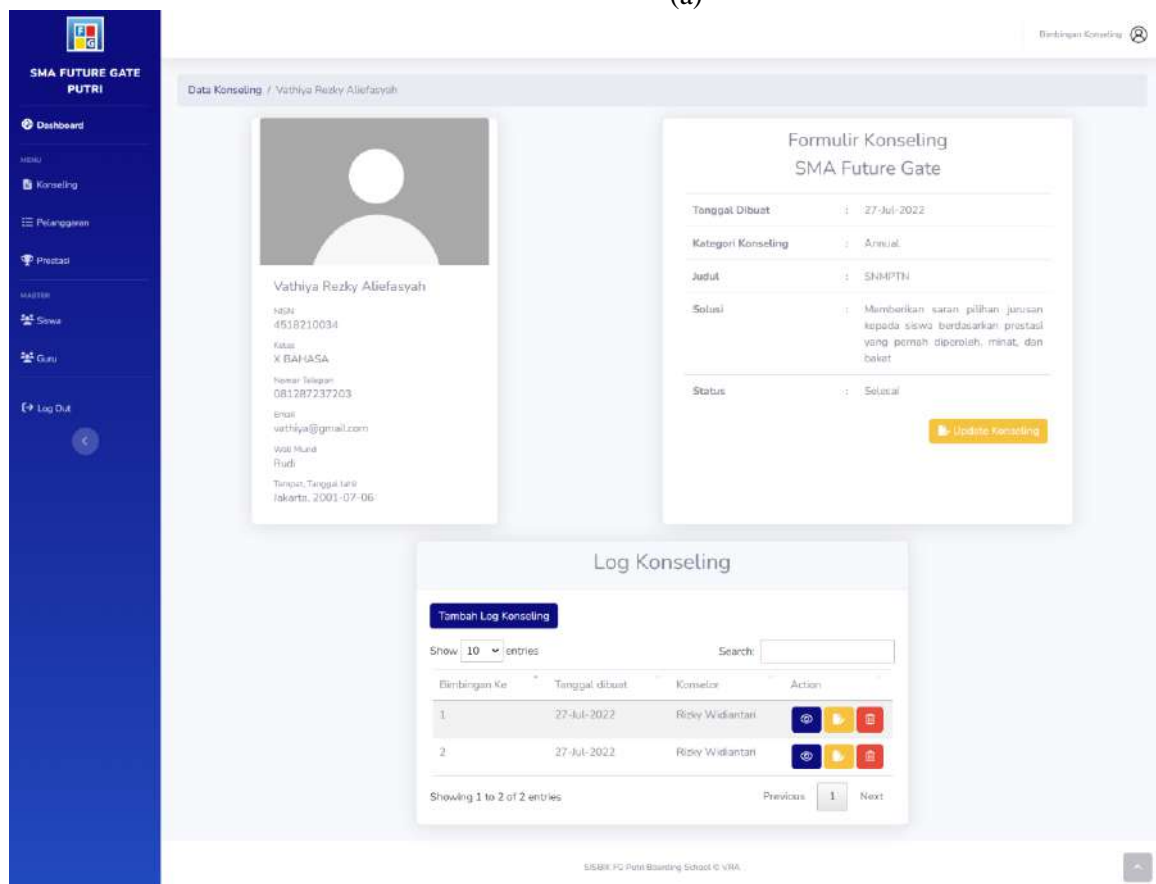
Gambar 5 adalah implementasi proses login yang terdapat pada sistem. Admin dan user diharuskan mengisi email dan password dengan benar untuk dapat masuk ke halaman utama masing-masing. Jika salah memasukkan data, maka sistem akan memberikan alert bahwa email dan password yang dimasukkan salah.

## 2) Halaman Data Konseling



No	Nama	Kelas	Judul	Kategori	Status	Action
1	Vathiya Rezky Aliefasyah	X BAHASA	SNMPTN	Annual	Selesai	[Edit] [Delete] [Add]
2	Azzahra Putri Aslia	X BAHASA	Bertemu pria di lingkungan sekolah	Insidental	Selesai	[Edit] [Delete] [Add]

(a)



Dibimbing Ke	Tanggal dibuat	Konselor	Action
1	27-Jul-2022	Rizky Widiantari	[Edit] [Delete] [Add]
2	27-Jul-2022	Rizky Widiantari	[Edit] [Delete] [Add]

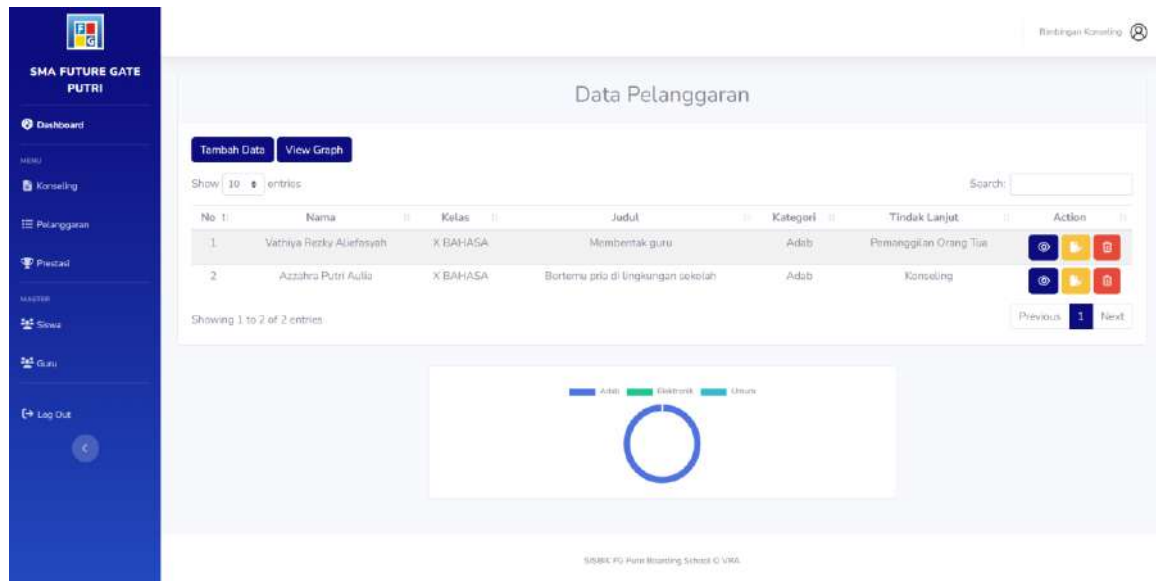
(b)

Gambar 6. Halaman Data Konseling : (a) Halaman Utama; (b) Halaman Detail

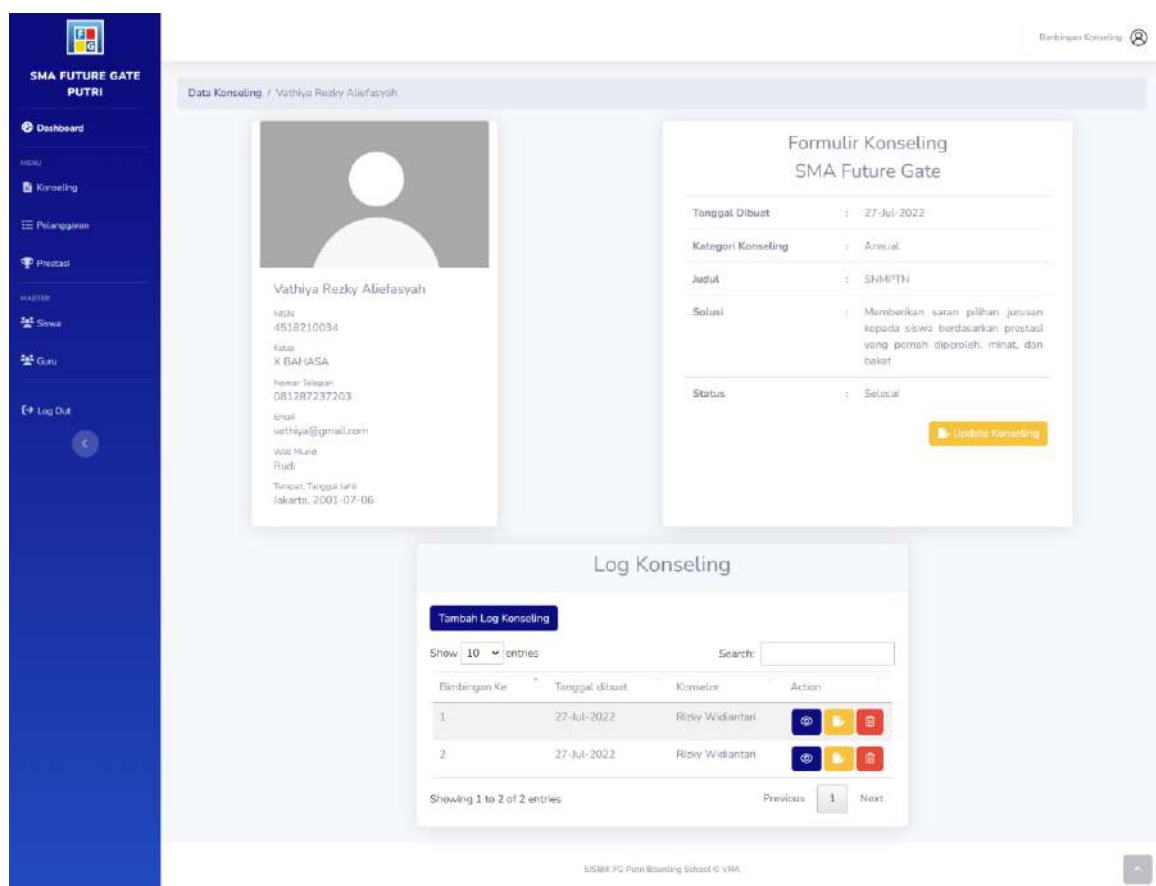
Gambar 6 (a) adalah implementasi proses pengelolaan data konseling yang terdapat pada sistem. Admin dapat mengelola data konseling seperti menambah data, melihat detail data, mengubah data,

dan menghapus data. Sementara Gambar 6 (b) menunjukkan halaman detail yang berisi profil siswi, formulir konseling, dan log konseling.

### 3) Halaman Data Pelanggaran



(a)



(b)

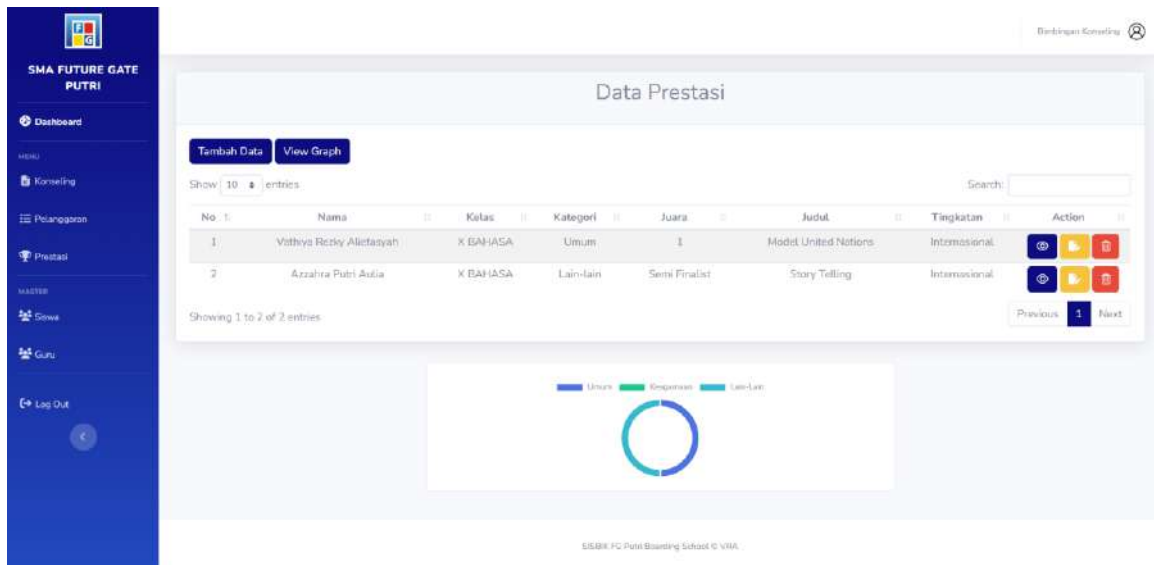
Gambar 7. Halaman Data Pelanggaran : (a) Halaman Utama; (b) Halaman Detail

Gambar 7 (a) adalah implementasi proses pengelolaan data pelanggaran yang terdapat pada sistem. Admin dapat mengelola data pelanggaran seperti menambah data, melihat detail data, mengubah

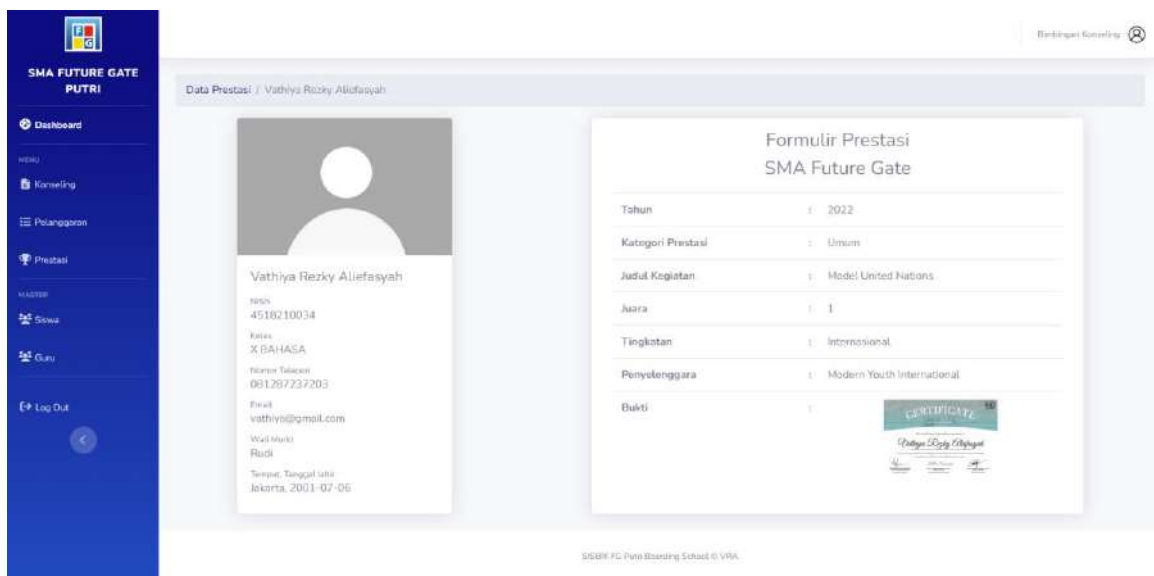


data, dan menghapus data. Sementara Gambar 7 (b) menunjukkan halaman detail yang berisi profil siswi, formulir konseling, dan log konseling.

4) *Halaman Data Prestasi*



(a)

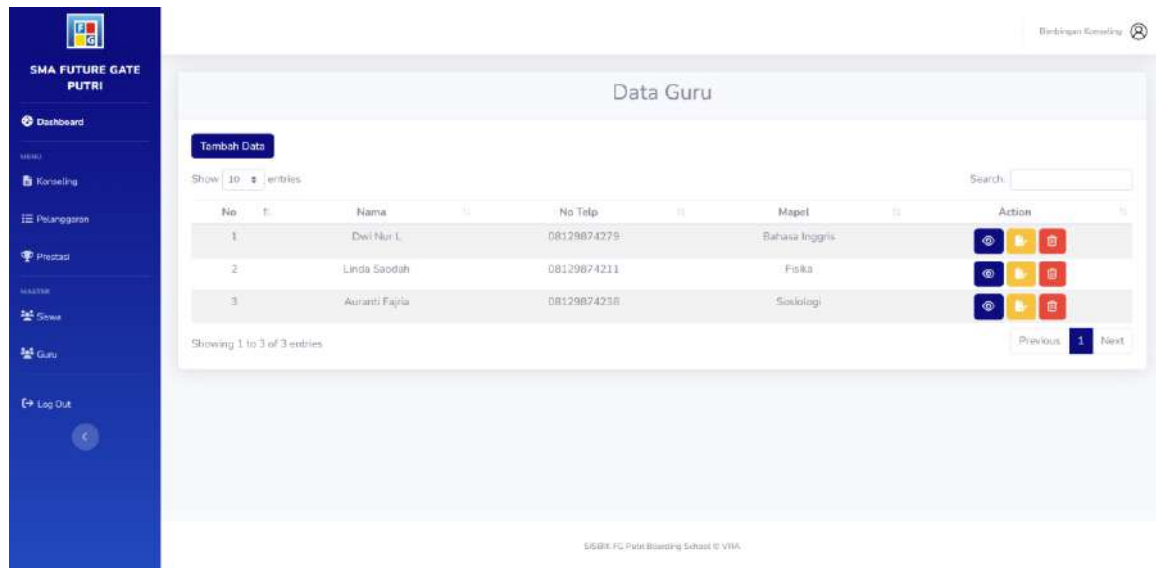


(b)

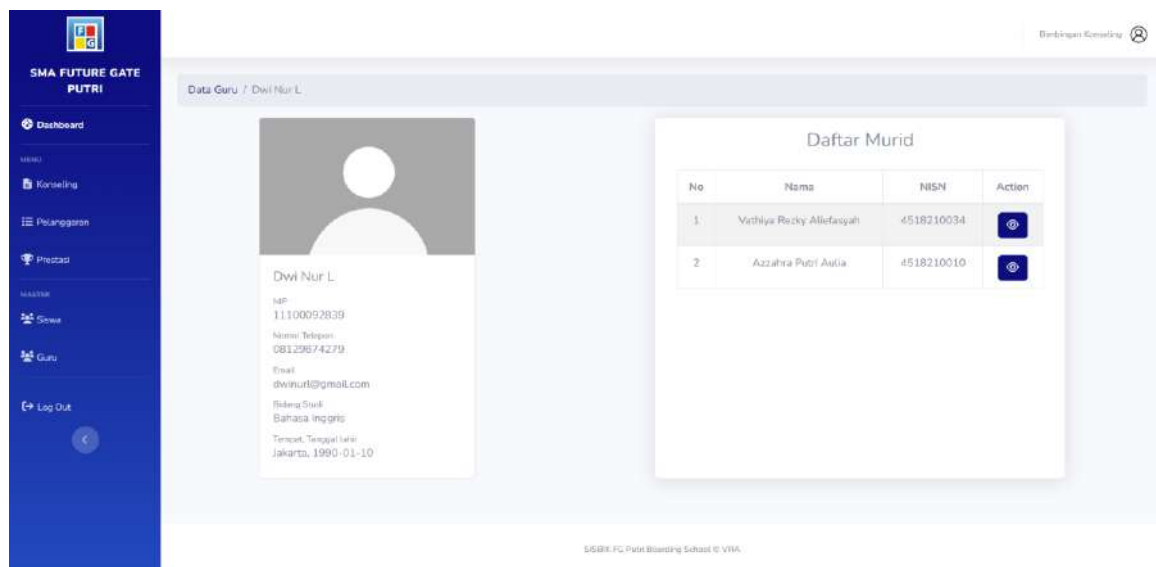
Gambar 8. Halaman Data Prestasi : (a) Halaman Utama; (b) Halaman Detail

Gambar 8 (a) adalah implementasi proses pengelolaan data prestasi yang terdapat pada sistem. Admin dapat mengelola data prestasi seperti menambah data, melihat detail data, mengubah data, dan menghapus data. Sementara Gambar 8 (b) menunjukkan halaman detail yang berisi profil siswi dan keterangan prestasi.

5) Halaman Data Guru



(a)

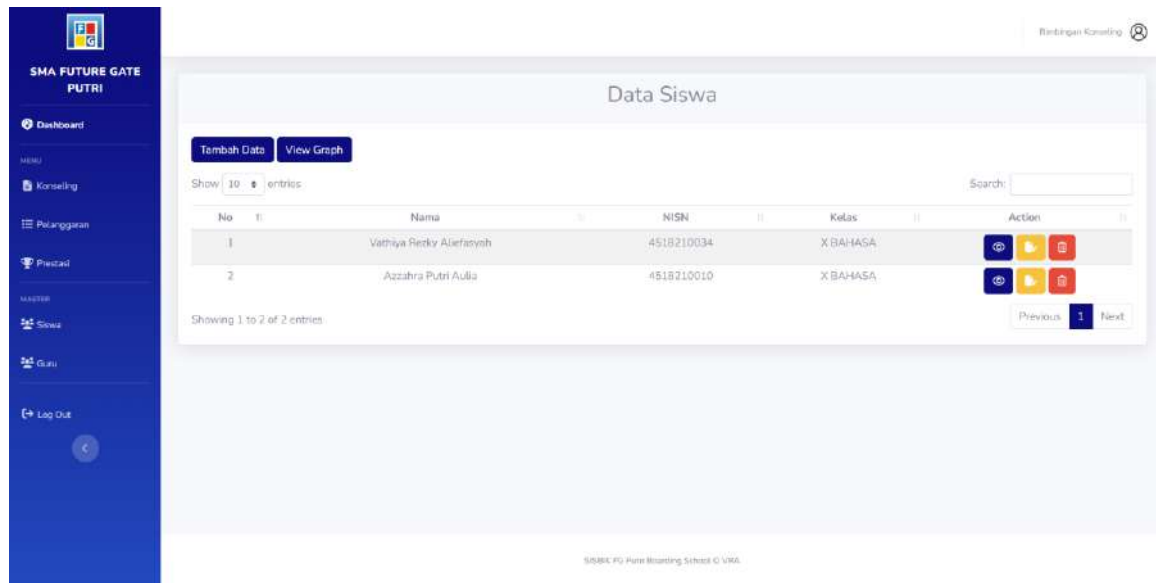


(b)

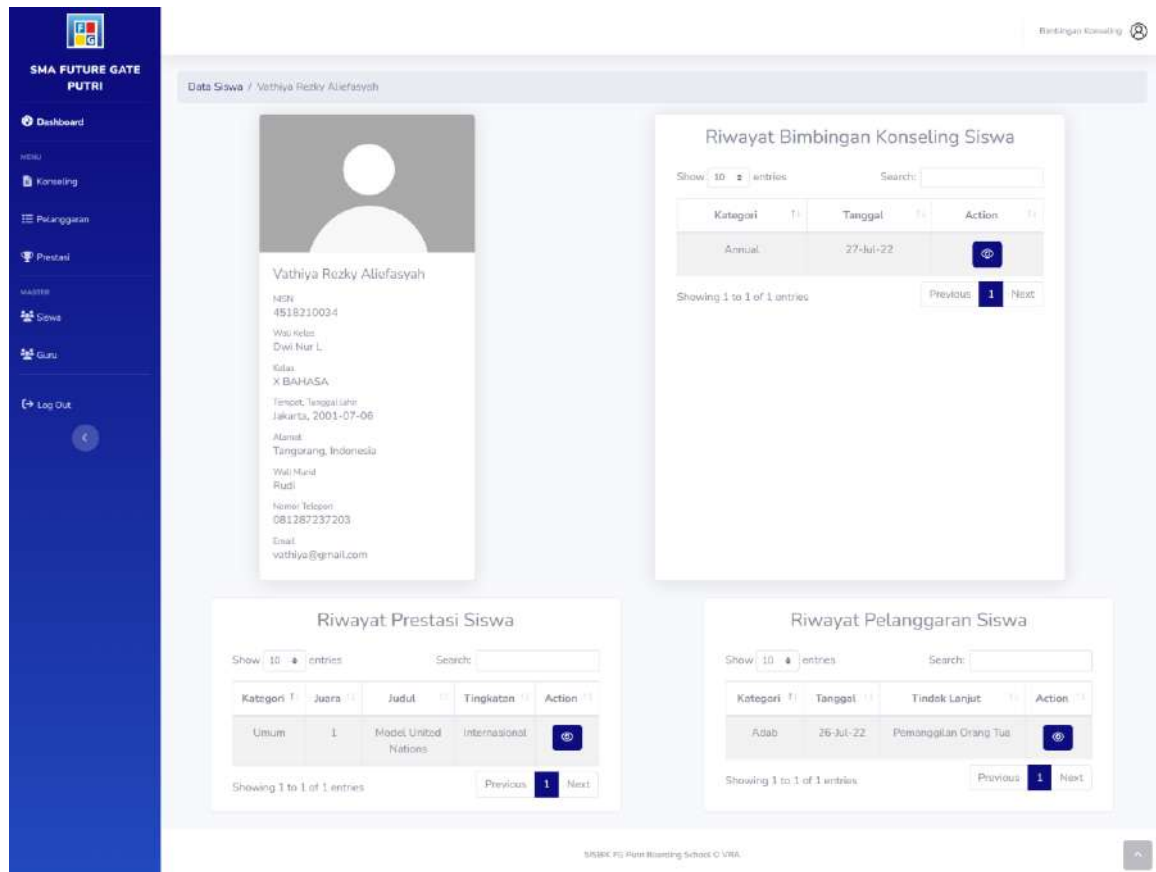
Gambar 9. Halaman Data Guru : (a) Halaman Utama; (b) Halaman Detail

Gambar 9 (a) adalah implementasi proses pengelolaan data guru yang terdapat pada sistem. Admin dapat mengelola data guru seperti menambah data, melihat detail data, mengubah data, dan menghapus data. Sementara Gambar 9 (b) menunjukkan halaman detail yang berisi profil guru dan daftar murid.

6) Halaman Data Siswi



(a)



(b)

Gambar 10. Halaman Data Siswi : (a) Halaman Utama; (b) Halaman Detail

Gambar 10 (a) adalah implementasi proses pengelolaan data siswi yang terdapat pada sistem. admin dapat mengelola data guru seperti menambah data, melihat detail data, mengubah data, dan menghapus data. Sementara Gambar 10 (b) menunjukkan halaman detail yang berisi profil siswi, riwayat bimbingan konseling, prestasi, dan pelanggaran yang dilakukan siswi.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan sistem informasi manajemen bimbingan konseling di SMA Future Gate Putri (*boarding*), dapat disimpulkan bahwa sistem informasi manajemen bimbingan konseling SMA Future Gate Putri (*boarding*) memfasilitasi pengguna dalam melakukan pengelolaan dan penyajian data untuk pemanfaatan lebih lanjut. Sistem ini juga dapat membantu pengguna dalam menyimpan data, melihat detail dari data, mengurutkan data, melakukan pencarian data, dan mengubah data ke dalam bentuk yang mempermudah keterbacaan. Selain itu, penggunaan sistem ini mampu mengurangi resiko dalam proses penyimpanan data dan meminimalisir kesalahan yang dapat terjadi saat mengelola data.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Deshmukh, S. A., & Kasar, S. L. (2022). Significance of Software Engineering Phases in the Development of a Software Application: Case Study. In *Designing User Interfaces with a Data Science Approach* (pp. 111-132). IGI Global.
- [2] Sidratul Munti, N. Y. ., & Syaifuddin, D. A. . (2020). Analisa Dampak Perkembangan Teknologi Informasi Dan Komunikasi Dalam Bidang Pendidikan. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 4(2), 1975–1805. Retrieved from <https://jptam.org/index.php/jptam/article/view/655>.
- [3] Simarmata, J., Taufiq, M. E., Sidik, J., Saputra, R. W., Hapsah, S., Sari, A. C., ... & Monalisa, F. (2020). *Pengantar Manajemen Sistem Informasi*. Yayasan Kita Menulis.
- [4] Putri, N. M., Mallisza, D., & Dahri, N. (2021). Perancangan Sistem Informasi Konseling Berbasis Web Pada Sma Negeri 1 Baso Kabupaten Agam. *Journal Of Scientech Research*, 3(2), 179-186.
- [5] Haq, M. S. (2021). Implementasi Sistem Informasi Manajemen Dalam Meningkatkan Pelayanan Pendidikan Sekolah Di Masa Pandemi Covid-19.
- [6] Sudirman, A., Muttaqin, M., Purba, R. A., Wirapraja, A., Abdillah, L. A., Fajrillah, F., ... & Simarmata, J. (2020). *Sistem Informasi Manajemen*. Yayasan Kita Menulis.
- [7] Suryani, I., Khairuddin, K., Siregar, T., & Nst, M. M. (2022). Peranan Bimbingan Konseling Islam bagi Siswa Sekolah Menengah Atas. *Edumaspul: Jurnal Pendidikan*, 6(1), 666-672.

# Implementasi *Deep Learning* Prediksi Banjir Rob Menggunakan Metode *Long-Short Term Memory* (LSTM) di DKI Jakarta

Yusuf Niko Fitranto<sup>1\*</sup>, Mutiah<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Jakarta, Jakarta

<sup>2</sup> Jurusan Pendidikan Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Jakarta, Jakarta

**Abstrak.** Bencana merupakan peristiwa yang terjadi akibat alam maupun manusia dengan potensi merugikan kehidupan manusia. Salah satu bencana yang umum terjadi di Indonesia yaitu banjir. Banjir rob merupakan fenomena yang umum terjadi di kota pada pesisir pantai seperti di Jakarta. Banjir rob dapat diprediksi melalui beragam macam parameter program dan pengolahan data. Bencana banjir rob dapat diprediksi dengan kecerdasan buatan dengan program *Deep Learning*. Tujuan dari penelitian ini memprediksi bencana banjir rob berdasarkan data *absolute dynamic topography* dan data curah hujan dari tahun 2018 – 2022. Prediksi data banjir rob bersifat data *time series* relevan dianalisis menggunakan Metode *Long-Short Term Memory* (LSTM). LSTM merupakan salah satu metode *Deep Learning* dengan mempelajari pola ketergantungan prediksi dan tingkat akurasi program dalam memprediksi data. Hasil dari penelitian ini menunjukkan data tinggi muka air laut (*absolute dynamic topography*) dan curah hujan berpengaruh dalam prediksi banjir rob di DKI Jakarta. Hasil program menunjukkan tingkat akurasi data *training* dari *absolute dynamic topography* sebesar 99% dan data *test* sebesar 92%. Pada data curah hujan, didapatkan tingkat akurasi data *training* sebesar 99% dan data *test* sebesar 99%. Hasil tingkat akurasi program menunjukkan bahwa algoritma LSTM mampu untuk memprediksi data-data yang berpengaruh terhadap banjir rob di DKI Jakarta.

**Kata kunci:** *Banjir Rob; Kecerdasan Buatan; Deep Learning; Long-Short Term Memory (LSTM); DKI Jakarta.*

## 1. PENDAHULUAN

Bencana merupakan peristiwa alam disebabkan oleh alam maupun manusia yang berpotensi merugikan, mengganggu dan menghilangkan kehidupan manusia. Bencana memiliki dampak yang besar terhadap kerusakan suatu objek yang terdiri dari geografis, masyarakat, struktur, pelayanan daerah geografis. Pada tahun 2023, tanda-tanda gejala alam seperti banjir, angin puting beliung, hujan ekstrim dan hujan dengan intensitas tinggi di Indonesia semakin meningkat. Salah satu bencana yang umum terjadi di Indonesia yaitu banjir. Bencana banjir sering terjadi di DKI Jakarta yang tercatat pada tanggal 10 maret 2023, banjir terjadi di kawasan Jakarta Selatan akibat luapan Kali Pesanggrahan [1]. Banjir merupakan fenomena dimana penampung air (tanggul atau saluran air) melebihi kapasitas daya tampungnya sehingga air tumpah menuju jalanan. Bencana banjir bisa terjadi karena beberapa faktor seperti hujan ekstrim, banjir kiriman, banjir luapan air laut (rob), banjir hulu dan banjir bandang [2]. Banjir rob merupakan fenomena yang umum terjadi di kota pada pesisir pantai seperti di Jakarta. Fenomena banjir rob disebabkan oleh pasang air laut dan penurunan muka tanah yang membentuk genangan air pada bagian daratan pantai (tempat yang lebih rendah dari air laut pasang). Fenomena banjir rob tidak hanya terjadi pada musim hujan saja, fenomena ini terjadi juga pada musim kemarau. Faktor utama banjir rob terjadi karena pengaruh pasang surut air laut yang dipengaruhi oleh gaya gravitasi bulan. Gravitasi bulan terjadi karena jarak bulan lebih dekat ke bumi, sehingga gravitasi bulan sangat berpengaruh terhadap pasang surut air laut. Beragam faktor lain seperti perubahan iklim yang ditandai dengan peningkatan temperatur suhu bumi dari tahun ke tahun yang menyebabkan tipisnya lapisan ozon dan pencairan lapisan es di kutub utara dan selatan mencair sehingga

\* Corresponding author: [yusufnikofitranto\\_1306620033@mhs.unj.ac.id](mailto:yusufnikofitranto_1306620033@mhs.unj.ac.id)



permukaan air laut naik [3]. Penurunan muka tanah pada salah satu faktor penyebab banjir rob sering terjadi di kota besar pada pesisir pantai Indonesia. Beragam kota besar yang terdampak salah satunya di DKI Jakarta yang disebabkan oleh pengambilan air tanah, konsolidasi tanah dan berat bangunan diatas permukaan tanah yang berlebih [4].

Bencana banjir rob umumnya dapat diprediksi melalui beragam macam parameter dan pengolahan data. Berdasarkan acuan penelitian relevan yang berjudul “Model Prediksi Kenaikan Permukaan Air Laut Menggunakan Data Satelit Altimery Jason-1 dengan pendekatan Algoritma *Long Short-Term Memory* (Studi Kasus: Teluk Jakarta)” dengan penulis Rais, Lestari dan Arifin tahun 2022 menyatakan prediksi permukaan air laut akan mengalami kenaikan sebesar 140 cm [5]. Penelitian relevan tersebut membuktikan bahwa Metode LSTM dapat memprediksi salah satu faktor penyebab banjir rob. Bencana banjir rob dapat diprediksi dengan kecerdasan buatan. Kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence/AI*) merupakan perkembangan teknologi informasi dan komunikasi yang lagi terkemuka dalam sepuluh tahun terakhir. Kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence/AI*) memiliki banyak pemanfaatan atau implementasi yakni pada sektor lembaga pemerintahan, industri, perbankan, manufaktur, dan jasa [6]. Kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence/AI*) merupakan salah satu ilmu komputer baik *software* dan *hardware* yang dibuat untuk memecahkan masalah dan berpikir mendekati kecerdasan manusia. Salah satu sub-bidang dari kecerdasan buatan yaitu *Machine Learning* yang merupakan pembelajaran aplikasi komputer dan algoritma matematika yang berasal dari data untuk menghasilkan prediksi di masa mendatang. Proses pembelajaran *Machine Learning* didasari oleh tahap latihan (*training*) dan pengujian (*testing*). *Machine Learning* terbagi menjadi beberapa kategori yakni *Supervised Learning*, *Unsupervised Learning* dan *Reinforcement Learning*. *Supervised Learning* didasarkan pada kumpulan data yang memiliki label, lalu dikelompokkan untuk diklasifikasi dan regresi. Contoh algoritma populer dari *Supervised Learning* seperti *Back-propagation*, *Linear regression*, *Random Forest*, *Support Vector Machines*, *Naive Bayesian*, *Decision Tree*, *k-Nearest Neighbor*, *Logistic Regression*, *Support Vector Machines (SVM)*, *Normal Bayesian Classifier (NBC)*, *k-Nearest Neighbor (KNN)*, *Trees Gradient Boosted (GBT)*, *Random Trees (RT)*, *Artificial Neural Networks (ANN)* dan lain-lain. *Unsupervised Learning* disediakan beberapa *input* sampel tetapi tidak ada *output* yang ditampilkan. *Unsupervised Learning* dikelompokkan dalam clustering dan asosiasi. *Unsupervised Learning* memiliki contoh algoritma seperti *k-means*, *Apriori*, *Independent Subspace Analysis (ISA)*, dan *DBSCAN*. *Reinforcement Learning*. *Reinforcement Learning* merupakan pembelajaran yang tidak memelurkan pengetahuan sebelumnya yang secara dinamis mempelajari interaksi lingkungan (*trial-error*) untuk menyelesaikan masalah. Contoh dari *Reinforcement Learning* adalah Model *Markov Decision Process* [7].

*Deep Learning* adalah sub-bagian dari *Machine Learning* yang menggabungkan model komputasi dan algoritma *neural network*. Apabila ada informasi atau data yang masuk kedalam program, maka *Deep Learning* akan mencoba memahami dan membandingkan melalui *neural network*. *Deep Learning* menguraikan label dan menempatkan item ke berbagai kategori [8]. *Deep Learning* sangat berbeda dengan *Machine Learning*, pada pembelajaran *Deep Learning* digunakan proses non-linier untuk ekstraksi dan transformasi. Komputer akan mempelajari representasi data tingkat tinggi dimana data dengan fitur tingkat yang lebih tinggi diturunkan menjadi tingkat fitur data rendah. *Deep Learning* sedang menjadi sorotan baik dalam akademisi maupun bidang industri. Hal ini sejalan dengan tujuan *Deep Learning* yang membuat kemajuan kecerdasan buatan dan interaksi antara manusia dengan komputer [9]. Salah satu metode pengolahan data pada *Deep Learning* adalah Metode *Long Short-Term Memory (LSTM)*. Metode LSTM merupakan metode turunan dari *Recurrent Neural Network*. Metode ini terbukti berhasil digunakan untuk memprediksi data yang bersifat *time series*. Metode LSTM memiliki arsitektur yang terdiri tiga *input* yakni lapisan *input*, proses dan *output* [10]. Metode ini dapat mengamati dan menganalisis beragam *Dataset* termasuk bahasa, musik, data keuangan, dendrokronologi, hidrologi dan lain-lain. Hasil dan aplikasi statistik dari Metode LSTM harus diakui mengalami pemrosesan sifat statistik yang ketat [11].

Pada penelitian Farhah, Prasasti dan Paryasto yang berjudul "Implementasi *Recurrent Neural Network* dalam Memprediksi Kepadatan Restoran Berbasis LSTM" didapatkan hasil prediksi Metode LSTM dengan learning rate sebesar 0,001 dengan epoch maksimum 2000 dan menghasilkan nilai MSE sebesar 0,000000278 pada data latih dan 0,0069 pada data uji [12]. Penelitian lain dari Soeryawinata, Palit dan Santoso dengan judul "Sales Forecasting pada Dealer Motor X Dengan LSTM, ARIMA dan Holt-Winters Exponential Smoothing" menyatakan Metode LSTM memiliki nilai RMSE dan MAPE lebih baik dalam melakukan prediksi dibandingkan dengan metode lainnya [13]. Penelitian relevan tersebut mendukung Metode LSTM dapat melakukan suatu prediksi dengan *dataset* yang benar dan hasil prediksi yang akurat.

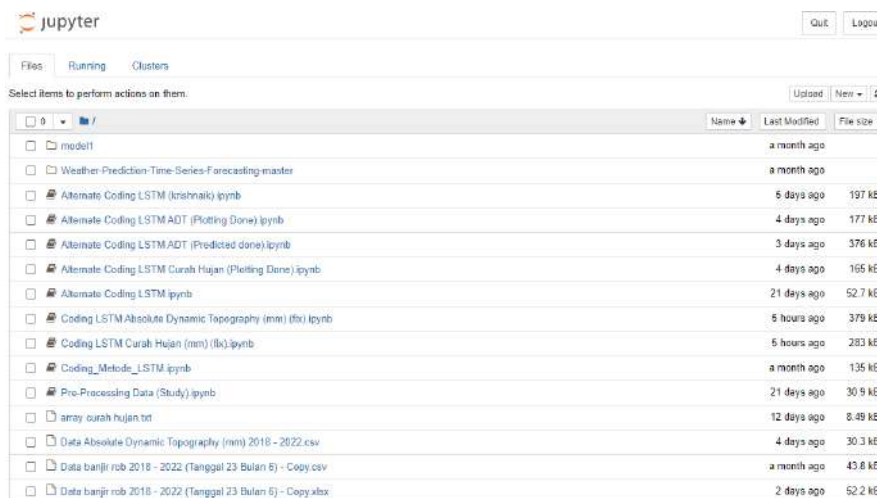
Prediksi data dilakukan dengan melihat data faktor utama banjir rob yaitu data *Absolute dynamic topography* dan Curah Hujan di DKI Jakarta dari tahun 2018 - 2022. Prediksi data banjir rob bersifat data time series dan sangat relevan dianalisis menggunakan *Deep Learning* dengan Metode LSTM. Harapan dari penelitian ini dapat memanfaatkan perkembangan Teknologi *Deep Learning*, menghasilkan prediksi banjir rob yang akurat dan menjadi mitigasi bencana bagi masyarakat DKI Jakarta. Tujuan dan cakupan dari penelitian ini memprediksi bencana banjir rob berdasarkan data *absolute dynamic topography* dan data curah hujan dari tahun 2018 – 2022.

## 2. METODE

Metode yang digunakan pada penelitian adalah *Research and Development* (RnD) dengan algoritma *Long Short-Term Memory* (LSTM). LSTM merupakan salah satu metode *Deep Learning* dengan mempelajari pola ketergantungan urutan prediksi dalam data dan memberikan tingkat akurasi program dalam memprediksi data [10]. Parameter data yang diolah yakni data *absolute dynamic topography* dan data curah hujan. Data *absolute dynamic topography* dan data curah hujan disiapkan dari BMKG yang bekerjasama dengan Badan Informasi Geospasial dalam satuan mm. Data tersebut disimpan dalam bentuk .csv dengan jumlah data sebesar 1635 data. Data ini memiliki rentang waktu dari tanggal 1 Januari 2018 sampai dengan tanggal 23 Juni 2023. Data tersebut akan diolah dengan IDE Jupyter Notebook dan Bahasa Pemrograman Python.

## 3. HASIL

Pembahasan dimulai dari memasukkan *Dataset* ke dalam satu *folder* komputer, jika sudah buka Anaconda Prompt (miniconda3) untuk melacak *folder* didalam laptop dan memanggil Jupyter Notebook. Jupyter Notebook akan menampilkan *folder* didalam komputer berupa html lokal berbentuk tampilan *website*. Langkah berikutnya membuka program prediksi.



Gambar 1 Tampilan Jupyter Notebook

Program pertama yang dibuka yakni program untuk memprediksi *Absolute dynamic topography*. Langkah pertama memanggil modul yang diperlukan untuk program bekerja pada program ini modul yang dipakai yakni modul math (modul untuk menghitung atau berkaitan dengan persamaan matematika), numpy (untuk memanggil array), pandas (untuk memanggil dan mengubah *dataset*), scikit-learn (untuk melakukan *pre-processing data*), keras (untuk membuat model *training* dan *test data* menggunakan LSTM) dan matplotlib (untuk melakukan plot grafik). Langkah selanjutnya memanggil data dengan modul pandas sehingga muncul *output* tabel *dataset*.

Tanggal	Absolute Dynamic Topography (mm)
1/1/2018	1088.1
1/2/2018	1088.3
1/3/2018	1086.3
1/4/2018	1090.2
1/5/2018	1091.5
1/6/2018	1098.5
1/7/2018	1098.9
1/8/2018	1098.1
1/9/2018	1096.4
1/10/2018	1098.7
1/11/2018	1086.6
1/12/2018	1079.4
1/13/2018	1077.1
1/14/2018	1070.1
1/15/2018	1064
1/16/2018	1055
1/17/2018	1047
1/18/2018	1042
1/19/2018	1032.4
1/20/2018	1024.9
1/21/2018	1015.6

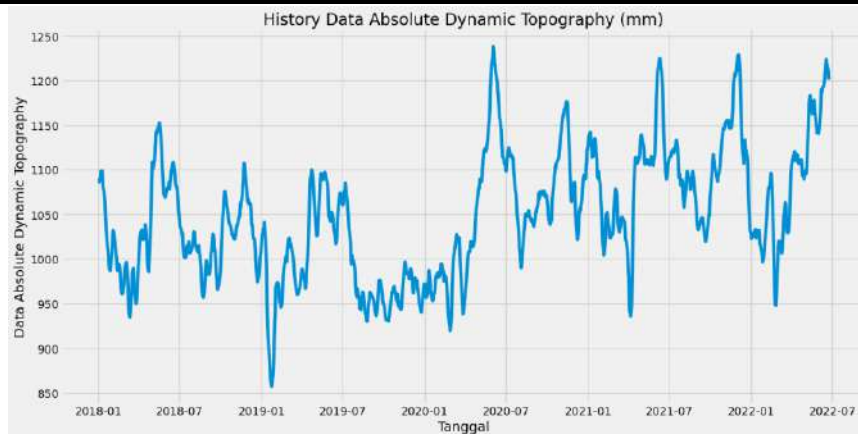
Gambar 2 Tampilan sebagian *dataset absolute dynamic topography*

Data *absolute dynamic topography* dan data curah hujan disiapkan dari BMKG yang bekerjasama dengan Badan Informasi Geospasial dalam satuan mm. Data tersebut disimpan dalam bentuk .csv dengan jumlah data sebesar 1635 data. Data ini memiliki rentang waktu dari tanggal 1 Januari 2018 sampai dengan tanggal 23 Juni 2023.

Tanggal	Curah Hujan (mm)
1/1/2018	0
1/2/2018	6.1
1/3/2018	8.5
1/4/2018	5.7
1/5/2018	3.2
1/6/2018	5.1
1/7/2018	6.9
1/8/2018	0
1/9/2018	2.7
1/10/2018	8
1/11/2018	17.7
1/12/2018	5.3
1/13/2018	5.4
1/14/2018	5.5
1/15/2018	5.5
1/16/2018	0
1/17/2018	21.4
1/18/2018	20.8
1/19/2018	21.4
1/20/2018	5.3
1/21/2018	7.5

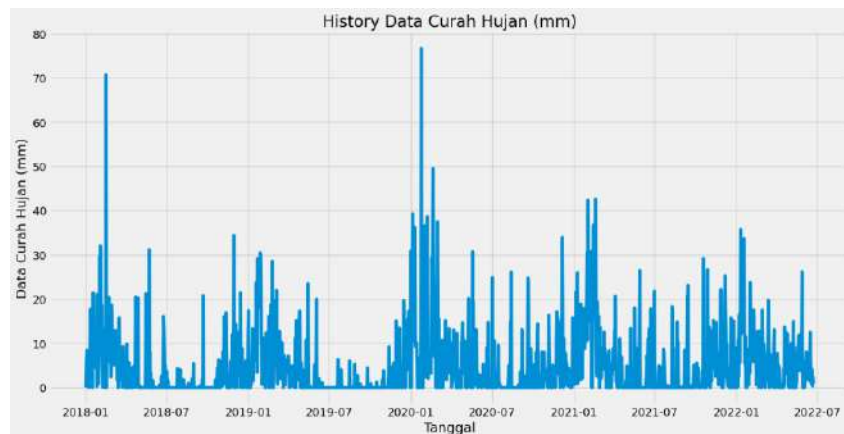
Gambar 3 Tampilan sebagian *dataset absolute dynamic topography*

Data *absolute dynamic topography* dan curah hujan diolah menggunakan pemrograman Python serta dilakukan plot grafik *Dataset* menggunakan modul *matplotlib* dengan *output* sebagai berikut:



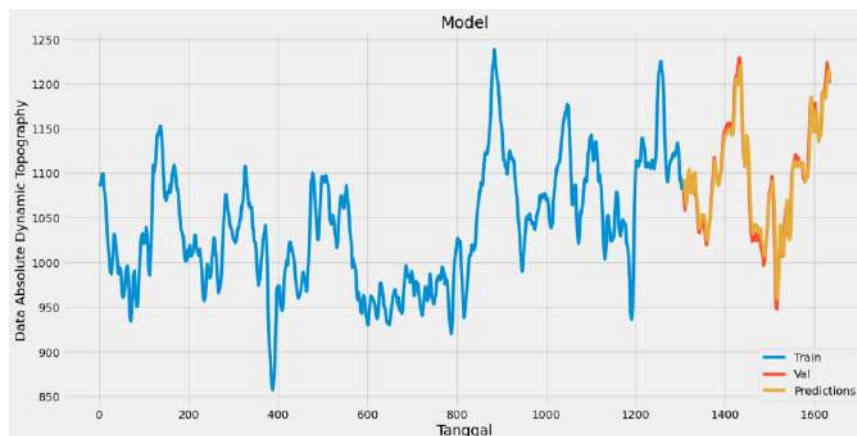
Gambar 4 Grafik *history data Absolute dynamic topography*.

Setelah melihat plot grafik *history data*, data numerik dikonversi menjadi *numpy array* dan melakukan penyaringan data menjadi 1308 data numerik. Tahap selanjutnya melakukan *pre-processing data* dengan tujuan melakukan reduksi dan membuat data menjadi layak untuk memasuki tahap pelatihan data (*training*) dan pengujian data (*test*).



Gambar 5 Grafik *history data curah hujan*.

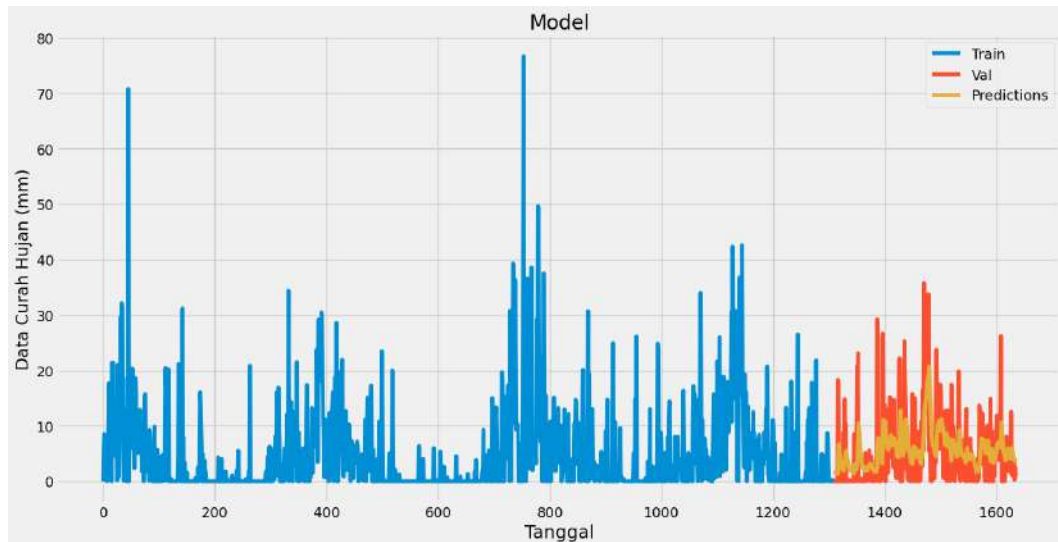
Hasil pelatihan data dan pengujian data menunjukkan adanya perbedaan hasil akurasi dari data *absolute dynamic topography* dan data curah hujan. Hal ini disebabkan oleh beragam macam faktor algoritma dalam melakukan prediksi dari masing-masing data. Berikut didapatkan grafik hasil prediksi algoritma LSTM terhadap data *absolute dynamic topography* dan data curah hujan:



Gambar 6 Hasil prediksi Algoritma LSTM terhadap data *absolute dynamic topography*.

Hasil penelitian menunjukkan ada variabel yang mempengaruhi banjir rob, yakni tinggi muka air laut dan curah hujan. Pada tinggi muka air laut, data ditunjukkan dengan data *Absolute dynamic topography* dengan

satuan mm. Pengolahan *training* data *Absolute dynamic topography* menunjukkan tingkat *loss* yang sangat kecil yakni sebesar 0,0042. Dengan kecilnya tingkat *loss* tersebut, maka data *training* tersebut memiliki tingkat akurasi yang tinggi (sebesar 99%). Pada saat *testing* data untuk prediksi, didapatkan Root Mean Squared Error (RMSE) data sebesar 8,353. RMSE tersebut menunjukkan bahwa data memiliki kesalahan (*error*) sebesar 8% dan data memiliki tingkat akurasi prediksi sebesar 92%. Grafik pada gambar 1 menunjukkan hasil prediksi *Absolute dynamic topography* memiliki kurva konstan dan pada 1 hari berikutnya didapatkan nilai yang mengalami kenaikan dari data sebelumnya.



Gambar 7 Hasil prediksi Algoritma LSTM terhadap data curah hujan.

Hasil penelitian menunjukkan *training* data curah hujan dengan satuan milimeter menunjukkan tingkat *loss* yang sangat kecil yakni sebesar 0,0080. Dengan kecilnya tingkat *loss* tersebut, maka data *training* tersebut memiliki tingkat akurasi yang tinggi (sebesar 99%). Pada saat *testing data* untuk prediksi, didapatkan *Root Mean Squared Error* (RMSE) data sebesar 0.691. RMSE tersebut menunjukkan bahwa data memiliki kesalahan (*error*) sebesar 1% dan data memiliki tingkat akurasi prediksi sebesar 99%. Grafik gambar 2 menunjukkan bahwa hasil prediksi curah hujan memiliki kurva konstan dan pada 1 hari berikutnya didapatkan kenaikan nilai.

#### 4. KESIMPULAN

Penelitian ini menyajikan hasil prediksi algoritma LSTM terhadap data *absolute dynamic topography* dan curah hujan yang mempengaruhi banjir rob. Dari hasil pengolahan data menggunakan IDE Jupyter Notebook dan Bahasa Pemrograman Python didapatkan hasil tingkat akurasi program algoritma LSTM dalam memprediksi masing-masing data berbeda. Hasil algoritma LSTM dalam memprediksi data *absolute dynamic topography* menunjukkan bahwa tingkat akurasi *training* data sebesar 99% dan data *test* sebesar 92% sedangkan pada data curah hujan didapatkan hasil data *training* sebesar 99% dan data *test* sebesar 99%. Dari hasil-hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa tingkat akurasi kedua data (data *training* dan data *test*) dari masing-masing variabel memiliki hasil yang sangat baik, sehingga algoritma LSTM sangat direkomendasikan untuk memprediksi data-data yang mempengaruhi banjir rob.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Muhammad Refi Sandi, "Kali Pesanggrahan Meluap, 1 RT di Jaksel Terendam Banjir Setengah Meter," SINDOnews Metro, Mar. 10, (2023). <https://metro.sindonews.com/read/1043429/170/kali-pesanggrahan-meluap-1-rt-di-jaksel-terendam-banjir-setengah-meter-1678438985> [accessed Dec. 04, 2023].
- [2] S. Adi, "Karakterisasi Bencana Banjir Bandang di Indonesia," *Jurnal Sains dan Teknologi Indonesia*, vol. 15, no. 1, pp. 42–51, (2013).
- [3] R. C. Karana and R. D. Supriharjo, "Mitigasi Bencana Banjir Rob di Jakarta Utara," *Jurnal Teknik Pomits*, vol. 2, no. 1, pp. 25–30, (2013).
- [4] W. Syafitri and A. Rochani, "Analisis Penyebab Banjir Rob di Kawasan Pesisir Studi Kasus: Jakarta Utara, Semarang Timur, Kabupaten Brebes, Pekalongan," *Jurnal Kajian Ruang*, vol. 1, no. 1, pp. 16–28, (2021).



- 
- [5] Rais, D. A. Lestari, and W. A. Arifin, "Model Prediksi Kenaikan Permukaan Air Laut Menggunakan Data Satelit Altimetry Jason-1 dengan pendekatan Algoritma Long-Short Term Memory (Studi Kasus: Teluk Jakarta)," *Jurnal Georafflesia*, vol. 7, no. 2, pp. 165–172, (2022).
- [6] R. K. Ririh, N. Laili, A. Wicaksono, and S. Tsurayya, "Studi Komparasi dan Analisis SWOT Pada Implementasi Kecerdasan Buatan (Artificial Intelligence) di Indonesia," *Jurnal Teknik Industri*, vol. 15, no. 2, pp. 122–133, (2020).
- [7] Roihan, P. A. Sunarya, and A. S. Rafika, "Pemanfaatan Machine Learning dalam Berbagai Bidang," *IJCIT (Indonesian Journal on Computer and Information Technology)*, vol. 5, no. 1, pp. 75–82, (2020).
- [8] D. Jakhar and I. Kaur, "Artificial Intelligence, Machine Learning and Deep Learning: Definitions and Differences," Blackwell Publishing Ltd, Jan. (2020).
- [9] M. B. V. Putra, I. P. A. Bayupati, and D. M. S. Arsa, "Klasifikasi Citra Daging Menggunakan Deep Learning dengan Optimisasi Hard Voting," *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi)*, vol. 5, no. 4, pp. 656–662, Aug. (2021).
- [10] M. F. Rizkilloh and S. Widiyanesti, "Prediksi Harga Cryptocurrency Menggunakan Algoritma Long Short-Term Memory (LSTM)," *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi)*, vol. 6, no. 1, pp. 25–31, Feb. (2022).
- [11] J. Zhao *et al.*, "Do RNN and LSTM have Long Memory?" in *Proceedings of the 37th International Conference on Machine Learning*, (2020), pp. 1–11.
- [12] Farhah, A. L. Prasasti, and M. W. Paryasto, "Implementasi Recurrent Neural Network dalam Memprediksi Kepadatan Restoran Berbasis LSTM," *Jurnal Media Informatika Budidarma*, vol. 5, no. 2, pp. 524–531, Apr. (2021).
- [13] J. Soeryawinata, H. N. Palit, and L. W. Santoso, "Sales Forecasting pada Dealer Motor X Dengan LSTM, ARIMA dan Holt-Winters Exponential Smoothing," *Jurnal Infra*, vol. 10, no. 2, pp. 1–4, (2022).

# Arsitek Dan Pendidikan Arsitektur Di Indonesia: Sejarah, Tantangan, Dan Prospek

Wahyu Dewanto<sup>1</sup>, Kiki K. Lestari<sup>2</sup>, dan L. Edhi Prasetya<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup> Magister Rekayasa Infrastruktur dan Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila, Jakarta

<sup>2</sup> Program Studi Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila, Jakarta

**Abstrak.** Selama lebih dari 70 tahun pendidikan arsitektur di Indonesia, banyak kemajuan signifikan yang telah dicapai. Namun, kemajuan ini belum cukup untuk mengantisipasi tantangan saat ini di dunia yang mengalami perubahan signifikan. Era globalisasi dan digitalisasi telah menjadi dorongan bagi sekolah arsitektur di Indonesia untuk mengubah dan mereformasi sistem pendidikannya untuk menghadapi tantangan abad ke-21. Perkembangan sosial, ekonomi, dan politik dalam 20 tahun terakhir di Indonesia, serta perkembangan teknologi digital yang pesat, telah menghasilkan dampak luar biasa pada cara sektor pendidikan di dunia dan Indonesia beroperasi. Metode melalui studi dengan menelaah berbagai permasalahan dalam pelaksanaan pendidikan arsitektur di berbagai negara, menemukan bahwa pendidikan arsitektur mempunyai misi moral mulia untuk mendedikasikan pengetahuan arsitektur kepada masyarakat umum dengan menciptakan lingkungan binaan yang ideal, indah, sustainable dan bertanggung jawab. Makalah ini berusaha melihat kembali sejarah pendidikan arsitektur Indonesia dan menjelajahi ke depan mengenai tantangan serta prospek yang dihadapi oleh pendidikan arsitektur di Indonesia.

**Kata kunci:** pendidikan, arsitektur, Indonesia

## 1. PENDAHULUAN

Awalnya, pelatihan mahasiswa di bidang arsitektur dilakukan secara informal di seluruh dunia. Ecole des Arts di Paris, yang dibuka pada tahun 1740, adalah sekolah arsitektur penuh waktu pertama. Salah satu sekolah arsitektur pertama era modern adalah Bauhaus. Meskipun didirikan pada tahun 1919, pendidikan ini masih sangat dipengaruhi oleh gaya pemikiran artistik pada waktu itu[1]. Pada tahun 1923, salah satu arsitek pendiri, Walter Gropius, mengubah sistem pendidikan sehingga lebih berorientasi pada ilmu pengetahuan dan scientific. Sejak itu, pendidikan arsitektur di dunia telah secara resmi dikelola di banyak lembaga pendidikan tinggi.

Sekolah arsitektur pertama di Indonesia dibuka pada tahun 1950 sebagai Departemen Sipil Fakultas Teknik Universitas Indonesia (UI), yang berlokasi di Bandung. Ini menggantikan Technische Hogeschool Bandung zaman Kolonial Belanda. Pada tahun 1957, Departemen ini diubah menjadi Departemen Arsitektur dan Seni Rupa, dan pada tahun 1959, Fakultas Teknik terpisah dari UI dan menjadi Institut Teknologi, Bandung (ITB)[2][3]. Sejak saat itu, pendidikan arsitektur telah menjadi program studi di Departemen Arsitektur Fakultas Desain dan Seni Rupa di ITB.

Sejak tahun 1950, pendidikan arsitektur di Indonesia telah mengalami perkembangan signifikan dan menghasilkan banyak arsitek. Banyak sekolah arsitektur telah dibuka di seluruh Indonesia sejak tahun 1960-an, baik sebagai institusi publik maupun swasta. Sistem pendidikan yang masih banyak diacu adalah sistem ITB. Awalnya, lulusan arsitektur disebut sebagai Insinyur. Kemudian, mulai tahun 1968, nama yang diberikan adalah Insinyur Arsitektur, dan sejak tahun 1992, lulusan arsitektur disebut sebagai Sarjana Teknik Arsitektur.

Sekolah arsitektur Indonesia saat ini dapat dibagi menjadi dua kategori: universitas negeri yang dijalankan oleh pemerintah dan universitas swasta yang dijalankan oleh yayasan swasta. Mereka berbeda dalam hal sistem, pendanaan, dan dalam beberapa aspek kualitas mahasiswa mereka. Mahasiswa di universitas negeri memiliki kualitas pendidikan yang relatif lebih baik daripada mahasiswa di universitas swasta, karena siswa

---

\* Corresponding author: [edhi.prasetya@univpancasila.ac.id](mailto:edhi.prasetya@univpancasila.ac.id)

terbaik biasanya mendaftar di universitas negeri sebagai prioritas pertama mereka. Universitas negeri dioperasikan dalam sistem administrasi standar pemerintah dan dulunya sepenuhnya disubsidi oleh pemerintah. Sejak tahun 2003, pemerintah telah mengurangi subsidi anggaran mereka dan memberikan otonomi lebih besar kepada universitas negeri[2].

Saat ini terdapat sekitar lebih dari 120 sekolah arsitektur di Indonesia, dan mayoritas dikelola oleh universitas swasta. Pertumbuhan sekolah swasta sangat pesat karena universitas negeri tidak dapat mengakomodasi semua mahasiswa yang ingin masuk ke jurusan arsitektur, karena jumlahnya yang sangat besar. Universitas swasta telah berkembang pesat di seluruh Indonesia, dan mereka memainkan peran penting dalam memberikan pendidikan arsitektur bagi mahasiswa yang tidak diterima di universitas negeri. Banyak universitas swasta telah berusaha keras untuk meningkatkan kualitas mereka, agar mencapai standar mutu yang tinggi untuk menarik calon mahasiswa. Namun, bagi banyak mahasiswa universitas negeri masih dianggap favorit dan biayanya lebih rendah dibandingkan dengan universitas swasta.

Terdapat sekitar 2000 lulusan arsitektur per tahun yang dihasilkan oleh sekolah arsitektur di Indonesia; namun, banyak dari lulusan tersebut bekerja di bidang lain karena tidak ada cukup posisi arsitektur yang tersedia di Indonesia. Menurut Asosiasi Arsitek Indonesia (IAI), hanya kurang dari 30% lulusan arsitektur yang bekerja sebagai arsitek profesional. Selain itu, tampaknya lulusan-lulusan ini belum siap untuk bersaing secara global, karena peluang untuk bekerja di luar negeri sangat sulit. Dengan hanya 30% dari lulusan arsitektur yang bekerja sebagai arsitek profesional, muncul banyak pertanyaan mengenai kualitas program Pendidikan arsitektur yang meluluskannya. Apakah sekolah arsitektur tidak mampu menghasilkan lulusan berkualitas tinggi? Ataukah karena situasi ekonomi Indonesia tidak mampu menyerap lulusan yang ada? Atau mungkin Indonesia tidak memiliki cukup regulasi untuk menciptakan lingkungan yang kondusif bagi perkembangan para arsitek? Tentu saja dalam kenyataannya ada banyak faktor yang memengaruhi situasi ini.

## 2. METODE

Studi dilakukan dengan menelaah berbagai permasalahan dalam pelaksanaan pendidikan arsitektur di berbagai Negara, melalui penelusuran sejarah pendidikan arsitektur di Indonesia, dan kondisi yang terjadi saat ini di berbagai institusi penyelenggara pendidikan arsitektur di Indonesia. Kondisi faktual pendidikan arsitektur di Indonesia, diperoleh melalui penelusuran pustaka dan mengkorelasikan antara latar belakang (konteks) kondisi pendidikan yang dihadapi oleh institusi akademik dengan aksi yang diambil untuk mencapai efisiensi dalam pencapaian tujuan pembelajaran yang sebelumnya diemban oleh proses pembelajaran di program studi arsitektur. Hasil studi yang dibangun merupakan sebuah artikulasi dan hasil analisis terkait keunikan-keunikan metode pembelajaran di bidang arsitektur yang memiliki potensi untuk dijadikan sebagai referensi dalam menentukan metode yang tepat untuk diterapkan di masa yang akan datang.

## 3. PEMBAHASAN

Sebagai lulusan dari negara berkembang, arsitek Indonesia memiliki banyak kekurangan dalam bersaing secara internasional; terutama karena kurikulum saat ini tidak dirancang untuk bersaing secara global. Oleh karena itu, kualitas arsitek Indonesia belum banyak diakui dalam forum internasional. Tidak ada cara lain untuk mendapatkan pengakuan profesional di pasar internasional, selain meningkatkan sistem pendidikan sesuai dengan standar internasional untuk menghasilkan lulusan yang setidaknya memiliki kemampuan yang sejajar dengan arsitek di negara-negara maju. Perubahan dalam segala bidang kehidupan, merupakan konsekuensi logis dari Era Industri 4, termasuk pengaruhnya dalam bidang pendidikan dan profesi arsitektur. Teknologi digital telah merubah tatanan peradaban manusia, di mana *big data* menjadi sumber informasi yang tersedia dengan melimpah, *Internet Of Things* (IoT) akan menjadi infrastruktur jaringan global yang menghubungkan seluruh jaringan internet di dunia, dan *Artificial Intelligence* (AI) akan menjadi alat bantu yang akan menggantikan pekerjaan kasar manusia secara mandiri. Pemanfaatan teknologi digital selama masa pendidikan membuat proses kreatifitas dapat diselesaikan dengan cepat, mudah, praktis, dan produktif [4].

Sementara itu, menyambut era perdagangan bebas dan globalisasi, pendidikan arsitektur di Indonesia harus melatih arsitek yang mampu bersaing dengan arsitek dari negara-negara maju. Namun, kondisi yang tidak menguntungkan ini harus diantisipasi dalam pengembangan proses pendidikan arsitektur, yang harus melibatkan pendekatan berbasis desain dan multi-faset, mendorong pengembangan keterampilan, pengetahuan, dan pemahaman progresif oleh mahasiswa. Kompetensi dan penguasaan akan Teknologi digital adalah suatu hal mutlak yang harus dimiliki arsitek di masa yang akan datang, karenanya pendidikan

arsitektur harus memperhatikan kemajuan teknologi digital yang sedang berkembang, pendidikan arsitektur Indonesia harus membekali mahasiswanya memasuki era digitalisasi. Oleh karena itu, kurikulum pendidikan arsitektur harus diintegrasikan ke dalam teknologi digital [4].

Di Indonesia, sistem pendidikan terdiri dari dua program; program akademik dan program profesional. Program akademik terdiri dari S1, S2, dan S3. Program ini menghasilkan lulusan yang mampu menguasai aplikasi dan pengembangan pengetahuan. Pada dasarnya, lulusan program S1 diharapkan memiliki keterampilan untuk menerapkan pengetahuannya dan secara analitis memecahkan masalah dalam disiplinnya, sementara lulusan pascasarjana S2 dan S3 diharapkan memiliki keterampilan untuk mengembangkan pengetahuannya melalui penelitian ilmiah, penemuan inovatif dan juga diharapkan menjadi pendidik di perguruan tinggi.

Meskipun demikian, materi arsitektur tradisional sebagai bahan kajian dalam pendidikan formal arsitektur, adalah keniscayaan sebab keaneka ragaman karya arsitektur tradisional Indonesia, akan menjadi sia-sia manakala arsitek Indonesia luput untuk mempelajarinya [5]. Perkembangan arsitektur di Indonesia selama lebih dari 70 tahun, membawa perubahan besar, perluasan bidang kajian dan pendalaman materi yang sangat besar, yang tak lagi cukup didukung oleh ilmu teknik semata, sehingga akar-akar ilmunya langsung menunjam ke berbagai bidang, yaitu ekonomi, sosial, budaya, psikologi dan lingkungan. Pembebasan arsitektur dari ilmu teknik, justru memberi peluang bagi keduanya untuk berkembang lebih pesat [3].

Perhatian pemerintah terhadap dunia konstruksi khususnya arsitektur memberikan momentum sekaligus tantangan terhadap arsitek. Kepedulian yang ditunjukkan melalui UU no. 6 Tahun 2017 tentang Arsitek membawa perubahan yang bertujuan untuk meningkatkan kualitas arsitek Indonesia [6].

Dekade terakhir ini, banyak sekali diskusi dan perdebatan tentang perbedaan antara arsitek profesional dan sarjana arsitektur. PP No 60, 1999 tidak memberikan arahan dan tujuan pendidikan arsitektur yang jelas, bahkan Undang-Undang ini menambahkan tingkat kebingungan dan ketidakpastian tertentu. Undang-Undang Pendidikan ini menciptakan standar ganda dalam praktik pendidikan arsitektur di Indonesia. Dalam ketidakjelasan ini, pemerintah belum mampu mengambil tindakan apa pun untuk mengatasi atau mengklarifikasi masalah ini. Juga, Asosiasi Arsitek Indonesia (IAI) tidak memiliki cukup kekuatan untuk membentuk proposal resolusi untuk mengatasi masalah ini. Konsep pendidikan arsitektur tampaknya menjadi masalah pokok, yang menghasilkan kebingungan dalam pendidikan dan praktik di bidang ini. Di satu sisi, konsep yang tercermin dalam kurikulum dimaksudkan untuk mencapai tujuan sesuai dengan Undang-Undang, dengan gelar Sarjana Teknik Arsitektur (STA) sebagai gelarnya, sementara pendidikan profesional berorientasi untuk menciptakan arsitek profesional. Keduanya memiliki arti dan implikasi yang berbeda secara mendasar.

Ada tiga aliran dalam program pendidikan; akademis, vokasional dan pelatihan profesional, masing-masing dengan modelnya sendiri. Pendidikan tinggi terdiri dari pendidikan akademis dan profesional. Pendidikan akademis lebih berfokus pada harapan peningkatan kualitas dan peningkatan ilmiah, termasuk Program Sarjana (S1) dan Pasca Sarjana baik Magister (S2) maupun Doktor (S3), sementara pendidikan profesional pada dasarnya berkaitan dengan peningkatan pengetahuan dan aplikasinya, yang dicakup dalam program diploma dan spesialisasi.

Mahasiswa arsitektur di negara-negara maju mencapai tingkat keahlian mereka karena program mereka memiliki kegiatan kurikuler dan ekstra-kurikuler yang mencapai standar yang diterima secara internasional. Secara umum sekolah arsitektur Indonesia berorientasi pada menghasilkan praktisi yang lebih berfokus pada keterampilan desain dan penguasaan praktis desain bangunan. Namun, secara umum sekolah-sekolah tersebut berkonsentrasi untuk menghasilkan lulusan yang memiliki kemampuan untuk menguasai baik aplikasi maupun pengembangan teori arsitektur. Implikasinya adalah bahwa mereka memiliki pengetahuan ilmiah yang tidak memadai untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Arsitektur, namun juga keterampilan teknis yang tidak memadai untuk memenuhi kriteria dan standart badan arsitektur profesional.

Pendidikan arsitektur yang ideal seharusnya mendorong lulusan yang inovatif dan kreatif yang mampu menghasilkan sebuah karya desainbidang arsitektur. Selain memiliki kompetensi dalam desain teknis, mahasiswa arsitektur harus dilengkapi dengan pengetahuan non-teknis lainnya seperti aspek sosial, ekonomi, perilaku, dan budaya, karena karya arsitektur akan langsung memengaruhi lingkungan binaan yang mengakomodasi masyarakat secara luas. Penting untuk mempertimbangkan kebutuhan, kenyamanan, dan keselamatan masyarakat dalam merancang sebuah lingkungan binaan. Kita ketahui karya arsitektur merupakan bagian integral dari kehidupan kita, sehingga harus mempertimbangkan masalah sosial dan

budaya. Desain arsitektur dapat, dan memang, memengaruhi dan dipengaruhi oleh pemikiran dan ide-ide social budaya. Pada saat yang bersamaan, lingkungan binaan memerlukan justifikasi sosial. Keseimbangan antara kebutuhan masyarakat dan desain arsitektur harus menghasilkan karya yang utuh yaitu memenuhi unsur fungsi dan estetika. Seiring perkembangan zaman, karya arsitektur harus selalu melayani semua lapisan masyarakat, dari yang miskin hingga kaya, muda hingga tua, penyandang cacat, dan lain sebagainya.

IAI, pemerintah, dan sekolah-sekolah arsitektur seharusnya menyatukan visi dan misi yang jelas tentang bagaimana menciptakan lingkungan binaan yang lebih baik di Indonesia. Untuk melakukan ini secara efektif, mereka perlu menjalin dialog yang berkelanjutan dengan masyarakat. Tentu diharapkan bahwa IAI, yang mewakili arsitek Indonesia, harus menjadi pelaku penting dalam melayani masyarakat dan membentuk lingkungan binaan yang sustainable dan berkeadilan. Namun, sayangnya, IAI tidak memiliki akses yang cukup kepada pemerintah dan elit politik, sehingga masalah arsitektur secara umum, juga institusi pendidikannya, belum bisa menjadi subjek dan object yang penting yang menjadi prioritas pengembangan dan pembangunan di Indonesia. IAI seharusnya bisa memainkan peran penting dan mulia dalam arena pembangunan nasional.

Sesuai dengan diberlakukannya kebijakan otonomi daerah di Indonesia, kebutuhan akan arsitek yang memiliki kemampuan untuk memimpin komunitas dalam merencanakan dan merancang lingkungan binaan adalah sangat penting. Oleh karena itu, lembaga pendidikan arsitektur harus mempersiapkan lulusannya untuk menjadi pelaku dan fasilitator pembangunan di seluruh Indonesia. Ini adalah tantangan besar bagi pendidikan arsitektur untuk menyediakan calon arsitek dengan keterampilan berpikir yang imajinatif dan kreatif, pemahaman tentang perilaku manusia, serta pemahaman tentang sejarah, budaya, dan masalah lingkungan dengan lebih mendalam.

Pada tahun 1997, Indonesia mengalami krisis ekonomi yang diikuti oleh kekacauan politik dan sosial yang berkepanjangan. Instabilitas yang dihasilkan berdampak pada banyak sektor, misalnya industri properti Indonesia hampir runtuh. Konstruksi proyek-proyek arsitektur secara dramatis menurun sehingga menyebabkan hilangnya pekerjaan bagi ribuan pekerja termasuk di bidang perencanaan dan arsitektur dengan penutupan kantor-kantor konsultan arsitektur dan kontraktor dibanyak kota di Indonesia. Implikasi sosial dari hal ini sangat dalam bagi banyak lulusan arsitektur, yang dimana mereka mencari pekerjaan lain selain dibidang arsitektur, semata untuk memenuhi kebutuhan dasar hidup mereka dan keluarga.

Pandemi Covid-19 tahun 2020 lalu juga telah menimbulkan dampak dan tantangan besar juga bagi dunia pekerja arsitektur di Indonesia. Fenomena ini telah menyebabkan penurunan jumlah mahasiswa arsitektur di seluruh dunia dan Indonesia. Penurunan jumlah mahasiswa arsitektur ini jelas terkait dengan penurunan dramatis dalam industri properti Indonesia. Penurunan signifikan dalam proyek fisik sebagai akibat dari krisis multidimensi di Indonesia telah menciptakan masa depan yang tidak pasti bagi lulusan arsitektur, banyak di antaranya tidak mudah mendapatkan pekerjaan atau memulai bisnis di bidang arsitektur. Penurunan ini juga disebabkan oleh tingkat ekonomi yang menurun dari masyarakat; banyak mahasiswa tidak memiliki pilihan lain selain meninggalkan perguruan tinggi mereka karena orang tua mereka tidak lagi mampu membayar biaya pendidikan. Selain itu, siswa harus mencari pekerjaan untuk membantu orang tua mereka. Akibatnya, pendidikan tidak lagi dianggap penting dan menjadi prioritas bagi anak-anak/generasi muda.

Penurunan jumlah mahasiswa arsitektur akan memiliki dampak pada kualitas rancang bangun di Indonesia di masa depan. Secara kualitatif atau kuantitatif, penurunan ini akan memengaruhi kualitas lingkungan binaan Indonesia secara umum, terutama mengingat bahwa jumlah arsitek di Indonesia masih rendah dibandingkan dengan populasi dan luas geografi Indonesia. Selain itu, banyak arsitek terkonsentrasi di kota-kota besar, sedangkan seharusnya akan lebih bermanfaat bagi masyarakat jika mereka pindah dan mendedikasikan keahlian mereka untuk tinggal di kota-kota provinsi yang lebih kecil di seluruh Indonesia. Peran arsitek sangat diperlukan dan lebih relevan diperlukan untuk merencanakan dan merancang kota-kota di daerah-daerah, terutama karena kebijakan otonomi daerah telah diterapkan secara nasional.

Untuk merespons tantangan arsitek kedepan ini, tidak ada pilihan selain mengambil tindakan progresif dalam merancang kembali dan menetapkan tujuan pendidikan arsitektur dengan lebih jelas. Jurusan arsitektur di Indonesia harus menjadi institusi yang dapat diakses dan mendukung, menawarkan program arsitektur berkualitas tinggi yang diakui secara luas secara lokal, nasional, dan internasional. Sekolah-sekolah arsitektur harus lebih fleksibel dalam mengatasi perubahan cepat ini. Diperlukan strategi komprehensif untuk merespons tantangan saat ini dan menyediakan alternatif yang lebih kaya bagi masyarakat. Pendidikan dibidang arsitektur



rancang bangun juga memiliki dinamikanya sendiri. Proses pembelajarannya memiliki penekanan pada pemunculan ide-ide kreatif dari anak didik dalam bidang desain gedung dan/atau struktur. Pencapaian kompetensi ini bersandar pada perkuliahan Studio Desain Arsitektur yang didukung oleh beragam mata kuliah pendukung [7].

Metoda studio yang kolaboratif yang dilaksanakan secara experimentatif oleh penulis memang tidak lantas menghapus semua kesenjangan dan kelemahan di atas. Akan tetapi berdasar pengalaman para mahasiswa dan indikasi kualitatif yang ditunjukkan memperlihatkan adanya hal-hal yang signifikan. Studio ini lantas lebih berdimensi sebuah learning process terhadap merancang karena melibatkan semua sumber daya pikir mahasiswa. Di dalamnya terkandung eksplorasi diri untuk mengembangkan hardskill merancang berbasis *constructive learning* dimana mahasiswa membangun knowledge dan skill melalui mengajari orang lain[8] .

Kerja kolaboratif sebagai nyawa utama pendidikan arsitektur perlu didorong dengan baik, studi menunjukkan bahwa siswa lebih berhasil dalam belajar ketika mereka disatukan dalam sebuah kelompok untuk membahas satu permasalahan secara bersama dibandingkan dengan melakukannya secara individual. Dengan model ini siswa dapat membagi peran dan tugas masing-masing yang kemudian dibahas bersama untuk mencari solusi/pendekatan yang tepat. Dengan adanya pembagian tugas siswa mampu menganalisis suatu permasalahan dengan lebih mendasar dan membahas isu lebih mendalam [9].

Penggunaan teknologi pada bidang arsitektur, juga merangsang mahasiswa untuk semakin meningkatkan kreatifitas dalam desain, seiring kebijakan peralihan dari penggambaran manual ke penggambaran digital tidak seragam di berbagai perguruan tinggi. Beberapa perguruan tinggi masih mewajibkan mendesain manual di tingkat dasar, tetapi beberapa perguruan tinggi mengizinkan mulai menggunakan digital sejak tingkat dasar [9].

Selesainya pendidikan arsitektur yang ditegaskan dengan penerbitan dengan ijazah sebagai proses yang menghasilkan perolehan gelar arsitek merupakan permulaan masa pendidikan baru. Pendidikan arsitektur harus bertumpu pada tujuan pendidikan luas yang bertujuan untuk memperoleh tingkat budaya yang berkaitan dengan arsitektur [10].

#### 4. KESIMPULAN

Indonesia telah menerapkan kebijakan otonomi yang secara konsekuensial memungkinkan pengembangan di seluruh Indonesia dengan mengandalkan sumber daya manusia lokal dan ekonomi lokal. Kebijakan ini harus didukung oleh tenaga kerja terampil dari berbagai bidang, termasuk arsitek. Fokus arsitek tidak akan terbatas hanya pada elit, tetapi pada seluruh penduduk. Kita telah lambat untuk mengakui dan bertindak terhadap kebutuhan mereka yang selama ini terpinggirkan; kaum miskin, lansia, orang-orang dengan disabilitas fisik, dan masyarakat di pedesaan. Sedikit bangunan yang dirancang dengan mempertimbangkan kebutuhan khusus mereka, sehingga banyak bangunan yang seharusnya akan lebih baik untuk mengakomodasi kebutuhan dalam kehidupan mereka. Kita ketahui bahwa sebagai sesama manusia dan warga negara, mereka memiliki hak yang sama dengan kita semua untuk mendapatkan kehidupan yang layak.

Lingkungan binaan yang dirancang dengan baik, efisien, *sustainable* selalu memerlukan keterampilan seorang perancang / arsitek. Ini tidak akan berubah di masa depan jika kita ingin tetap terus mempertahankan dan mengembangkan budaya kita melalui karya arsitektur. Jika tidak, kita akan memiliki lingkungan binaan yang hampa tak memiliki jiwa, dan minim faktor estetika. Ini sangat penting bagi generasi ini dan generasi mendatang, bahwa negeri ini memerlukan para arsitek handal. Ini berarti kita memerlukan sekolah arsitektur berkualitas dan sebuah organisasi arsitek yang profesional dan akomodatif.

Untuk meningkatkan kualitas arsitek masa depan, lembaga pendidikan tentu memiliki tanggung jawab besar; masa depan lingkungan binaan bergantung pada mereka. Kualitas pendidikan ditentukan oleh kurikulum, dosen, fasilitas pendukung termasuk perpustakaan, laboratorium, dan studio, dan juga sistem pengajaran dan pembelajaran serta sistem manajemennya. Mahasiswa dan dosen arsitektur harus tetap berada di garis depan dengan inovasi terbaru dalam teknologi material, teknologi konstruksi, prinsip-prinsip desain, konsep, dan ide-ide arsitektur terbaru yang dikembangkan melalui riset-riset arsitektur.

Kesadaran masyarakat tentang masalah-masalah arsitektur adalah aspek penting dalam pengembangan lingkungan binaan kita. Karena itu perlu ada dialog dan diskusi secara terprogram tentang hal-hal yang menyangkut tentang perencanaan dan perancangan kepada masyarakat umum. Idealnya setiap proses perencanaan dan perancangan suatu kawasan kota, wilayah, dan lingkungan perlu melibatkan partisipasi

masyarakat. Dengan keterlibatan masyarakat maka akan terjadi dialog yang memberikan pengetahuan dan tentu saja feedback yang akan bisa memberikan masukan untuk hasil perencanaan dan rancangan yang baik dan tepat sasaran. Tanggung jawab untuk mensosialisasikan tentang rancang bangun bisa dilakukan oleh pihak industri, profesional, dan pemerintah, dan tentu melalui para arsitek-arsitek itu sendiri. Layak dipertimbangkan bahwa salah satu cara untuk memperkenalkan arsitektur adalah dengan mengkaji karya-karya arsitek dan menerbitkannya dalam bentuk tulisan atau visual yang dikomunikasikan kepada masyarakat melalui media-media yang tersedia. Dengan cara ini, masyarakat akan lebih mengenal, menghargai dan belajar tentang dunia arsitektur dan manfaatnya bagi masyarakat umum.

Sosialisasi arsitektur semacam ini akan menghasilkan apresiasi orang terhadap karya-karya arsitektur. Apresiasi yang lebih tinggi dalam masyarakat dan komunitas arsitektur terhadap nilai karya-karya arsitektur pada akhirnya akan menciptakan kritik arsitektur yang merupakan aspek penting dalam membangun pemahaman arsitektur di kalangan masyarakat. Salah satu faktor penyebab arsitektur buruk di Indonesia adalah kurangnya kritik arsitektur. Kritik adalah cara efektif untuk berkomunikasi dan sosialisasi tentang konsep karya-karya arsitektur. Ini adalah sarana pembelajaran, pengembangan, dan meningkatkan pemahaman tentang nilai-nilai, filosofi, dan budaya di balik arsitektur bagi masyarakat umum dan khususnya bagi komunitas arsitek.

UIA dan IAI perlu menyediakan struktur dasar untuk pendidikan arsitektur yang akan dielaborasi seiring dengan perkembangan kurikulum dari masing-masing sekolah arsitektur. Perlu ada pergeseran paradigmatik dari pengetahuan dan proses pembelajaran masyarakat sesuai dengan prinsip-prinsip empat pilar UNESCO (*learning to be, learning to know, learning to do and learning to live together*). Ini dapat dilakukan dengan menggabungkan semua persyaratan dasar dari UIA, IAI, pemerintah, dan empat pilar UNESCO. Dengan melakukan hal ini, sekolah-sekolah arsitektur akan memiliki peluang lebih besar untuk menghasilkan lulusan yang matang yang mampu mengambil peran mereka dalam masyarakat, dengan kompetensi profesional dan kemampuan untuk bersaing dan berpartisipasi dalam kancah internasional.

Tugas dan tantangan untuk membangun kualitas lingkungan binaan di Indonesia masih sangat besar. Oleh karena itu, prospek pendidikan arsitektur sangat terbuka lebar. Krisis ekonomi dan hambatan lain yang mengakibatkan perlambatan pembangunan fisik dapat digunakan sebagai momentum untuk mengorganisir dan meletakkan dasar yang kuat untuk mengantisipasi pembangunan di Indonesia. Dengan dasar yang kuat ini, kita akan siap untuk mengatasi tugas-tugas yang diperlukan untuk pembangunan di masa depan dengan mengembangkan pendidikan arsitektur yang lebih fungsional, lebih estetis, lebih humanis, berorientasi pada lingkungan, berbudaya dan mencerminkan karakter masyarakat Indonesia.

Kualitas lingkungan binaan di masa depan bergantung pada mahasiswa sekarang dan yang akan datang dari sekolah-sekolah arsitektur. Kualitas hidup jutaan orang yang tinggal di kota atau desa, elit atau kelas bawah, kaum difable yang punya kebutuhan khusus, lansia dan anak muda tergantung pada para mahasiswa arsitektur saat ini. Pendidikan Arsitektur mempunyai misi moral mulia untuk mendedikasikan pengetahuan arsitektur kepada masyarakat umum dengan menciptakan lingkungan binaan yang ideal, indah, sustainable dan bertanggung jawab.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. H. Schmidt, "Expose Ignorance and Revive the Bon Gout," *JSAH*, vol. 6, no. 1, 2002.
- [2] I. K. Adhimastra, "Arsitektur Dan Pendidikan Arsitektur," *J. Anal.*, vol. 2, no. 1, pp. 1–10, 2014, [Online]. Available: <http://103.207.99.162/index.php/anala/article/view/177>
- [3] M. (C.Dr.) Ir. Qomarun, "Book Chapter," in *PENDIDIKAN ARSITEKTUR MENUJU ILMU MULTI DISIPLIN (Refleksi Penggiat Akademisi dan Profesi Arsitektur Tahun 1993-2008)*, 2008, pp. 137–142. doi: 10.5555/asdf.
- [4] W. Setiadi and L. M. F. Purwanto, "Teknologi Digital pada Pendidikan Arsitektur di Era Industri 4.0," *JoDA J. Digit. Archit.*, vol. 1, no. 1, p. 42, 2021, doi: 10.24167/joda.v1i1.3681.
- [5] S. H, "Strategi Pendidikan Untuk Melestarikan Arsitektur Tradisional Dalam Rangka Memperkuat Jati Diri Bangsa," *Cakrawala Pendidik.*, vol. XX, no. 1, pp. 51–60, 2001.
- [6] R. Ferial, V. Rhamadana, M. Syukur, A. Junaidi, and N. Nurhamidah, "Kajian Kebutuhan SDM Arsitektur Indonesia dan Kelayakan Pendidikan Arsitektur Study of the Human Resource Needs for Indonesian Architecture and the Feasibility of Architectural Education," vol. 12, no. September, pp. 124–133, 2023.
- [7] G. A. M. Suartika, N. M. Swanendri, K. E. Saputra, and I. K. Mudra, "Studio Arsitektur Dan Relevansinya Dalam Pedagogi Rancang Bangun," *Space*, vol. 10, no. 1, pp. 105–116, 2023.

- 
- [8] I. F. Maharika, “Merancang Berbasis Kolaborasi: Kajian Kasus Studio di Jurusan Arsitektur Universitas Islam Indonesia,” *Researchgate.Net*, no. April, 2021, [Online]. Available: [https://www.researchgate.net/profile/Ilya-Maharika/publication/350876307\\_Merancang\\_Berbasis\\_Kolaborasi\\_Kajian\\_Kasus\\_Studio\\_di\\_Jurusan\\_Arsitektur\\_Universitas\\_Islam\\_Indonesia/links/6077d2e9907dcf667b9d44a9/Merancang-Berbasis-Kolaborasi-Kajian-Kasus-Studio-d](https://www.researchgate.net/profile/Ilya-Maharika/publication/350876307_Merancang_Berbasis_Kolaborasi_Kajian_Kasus_Studio_di_Jurusan_Arsitektur_Universitas_Islam_Indonesia/links/6077d2e9907dcf667b9d44a9/Merancang-Berbasis-Kolaborasi-Kajian-Kasus-Studio-d)
- [9] S. Wisnuadji, A. Hermawan, P. S. Arsitektur, and F. Teknik, “ANALISIS MODEL PEMBELAJARAN STUDIO ARSITEKTUR,” *GEOPLANART*, vol. 5, no. 2, pp. 1–15, 2020.
- [10] S. I. Dizdar, “Some options about design studios of architectural education,” *Eur. Sci. J.*, vol. 10, no. 36, pp. 1–11, 2014, [Online]. Available: <http://go.galegroup.com/ps/i.do?&id=GALE%7CA397266766&v=2.1&u=swinburne1&it=r&p=AONE&sw=w>

# Pemahaman Masyarakat Terhadap Transformasi Nilai-nilai Filosofis Dalam Tata Ruang Kota Yogyakarta

Agus S. Sadana<sup>1\*</sup>, L. Edhi Prasetya<sup>1</sup>, dan Ashri Prawesthi Dharmaraty<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila, Jakarta

**Abstrak.** Yogyakarta merupakan kota beridentitas budaya. Adaptasi keindahan unsur-unsur alam gunung, sungai, laut, dan daratan yang diterjemahkan ke dalam konsep tata ruangnya menghadirkan desain kota bercitra budaya kental, tercermin pada sumbu filosofinya, dan telah diakui oleh UNESCO sebagai warisan budaya dunia. Pemahaman masyarakat terhadap eksistensi budaya tersebut perlu dipelihara demi keberlanjutan Yogyakarta sebagai kota budaya masa depan. Makalah ini merupakan hasil penelitian dengan pendekatan kuantitatif menggunakan statistik deskriptif untuk mengukur tingkat pemahaman masyarakat terhadap nilai-nilai yang terkandung di dalam Sumbu Filosofi Yogyakarta. Hasil penelitian pada 40 responden yang dipilih secara convenience sampling menunjukkan bahwa nilai-nilai filosofis sumbu dapat dirasakan dan dipahami oleh masyarakat, namun masih perlu sosialisasi berkelanjutan, agar tingkat pemahamannya lebih optimal. Hasil penelitian memperlihatkan Tugu Pal Putih sebagai elemen yang ditunjukkan letaknya paling tepat. Adapun peringkat diingatnya elemen-elemen sumbu adalah Tugu Pal Putih – Jl. Malioboro – Kraton dan Alun-alun – Panggung Krapyak – Jl. Margo Utomo. Sebagai rangkaian pemandangan kota, kesatuan fisik antara Tugu Pal Putih – Jl. Margo Utomo – Jl. Malioboro dapat menjadi buffer yang melindungi eksistensi Tugu Pal Putih sekaligus menjadikan Jl. Malioboro sebagai klimaks. Peringkat disukainya elemen-elemen sumbu untuk dikunjungi adalah Jl. Malioboro – Kraton dan Alun-alun – Tugu Pal Putih – Panggung Krapyak, dan Jl. Margo Utomo adalah elemen yang tidak disukai.

**Kata kunci:** elemen kota; sumbu filosofi; tata ruang; yogyakarta.

## 1. PENDAHULUAN

Spirit dan roh sebuah kota dapat dihadirkan melalui elemen-elemen arsitektur yang beridentitas budaya kuat [1], dan kontinuitas linkage kawasannya selalu terjaga secara keseluruhan, yang mencakup linkage kultural, sejarah dan roh kota [2] yang perlu didukung oleh pemberdayaan pemahaman, kesadaran, dan partisipasi masyarakat lokal serta komunitas untuk melestarikan warisan dan eksistensi budaya [3][4]. Kota Yogyakarta dibangun pada tahun 1755 oleh Sri Sultan Hamengku Buwono I dengan mengadaptasi unsur-unsur bentang alam gunung, laut, sungai, dan daratan [5][6]. Adaptasi tersebut diterjemahkan menjadi konsep Hamemayu Hayuning Bawono, yaitu membuat bawono menjadi hayu dan rahayu, yang artinya membuat alam menjadi indah dan selamat atau lestari [5], dengan sejumlah penanda sebagai pengharmonisnya [7]. Tersedianya unsur-unsur fisik sumbu yang signifikan dalam kehidupan masyarakat [8] dapat memberikan pemahaman masyarakat pada eksistensi budaya setempat yang terwujud dalam transformasi pada desain kota masa kini akan menghadirkan kota dengan identitas budaya yang kuat [4], dan ciri khasnya dapat dirasakan oleh orang-orang yang berada di dalamnya. Sumbu Filosofi yang mewarnai identitas tata ruang kota Yogyakarta dipandang sebagai landasan yang memengaruhi tata laku masyarakatnya [6][9][10].

Sumbu Filosofi Yogyakarta adalah bagian dari sumbu imajiner yang menghubungkan Gunung Merapi dengan Laut Selatan [4][6][9]. Sumbu Filosofi merupakan sebuah kawasan yang membentang dari Utara hingga Selatan kota Yogyakarta, meliputi tiga elemen utama, yaitu: Tugu Golong Gilig, Kraton, dan Panggung Krapyak [5]. Sumbu Filosofi Yogyakarta merupakan warisan sejarah dan budaya yang masih terpelihara dengan baik [6], dan mendapat pengakuan sebagai warisan budaya dunia oleh UNESCO [11]. Sebagai suatu rangkaian tata ruang, sumbu filosofi memiliki *landmarks* [12] berupa elemen-elemen kawasan yang terdiri dari terdiri dari Tugu Golong Gilig atau Tugu Pal Putih, Jl. Margo Utomo, Jl. Malioboro, Kraton

\* Corresponding author: [agus.sadana@univpancasila.ac.id](mailto:agus.sadana@univpancasila.ac.id)



dan Alun-alun, serta Panggung Krapyak [9][13] sebagai simpul-simpul pentingnya [14]. Secara spasial, kawasan ini berwujud sebagai sebuah *district* [12] besar dengan *edges* [12] yang memanjang dari utara ke selatan dengan sebuah *path* [12] sebagai sumbu nyata berwujud jalan [8]. Elemen penghubung simpul-simpul [12] penting tersebut adalah Jl. Margo Utomo dan Jl. Malioboro. Jl. Malioboro adalah bagian dari sumbu filosofi yang bertransformasi menjadi pusat perdagangan dan jasa [4] sejak periode tahun 1870 – 1920-an [14], dan kini merupakan destinasi utama wisata dan paling populer di Yogyakarta [15][16].

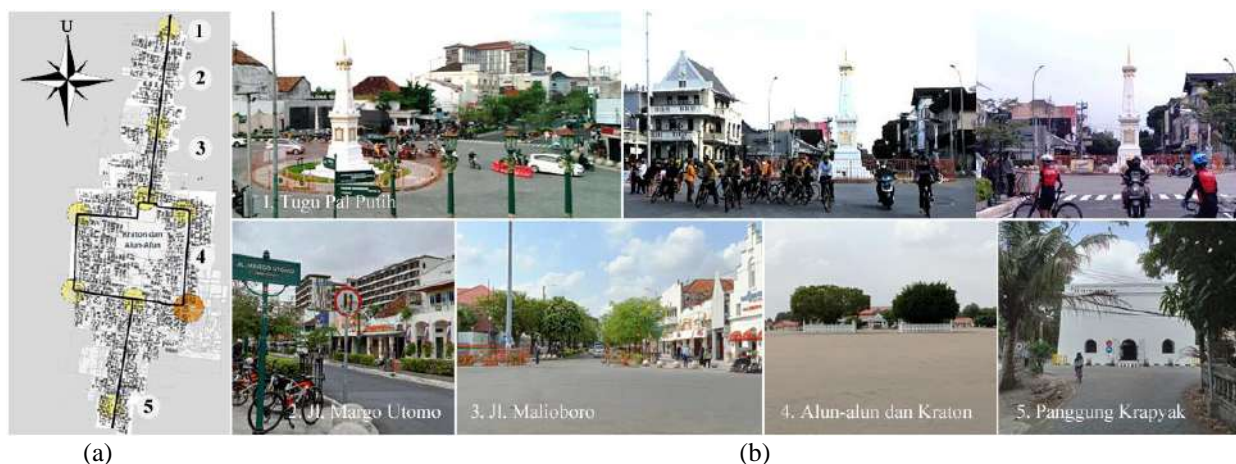


Gambar 1 visual Sumbu Filosofi Yogyakarta: (a) View ke arah utara [5]; (b) Peta kawasan [17].

Berlangsungnya globalisasi dan perubahan budaya dikhawatirkan mengikis pemahaman masyarakat terhadap tata nilai yang menjadi roh Yogyakarta, sehingga dibutuhkan pemaknaan kembali pada budaya lokal [8]. Pemahaman masyarakat terhadap makna budaya yang terkandung di dalam Sumbu Filosofi Yogyakarta merupakan landasan yang penting bagi keberlanjutan eksistensi Yogyakarta sebagai kota budaya dunia di masa depan. Oleh karena itu pemaknaan terhadap sumbu filosofi tetap harus terpelihara, agar pengakuan UNESCO pada Sumbu Filosofi Yogyakarta sebagai warisan budaya dunia tidak hanya menjadi selembar kertas tanpa makna, namun tetap hidup sebagai roh dan sipirit bagi Daerah Istimewa Yogyakarta. Berdasarkan situasi tersebut, maka dipandang perlu dilakukan kajian mengenai pemahaman masyarakat pada Sumbu Filosofi Yogyakarta. Tujuannya adalah untuk mengetahui sejauh mana masyarakat memahami dan merasakan nilai-nilai yang terkandung di dalam sumbu filosofi. Hasilnya dapat dimanfaatkan sebagai rekomendasi dalam menjaga keberlanjutan dan terpeliharanya nilai-nilai filosofis sumbu di masa depan.

## 2. METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan statistik deskriptif untuk mengukur tingkat pemahaman masyarakat dalam memaknai nilai-nilai yang terkandung di dalam Sumbu Filosofi Yogyakarta. Data diperoleh melalui kuesioner yang disebar kepada 40 responden, dan telah memenuhi syarat minimum 30-40 responden [18][19]. Data dikumpulkan menggunakan metode *convenience sampling* dengan memperhatikan keragaman kota tempat tinggal responden, khususnya dari Daerah Istimewa Yogyakarta.



Gambar 2 Elemen-elemen Sumbu Filosofi Yogyakarta: (a) Peta kawasan [17]; (b) Elemen-elemen utama.



Subjek dan lokasi penelitian adalah Sumbu Filosofi Yogyakarta. Karena tujuan penelitian adalah untuk mengetahui pemahaman masyarakat terhadap nilai-nilai yang terkandung di dalam sumbu filosofi melalui pendekatan kualitas visual dan tata ruang, maka pertanyaan-pertanyaan yang diajukan di dalam kuesioner diarahkan kepada minat, ingatan, dan sensitivitas responden terhadap penanda-penanda atau elemen-elemen fisik sumbu filosofi. Guna memudahkan responden memahami kuesioner yang harus dijawabnya, maka elemen-elemen sumbu filosofi dimampatkan menjadi lima elemen yang paling populer, yaitu: (1) Tugu Pal Putih, (2) Jl. Margo Utomo, (3) Jl. Malioboro, (4) Kraton dan Alun-alun, serta (5) Panggung Krapyak.

Untuk mengetahui tingkat pemahaman masyarakat terhadap Sumbu Filosofi Yogyakarta, responden diminta menjawab lima macam pertanyaan yang meliputi: (1) istilah yang pernah didengar, (2) elemen atau penanda yang paling diingat, dan (3) elemen yang disukai atau diminati untuk dikunjungi, (4) aspek sensitivitas, yaitu kemampuan merasakan hadirnya sumbu filosofi, serta (5) ketepatan menunjukkan letak setiap elemen di sepanjang garis sumbu.

### 3. HASIL

Secara umum, hasil pengumpulan data menunjukkan adanya variasi pemahaman responden dengan kecenderungan ke arah positif. Berdasarkan tempat tinggal dan hubungan responden dengan Yogyakarta, anggota masyarakat yang diminta mengisi kuesioner telah mewakili pengutamaan yang berasal dari wilayah Daerah Istimewa Yogyakarta atau dalam pengaruh lokasi penelitian, yaitu 70% responden berasal dari warga setempat, dan 30% sisanya berasal dari luar. Rincian daerah asal responden dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Hubungan Responden Dengan Yogyakarta

Domisili Responden	Jmh	Prosentase	Hubungan Dengan DIY	Jumlah	Prosentase
Kota Yogyakarta	4	10,0%	Warga sehari-hari di DIY	25	62,5%
Kabupaten Sleman	12	30,0%			
Kabupaten Bantul	2	5,0%			
Kabupaten Kulon Progo	7	17,5%			
Warga DIY dlm perantauan	3	7,5%	Warga DIY dalam perantauan	3	7,5%
Jawa Tengah	3	7,5%	Tinggal di kota dekat Yogyakarta	3	7,5%
Jawa Timur	1	2,5%	Tamu / wisatawan / pernah tinggal di Yogyakarta	9	22,5%
Jawa Barat	3	7,5%			
Jabodetabek	4	10,0%			
Lain-lain	1	2,5%			

Terkait dengan istilah yang pernah didengar, 70% responden mengenal istilah sumbu filosofi atau sumbu imajiner, sedangkan 30% sisanya tidak tahu dan baru pertama kali mendengar ketika diminta menjadi responden. Situasi ini menunjukkan bahwa istilah Sumbu Filosofi Yogyakarta yang dihadirkan kepada masyarakat telah cukup meluas, namun masih belum cukup maksimal, karena masih ada yang belum pernah mendengar istilah sumbu filosofi. Dengan situasi ini, tampaknya perlu dilakukan promosi yang lebih meluas melalui berbagai media agar semakin banyak anggota masyarakat yang mengenal sumbu filosofi.



Gambar 3 Perbandingan situasi visual sumbu filosofi: (a) Situasi visual area utara; (b) Situasi visual area selatan.

Tentang elemen atau penanda yang paling diingat, terdapat tiga elemen yang paling diingat responden, yaitu: Tugu Pal Putih 30,5%, Jl. Malioboro 27,4%, serta Kraton dan Alun-alun 24,2%. Adapun Jl. Margo Utomo dan Panggung Krapyak hanya diingat oleh 8,4% dan 9,5% responden. Perbedaan daya ingat responden menunjukkan bahwa area utara lebih populer daripada area selatan, bahkan perbandingannya

sangat tidak seimbang. Jika perbedaan ini dikaitkan dengan situasi visual yang dirasakan pengamat, dapat dilihat bahwa tatanan fasad lingkungan di bagian selatan belum sebaik bagian utara. Artinya perlu dipikirkan peningkatan kualitas visual kawasan sumbu filosofi di bagian selatan, tanpa mengganggu dan mengurangi nuansa aktivitas eksitingnya. Selanjutnya, kondisi diingatnya elemen-elemen sumbu filosofi perlu dibandingkan dengan kondisi disukai atau tingginya minat mengunjungi elemen-elemen tersebut. Proses perbandingan tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Perbandingan Daya Tarik Elemen-elemen Sumbu Filosofi

Situasi Pemahaman		Elemen / Penanda Sumbu Filosofi				
		Utara			Kraton	Selatan
		Tugu Pal Putih	Jl. Margo Utomo	Jl. Malioboro	Kraton dan Alun-alun	Panggung Krapyak
Diingat	Prosentase	30,5%	8,4%	27,4%	24,2%	9,5%
	Peringkat	1	5	2	3	4
Disukai dan / atau dikunjungi	Prosentase	27,3%	0,0%	36,4%	31,8%	4,5%
	Peringkat	3	5	1	2	4
Rata-Rata	Prosentase	28,9%	4,2%	31,9%	28,0%	7,0%
	Peringkat	2	5	1	3	4

Tabel 2 juga menunjukkan bahwa hampir serupa dengan elemen yang paling diingat, elemen yang disukai atau diminati untuk dikunjungi adalah Tugu Pal Putih, Jl. Malioboro, serta Kraton dan Alun-alun, namun dengan urutan peringkat yang berbeda. Tugu Pal Putih disukai dan sering dikunjungi oleh 27,3%, Jl. Malioboro 36,4%, Kraton dan Alun-alun 31,8%. Adapun Jl. Margo Utomo dan Pangung Krapyak disukai atau dikunjungi sebesar 0% dan 4,5%. Data ini menunjukkan situasi yang unik, karena Jl. Margo Utomo mendapat bobot sebesar nol persen. Nilai sebesar nol persen menunjukkan bahwa tidak ada satupun responden yang menyukai atau merasa pernah mengunjungi Jl. Margo Utomo, padahal setengah dari responden sedang berada di ruas Tugu Pal Putih – Jl. Margo Utomo – Jl. Malioboro pada saat mengisi kuesioner. Rendahnya daya tarik Jl. Margo Utomo bagi responden memberikan gambaran bahwa jalan ini merupakan bagian sumbu filosofi masih yang asing bagi responden, padahal Jl. Margo Utomo berada di tengah-tengah pada satu kesatuan garis ruas Tugu Pal Putih – Jl. Malioboro, dan secara filosofis memiliki nilai sebagai jalan menuju keutamaan [5].



Gambar 4 Perbandingan suasana kehidupan: (a) Tugu Pal Putih; (b) Jl. Margo Utomo; (c) Jl. Malioboro.

Gambar 4 menunjukkan perbandingan situasi visual pada ruas Tugu Pal Putih – Jl. Margo Utomo – Jl. Malioboro. Secara visual, dapat dilihat bahwa Tugu Pal Putih terkesan memiliki karakter bebas dan ceria, khususnya di Minggu pagi. Jl. Margo Utomo memiliki karakter yang formal dan terkesan sunyi, sedangkan Jl. Malioboro memiliki karakter bebas, merdeka dan universal yang sesuai dengan perannya saat ini sebagai pusat belanja dan rekreasi Yogyakarta. Dari kajian rangkaian pemandangan kota yang berseri atau berantai [20], tidak menariknya Jl. Margo Utomo justru memberi manfaat positif bagi Tugu Pal Putih dan Jl. Malioboro yang mengapitnya. Jl. Margo Utomo menjadi buffer yang melindungi Tugu, agar visualisasi dan estetika arsitekturnya tidak tergerus oleh keramaian di sekitarnya, sekaligus menjadi lorong sunyi pengantar memasuki klimaks berupa keramaian di Jl. Malioboro.



Sebagai elemen sumbu yang paling diingat dan disukai untuk didatangi, wajah jalan kawasan Malioboro dipercantik oleh toko-toko yang aktif dan menarik perhatian, serta memiliki bangunan-bangunan antik dan bersejarah, sehingga menjadi tempat yang nyaman untuk berbelanja, berekreasi dan berkumpulnya berbagai komunitas. Secara filosofis, kata Malioboro memiliki arti obor atau penerang [5]. Dalam kaitannya dengan aspek rekreasi, tradisi dan budaya lokal, Jl. Malioboro merupakan koridor komersial-sejarah-budaya [21] yang hingga kini masih menjadi jalur resmi Rajamarga atau jalur kerajaan di era masa kini, yaitu sebagai jalur prosesi utama pawai publik dan perkotaan [22]. Artinya, perpaduan fungsi dan peran Jl. Malioboro mejadikannya sebagai tempat dikenal masyarakat luas. Situasi berlangsungnya prosesi pawai di Jl. Malioboro dapat dilihat pada Gambar 5 dan Gambar 6.



Gambar 5 Masyarakat menunggu acara keramaian di kawasan Malioboro.



(a)

(b)

Gambar 6 Pawai Budaya di Kawasan Malioboro: (a) Pawai Bregada Kraton [23]; (b) Pawai drum band.

Menyangkut sensitivitas responden dalam merasakan hadirnya nilai-nilai yang dikandung sumbu filosofi, dapat diketahui bahwa sebagian besar, yaitu 64,1% responden mengenal istilah sumbu filosofi atau sumbu imajner, namun tidak semua bisa merasakan keberadaannya. Lebih rinci, 46,2% responden mengenal sumbu filosofi dan dapat merasakan nilai-nilainya yang bersifat imajiner, walaupun tidak semua memahami sisi budayanya, sedangkan 17,9% responden hanya mengenal istilah sumbu filosofi saja tanpa bisa merasakan nilai-nilai yang terkandung di dalamnya. Adapun sisanya sebanyak 35,9% responden tidak memahami, bahkan ada yang belum pernah mendengar istilah sumbu filosofi sama sekali.

Tabel 3 Tingkat Pemahaman Responden Pada Sumbu Filosofi Yogyakarta

Nama Elemen	Diingat Namanya	Disukai / Dikunjungi	Letak Diingat Secara Tepat	Mengetahui Istilah		Sensitivitas	
				Tahu	Tidak Tahu	Dapat Merasakan	Tidak Dapat Merasakan
Tugu Pal Putih	30,5%	27,3%	77,5%	–	–	–	–
Jl. Margo Utomo	8,4%	0%	57,5%	–	–	–	–
Jl. Malioboro	27,4%	36,4%	52,5%	–	–	–	–
Kraton dan Alun-alun	24,2%	31,8%	65%	–	–	–	–
Panggung Krapyak	9,5%	4,5%	72,5%	–	–	–	–

Nama Elemen	Diingat Namanya	Disukai / Dikunjungi	Letak Diingat Secara Tepat	Mengenal Istilah		Sensitivitas	
				Tahu	Tidak Tahu	Dapat Merasakan	Tidak Dapat Merasakan
Sumbu Filosofi / Sumbu Imajiner				70%	30%	64,1%	35,9%

Bagian tersulit yang harus dijawab oleh responden adalah kemampuan menunjukkan letak kelima elemen penanda di sepanjang garis sumbu. Secara umum, hasil penelitian menunjukkan bahwa letak setiap elemen sumbu filosofi telah dipahami dengan tepat oleh lebih dari setengah responden. Data yang lebih rinci menunjukkan bahwa letak Tugu Pal Putih dan Panggung Krapyak dipahami dengan sangat baik, oleh 77,5% dan 72,5% responden. Selanjutnya, peringkat pemahaman letak elemen-elemen lainnya adalah Kraton dan Alun-alun 65%, Jl. Margo Utomo 57,5%, dan Jl. Malioboro 52,5%. Peringkat ketepatan pemahaman letak elemen-elemen sumbu filosofi dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Ketepatan Pemahaman Letak Elemen-elemen Sumbu Filosofi Yogyakarta

Nama Elemen		Tugu Pal Putih	Jl. Margo Utomo	Jl. Malioboro	Kraton dan Alun-alun	Panggung Krapyak
Paling Utara	1	<b>77,5%</b>	5,0%	5,0%	2,5%	10,0%
	2	0,0%	<b>57,5%</b>	30,0%	7,5%	5,0%
	3	12,5%	22,5%	<b>52,5%</b>	12,5%	0,0%
	4	0,0%	10,0%	12,5%	<b>65,0%</b>	12,5%
Paling Selatan	5	10,0%	5,0%	0,0%	12,5%	<b>72,5%</b>
Peringkat Ketepatan		1	4	5	3	2
Diingat/ Disukai untuk dikunjungi	Prosentase	28,9%	4,2%	<b>31,9%</b>	28,0%	<b>7,0%</b>
	Peringkat	2	5	1	3	4

Informasi pada Tabel 4 menunjukkan adanya hubungan yang cukup signifikan antara ketepatan pemahaman letak atau lokasi elemen dengan diingat dan disukainya elemen-elemen tersebut sebagai tujuan kunjungan pada tiga elemen, yaitu Tugu Pal Putih, Jl. Malioboro, dan Kraton dan Alun-alun. Perbandingan besarnya bobot pemahaman letak elemen yang berkisar antara 52,5% – 77,5% masih cukup sepadan dengan bobot diingat dan disukai setiap elemen yang hamper sama, yaitu pada rentang 28,0% – 31,9%.

Hal unik dari perbandingan antara ketepatan pemahaman letak elemen dengan diingat dan disukainya elemen sebagai tujuan kunjungan terjadi di Jl. Margo Utomo dan Panggung Krapyak. Tingginya ketepatan pemahaman letak elemen berbanding terbalik dengan diingat dan disukainya kedua elemen tersebut sebagai tujuan kunjungan. Jl. Margo Utomo dan Panggung Krapyak dipahami letaknya dengan baik, yaitu pada rentang 57,5% – 72,5%, namun bobot diingat dan disukai sangat rendah, yaitu pada rentang 4,2% – 7,0%. Artinya kedua elemen ini kurang diingat dan kurang menarik, bahkan tidak menarik minat untuk dikunjungi. Terkait situasi visual, pada paragraf sebelumnya telah dibahas bahwa dari aspek pemandangan kota yang berantai [20] tidak diingat dan tidak diminatinya Jl. Margo Utomo sebagai lokasi kunjungan justru memberikan manfaat yang baik bagi kelestarian Tugu Pal Putih, mengingat peran Tugu sebagai pusat dari pertemuan empat arah “kiblat”, yaitu utara, timur, selatan, dan barat, dan sekaligus simbol dari unsur surgawi dan duniawi [24]. Kesan sunyi Jl. Margo Utomo bahkan menguatkan peran Jl. Malioboro sebagai koridor komersial-sejarah-budaya kerajaan di era masa kini [21][22].

Rendahnya ingatan dan minat responden pada Panggung Krapyak tampaknya disebabkan oleh dua hal, yaitu jaraknya yang jauh dari Kraton [2], serta buruknya wajah jalan yang menjadi sumbu pengikat kawasan. Gambar 3b menunjukkan situasi visual wajah jalan kawasan Panggung Krapyak. Sebagai poros kawasan sekaligus pengikat elemen penanda sumbu filosofi, wajah jalan di kawasan ini belum memadai guna mendukung hadirnya jatidiri Panggung Krapyak. Dari sisi budaya, Panggung Krapyak yang bentuknya mirip kastil dan seperti podium, merupakan gambaran dari “yoni” yang menjadi pasangan dari “palus” yang dilambangkan dengan Tugu Pal Putih [24], sehingga memiliki makna sebagai kelahiran manusia [5][24]. Sejak tahun 1910an kawasan Panggung Krapyak telah bertransformasi dan memiliki identitas religi keislaman yang kuat [25] yang masih tercermin hingga saat ini. Terkait dengan makna kelahiran, dalam Islam dijelaskan bahwa manusia diciptakan dalam bentuk yang sebaik-baiknya [26]. Artinya, secara

arsitektur wajah kawasan Panggung Krapyak perlu ditingkatkan menjadi lebih baik. Tujuannya agar wujud keharmonisan pasangan Panggung Krapyak dan Tugu dapat memberikan citra positif yang semakin mengangkat makna sumbu filosofi. Secara spasial, ruas Kraton – Panggung Krapyak bersinggungan dengan Prawirotaman, pusat industri batik Yogyakarta di masa lalu [27]. Adapun publik memandang Yogyakarta identik dengan batik [28]. Artinya kawasan Panggung Krapyak layak untuk dikembangkan sebagai kawasan produksi batik [2] guna meningkatkan minat masyarakat pada kawasan ini, yang jika ditautkan dengan nuansa religi setempat dapat menegaskan kembali roh sumbu filosofi di wilayah ini.

#### 4. KESIMPULAN

Jawaban yang diperoleh dari responden, secara statistik dianggap dapat merepresentasikan kondisi di masyarakat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa secara umum pemahaman masyarakat terhadap Sumbu Filosofi Yogyakarta sudah cukup menggembirakan, walaupun tingkat pemahamannya sangat bervariasi. Adapun situasi pemagaman pada setiap item penelitian adalah sebagai berikut:

- Sebagian besar masyarakat mengenal dua macam istilah yang telah cukup luas dikenal, yaitu sumbu filosofi dan sumbu imajiner, namun masih ada sebagian kecil yang belum pernah mendengarnya.
- Elemen sumbu filosofi yang paling diingat masyarakat adalah Tugu Pal Putih, Jl. Malioboro, dan Kraton dan Alun-alun. Sedangkan, Jl. Margo Utomo dan Panggung Krapyak tidak begitu melekat dalam ingatan masyarakat, sebagai akibat dari karakter dan situasi visualnya terlihat kurang menarik bagi orang-orang yang melihatnya.
- Selain paling diingat, Tugu Pal Putih, Jl. Malioboro, dan Kraton dan Alun-alun juga merupakan elemen yang paling disukai atau paling diminati untuk dikunjungi. Sedangkan Jl. Margo Utomo yang merupakan satu kesatuan dengan Tugu dan Malioboro justru sama sekali tidak disukai apalagi diminati untuk dikunjungi. Hampir sama dengan derajat diingatnya, Panggung Krapyak juga kurang disukai dan diminati untuk dikunjungi. Kurang diingat dan tidak disukainya suatu elemen tidak selalu berarti negatif, karena dari sudut pandang rangkaian pemandangan perkotaan, kurang diingat dan tidak disukainya Jl. Margo Utomo justru memberi manfaat yang sangat positif bagi eksistensi elemen-elemen lain yang menjadi satu kesatuan dengannya, yaitu melindungi eksistensi Tugu Pal Putih dan menjadikan Malioboro sebagai unsur kejutan atau klimaks dalam rangkaian pemandangan perkotaan. Sebaliknya, kurang diingat dan kurang diminatinya Panggung Krapyak sebagai tujuan kunjungan dapat menjadi dasar bagi upaya penegasan kembali karakter kawasan melalui perbaikan wajah kawasan, agar posisinya yang jauh di selatan tidak lagi terasa jauh dari Kraton.
- Sensitivitas masyarakat terhadap hadirnya nilai-nilai pada sumbu filosofi sebagai landasan rancangan kota Yogyakarta masih rendah. Hal ini terlihat dari masih kurang dari setengah warga Yogyakarta yang mengetahui istilah sumbu filosofi dan / atau sumbu imajiner. Situasi ini tentu menjadi pekerjaan rumah yang perlu ditangani dengan lebih serius oleh pengelola kawasan untuk lebih intensif melakukan sosialisasi yang lebih luas.
- Secara umum, seluruh elemen relatif dapat ditunjukkan letaknya dengan tepat, namun masih ada beberapa elemen yang ketepatan pemahaman letaknya belum terlalu tinggi, seperti Jl. Margo Utomo, Jl. Malioboro, Kraton dan Alun-alun. Jl. Malioboro misalnya, jalan ini merupakan elemen yang paling disukai dan diminati untuk dikunjungi, namun hanya setengah anggota masyarakat saja yang dapat menunjukkan letaknya dengan tepat. Sementara elemen-elemen lain yang popularitasnya tidak sebaik Jl. Malioboro justru letaknya dapat ditunjukkan secara lebih tepat. Hal ini menjadi indikasi bahwa ketertarikan masyarakat pada Jl. Malioboro lebih disebabkan oleh suasananya kawasannya, dan tidak begitu tanggap pada makna filosofisnya. Berbeda dengan Tugu Pal Putih dan Panggung Krapyak, yang derajat disukainya lebih rendah daripada Jl. Malioboro, tetapi ketepatan masyarakat menunjukkan letaknya jauh lebih tinggi, bahkan paling tinggi diantara elemen-elemen lainnya. Artinya Tugu Pal Putih dan Panggung Krapyak dimaknai yang lebih mendalam di hati masyarakat. Kraton dan Alun-alun dapat ditunjukkan letaknya dengan tepat oleh sebagian besar masyarakat, namun derajat ketepatannya tidak sebaik Tugu Pal Putih dan Panggung Krapyak. Adapun tingkat diminatinya Kraton dan Alun-alun cukup baik, bahkan lebih diminati daripada Tugu Pal Putih, walaupun tidak sepopuler Jl. Malioboro. Situasi ini adalah wajar karena Kraton dan Alun-alun meliputi area yang sangat luas, sehingga dapat memberi alasan bagi masyarakat untuk mengunjungi Kraton dan Alun-alun dalam rentang waktu yang lebih panjang daripada jika mengunjungi Tugu Pal Putih. Bahwa Kraton dan Alun-alun tidak sepopuler Jl. Malioboro juga merupakan hal yang wajar, karena sebagian kawasan Kraton dan Alun-alun merupakan area tertutup dan terbatas bagi publik, sementara Jl. Malioboro merupakan ruang publik yang bebas dan terbuka bagi siapa saja.



- Akhirnya dapat dikatakan bahwa perpaduan dari situasi visual dan wajah kawasan dengan variasi pemahaman masyarakat pada elemen-elemennya dapat mengukuhkan pentingnya fungsi simbolis dan budaya dari Tugu Pal Putih, Jl. Margo Utomo, dan Panggung Krapyak, fungsi publik Jl. Malioboro dalam mendukung peran Kraton sebagai pusat budaya Yogyakarta.

Berdasarkan kesimpulan tersebut, dapat disusun suatu rekomendasi yang diharapkan memberi manfaat dalam menjaga dan memelihara eksistensi sumbu filosofi beserta pemahamannya oleh masyarakat, yaitu:

- Terkait dengan istilah sumbu filosofi, masih diperlukan adanya sosialisasi atau program pengenalan yang lebih intensif, agar sebagian kecil masyarakat yang belum mengetahui tentang Sumbu Filosofi Yogyakarta dapat lebih cepat mengenal dan memahaminya.
- Terjadinya perbedaan pemahaman yang cukup signifikan antara elemen di area utara dengan elemen di area selatan menunjukkan perlunya peningkatan kualitas visual wajah kawasan di area selatan.
- Adanya elemen yang tidak diminati seperti yang terjadi pada Jl. Margo Utomo perlu lebih dicermati. Walaupun tidak diminatinya elemen ini telah memperkuat perannya sebagai *buffer* sekaligus sebagai pengikat elemen-elemen di sekitarnya, namun peran filosofis Jl. Margo Utomo sebagai jalan menuju keutamaan tidak dapat dikesampingkan. Oleh karena itu walaupun secara sistem pemandangan situasi tersebut mendukung perannya sebagai *buffer* sekaligus pengikat, keutamaan Jl. MargoUtomo tetap perlu diperkenalkan kepada masyarakat.
- Kurang tanggapnya masyarakat terhadap nilai budaya di Jl. Malioboro perlu mendapat perhatian yang lebih serius, karena Jl. Malioboro bukan hanya sekedar ruang publik kota, namun secara filosofis memiliki fungsi sebagai obor penerang. Oleh karena itu pemahaman masyarakat terhadap peran filosofis ini perlu ditingkatkan agar perubahan yang cepat di zona perdagangan dan rekreasi ini tidak menurunkan makna filosofis yang terkandung di dalam garis sumbu.
- Adanya variasi pemahaman masyarakat terhadap letak elemen-elemen sumbu filosofi, merupakan tantangan bagi pengelola kawasan. Walaupun seluruh elemen relatif dapat ditunjukkan letaknya dengan cukup tepat, namun masih ada beberapa elemen yang tingkat ketepatan pemahaman letaknya belum terlalu tinggi, seperti Jl. Margo Utomo, Jl. Malioboro, Kraton dan Alun-alun. Oleh karena itu, pengelola kawasan diharapkan lebih intensif memperkenalkan kepada masyarakat posisi setiap elemen di dalam peta, agar daya ingat masyarakat pada letak setiap elemen di dalam garis sumbu menjadi baik, sehingga setiap elemen mendapat porsi yang lebih setara dalam dipresiasi masyarakat.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih pertama-tama disampaikan kepada anggota tim penyusun atas kerjasama saling bertukar informasi materi penulisan. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada para responden yang terdiri dari kalangan akademisi dan profesional, mahasiswa dan pelajar, serta para pekerja dan pengunjung kawasan sumbu filosofi yang telah meluangkan waktunya mengisi kuesioner penelitian.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] P. Kota *et al.*, "Spirit Kota . Pendekatan Budaya Dalam," in *Penelitian Kualitatif Dalam Arsitektur: Penemuan Jati Diri Melalui Karya Tesis/Disertasi*, 2002, pp. 295–385.
- [2] L. E. Prasetya, "Konservasi Kawasan Panggung Krapyak Yogyakarta Melalui Pendekatan Urban Linkage," 2008.
- [3] N. A. A. Aziz, N. F. M. Ariffin, N. A. Ismail, S. Ismail, A. Alias, and N. Utaberta, "The Comparison of the Best Practices of the Community-Based Education for Living Heritage Site Conservation," in *Sustainable Architecture and Building Environment*, 2022, pp. 1–8.
- [4] C. A. Palupi, "Keistimewaan Tata Ruang Kota Yogyakarta Dalam Aspek Nilai Budaya Lokal," *J. Ekon. Bisnis Dan Akunt.*, vol. 1, no. 2, pp. 79–87, 2021, [Online]. Available: <https://ejurnal.politeknikpratama.ac.id/index.php/jebaku/article/download/167/695>.
- [5] Karaton Ngayogyakarta Hadiningrat, "Sumbu Filosofi Yogyakarta, Pengejawantahan Asal dan Tujuan Hidup," 2022. <https://www.kratonjogja.id/tata-rakiting/21-sumbu-filosofi-yogyakarta-pengejawantahan-asal-dan-tujuan-hidup/>.
- [6] R. A. Sudrajad and B. H. Wibisono, "Spatial Patterns of Islamic Religious Activities in Krapyak District, Yogyakarta," *J. Islam. Archit.*, vol. 6, no. 4, pp. 301–312, 2021, doi: 10.18860/jia.v6i4.12575.
- [7] D. L. Pratiwi, "Yogyakarta City Of Philosophy," *Mayangkara Bul. Pelestarian Waris. Budaya dan Cagar Budaya*, no. 2, pp. 10–13, 2016.

- [8] D. Krismantoro, "Hukum Penataan Ruang Berbasis Budaya Kraton Yogyakarta: Kajian Dari Aspek Budaya Hukum," Universitas Islam Indonesia, 2017.
- [9] A. Y. Haryono, "Penanda Kawasan Sebagai Penguat Nilai Filosofis Sumbu Utama Kota Yogyakarta," *ATRIUM J. Arsit.*, vol. 1, no. 2, pp. 93–107, 2020, doi: <https://doi.org/10.21460/atrium.v1i2.86>.
- [10] Y. S. Suwito, "Mengenal Sumbu Imajiner dan Sumbu Filosofi Yogyakarta," *Mayangkara Bul. Pelestarian Waris. Budaya dan Cagar Budaya*, no. 2, pp. 6–9, 2016.
- [11] Humas DIY, "Sah, Sumbu Filosofi Yogyakarta Jadi Warisan Budaya Dunia," *Pemda Daerah Istimewa Yogyakarta*, 2023. <https://jogjaprovo.go.id/berita/sah-sumbu-filosofi-yogyakarta-jadi-warisan-budaya-dunia> (accessed Oct. 30, 2023).
- [12] K. Lynch, *The Image of The City*. The M.I.T. Press, 1960.
- [13] W. W. Trispratiwi, A. Soeroso, and N. Yuniati, "Saujana Tugu Sumbu Filosofi Sebagai Kawasan Wisata Pusaka Kota Yogyakarta," *ULIL ALBAB J. Ilm. Multidisiplin*, vol. 2, no. 3, pp. 1289–1325, 2023.
- [14] S. M. Nur Fauziah, "Dari Jalan Kerajaan Menjadi Jalan Pertokoan Kolonial: Malioboro 1756-1941," *Lembaran Sej.*, vol. 14, no. 2, p. 171, 2019, doi: 10.22146/lembaran-sejarah.45438.
- [15] A. S. Sadana, "Peran Citra Visual terhadap Daya Tarik Kawasan Wisata Malioboro," in *Temu Ilmiah IPLBI*, 2016, pp. 1–6.
- [16] N. K. O. A. Widiandari and S. Nugroho, "Motivasi Pengunjung Melakukan Leisure and Recreation di Daya Tari Wisata Malioboro, Yogyakarta," *J. Destin. PARIWISATA*, vol. 9, no. 1, pp. 158–164, 2021, doi: <https://doi.org/10.24843/JDEPAR.2021.v09.i01.p20>.
- [17] N. F. Lathifa, "Reintegrated Imaginary Axis Cultural Destination: Pojok Beteng Wetan Kampung Prawirotanaman Culture Transit Hub," Universitas Islam Indonesia, 2018.
- [18] M. A. Memon, H. Ting, J.-H. Cheah, R. Thuramy, F. Chuah, and T. H. Cham, "Sample Size for Survey Research: Review and Recommendations," *J. Appl. Struct. Equ. Model.*, vol. 4, no. 2, pp. i–xx, 2020, doi: 10.47263/jasem.4(2)01.
- [19] R. Budi and K. Moran, "How Many Participants for Quantitative Usability Studies: A Summary of Sample-Size Recommendations," *Nielsen Norman Group*, 2021. <https://www.nngroup.com/articles/summary-quant-sample-sizes/> (accessed Oct. 18, 2023).
- [20] G. Cullen, *The Concise Townscape*. Burlington: Architectural Press, 1961.
- [21] A. B. Sholihah, "The Role Of Informal Street Activities In The Context Of Conserving Urban Cultural Entity, Case Studi Malioboro Street, Yogyakarta, Indonesia," Universiti Teknologi Malaysia, 2005.
- [22] A. B. Sholihah, "The Quality of Traditional Streets in Indonesia," The University of Nottingham, 2016.
- [23] Jalan Amrita, *Pawai Karnaval Festival Bregada Rakyat 2022 Di Malioboro Yogyakarta*. Indonesia: Wisata Jogja, 2022.
- [24] L. K. Wardani, "Planologi Keraton Yogyakarta," in *Proceeding International Seminar Archaeology Art and Identity*, 2012, pp. 143–161, [Online]. Available: [https://repository.petra.ac.id/17169/1/2009-Planologi\\_Keraton\\_Yogyakarta.pdf](https://repository.petra.ac.id/17169/1/2009-Planologi_Keraton_Yogyakarta.pdf).
- [25] I. Adib and P. Sumantri, "From Rural Abangan to Urban Santri: Social and Physical Transformation of Kampung Krapyak, Yogyakarta 1910-1980s," *J. Sej. Perad. Islam*, vol. 5, no. 58–70, 2022, doi: <http://dx.doi.org/10.30829/juspi.v5i2.10381>.
- [26] F. Fitriani, E. Heryana, R. Raihan, W. Lutfiah, and W. Darmalaksana, "Proses Penciptaan Manusia Perspektif Al-Qur'an dan Kontekstualitasnya dengan Ilmu Pengetahuan Sains: Kajian Kesehatan Reproduksi," *J. Ris. Agama*, vol. 1, no. 3, pp. 30–44, 2021, doi: 10.15575/jra.v1i3.15120.
- [27] E. D. Septiari, "Perencanaan Strategi Pemasaran Batik di Prawirotanaman Menggunakan Analisis SWOT," *Natl. Conf. Creat. Ind.*, no. September, pp. 5–6, 2018, doi: 10.30813/ncci.v0i0.1237.
- [28] R. P. Tutiasri, S. N. Febriyanti, A. F. Huzain, and A. S. Nugroho, "Creative Marketing Strategies of Sembung Batik," in *2nd International Media Conference 2019 (IMC 2019)*, 2019, pp. 388–396, doi: 10.2991/assehr.k.200325.030.

# UTILITAS KOTA BERKELANJUTAN DI PULAU PANGGANG KEPULAUAN SERIBU DKI JAKARTA

Gigih Adhityatama Ramdhan<sup>1</sup>, Isna Rahmatul Hasanah<sup>1</sup>, Sagraha Putra Wiharja<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila, Jakarta

**Abstrak.** Pulau Panggang merupakan salah satu Pulau hunian terpadat di wilayah Kabupaten Administrasi Kepulauan Seribu, DKI Jakarta dimana saat ini pulau tersebut terus mengalami penurunan kualitas lingkungan akibat tingginya kepadatan penduduk yang mencapai 354 jiwa per Ha. Pada kegiatan pengabdian yang dilakukan sebelumnya adalah memberikan usulan alternatif pengembangan kawasan hunian di Pulau Panggang yang mempertimbangkan pertambahan jumlah hunian yang diperlukan selama 20 tahun yang akan datang. Melalui studi sebelumnya, diketahui bahwa penyediaan kawasan hunian perlu diseleraskan dengan penyediaan infrastruktur dan utilitas yang dapat mendukung kegiatan masyarakat sehari-hari. Karena terletak di kepulauan, penyediaan infrastruktur dan utilitas di Pulau Panggang menjadi sulit dan terbatas. Sehingga pemahaman mengenai pembangunan infrastruktur yang dapat diaplikasikan di pulau menjadi penting, dan pengetahuan tentang utilitas dasar (air bersih, sampah, listrik, dan drainase) menjadi penting yang dikaitkan dengan kemajuan teknologi di bidang tersebut. Sehingga studi perencanaan infrastruktur dan utilitas di Pulau Panggang memerlukan studi yang mendalam dan komprehensif serta memerlukan partisipasi dari masyarakat serta berbagai pihak yang terlibat dalam pengembangan Pulau Seribu.

**Kata kunci:** infrastruktur, utilitas, perencanaan kawasan hunian

## 1. PENDAHULUAN

Pembangunan kota berkelanjutan adalah pembangunan kota yang berusaha memenuhi kebutuhan hari ini tanpa mengurangi kemampuan generasi mendatang untuk memenuhi kebutuhannya (Puteh, 2022). Dengan demikian pengelolaan dan konsumsi semua unsur vital perkotaan seperti air bersih, udara bersih, serta unsur vital lain harus bisa dilakukan sebaik mungkin agar tetap bisa dinikmati generasi mendatang. Hal ini tertuang di dalam *World Commission on Environmental Development* (WCED) pada tahun 1987.

Menurut Frick (1998) pengertian pembangunan kota berkelanjutan adalah kota yang dalam perkembangannya mampu memenuhi kebutuhan masyarakatnya masa kini, mampu berkompetisi dalam ekonomi global dengan mempertahankan keserasian lingkungan vitalitas sosial, budaya, politik, dan pertahanan keamanannya tanpa mengabaikan atau mengurangi kemampuan generasi mendatang dalam pemenuhan kebutuhan mereka. Sedang menurut (Doxiadis, 1968), ruang terbuka hijau pada umumnya dimaksudkan untuk penghijauan sebagai salah satu unsur kota yang ditentukan oleh faktor kenyamanan dan keindahan bagi suatu ruang kota. Kenyamanan dapat berupa peredam kebisingan, pelindung cahaya matahari (peneduh) dan menetralkan udara (Abidin & Utomo, 2022). Sedangkan keindahan berupa penataan tanaman dibantu dengan konstruksi-konstruksi yang ditujukan untuk menahan erosi, baik berupa konstruksi beton, batu alam dan lain-lain. Pengaturan ruang terbuka hijau juga menerapkan prinsip-prinsip komposisi desain yang baik, keindahan dan kenyamanan. Menurut undang-undang Nomor 1 tahun 2011 tentang perumahan dan kawasan permukiman, permukiman adalah bagian dari lingkungan hunian yang terdiri atas lebih dari satu satuan perumahan yang mempunyai prasarana, sarana, utilitas umum, serta mempunyai penunjang kegiatan fungsi lain di kawasan perkotaan atau kawasan perdesaan. Permukiman merupakan kota dalam skala kecil, sehingga Ruang Terbuka Hijau (RTH) permukiman menjadi bagian dari RTH kota yang mendukung pembangunan kota berkelanjutan.

\*Corresponding author: [sagrahaputra41@gmail.com](mailto:sagrahaputra41@gmail.com)

Pulau Panggang yang berlokasi di Kabupaten Administrasi Kepulauan Seribu telah menjadi salah satu lokasi Pengabdian kepada Masyarakat yang dilakukan oleh Prodi Perencanaan Kota dan Real Estat Universitas Tarumanagara sejak tahun 2016. Bekerjasama dengan Ikatan Alumni Perencanaan Kota dan Real Estat Universitas Tarumanagara, *Community for Maritime Studies Indonesia* (CMSI) dan Pemerintah Kabupaten Administrasi Kepulauan Seribu, kegiatan Pengabdian Masyarakat dilakukan bersama-sama secara bertahap, dari mulai melakukan studi identifikasi permasalahan, studi penataan kawasan hunian di Pulau Panggang, studi potensi ekonomi dan pariwisata di Pulau Panggang, termasuk diantaranya Studi Infrastruktur dan Utilitas di Pulau Panggang ini.

Dengan tingginya minat penduduk untuk tinggal di Pulau Panggang menyebabkan kebutuhan akan hunian di Pulau Panggang sangat tinggi, yang terlihat dari adanya penambahan lahan seluas 3 Hektare di Pulau Panggang yang dilakukan secara mandiri oleh masyarakat dengan cara menimbun sampah. Dengan adanya kondisi reklamasi mandiri yang dilakukan oleh masyarakat dengan menggunakan sampah, menunjukkan bahwa kesadaran masyarakat akan lingkungan masih rendah, sehingga perlu dukungan dari berbagai pihak untuk membuat masyarakat Pulau Panggang dapat mencintai dan menghargai pulaunya sebagai satu lingkungan ekosistem yang ramah lingkungan. Hal lainnya adalah untuk menjadi keberlanjutan dari keberadaan sebuah pulau, pulau tersebut harus dapat mengolah sampah yang dihasilkannya sendiri (*zero waste*).

Kondisi lainnya yang terjadi di Pulau Panggang adalah tidak adanya jalan lingkar yang menyambungkan pulau dari sisi utara ke selatan dan timur ke barat sehingga sirkulasi masyarakat menjadi terbatas dan tidak efektif (karena harus menggunakan motor atau sepeda untuk menghemat tenaga dan waktu). Infrastruktur dan utilitas menjadi sangat vital untuk keberlanjutan sebuah pulau kecil. Hal ini juga menjadi dasar untuk perencanaan dan revitalisasi pulau sehingga kawasan hunian dapat memiliki lingkungan yang nyaman dan layak huni.

## 2. METODE

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode kualitatif dengan teknik pengumpulan data menggunakan studi pustaka, dan pencarian data menggunakan google. Analisis hasil menggunakan kajian literature dari hasil pengumpulan data-data yang telah diperoleh.

## 3. HASIL

Dalam studi infrastruktur & utilitas di pulau panggang dilakukan beberapa analisis, mulai dari analisis kondisi eksisting infrastruktur dan utilitas sampai dengan analisis perhitungan kebutuhan yang dihitung berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) dimana salah satu kelemahan untuk perencanaan infrastruktur dan utilitas pada Pulau Kecil di Indonesia adalah belum adanya standar yang sesuai dengan karakteristik pulau-pulau kecil, sehingga perhitungan standar perlu dilakukan *adjustment* sesuai dengan kondisi dan karakteristik masing-masing pulau.

### A. Analisis Kondisi Infrastruktur di Pulau Panggang

Pulau Panggang memiliki luas 9 Hektare dimana didukung dengan transportasi jalan dengan kelas lokal. Tipe jalan yang terdapat di Pulau Panggang adalah jalan lokal yang mayoritas memiliki *Right of Way* (ROW) sebesar 2 meter dan tidak memiliki bantaran atau Garis Sempadan Jalan yang menyebabkan rumah langsung berbatasan dengan jalan. Hal ini menyebabkan sebagian besar jalan tertutup oleh bayangan bangunan sehingga jalan tetap teduh pada siang hari sekalipun. Pada satu sisi cukup baik, karena membuat masyarakat nyaman berjalan kaki di dalam pulau, namun dalam sisi yang lain juga menyebabkan dampak yang kurang baik bagi masyarakat, terutama sirkulasi udara dan aliran drainase serta distribusi utilitas di Pulau Panggang. Dimana sirkulasi udara yang kurang baik telah menimbulkan dampak yang berdasarkan hasil wawancara, mayoritas penyakit yang diderita oleh masyarakat Pulau Panggang adalah Penyakit Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA).

Selain kondisi di atas, dengan kepadatan penduduk yang sangat tinggi di Pulau Panggang menyebabkan hampir tidak ada ruang terbuka lagi yang dapat ditemukan, dimana ruang terbuka biasanya sudah berubah menjadi bangunan rumah. Hal tersebut menyebabkan keterbatasan dari ruang terbuka yang ada dan seringkali jalan pun dijadikan sarana bersosialisasi oleh warga sehingga seringkali kegiatan warga sering terlihat terjadi di jalan dan menutupi sebagian jalan bisa terlihat pada gambar 1.a dan 1.b.





Gambar 1.a. Kondisi Jalan Utama di Pulau Panggang



Gambar 1.b. Kondisi Jalan gang di Pulau Panggang



Gambar 2. Jaringan Jalan Utama di Pulau Panggang

Sepeda motor adalah moda transportasi yang umum digunakan oleh warga Pulau Panggang untuk mobilisasi di dalam pulau, terutama oleh masyarakat yang tidak menjalankan bisnis perdagangan. Sedangkan untuk masyarakat yang membuka usaha, bentor (becak motor – motor yang memiliki ruang di belakangnya) merupakan moda transportasi yang paling sering digunakan untuk mengangkut barang. Dengan lebar jalan yang hanya 2 meter menyebabkan jika ada 2 motor yang melalui jalan dengan arah yang berbeda masih bisa dilalui. Namun jika dilalui oleh bentor, maka sepeda motor maupun pejalan kaki harus berhenti dan menyingkir ke tepi jalan sehingga bentor dapat melalui jalan tersebut dengan lancar. Permasalahan infrastruktur lainnya di Pulau Panggang adalah tidak adanya jalan lingkar yang memutar sisi terluar pulau, sehingga untuk dapat menjangkau pulau sebelah barat dari arah timur, masyarakat harus kembali ke pusat terlebih dahulu ataupun



sebaliknya. Dengan demikian, mobilitas maupun sirkulasi orang dan kendaraan di Pulau Panggang menjadi tidak efektif.

## B. Analisis Kondisi Utilitas di Pulau Panggang

Utilitas sangat berkaitan erat dengan infrastruktur. Penyediaan utilitas di sebuah pulau kecil menjadi tantangannya tersendiri, dimana pulau diharapkan dapat secara mandiri menyediakan dan melayani kebutuhan masyarakat akan utilitas dasar. Yang dimaksud dengan utilitas dasar adalah air bersih, listrik, drainase, dan sampah.

### 1. Air Bersih

Air bersih merupakan kebutuhan dasar hidup manusia yang sangat diperlukan untuk hampir seluruh kegiatan manusia (masak, mandi, cuci, dan sebagainya). Untuk itu, penyediaan air bersih menjadi salah satu hal yang sangat diperhatikan oleh pemerintah kabupaten. Untuk memenuhi kebutuhan air bersih warga, pemerintah menyediakan *Sea Water Reverse Osmosis* (SWRO) yang terletak di Pulau Karya (yang merupakan pulau tak berpenghuni dan terletak di sebelah Pulau Panggang). Namun, kapasitas produksi sebesar 90 liter per hari per orang dengan hitungan jumlah penduduk pada tahun 2015. Namun, karena kebutuhan air per hari per orang di Pulau Panggang lebih dari 90 liter, maka mayoritas warga masih menggunakan air tanah (yang tentu saja payau) dan tampungan air hujan untuk dapat memenuhi kebutuhan air bersih bisa kita lihat pada gambar 3 dibawah ini.



Gambar 3. Penampungan Air Hujan di Rumah Warga

### 2. Listrik

Pemenuhan listrik di Pulau Panggang awalnya menggunakan Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD) dan mulai tahun 2014 Perusahaan Listrik Negara (PLN) mulai masuk ke Kepulauan Seribu, termasuk Pulau Panggang, yang menggunakan optic jaringan bawah laut dengan sumber energi dari Jakarta. Sampai saat ini, pelayanan penyediaan listrik di Pulau Panggang sudah hampir memenuhi 100%, dimana sebagai pendukung, masyarakat tetap menyimpan diesel. Melalui data yang diperoleh terkait dengan pemenuhan energi listrik yang ada di Pulau Panggang, dapat dikatakan bahwa listrik sudah tidak menjadi masalah bagi masyarakat Pulau Panggang dapat kita lihat pada gambar 4 dibawah ini.



Gambar 4. Pembangkit Listrik Tenaga Diesel yang ada di Pulau Panggang

### 3. Drainase

Drainase merupakan salah satu prasarana dasar untuk pemenuhan kebutuhan dasar kehidupan manusia. Dengan drainase yang baik, diharapkan dapat meningkatkan kualitas hidup masyarakat sekitarnya, dengan mengurangi resiko munculnya penyakit melalui lingkungan yang tidak sehat. Drainase seringkali menjadi permasalahan di kehidupan perkotaan, termasuk Jakarta. Jika Jakarta dengan luas lahan yang dimilikinya, masih memiliki masalah drainase yang perlu dipecahkan bersama, anggapan dari kondisi drainase di pulau kecil akan memiliki masalah yang serupa. Pulau Panggang berdiri di atas pasir dan karang, sehingga kemampuannya untuk menyerap air tinggi. Selain itu, jalan yang ada di Pulau Panggang menggunakan konblok, sehingga penyerapan air di jalan juga mudah. Dengan demikian, jika air buangan dari hujan dan limbah cair rumah tangga, tidak menjadi masalah. Yang menjadi permasalahan adalah limbah cair yang berasal dari toilet. Pulau Panggang memiliki 4 Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL). Selain itu, aliran drainase mengikuti jalan dimana aliran air kotor mengalir melalui selokan yang saat ini memiliki sistem tertutup dikarenakan lebar jalan yang sangat kecil.

### 4. Sampah

Sampah menjadi masalah utama perkotaan dimanapun di Indonesia. Saat kita belum bisa mengolah sampah yang kita hasilkan sendiri, hal itu menjadi masalah, karena sampah itu akan menjadi beban bagi kota. Sama halnya dengan sampah di pulau kecil. Dengan lokasi pulau kecil, yang biasanya memiliki masalah transportasi dan mobilitas dengan daratan dan pulau kecil lainnya, sampah menjadi hal yang perlu diperhatikan. Dengan permasalahan yang ada telah menurunkan kemampuan Pulau Panggang untuk mengolah sampahnya sendiri. Adapun perlu diketahui juga, bahwa abu hasil pembakaran sampah diincinerator dimanfaatkan masyarakat untuk melakukan reklamasi secara mandiri, dimana tanah yang dihasilkan dari reklamasi mandiri tersebut digunakan untuk membangun hunian.

### C. Analisis Standar Kebutuhan Utilitas di Pulau Panggang

Pada analisis ini dijelaskan mengenai Standar kebutuhan utilitas di Pulau Panggang yang sesuai dengan SNI mengenai standar prasarana di perkotaan. Berikut hasil perhitungan standar kebutuhan utilitas di Pulau Panggang:

#### 1. Air Bersih

Analisis kebutuhan air bersih sangat diperlukan untuk mengetahui seberapa besar kapasitas yang diperlukan sesuai dengan jumlah penduduk pulau panggang dimasa yang akan mendatang. Sebelum melakukan perhitungan kebutuhan air bersih dengan menggunakan standart perhitungan yang telah ditetapkan, tim melakukan tes uji air dimana diambil sampel air dari 2 lokasi yaitu di sekolah SDN Pulau Panggang dan dipinggir Pulau Panggang. Hasilnya air yang ada di Pulau Panggang sudah sangat asin, dimana air yang berada di dalam sekolah, rasa asinnya sudah menyamai dengan air yang berada dipinggir Pulau. Hal ini menyebabkan, warga menggunakan air galon untuk konsumsi minum, sementara air tanah hanya dipakai untuk mencuci piring (sebagian warga menggunakan air tanah untuk mencuci baju).

Faktor utama dalam analisis kebutuhan air adalah jumlah penduduk pada daerah studi. Pada studi sebelumnya telah dihitung proyeksi jumlah penduduk di Pulau Panggang sampai dengan tahun 2027 sebanyak 8.413 jiwa. Dari proyeksi tersebut, kemudian dihitung jumlah kebutuhan air berdasarkan kriteria Ditjen Cipta Karya 1996. Menurut SNI, pemakaian air bersih pada domestik pemipaan khususnya sambungan rumah adalah 120 liter/orang/ hari maka dapat diasumsikan kebutuhan air bersih di Pulau Panggang pada tahun 2027 sebagai berikut: Jumlah Penduduk x sambungan 120 liter/jiwa/hari = 8.413 jiwa x 120 liter/jiwa/hari = 1.009.560 jiwa per hari  $\approx$  1.010 m<sup>3</sup>/hari

#### 2. Listrik

Kebutuhan listrik sudah cukup terpenuhi di Pulau Panggang, tetapi perlu dilakukan perhitungan kebutuhan untuk 10 tahun yang akan datang dimana proyeksi penduduk 10 tahun (tahun 2027) jumlah penduduk pulau panggang akan terus bertambah dan juga perlu dilakukan perhitungan untuk proyeksi kebutuhan listrik jika akan dikembangkan hunian baru di Pulau Panggang sebagai bagian dari penataan kawasan hunian di pulau panggang serta pengembangan kawasan ekonomi pariwisata pulau panggang. Untuk rencana pengembangan kawasan hunian di Pulau Panggang, dimana kebutuhan sampai dengan tahun 2027 adalah sebanyak 123 unit rumah ditambah dengan unit hunian pengganti hunian lama yang akan dilakukan dengan cara konsolidasi lahan, diperkirakan sebanyak 242 unit sehingga total hunian yang akan

dikembangkan sebanyak 365 unit hunian dimana luas bangunan unit hunian direncanakan sebesar 36 m<sup>2</sup> dan 48 m<sup>2</sup>. Perhitungan kebutuhan listrik untuk hunian dilakukan dengan menggunakan standar SNI. Berikut adalah perhitungan listrik untuk rencana pengembangan hunian di pulau panggang.

- Perumahan dengan golongan tipe A (Rumah kecil): 450 VA/Watt  
Maka Kebutuhan listrik untuk 365 unit hunian sebesar:  $365 \text{ unit} \times 450 \text{ VA/Watt} = \mathbf{164.250 \text{ VA/Watt}}$
- Selain itu, perlu juga dihitung kebutuhan listrik untuk fasilitas dan area komersial jika akan dilakukan pengembangan kawasan ekonomi dan wisata di pulau panggang. Dimana direncanakan akan terdapat pusat jajan serba ikan dan pusat kuliner serta terdapat fasilitas seperti Mushola dan Taman. Berikut adalah perhitungan kebutuhan listriknya :
- Fasilitas perdagangan, standar suplai energi listriknya sebesar 25% dari kebutuhan Rumah Tangga (RT):  $\mathbf{164.250 \text{ VA/Watt} \times 25\% = 41.062 \text{ VA/Watt}}$
- Fasilitas sosial dan pelayanan umum serta fasilitas kesehatan, pendidikan, dan peribadatan, standar suplai energi listrik sebesar 25% dari kebutuhan RT.  $\mathbf{164.250 \text{ VA/Watt} \times 25\% = 41.062 \text{ VA/Watt}}$   
Penerangan jalan membutuhkan 10% energi listrik dari total kebutuhan RT.  $\mathbf{164.250 \text{ VA/Watt} \times 10\% = 16.425 \text{ VA/Watt}}$

Total kebutuhan listrik untuk fasilitas dan komersial sebesar: 98.550 VA/Watt

### 3. Air Limbah

Berdasarkan acuan studi *Japan International Cooperation Agency (JICA) 1990* (proyeksi 2010), standar air limbah dari rumah biasa (sebagai rata-rata) menghasilkan air limbah atau buangan sebanyak 120 liter/orang/hari. Maka, air limbah yang akan dihasilkan penduduk Pulau Panggang diperhitungkan sebagai berikut: Jumlah penduduk Pulau Panggang tahun 2027 sebanyak 8.413 jiwa  $\times$  120 liter/jiwa/hari = **1.009.560 liter/hari  $\approx$  1.010 m<sup>3</sup>/hari**. Perlu dilakukan perbaikan alur drainase seiring dengan rencana pengembangan jalan lingkaran luar Pulau sehingga menjadi sistem drainase utama dengan kapasitas yang lebih besar dan dengan sistem tertutup.

### 4. Sampah

Saat ini di Pulau Panggang hanya mengandalkan 1 incinerator untuk mengolah sampah. Tempat penampungan sementara (TPS) ataupun dipo untuk pengumpulan sampah sementara belum tersedia di Pulau Panggang, hal ini juga terkait dengan lahan untuk Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) ataupun dipo. Untuk rencana pengembangan kawasan hunian di Pulau Panggang dimana pada tahun 2027 akan direncanakan penambahan unit hunian sebanyak 365 unit, maka perlu dilakukan perhitungan kebutuhan dipo atau TPS ataupun incinerator untuk menampung sampah rumah tangga dari unit hunian yang baru.

- Di asumsikan setiap 1000 KK menghasilkan sampah sebanyak 8 m<sup>3</sup> (Permen PU) dan jumlah KK di pulau panggang tahun 2027 sebanyak 1.207 kk, maka estimasi perhitungan volume sampah di Pulau Panggang adalah sebagai berikut:  $\text{Volume Sampah} = 1.207 \text{ KK}/1.000\text{KK} \times 8 \text{ m}^3 = \mathbf{9,6 \text{ m}^3 \text{ per hari}}$
- Incinerator yang dimiliki oleh Pulau Panggang saat ini berkapasitas 1,5 Ton sampah. Dengan jumlah volume sampah pada tahun 2027 sebesar 9,6 m<sup>3</sup> per hari maka incinerator yang ada saat ini di Pulau Panggang masih memadai. Tetapi perlu dipikirkan kualitas dan teknologi daripada insinerator eksisting, apakah masih memadai atau tidak

## 4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diperoleh dari Studi Infrastruktur dan Utilitas pada kegiatan ini adalah: Perlunya standar untuk infrastruktur dan Utilitas di hunian padat di Pulau kecil seperti Pulau Panggang sehingga standar kebutuhan akan infrastruktur dan utilitas dapat terpenuhi sehingga dapat menunjang kehidupan masyarakat untuk hidup lebih layak. Masalah Infrastruktur (tidak terhubungnya jalan utama dan tidak adanya hirarki jalan akibat kondisi hunian di pulau panggang yang sangat padat) menjadi hal yang utama untuk diselesaikan. Terkait juga dengan rencana pengembangan hunian baru di Pulau Panggang, diharapkan pengembangan infrastruktur jalan dapat dikembangkan secara bersamaan. Untuk utilitas, perlu difokuskan kepada Air Bersih, dimana saat ini air bersih menjadi isu utama di pulau panggang. Saat ini, Pemerintah Kabupaten Administrasi Pulau Panggang sedang mengusahakan pengadaan alat *Reverse Osmosis (RO)* baru untuk pemenuhan kebutuhan air bersih warga pulau panggang yang akan dikerjasamakan oleh Swasta sebagai salah satu bentuk CSR. Dari hasil perhitungan, kebutuhan yang paling tinggi kepentingannya adalah kebutuhan Air dimana kapasitas RO saat ini masih belum memenuhi sehingga harga air bersih masih tinggi.

Adapun saran yang dapat diberikan dari penelitian ini adalah: Diperlukan *in-depth interview* dengan Dinas terkait untuk dapat menghitung detailkebutuhan utilitas terkait dengan rencana pengembangan hunian baru di pulau panggang.

### UCAPAN TERIMAKASIH

Puji dan syukur kami panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, kami dapat menyelesaikan karya tulis ilmiah ini. Selain itu, kami juga mengucapkan terimakasih kepada seluruh pihak yang telah membantu dalam proses penyelesaian karya tulis ilmiah ini, serta tidak lupa pada seluruh panitia penyeleggaran Seminar Rekayasa Teknologi 2023 dan Universitas Pancasila yang telah memberikan tempat untuk mengekspresikan karya tulis ilmiah kami.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Agrawal, P. 1999. Urban land consolidation: a review of policy and procedures in Indonesia and other Asian countries. *GeoJournal* 19: 311-322.
- [2] Bass, Stephen, Barry Dalal-Clayton (1995) *Small Island States and Sustainable Development: Strategic Issues and Experience*. Environmental Planning Issues. London.
- [3] Carlsen, Richard, Richard Butler (2011) *Island Tourism: the Sustainable Perspective*. CAB International. Cambridge.
- [4] Garrod, Brian, Julie. C. Wilson (2003) *Marine Ecotourism: Issues and Experiences*. Channel View Publications. Clevedon.
- [5] Kesuma, Meyriana (2006) *Studi Revitalisasi Permukiman di Pulau Panggang, Kabupaten Kepulauan Seribu*. Universitas Tarumanagara. DKI Jakarta.
- [6] Lim, Charles C. Chris Cooper (2009) Beyond Sustainability: Optimizing Island Tourism Development. *International Journal of Tourism Research* 11, 89-103.

## Analisis Dampak Pembangunan Kota Hutan (*Forest City*) (Studi Kasus: Ibu Kota Nusantara (IKN), Kalimantan)

Iwan Irmawan<sup>1\*</sup>, Fildza Amari Sagharmata<sup>1</sup>, Fransisca Ruthriana<sup>1</sup>, Muhamad Naufal F.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila, Jakarta

**Abstrak.** Pemerintah menetapkan bahwa Ibu Kota Negara (IKN) akan dipindahkan dari DKI Jakarta ke Kalimantan Timur. Wilayah ini terpilih sebagai lokasi strategis ibu kota negara baru karena potensi-potensinya yang dapat menjawab isu ibu kota negara di DKI Jakarta saat ini. Lokasinya ibu kota negara yang baru juga berada di tengah Indonesia sehingga diharapkan dapat pemeratakan laju perkembangan negara. Dalam perencanaan pembangunannya, IKN mengusung konsep kota hutan atau *forest city*. Pemandahan IKN tentunya memiliki limitasi dan tantangan ekologis yang tinggi, sehingga pembangunan ibu kota negara ini haruslah memperhatikan karakteristik wilayah, baik secara ekologis, ekonomi, geologi, maupun sosial agar dapat meminimalkan risiko atau dampak dari lingkungan hidup. Tulisan ini bertujuan untuk meninjau dampak dari pembangunan *forest city* di IKN. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah deskriptif kualitatif yang didasarkan pada sumber sekunder yang dianalisis. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa pembangunan *forest city* di IKN menimbulkan potensi dampak baik dari sisi lingkungan seperti degradasi hutan di wilayah IKN, potensi emisi karbon dari pembukaan lahan berhutan, ancaman terhadap habitat satwa, keterbatasan sumber air baku dan banjir. Pembangunan *forest city* di IKN juga berpotensi menyebabkan dampak sosial ekonomi yang besar, seperti urbanisasi dan berdirinya pusat-pusat industri.

**Kata kunci**— Analisis Potensi; Dampak Pembangunan; Kota Hutan; Ibu Kota Nusantara; Kalimantan.

### 1. PENDAHULUAN

Indonesia memiliki sejarah dan masa depan pembangunan ibu kota negaranya. Walaupun Indonesia belum pernah membangun ibu kota negara (IKN) kemerdekaan, namun Indonesia pernah merencanakan dan memindahkan IKN ke beberapa kota besar peninggalan Belanda. Beberapa kota berhasil menjadi ibu kota sampai akhirnya DKI Jakarta menjadi ibu kota negara yang berkembang cukup lama hingga sekarang [1]. Saat ini, Jakarta sebagai ibu kota negara dinilai tidak ideal karena beban daerah di DKI Jakarta mewadahi begitu banyak sektor mulai dari pusat pemerintahan, bisnis, keuangan, perdagangan, jasa dan sebagainya. Pertumbuhan penduduk pulau Jawa sangat padat sehingga urbanisasi yang sangat tinggi menyebabkan kesenjangan antara pulau Jawa dan luar Jawa. Selain itu, DKI Jakarta saat ini memiliki ancaman bencana alam banjir, hidrometeorologis dan gempa bumi karena berada pada titik gempa dan mengalami penurunan tanah seiring waktu akibat dari pertumbuhan serta kepadatan urbanisasi.

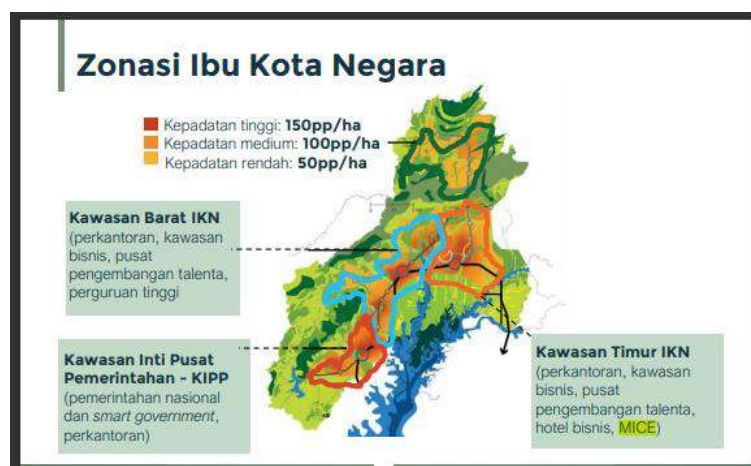
Pada 26 Agustus 2019, Presiden Joko Widodo mengumumkan bahwa ibu kota baru dipindahkan dari DKI Jakarta dan akan dibangun sebagai mega proyek di wilayah administratif Kabupaten Penajam Paser Utara (PPU) dan Kabupaten Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur. Luasnya mencapai 180.965 hektar. Kalimantan Timur pun terpilih sebagai lokasi strategis ibu kota negara baru karena potensi-potensinya yang dapat menjawab isu ibu kota negara di DKI Jakarta saat ini dan lokasinya yang berada di tengah Indonesia pemeratakan laju perkembangan negara.

---

\*Corresponding author: [iwanirmawan.id@gmail.com](mailto:iwanirmawan.id@gmail.com)



Kawasan Ibu Kota Negara (IKN) ini dibagi menjadi tiga ring. Ring satu seluas 5.644 hektar yang disebut pemerintah sebagai Kawasan Inti Pusat Pemerintahan, ring dua seluas 42.000 hektar yang disebut pemerintah sebagai Kawasan Ibu Kota Negara (IKN), dan ring tiga seluas 133.321 hektar yang disebut pemerintah sebagai Kawasan Perluasan Ibu Kota Negara. Di kawasan ini ada dua konsesi kehutanan masing-masing berstatus Izin Usaha Pemanfaatan Hasil Hutan Kayu-Hutan Alam (IUPHHK-HA) PT. International Timber Corporation Indonesia Kartika Utama (PT. IKU), dan Izin Usaha Pemanfaatan Hasil Hutan Kayu-Hutan Tanaman (IUPHHK-HT) PT. International Timber Corporation Indonesia Hutani Manunggal (PT. IHM). Pembagian tiga ring kawasan Ibu Kota Negara (IKN) ini dapat dilihat pada gambar 1 berikut ini.



Gambar 1. Peta Pembagian tiga ring kawasan IKN

Rencana pembangunan IKN di Kalimantan Timur ini menggunakan konsep kota hutan yang berkelanjutan (*forest city*), yang mana diyakini akan menjadi ibu kota negara pertama di dunia yang menerapkan konsep *forest city*. Konsep ini dikatakan hanya 25% dari area Nusantara yang akan dibangun, sedangkan 75% sisanya akan menjadi area hijau yang termasuk 65% area tersebut tetap sebagai hutan tropis [2]. Rencana pemindahan Ibu Kota Negara (IKN) di Provinsi Kalimantan Timur memiliki tantangan besar pada aspek lingkungan terutama bagaimana memastikan pembangunan kota dapat tetap mempertahankan fungsi hutan, keanekaragaman hayati dan tidak merusak lingkungan [3]. Pemindahan ibu kota negara tentunya memiliki limitasi dan tantangan ekologis yang tinggi, sehingga pembangunan ini haruslah memperhatikan karakteristik wilayah, baik secara ekologis, ekonomi, geologi, maupun sosial agar dapat meminimalkan risiko atau dampak dari lingkungan hidup [4]. Karena, meskipun rencana pembangunan ini berkonsep *forest city*, namun tidak menutup kemungkinan akan menimbulkan dampak yang cukup serius dan sulit ditangani bagi masyarakat dan lingkungan. Jika dampak-dampak negatif terjadi diluar prediksi dari rencana, pembangunan ini bukan menjadi solusi, namun akan menimbulkan permasalahan baru bagi Indonesia, khususnya Kalimantan. Berdasarkan permasalahan tersebut, tulisan ini bermaksud untuk meninjau dampak dari pembangunan *forest city* di IKN.

## 2. METODE

Proses penelitian dalam penyelesaian jurnal ini adalah teknik kualitatif dengan telaah pustaka dan pengumpulan data sekunder. Dimana pada tahapan telaah pustaka dianalisis beberapa literatur yang relevan seperti buku, artikel jurnal, artikel prosiding, dan peraturan perundang-undangan. Sedangkan pengumpulan data sekunder didapatkan dari berbagai dokumen yang berkaitan dengan penyelidikan yang sesuai isi jurnal dan digunakan dalam penelitian ini. Akibatnya, penulis penelitian ini menggunakan kutipan, wacana, dan bahan lain yang ditulis oleh orang lain untuk menyampaikan data. Analisis data yang digunakan menggunakan model interaktif diantaranya adalah pengumpulan data, pemilahan data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan.

## 3. HASIL

Perpindahan ibu kota negara dari Pulau Jawa ke Pulau Kalimantan bukan lagi sekedar wacana. Terbitnya UU nomor 3 tahun 2022 tentang Ibu Kota Negara (UU IKN) yang ditandatangani dan resmi diundangkan pada 15 Februari 2022 lalu menjadi bukti keseriusan pemerintah. Undang-undang tersebut mengatur

tentang pembentukan ibu kota negara yang bernama Nusantara sebagai ibu kota negara serta pembentukan otorita Ibu Kota Nusantara sebagai lembaga setingkat kementerian yang menyelenggarakan Pemerintah Daerah Khusus Ibu Kota Nusantara. Posisi IKN ini berada pada wilayah strategis perlindungan keanekaragaman hayati (kehati) yang terletak di Provinsi Kalimantan Timur, yang merupakan bagian dari pulau Kalimantan. Pulau ini juga disebut sebagai Borneo dan ditetapkan sebagai “Paru-Paru Dunia” karena memiliki hutan dengan kekayaan keanekaragaman hayati yang cukup banyak dan berperan penting dalam penyerapan karbon dan penyedia oksigen [5].

Ibu Kota Negara yang dipindahkan ke Provinsi Kalimantan Timur merupakan suatu tantangan yang besar bagi negara terutama pada aspek lingkungan. Pembangunan dan perkembangan kota harus memiliki rencana yang tertata dengan baik. Hal tersebut dikarenakan negara perlu untuk memastikan lebih lanjut bahwa pembangunan ibu kota negara tidak berdampak besar terhadap fungsi hutan dan keanekaragaman hayati di dalamnya. Sejalan dengan Pasal 6 ayat (1) huruf b UU RI No. 26 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang yang menyatakan bahwa penataan ruang mestinya diselenggarakan dengan memperhatikan potensi sumber daya alam, sumber daya manusia, dan sumber daya buatan; kondisi ekonomi, sosial, budaya, politik, hukum, pertahanan keamanan, lingkungan hidup, dan ilmu pengetahuan serta teknologi sebagai satu kesatuan.

Pembagian zonasi IKN Nusantara, nantinya wilayah IKN Nusantara akan memiliki 75% area hijau yang terdiri dari 65% area yang dilindungi dan 10% area untuk produksi pangan. Sehingga IKN akan menjadi kota inklusif, terbuka, dan ramah bagi seluruh kalangan masyarakat untuk hidup berdampingan. Dalam rangka memenuhi kebutuhan 75% area terbuka hijau, Kepala Badan mengatakan bahwa Unsur-unsur penting kota berkelanjutan harus mencakup pengelolaan sumberdaya secara tepat guna, pemanfaatan sumberdaya air dan energi harus efisien, adanya pengelolaan sampah yang berkelanjutan dan lingkungan alam dan binaan yang sinergis dengan konsep *forest city*.

#### a. Konsep Smart City

Stefano Boeri mengartikan *forest city* sebagai *vertical forest*, sehingga *forest city* dapat diartikan sebagai kota yang bangunannya ditutupi oleh pohon dan tumbuhan. Mengutip dari Winskowska, dkk (2019), dalam Sari (2022:28) [6], *Smart City* sebagai konsep dalam ibu kota negara baru merupakan konsep yang digunakan untuk menghadapi tantangan-tantangan perkembangan kota modern dimasa yang akan datang. Konsep yang populer dalam beberapa dekade terakhir tersebut diasumsikan mampu untuk mengatasi pertumbuhan jumlah penduduk perkotaan yang kian meningkat serta dianggap sebagai konsep yang mampu memenuhi kebutuhan akan cara-cara baru dan inovatif untuk mengelola kompleksitas kehidupan perkotaan.

Dalam rencana pembangunan IKN, *forest city* akan mengacu pada mempertahankan fungsi ekologis hutan sebagai jasa ekosistem dan menekankan *sustainability* secara menyeluruh. Sebagai pembelajaran dari pembangunan Jakarta, konsep *smart city* yang diterapkan pada ibu kota negara baru diharapkan mampu mengatasi isu dan permasalahan dalam pembangunan perkotaan di masa yang akan datang. Namun demikian, untuk mewujudkan tujuan tersebut diperlukan data dan teknologi yang mampu untuk meningkatkan efisiensi, pembangunan ekonomi, keberlanjutan, dan kualitas hidup masyarakat.

Mengutip dari Dr. Setiawati [7], Dosen Kehutanan Unmul, pembangunan *forest city* bisa berjalan dengan baik dan konsisten namun itu semua bergantung pada kesiapan perencanaan dari pihak terkait salah satunya pemerintah. Jika perencanaan tata letak ruang, beserta komponen-komponen pembangunannya sudah benar-benar siap tentu kemungkinan besar pembangunan *forest city* pada IKN ini akan berjalan dengan baik, namun jika persiapannya kurang matang maka yang terjadi akan sebaliknya yakni bisa saja menyebabkan pembangunan yang tidak efisien, tidak merata dan menyia-nyiakan potensi wilayah yang dimiliki.

#### b. Potensi Dampak Pembangunan IKN

##### 1) Potensi dampak lingkungan

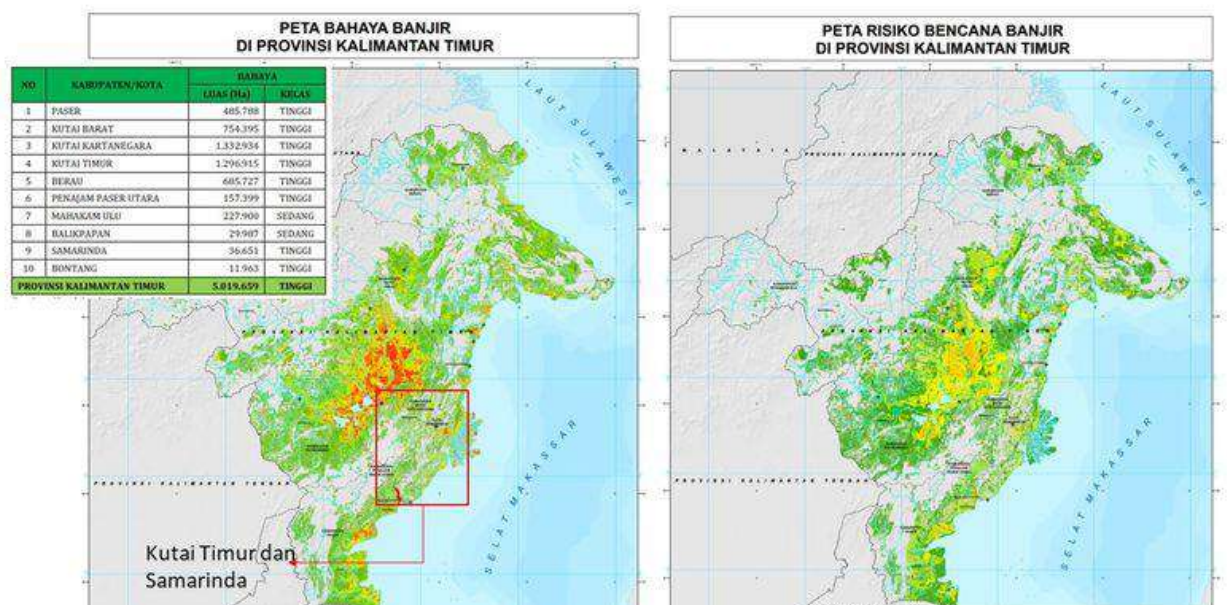
Faktor lingkungan menjadi salah satu isu yang paling nampak jika Ibu Kota Negara (IKN) pindah ke daerah baru. Mengutip dari Muttaqin (2021:20) [3] terdapat 5 dampak lingkungan yang disebabkan oleh pembangunan IKN, yaitu sebagai berikut :

- Degradasi hutan di wilayah IKN

Wilayah IKN memiliki tantangan pembangunan pada sektor kehutanan yang cukup signifikan terutama degradasi hutan. Degradasi hutan ditunjukkan oleh menurunnya

tutupan hutan, yang salah satunya disebabkan oleh adanya pemanfaatan lahan di dalam kawasan hutan untuk kegiatan non-kehutanan seperti pertambangan, permukiman dan bahkan perkebunan (tumpang tindih perizinan konsesi Hutan Produksi di Tahura Bukit Soeharto). Padahal, wilayah IKN termasuk bagian dari Pulau Kalimantan yang arahan penataan ruangnya untuk mewujudkan kelestarian kawasan konservasi keanekaragaman hayati dan kawasan yang berfungsi sebagai lindung bervegetasi hutan tropis basah dengan paling sedikit 45 persen dari luas Pulau Kalimantan sebagai Paru-Paru Dunia.

- Ancaman terhadap habitat satwa  
Wilayah IKN dan sekitarnya termasuk bagian dari Pulau Kalimantan yang merupakan salah satu rumah kehati utama di Indonesia, yang ditandai dengan beragamnya jenis satwa dan tumbuhan, termasuk beberapa spesies yang dikategorikan dilindungi atau penting. Keberlangsungan satwa dan tumbuhan ini mulai terancam akibat adanya potensi degradasi habitat satwa.
- Potensi emisi karbon dari pembukaan lahan berhutan  
Pembangunan IKN membutuhkan lahan baru terutama dalam pembangunan kota. Hal ini juga dapat berpeluang menciptakan konversi lahan dari kawasan hutan. Total emisi akibat pembangunan IKN di lahan seluas 56.000 ha diperkirakan mencapai 2,4 juta ton CO<sub>2</sub>Equivalen yang bersumber dari hutan sekunder 29 ribu ton CO<sub>2</sub>Equivalen dan hutan tanaman 154 ribu ton CO<sub>2</sub>Equivalen.
- Keterbatasan *supply* air baku  
Berdasarkan analisis kondisi saat ini dari KLHS Masterplan IKN, daya dukung air di wilayah IKN (256.000 ha) sudah terlampaui namun akses penduduk untuk mendapatkan air bersih masih rendah, begitu juga dengan kawasan IKN (56.000 ha). Ketersediaan air di kawasan IKN termasuk rendah karena kawasan ini merupakan daerah non-CAT (Cekungan Air Tanah).
- Potensi Banir  
Kawasan IKN memiliki potensi bencana banjir karena ada daerah yang masuk ke dalam kawasan rawan bencana banjir seperti di Kecamatan Sepaku, Samboja, dan Muara Jawa dan terutama di sekitar daerah aliran sungai. Peta potensi bahaya dan resiko bencana banjir provinsi Kalimantan Timur dapat dilihat pada gambar 2 berikut.



Gambar 2. Peta potensi bahaya dan resiko bencana banjir provinsi Kalimantan Timur

## 2) Potensi dampak sosial ekonomi

Jika pemindahan ibu kota berlangsung dalam 10 tahun ke depan, urbanisasi tentunya menjadi masalah besar yang muncul. Pusat-pusat industri, kantor perusahaan, bahkan masyarakat pun

akan berbondong-bondong ke IKN dan menyebabkan membludaknya populasi. Saat ini, pertumbuhan penduduk di Kalimantan Timur sangat tinggi. Berdasarkan laporan dari tahun 2020, pertumbuhan penduduk mencapai 3,77% dan akan menjadi dua kali lipat dalam 18 tahun ke depan karena adanya pemindahan ibu kota. Dampak pemindahan ibu kota paling banyak akan dirasakan oleh penduduk lokal dan lingkungan. Adanya urbanisasi ke ibu kota tentunya dapat memberikan efek “perluasan” yang tidak terkontrol, bahkan berpotensi mendesak masyarakat lokal [8].

#### 4. KESIMPULAN

Rencana pembangunan IKN di Kalimantan Timur ini menggunakan konsep kota hutan yang berkelanjutan (*forest city*). Dalam rencana pembangunan IKN, *forest city* akan mengacu pada mempertahankan fungsi ekologis hutan sebagai jasa ekosistem dan menekankan *sustainability* secara menyeluruh. Pemindahan IKN tentunya memiliki limitasi dan tantangan ekologis yang tinggi, sehingga dalam pembangunannya haruslah memperhatikan karakteristik wilayah, baik secara ekologis, ekonomi, geologi, maupun sosial agar dapat meminimalkan risiko atau dampak dari lingkungan hidup. Pembangunan *forest city* IKN dapat menimbulkan dampak bagi lingkungan seperti degradasi hutan di wilayah IKN, potensi emisi karbon dari pembukaan lahan berhutan, ancaman terhadap habitat satwa, keterbatasan sumber air baku dan banjir.

Selain itu, pembangunan *forest city* juga berpotensi menyebabkan dampak sosial ekonomi yang besar, seperti urbanisasi dan berdirinya pusat-pusat industri. Pembangunan *Forest city* ini dapat berjalan dengan baik dan konsisten, namun itu semua bergantung pada kesiapan perencanaan dari pihak terkait salah satunya pemerintah. Jika perencanaan tata letak ruang, beserta komponen-komponen pembangunannya sudah benar-benar siap tentu kemungkinan besar pembangunan *forest city* pada IKN ini akan berjalan dengan baik, namun jika persiapannya kurang matang maka yang terjadi akan sebaliknya yakni bisa saja menyebabkan pembangunan yang tidak efisien, tidak merata dan menyia-nyiakan potensi wilayah yang dimiliki.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sihotang, Bagaskara F. Perencanaan dan Perancangan Masterplan Pemukiman Ekologi Nusantara di Sepaku Tiga, K-IKN, Kalimantan Timur dengan Pendekatan "Smart-Eco2city", Yogyakarta: Universitas Atma Jaya Yogyakarta, 2022.
- [2] [ikn.go.id](https://www.ikn.go.id), "Nusantara, Akan Jadi Ibu Kota Negara dengan Konsep Forest City yang Pertama di Dunia," 2023. [Online]. Available: <https://www.ikn.go.id/Nusantara-Akan-Jadi-Ibu-Kota-Negara-Dengan-Konsep-Forest-City-Yang-Pertama-Di-Dunia>. [Accessed 30 October 2023].
- [3] Mutaqin, D.J, Dkk. "Analisis Konsep Forest City dalam Rencana Pembangunan Ibu Kota Negara," *Bappenas Working Papper*, vol. 4, pp. 13-29, 2022.
- [4] Ichwan, M, Dkk. "Green Economy: Bentuk Pengoptimalan Konsep Forest City Dalam Rencana Pembangunan Ibu Kota Negara," *Jurnal Legislatif 2*, pp. 115-125, 2022.
- [5] Sa'adah, N. "Analisis Pembangunan Issue dalam Etika Lingkungan Terkait IKN Analysis Of Issues In Environmental Ethics Regarding The New Capital City," *UIN Syarif Hidayatullah Jakarta*, pp. 421-430, 2022.
- [6] Sari, G.K "Integrasi Pembanguann Ibu Kota Negara Baru dan Daerah Penyengganya," *Standar: Better Standard Better Living*, pp. 27-32, 2022.
- [7] Dr Setiawati, "Konsep Forest City IKN Agar Sejalan Tata Letak Ruang dan Komponen Pembangunannya," 2023. [Online]. Available: <https://wartakaltim.com/Mb-Ikn/44-Ikn-O/195-Dr-Setiawati-Konsep-Forest-City-Ikn-Agar-Sejalan0001> (2023). [Accessed 30 October 2023].
- [8] Ardhi N, S. Pembangunan IKN Tuai Banyak Konsekuensi Urbanisasi Bagi Masyarakat Lokal, Yogyakarta: Ahli Geografi UGM, 2023.
- [9] Rizal, J.G; Galih, B. "Menilik Luas Wilayah dan Pembagian Zonasi Ibu Kota Baru," 2022. [Online]. Available: <https://www.kompas.com/cekfakta/read/2022/01/27/073258382/kabar-data-menilik-luas-wilayah-dan-pembagian-zonasi-ibu-kota-baru?page=all>. [Accessed 31 October 2023].
- [10] Muaziz, M. Hasan. "Dampak dan Tantangan Pemindahan IKN," 2022. [Online]. Available: <https://publika.rmol.id/Read/2022/02/04/522146/Dampak-Dan-Tantangan-Pemindahan-Ikn>. [Accessed 30 October 2023].



- 
- [11] Azalena, L.A; Sartika, R.E.A. "Kalimantan Timur Disebut Relatif Aman, Ini Kata Data BNPB," 2019. [Online]. Available: <https://www.kompas.com/tren/read/2019/08/26/193000665/kalimantan-timur-disebut-relatif-aman-ini-kata-data-bnpb?page=all> (2019). [Accessed 31 October 2023].
- [12] Johansyah, M. "Ibu Kota Baru Buat Siapa?," 2023. [Online]. Available: <https://www.johansyah.com/wp-content/uploads/Laporan%20tahunan/Final%20ikn%20report.Pdf>. [Accessed 30 October 2023].



# Analisis Revitalisasi *Non-Revenue Water* Untuk Penyediaan Air Berkelanjutan (Studi Kasus: SPAM Kota Sukabumi)

Aisyah Qonitah<sup>1\*</sup>, dan Herawati Zetha Rahman<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila, Jakarta

**ABSTRAK.** Air merupakan kebutuhan dasar pokok manusia dalam keberlangsungan hidup. Untuk memenuhi kebutuhan masyarakat akan air minum maka dibangun Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) yang merupakan salah satu upaya pemerintah dalam mendistribusikan air minum kepada masyarakatnya. Berdasarkan data yang ada saat ini cakupan layanan Perumda Tirta Bumi Wibawa dinilai rendah dan dengan memiliki jam pelayanan yang masih berada dibawah 8 jam pada beberapa wilayah pelayanannya. Hal ini disebabkan, sering terjadinya kebocoran pada pipa-pipa eksisting dan juga kehilangan air atau *Non-Revenue Water* (NRW) yang terjadi. Pipa-pipa tersebut sudah melebihi usia teknis yang dibangun pada tahun 1988, sehingga mudah terjadinya kebocoran pada pipa. Keberadaan pipa-pipa pada badan jalan raya juga menjadi salah satu penyebab sering terjadinya kebocoran sehingga sulit terdeteksi jika terdapat kehilangan air. Maka penelitian ini dengan maksud dapat menganalisis rencana revitalisasi *Non-Revenue Water* (NRW) Perumda Tirta Bumi Wibawa Kota Sukabumi. Tujuan dilakukan penelitian yaitu; Untuk mengetahui berapa besar adanya *Non-Revenue Water* pada jaringan pipa distribusi air Perumda Tirta Bumi Wibawa Kota Sukabumi, Untuk mengetahui berapa besar keinginan masyarakat (WTC) dalam berlangganan Perumda Tirta Bumi Wibawa jika dilakukan revitalisasi *Non-Revenue Water* dan untuk mengetahui harapan pelanggan terhadap pelayanan Perumda Tirta Bumi Wibawa di Kota Sukabumi dengan akan diadakannya revitalisasi *Non-Revenue Water*. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah melalui metode pendekatan kuantitatif deskriptif. Data primer didapat melalui wawancara langsung dan penyebaran kuesioner terhadap responden. Sementara data sekunder merupakan data-data atau informasi yang didapat dari Perumda Tirta Bumi Wibawa. Hasil analisa yang didapat menunjukkan bahwa cakupan layanan Perumda Tirta Bumi Wibawa Kota Sukabumi masih tergolong rendah dengan presentase terkecil yaitu pada Kec. Lembur Situ sebesar 3,78% dengan layanan kurang dari 8 jam. Cakupan layanan rendah juga diperkuat dari tingginya angka *Non-Revenue Water* (NRW) dengan rata-rata mencapai 77,06% terhadap volume distribusi air. Maka diperlukannya revitalisasi *Non-Revenue Water* (NRW) guna menekan angka NRW yang tinggi, sehingga pelayanan Perumda Tirta Bumi Wibawa dapat meningkat seiring dengan mengoptimalkan jaringan distribusi air. Dengan mempertimbangkan WTC dan harapan pelanggan dari persepsi masyarakat itu sendiri.

**Kata Kunci:** Perumda, Cakupan Layanan, *Non-Revenue Water* (NRW), *Willingness to Connect* (WTC)

## 1. Pendahuluan

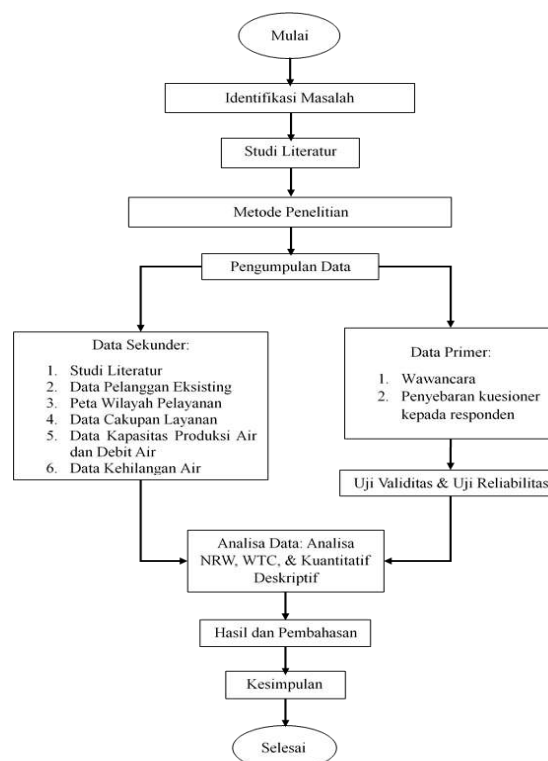
Air merupakan kebutuhan dasar pokok manusia dalam keberlangsungan hidup. Pemerintah Kota Sukabumi melalui Perumda Tirta Bumi Wibawa yang merupakan Badan Usaha Milik Daerah (BUMD) yang berperan untuk menyediakan layanan kebutuhan air minum bagi masyarakatnya. Perumda Tirta Bumi Wibawa menggunakan beberapa sumber air baku dalam menyediakan layanannya. Sumber air baku tersebut terdiri dari air permukaan, mata air, dan Sumur Bor Dalam. Penyediaan air minum di Kota Sukabumi menggunakan sistem perpipaan dalam mendistribusikan air, dimana air akan dialirkan dari hulu ke hilir. Sumber air dengan sistem perpipaan dikelola oleh Perumda Tirta Bumi Wibawa yang saat ini sudah melayani seluruh kecamatan di Kota Sukabumi yang terdiri dari 7 kecamatan, diantaranya adalah: Kecamatan Gunung Puyuh, Kecamatan Warudoyong, Kecamatan Lembur Situ, Kecamatan Cikole, Kecamatan Citamiang, Kecamatan Cibeureum, Kecamatan Baros.

\* Corresponding author: [aisyahsup@gmail.com](mailto:aisyahsup@gmail.com)

Tidak hanya kecamatan di Kota Sukabumi saja yang terlayani oleh Perumda Tirta Bumi Wibawa, tetapi juga melayani Kabupaten Sukabumi yang terlewati oleh jaringan pipa distribusi air. Hal ini disebabkan sumber air, khususnya air permukaan dan mata air yang letaknya berada di Kabupaten Sukabumi. Terdapat 7 kecamatan di Kabupaten Sukabumi yang sebagiannya juga ikut terlayani oleh Perumda Tirta Bumi Wibawa Kota Sukabumi, diantaranya adalah: Kecamatan Gunung Guyuh, Kecamatan Cisaat, Kecamatan Kadudampit, Kecamatan Sukaraja, Kecamatan Sukabumi, Kecamatan Cicantayan, Kecamatan Kebon Pedes. Sistem perpipaan menggunakan gravitasi yang cukup besar mengharuskan spesifikasi pipa untuk ditingkatkan agar bisa menahan tekanan yang dihasilkan oleh gaya gravitasi tersebut. Ketidakmampuan pipa dalam menahan tekanan berdampak terhadap jam pelayanan kepada masyarakat. Berdasarkan data yang ada saat ini cakupan layanan Perumda Tirta Bumi Wibawa dinilai rendah dengan nilai presentase pada Kota Sukabumi hanya 14,95% dan diikuti dengan Kabupaten Sukabumi hanya 19,75%, serta memiliki jam pelayanan yang masih berada dibawah 8 jam pada beberapa wilayah pelayanannya. Dilansir pada artikel ITS News yang berjudul “Upaya Menurunkan Angka Kehilangan Air PDAM” yaitu hampir di setiap PDAM di Indonesia mengalami kehilangan air mulai dari kisaran 30% - 70% [1]. Seperti halnya pada Perumda Tirta Bumi Wibawa yang juga mengalami kehilangan air yang cukup tinggi mencapai angka sebesar 77,34%. Hal ini disebabkan, sering terjadinya kebocoran pada pipa-pipa eksisting. Pipa-pipa tersebut sudah melebihi usia teknis yang dibangun pada tahun 1988, sehingga mudah terjadinya kebocoran pada pipa. Keberadaan pipa-pipa pada badan jalan raya juga menjadi salah satu penyebab sering terjadinya kebocoran sehingga sulit terdeteksi jika terdapat kehilangan air. Tujuan penelitian ini diantaranya adalah untuk mengetahui berapa besar adanya *Non-Revenue Water* pada jaringan pipa distribusi air, untuk mengetahui berapa besar keinginan masyarakat (WTC) dalam berlangganan jika dilakukan revitalisasi, dan untuk mengetahui harapan pelanggan terhadap pelayanan Perumda Tirta Bumi Wibawa di Kota Sukabumi dengan akan diadakannya revitalisasi *Non-Revenue Water*.

## 2. METODE

Metode pada penelitian ini menggunakan metode pendekatan kuantitatif deskriptif. Metode kuantitatif adalah proses penelitian dengan alat untuk olah data menggunakan statistik, oleh karena itu yang diperoleh dan hasil yang didapatkan berupa angka [2]. Data primer didapat dengan cara observasi langsung, penyebaran kuesioner dan wawancara terhadap responden. Sementara data sekunder merupakan data-data atau informasi yang didapat dari Perumda Tirta Bumi Wibawa. Berikut merupakan gambar diagram alir dari metode penelitian ini:

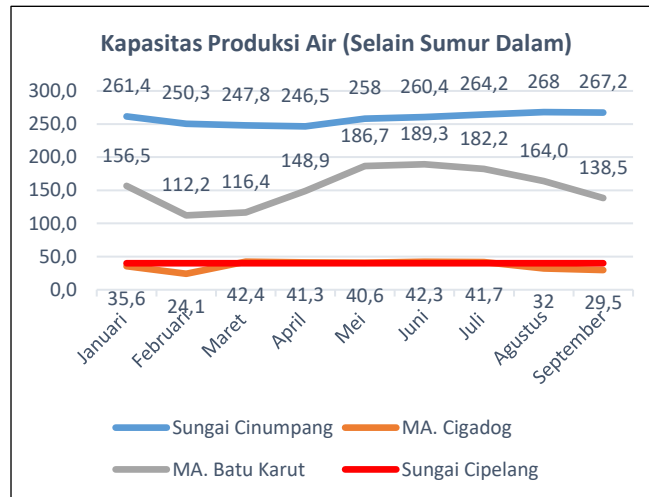


Gambar 1 Diagram Alir Metode Penelitian

### 3. HASIL

#### a. *Non-Revenue Water* (NRW)

Berdasarkan data kapasitas produksi air hingga bulan Oktober 2022 menunjukkan bahwa, produksi air tertinggi pada bulan Mei, Juni dan Juli 2022. Sedangkan dapat dilihat pada bulan Februari dan Maret 2022 merupakan bulan dengan kapasitas produksi terendah. Secara umum, jumlah realisasi dari kapasitas rencana produksi air dengan berdasarkan data yang ada memiliki angka yang tinggi dengan rata-rata yang didapat mencapai  $\pm 90\%$ . Data kapasitas produksi air dapat dilihat pada Gambar 2 berikut.



Gambar 2 Diagram Kapasitas Produksi Air (Selain Sumur Dalam)

Jika dilihat dari kapasitas produksi yang tinggi, tetapi tidak seluruh air yang didistribusikan dapat terjual. Jumlah distribusi air bisa mencapai sekitar 1 juta hingga 1,2 juta  $m^3$  perbulannya. Sedangkan untuk air yang terjual hanya berkisar  $\pm 200$  ribu  $m^3$  perbulannya. Hal ini disebabkan oleh tingginya angka *Non-Revenue Water* (NRW) baik secara teknis maupun secara non teknis. Berdasarkan data pada Tabel 1 rata-rata NRW yang didapat sebesar 77,06%. Dengan angka NRW terbesar pada bulan Juli 2022 yaitu sebesar 79,24%, sedangkan angka NRW terendah pada bulan Februari 2022 yaitu sebesar 73,59%. Padahal jika dilihat dari presentase produksi air bisa mencapai angka 96,27%.

Tabel 1 Kondisi *Non-Revenue Water* Berdasarkan Kapasitas Produksi

Bulan	Volume Distribusi (m3)	Air yang Terjual (m3)	Kehilangan Air (m3)	NRW
Jan 22	1,198,119	269,588	928,531	77.50%
Feb 22	970,857	256,361	714,496	73.59%
Mar 22	1,038,021	231,593	806,428	77.69%
Apr 22	1,094,866	264,250	830,616	75.86%
Mei-22	1,257,521	270,378	987,143	78.50%
Jun 22	1,233,674	270,186	963,488	78.10%
Jul 22	1,252,416	260,027	992,389	79.24%
Agu-22	1,189,004	262,871	926,133	77.89%
Sep 22	1,096,808	271,979	824,829	75.20%

Kebocoran atau kehilangan air (*Non-Revenue Water*) pada Perumda Tirta Bumi Wibawa Kota Sukabumi, terdiri dari dua jenis yaitu kebocoran teknis maupun non teknis. Di Kota Sukabumi, kebocoran teknis mencapai 95% dari kebocoran eksisting dan sisanya merupakan kebocoran non teknis. Kebocoran teknis utamanya berada pada Jaringan Distribusi Utama (JDU) sebagai pipa dengan diameter terbesar dalam sistem. Sistem JDU di Kota Sukabumi masih menggunakan pipa *Asbestots Cement Pipe* (ACP) sehingga sulit menahan tekanan air yang tinggi. Lebih lanjut, kebocoran non teknis banyak disebabkan oleh pendataan dari water meter yang kurang akurat berdasarkan keluhan masyarakat.

Berdasarkan data tahun 2020, jumlah Kepala Keluarga (KK) di Kota Sukabumi adalah sebanyak 95.101 dengan jumlah penduduk sebanyak 346.325 jiwa [3]. Dengan begitu, jumlah anggota keluarga per KK adalah sebanyak 3,64 atau 4 orang, apabila dibulatkan. Jumlah Kebutuhan air per kapita per hari

berdasarkan standar dari Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) pada penduduk kota adalah 100 liter [4].

Melalui seluruh perhitungan tersebut maka kebutuhan air per bulan per KK adalah 12,00 m<sup>3</sup>. Perhitungan penggunaan air per bulan per KK eksisting masyarakat Kota Sukabumi adalah 14,03 m<sup>3</sup>, berdasarkan data pada Bulan September 2022. Perhitungan ini didapatkan dari jumlah air yang terjual dibagi dengan total SR yang dilayani oleh PDAM Tirta Bumi Wibawa. Jumlah SR yang dilayani oleh PDAM Tirta Bumi Wibawa Kota Sukabumi adalah 19.378 SR dan jumlah air yang terjual pada September 2022 adalah sebesar 271.979.

Dengan asumsi perhitungan di atas menunjukkan bahwa kebutuhan air masyarakat berdasarkan perhitungan Sambungan Rumah (SR) dengan tidak memperhitungkan kegiatan usaha maupun sosial sudah cukup terpenuhi. Target utama dari penurunan angka NRW yang dilakukan oleh Perumda Tirta Bumi Wibawa Kota Sukabumi diantaranya adalah untuk menyelesaikan permasalahan jam layanan serta cakupan layanan yang diberikan kepada pelanggan Perumda Tirta Bumi Wibawa Kota Sukabumi.

Jika mengacu kepada panduan Perencanaan Jaringan Pipa Transmisi dan Distribusi Air Minum dari Kementerian PUPR, maka tingkat kehilangan air yang baik adalah 20-30%. Apabila perhitungan diambil menggunakan angka paling optimal yaitu 20%, maka setidaknya Perumda Tirta Bumi Wibawa Kota Sukabumi dapat meningkatkan cakupan layanan hingga mencapai 62.516 SR atau 73,75%. Peningkatan tersebut dilakukan dengan revitalisasi *Non-Revenue Water* (NRW) pada jaringan pipa distribusinya tanpa harus menambah sumber air.

#### b. Uji Validitas & Uji Reliabilitas

Dari penyebaran kuesioner yang sudah dilakukan terhadap 54 responden maka, dilakukannya uji validitas. Jika dilihat dari hasil perhitungan uji validitas, didapat  $t_{hitung} > t_{tabel}$ . Maka penyebaran kuesioner dapat dikatakan valid untuk dapat digunakan sebagai instrument pengambilan data. Dibawah ini merupakan hasil dari uji validitas:

Tabel 2 Hasil Uji Validitas

$r_{xy}$	0.554	0.492	0.451	0.690	0.366
$t_{hitung}$	4.801	4.078	3.645	6.875	2.839
$t_{tabel}$ (95%, 52)	0.2681				
<b>Keterangan</b>	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid
<b>Jumlah valid</b>	<b>5</b>				

Sementara itu dalam uji reliabilitas dapat dikatakan telah teruji konsistensi responden dalam menjawab kuesioner dan dapat dikatakan memiliki koefisien reliabilitas yang sangat tinggi. Hal itu dapat dilihat dari uji reliabilitas yang telah dilakukan, yaitu sebagai berikut:

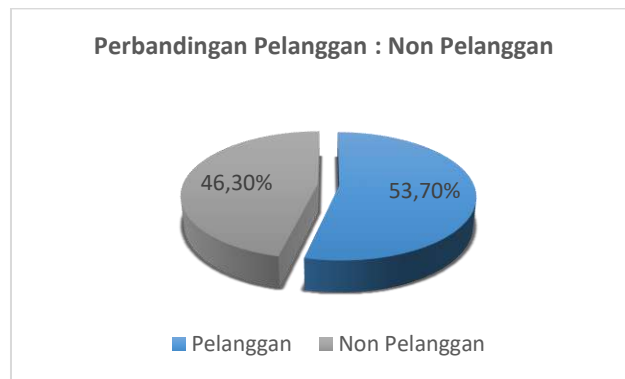
Tabel 3 Hasil Uji Reliabilitas

<b>Varians Butir</b>	0.154	0.506	0.582	0.899	2.828
<b>Jumlah Varians Butir</b>	4.969				
<b>Varians Total</b>	482				
$r_{11}$	1.237				
<b>Reliabilitas</b>	<b>Sangat Tinggi</b>				

#### c. Willingness to Connect (WTC)

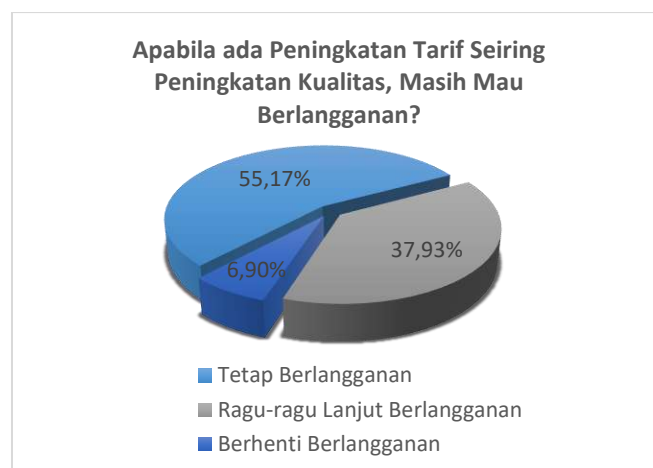
Penelitian ini didukung oleh penyebaran kuesioner terhadap responden yang bekerjasama dengan Perumda Tirta Bumi Wibawa Kota Sukabumi kepada 54 perwakilan masyarakat Kota Sukabumi dan dapat dilihat pada Gambar 1. Perlu diperhatikan bahwa penyebaran kuesioner ini merupakan survey persepsi

masyarakat terhadap pelayanan Perumda Tirta Bumi Wibawa Kota Sukabumi untuk revitalisasi *Non-Revenue Water* (NRW).



Gambar 3 Diagram Perbandingan Penggan: Non Pelanggan

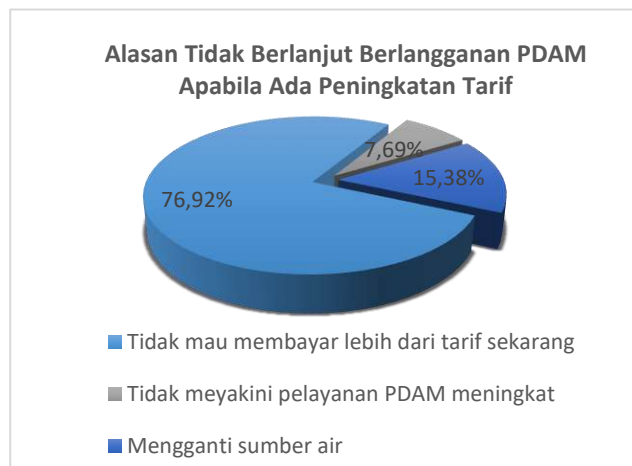
Melalui *willingness to connect* (WTC) kepada masyarakat dapat dilihat, apakah masyarakat memiliki kesediaan atau kemauan berlangganan dengan Perumda Tirta Bumi Wibawa seiring dengan akan dilakukannya revitalisasi *Non-Revenue Water* (NRW). Data ini didukung dengan responden yang merupakan pelanggan Perumda Tirta Bumi Wibawa dan diberikan pertanyaan yaitu: “Apabila ada peningkatan tarif seiring peningkatan kualitas, apakah pelanggan tersebut masih berkenan untuk berlangganan atau tidak?”. Dari pertanyaan tersebut didapat hasil sebanyak 55,17% masih tetap ingin berlangganan dengan Perumda Tirta Bumi Wibawa Kota Sukabumi, sementara 37,93% ragu-ragu dan sisanya hanya 6,90% yang ingin berhenti berlangganan, dapat dilihat pada diagram Gambar 4.



Gambar 4 Diagram *Willingness to Connect* Pelanggan Saat Ada Peningkatan Tarif

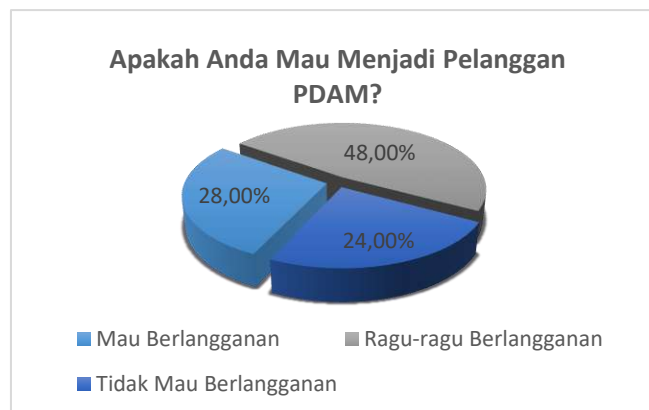
Alasan utama ingin berhenti atau ragu-ragu untuk melanjutkan berlangganan air dengan Perumda Tirta Bumi Wibawa Kota Sukabumi saat peningkatan tarif adalah ketidakinginan dalam membayar pengeluaran air lebih besar dari tarif yang sekarang dengan nilai presentase sebanyak 76,92%. Sementara alasan lainnya yaitu pelanggan tidak meyakini pelayanan Perumda Tirta Bumi Wibawa meningkat dan akan mengganti sumber air dan dapat dilihat pada Gambar 5.





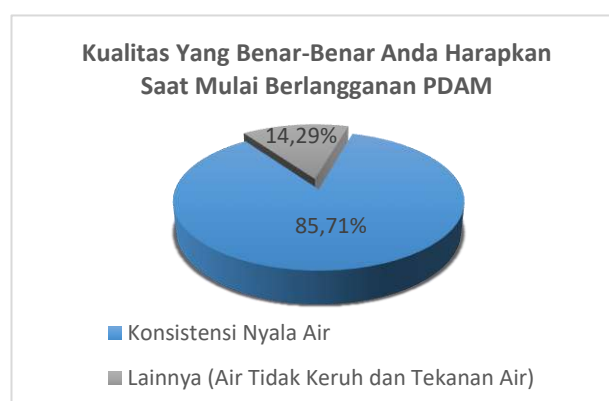
Gambar 5 Diagram Alasan Ketidakinginan Melanjutkan Berlangganan dari Pelanggan Eksisting

Dari seluruh non pelanggan yang menjadi responden sampling survei yang dapat dilihat pada Gambar 6, 28,00% diantaranya berminat untuk berlangganan air di Perumda Tirta Bumi Wibawa Kota Sukabumi. Sementara 48,00% diantaranya ragu-ragu dan 24,00% tidak mau berlangganan dengan Perumda Tirta Bumi Wibawa Kota Sukabumi. Masyarakat yang memiliki keragu-raguan dalam berlangganan merupakan objek calon pelanggan yang perlu diyakinkan melalui kualitas layanan Perumda agar mau berlangganan di Perumda Tirta Bumi Wibawa.



Gambar 6 Diagram *Willingness to Connect* Non Pelanggan

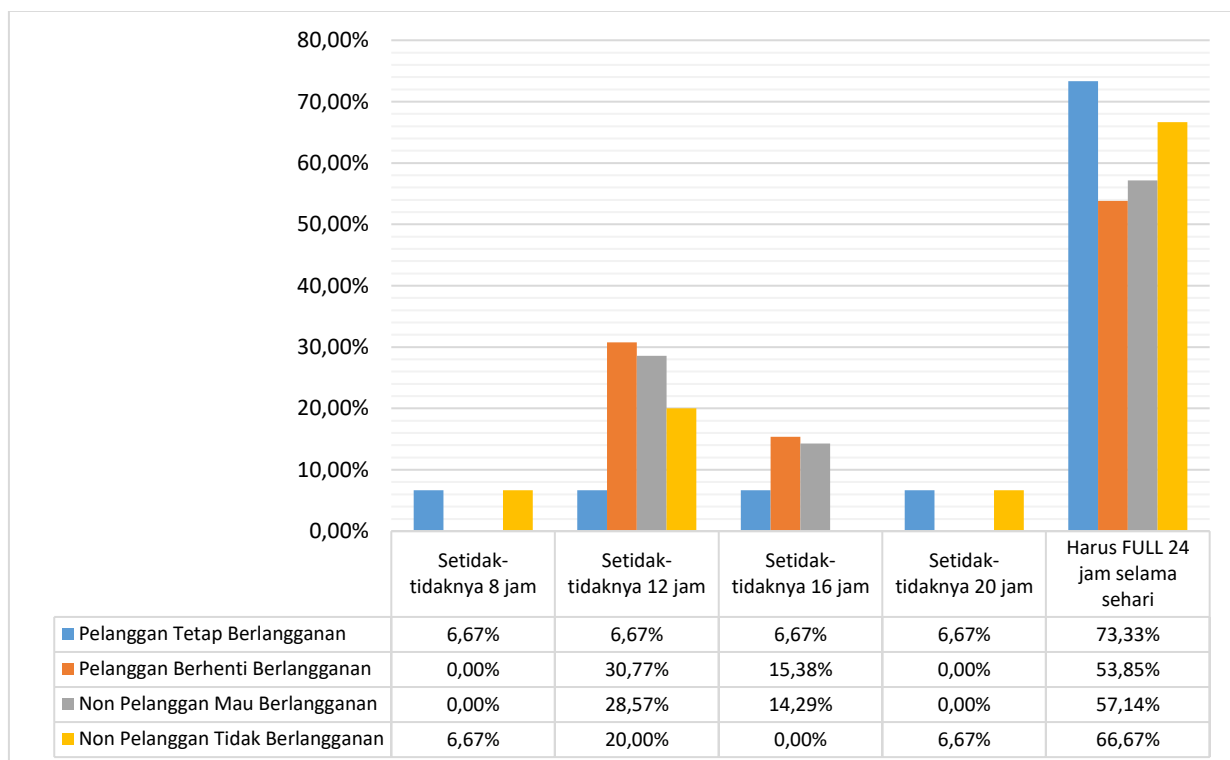
Air tanah melalui sumur menjadi sumber air yang paling populer di Kota Sukabumi karena kualitasnya yang baik dan mudah memperolehnya. Sementara itu, bagi non pelanggan yang ingin berlangganan, kualitas yang diharapkan dari Perumda Tirta Bumi Wibawa Kota Sukabumi bisa dilihat pada Gambar 7 dengan konsistensi nyala air dengan 85,71% responden. Sementara sisanya adalah kekeruhan air dan tekanan air dengan nilai 14,29%.



Gambar 7 Diagram Ekspetasi Layanan Non Pelanggan

#### d. Harapan Pelanggan

Dari penyebaran kuesioner kepada responden dapat dilihat pada Gambar 8 perihal harapan masyarakat terhadap peningkatan pelayanan oleh Perumda Tirta Bumi Wibawa. Salah satu diantaranya adalah jam layanan yang merupakan harapan utama masyarakat terkait dengan konsistensi nyala air harus full 24 jam per hari dengan nilai presentase rata-rata sebanyak 62,75% responden. Sementara banyak dari responden memiliki pandangan bahwa kontinuitas air tidak perlu hingga 24 jam selama tekanan dan tingkat kekeruhan air tetap terjaga. Hal ini berkaitan dengan masyarakat yang melakukan penampungan air disaat air tersebut tidak menyala.



Gambar 8 Grafik Ekspektasi Peningkatan Layanan Konsistensi Air

#### 4. KESIMPULAN

Pada penelitian ini terdapat beberapa indikasi yang dapat dijadikan pertimbangan Perumda Tirta Bumi Wibawa untuk melakukan revitalisasi *Non-Revenue Water*. Terdapat tingginya angka *Non-Revenue Water* (NRW) baik secara teknis maupun secara non teknis. Berdasarkan data yang ada rata-rata NRW yang didapat sebesar 77,06%. Dengan demikian diperlukannya revitalisasi *Non-Revenue Water* pada jaringan distribusi air guna menekan angka NRW hingga mencapai angka optimal yaitu 20%, maka setidaknya Perumda Tirta Bumi Wibawa Kota Sukabumi dapat meningkatkan cakupan layanan hingga mencapai 62.516 SR atau 73,75%. Peningkatan tersebut dilakukan dengan revitalisasi *Non-Revenue Water* (NRW) pada jaringan pipa distribusinya tanpa harus menambah sumber air.

Setelah dilakukannya penyebaran kuesioner terdapat sebanyak 55,17% masih tetap ingin berlangganan dengan Perumda Tirta Bumi Wibawa Kota Sukabumi jika terdapat peningkatan tarif seiring peningkatan layanan dilakukan, sementara 37,93% ragu-ragu dan sisanya hanya 6,90% yang ingin berhenti berlangganan. Dalam rangka menekan angka NRW, maka diharapkan cakupan layanan juga akan meningkat. Masyarakat juga mempunyai harapan yaitu, konsistensi nyala air harus full selama 24 jam per hari dengan nilai presentase paling tinggi yaitu 73,33% dari responden yang merupakan pelanggan dan akan tetap berlangganan dengan Perumda Tirta Bumi Wibawa. Selain itu perlu diperhatikan juga bagi PDAM untuk menjaga kualitas air yang disalurkan kepada pelanggan.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] ITS News, "Upaya Menurunkan Angka Kehilangan Air PDAM," January 2018. [Online]. Available: <https://www.its.ac.id/news/2018/11/22/upaya-menurunkan-angka-kehilangan-air-pdam/> .
- [2] S. H. Sahir, *Metodologi Penelitian*, Jogjakarta: Penerbit KBM Indonesia, 2022.
- [3] Badan Pusat Statistik, *Penduduk dan Presentase Penduduk Berdasarkan Kecamatan*, Sukabumi, 2020.
- [4] Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, *Penyelenggaraan Sistem Penyediaan Air Minum*, Jakarta, 2016.
- [5] Mustakim and D. T. Pratama, "Analisis Non Revenue Water (NRW) Pada Jaringan Pipa Air Bersih PDAM Kota Balikpapan (Studi Kasus di Perumahan Balikpapan Baru Zona 1 dan 2 Kota Balikpapan)," *Jurnal Transukma*, p. Volume 03 No. 1, 2020.
- [6] Hamia, A. Masyar and Haerana, "Kinerja Pelayanan Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) di Kabupaten Gowa," *Kajian Ilmiah Mahasiswa Administrasi Publik (KIMAP)*, pp. Volume 2, No. 1, 2021.
- [7] M. Usamah and F. Djaib, "Efektivitas Tingkat Pelayanan Dalam Pengelolaan Air Bersih Perusahaan Daerah Air Minum PDAM Desa Saketa Kecamatan Gane Barat," *Jurnal Dintek*, pp. Volume 12, No. 2, Page: 37-47, 2019.
- [8] R. D. Mahendra, R. Musa and H. Ashad, "Evaluasi Kinerja PDAM Kabupaten Luwu," *Jurnal Konstruksi (JK-TIS)*, pp. Vol. 01, No. 10, 2022.
- [9] J. Yuhendra, "Analisa Efektivitas Tingkat Pelayanan PDAM Tirta Kampar Kecamatan Salo Bangkinang," *Jurusan Teknik Sipil, Universitas Islam Riau, Pekanbaru*, 2021.
- [10] I. N. C. A. Pramuja, I. N. S. Triadi, I. N. A. PW and I. Made, "Efektivitas Tingkat Pelayanan Air Bersih PDAM Kabupaten Tabanan Unit Kerambitan," in *Prosiding Seminar Nasional Ketekniksipilan Bidang Vokasional; Vol. 1, No.1*, Bali, 2020.

# Keuangan Terdesentralisasi, Keberlanjutan Perkotaan, dan Ketahanan Ekologis: Analisis Bibliometrik Komprehensif

Frans Ellyon Gracio<sup>1\*</sup>, Didik Gunawan Suharto<sup>2</sup>, dan Drajat Tri Kartono<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Magister Administrasi Publik, Fakultas Ilmu Sosial dan Politik, Universitas Sebelas Maret, Surakarta

<sup>2</sup> Fakultas Ilmu Sosial dan Politik, Universitas Sebelas Maret, Surakarta

**Abstrak.** Desentralisasi fiskal menjadi salah satu indikator penting dalam mensukseskan upaya pembangunan berkelanjutan dapat berjalan dengan baik, pasalnya bukan tidak mungkin sebuah sistem dan program yang telah direncanakan secara matang terancam mengalami kegagalan imbas minimnya dukungan finansial yang diperlukan oleh setiap wilayah. Penelitian ini berupaya menemukan bagaimana kajian di kalangan peneliti berkembang dalam menganalisa isu tersebut untuk memberikan gambaran secara lebih dalam dan holistik, dengan memanfaatkan metode penelitian kualitatif deskriptif yang memadukan antara analisis bibliometrik dengan tinjauan literatur sistematis. Berdasarkan sejumlah tren penelitian yang telah banyak berkembang di kalangan sarjana, isu desentralisasi fiskal yang dihubungkan dengan pembangunan berkelanjutan kawasan perkotaan. Menunjukkan sedikitnya empat pola atau klaster, yang berhasil dipetakan melalui analisis bibliometrik. Salah satu klaster secara khusus menyoroti bagaimana isu lingkungan khususnya pengelolaan seputar sumber daya air, menjadi salah satu topik bahasan yang terbilang jamak dan mendominasi. Kondisi tersebut mengingatkan kembali pentingnya pengelolaan sumber daya yang ada secara optimal, guna memastikan kesemimbangan kehidupan ekologi yang ada ditengah gempuran permasalahan penduduk hingga isu kerusakan lingkungan yang terjadi.

**Kata kunci:** *desentralisasi fiskal; pembangunan berkelanjutan; analisis bibliometrik; tinjauan literatur sistematis; lingkungan.*

## 1. PENDAHULUAN

Dewasa ini tak sedikit negara berpendapatan rendah dan menengah menghadapi lonjakan pertumbuhan populasi secara masif, yang secara khusus melanda kawasan perkotaan. Kota-kota di seluruh dunia terus mengalami perubahan dan menghadapi perubahan paling radikal dalam beberapa dekade terakhir melalui laju pertumbuhan populasi akibat urbanisasi, perubahan demografi dan sosial, perubahan iklim, polusi dan penipisan sumber daya [1]. Kota-kota diprediksi akan menghadapi tekanan yang sangat besar, Perserikatan Bangsa-Bangsa (PBB) memperkirakan bahwa dua pertiga populasi dunia akan pindah ke kota pada tahun 2050 [2], jauh meningkat dibandingkan dengan 55% pada tahun 2018. Dalam hal ini, negara-negara berkembang di wilayah Asia disorot sebagai kawasan dengan tingkat urbanisasi berisiko tinggi [3].

Kondisi tersebut tak dapat dipungkiri mampu melahirkan berbagai tantangan terkait lingkungan hingga isu seputar kesehatan [4], [5]. Dengan kian masif dan menguatnya perekonomian global, pencemaran lingkungan telah dipandang sebagai suatu ancaman yang serius [6]. Sejumlah tantangan dan permasalahan kota seperti degradasi lingkungan, meningkatnya konsumsi sumber daya, kemacetan lalu lintas yang masif, hingga polusi udara akibat peningkatan karbon dioksida dan emisi gas rumah kaca. Merupakan keniscayaan yang tidak dapat dibendung [7]. Situasi ini jelas tidak menawarkan keuntungan, yang secara khusus diperlukan untuk mengatasi kebutuhan dan tantangan yang semakin meningkat imbas pesat dan masifnya urbanisasi dan perubahan kondisi iklim yang marak terjadi di banyak belahan dunia [8].

\*Corresponding author: [fransgracio1001@gmail.com](mailto:fransgracio1001@gmail.com)

Sebagai upaya dalam menjawab persoalan yang ada, dalam agenda pembangunan berkelanjutan 2030. Perserikatan Bangsa-Bangsa telah menetapkan adanya sebuah tujuan pembangunan masa depan untuk isu ekonomi dan lingkungan hidup, sehingga negara-negara dapat terus menyesuaikan model pembangunan mereka dan mempercepat transformasi hijau [9].

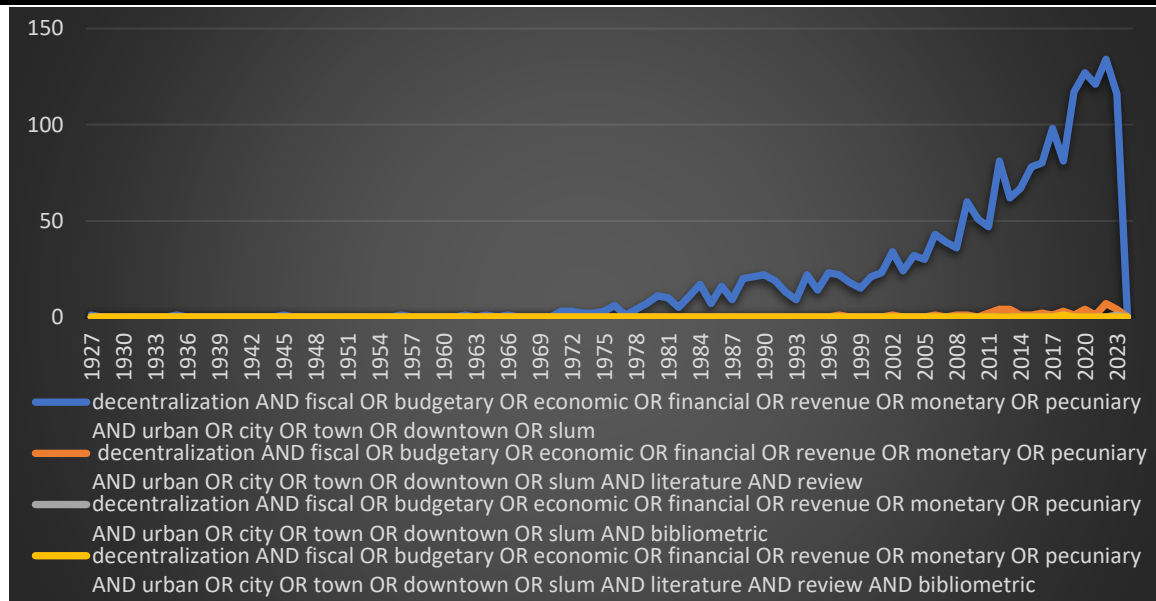
Meski beragam solusi hingga sistem terus diperkenalkan kepada publik, penerimaan masyarakat maupun pengguna terhadap terobosan tersebut nyatanya masih menunjukkan pada tataran yang rendah. Fenomena tersebut tak terlepas dari adanya pertimbangan biaya hingga risiko yang harus ditanggung, seperti biaya moneter untuk investasi dan pengoperasian, waktu, dan tanggung jawab yang dikeluarkan untuk pengoperasian (*operation*), pemantauan (*monitoring*), serta pemeliharaan (*maintenance*) atau yang juga dikenal sebagai OMM. Belum lagi risiko kesehatan hingga keuangan yang harus ditanggung jika terjadi kegagalan sistem [10]–[13]. Tak sedikit peneliti telah menunjukkan, salah satu dari beragam faktor penting yang mempengaruhi keberlanjutan sebuah sistem transformasi hijau yang dikelola dalam jangka panjang adalah kapasitas keuangan [14]–[17]. Kompleksnya keputusan yang harus dipertimbangkan pihak terkait untuk menjadi sebuah kebijakan, hingga karakteristik perekonomian daerah yang beragam. Juga diyakini sejumlah pihak sebagai indikator penting lainnya dalam menentukan efektif dan tidaknya beragam strategi yang diterapkan dalam mengentaskan isu yang ada [18]. Adanya dikotomi antar wilayah, tak jarang berimbas pada defisit yang signifikan dalam cakupan pelayanan dasar hingga penyelenggaraan pembangunan kota secara berkelanjutan.

Oleh karena itu sebagai usaha dalam menciptakan akses secara universal, kerangka hukum yang membahas mengenai pengembangan tindakan desentralisasi fiskal dipandang sebagai jawaban atas permasalahan tersebut [19]. Merujuk pada sejumlah pandangan akademis yang ada, setidaknya terdapat tiga pandangan utama mengenai bagaimana desentralisasi fiskal berpengaruh terhadap kinerja inovasi terkait ramah lingkungan [6]. Teori promosi (*promotion theory*) merupakan pandangan yang berasumsi jika derajat desentralisasi fiskal memiliki hubungan positif dengan efisiensi inovasi hijau, dimana semakin tinggi derajat desentralisasi fiskal di suatu wilayah atau komunitas tertentu, maka semakin besar pula pendanaan dan dana pemerintah yang mendukung inovasi hijau daerah dan semakin kondusif untuk meningkatkan inovasi hijau daerah [20]. Berikutnya teori penghambatan (*inhibitory theory*), diketahui bahwa promosi mempunyai efek insentif terhadap pemerintah. Dalam hal ini, pemerintah dapat mengambil suatu keputusan tidak kondusif yang diperuntukkan mencapai peningkatan efisiensi inovasi ramah lingkungan [21]. Terakhir adalah teori ketidakpastian, yang berpendapat bahwa ada begitu banyak faktor yang mempengaruhi hubungan antara desentralisasi fiskal dan efisiensi inovasi ramah lingkungan. Heterogenitas spasial juga kerap ditemukan dalam dampak desentralisasi fiskal terhadap efisiensi inovasi ramah lingkungan [22].

Beragam penelitian telah berhasil dilakukan dalam mengkaji bagaimana signifikansi hubungan desentralisasi fiskal dalam mewujudkan upaya pembangunan secara berkelanjutan, sekaligus menjawab tantangan urbanisasi serta isu lingkungan yang dihadapi banyak wilayah. Sebuah studi yang dilakukan di Amerika Serikat menemukan bahwa pemberian otonomi keuangan yang lebih besar kepada pemerintah daerah, mempunyai dampak positif terhadap emisi karbon [23]. Sementara itu, dalam sebuah studi yang dilakukan di China justru menemukan bahwa meskipun desentralisasi fiskal mendorong peningkatan emisi karbon di seluruh wilayah, namun hal ini memberikan manfaat bagi pengurangan emisi karbon di wilayah sekitar atau penyangga. Wilayah timur diketahui tidak mendapatkan pengaruh secara signifikan terhadap emisi karbon, sedangkan desentralisasi fiskal di wilayah tengah dan barat menyebabkan peningkatan total emisi karbon [24], [25].

Namun demikian tren publikasi penelitian serupa dengan memanfaatkan model penelitian berbasis literatur dan analisis bibliometrik masih terbilang jarang dijumpai, hal tersebut dapat dilihat lebih lanjut sebagaimana yang terjadi dalam Gambar 1. Sejumlah penelitian yang telah dilakukan, masih terbatas pada kajian segmen tertentu. Seperti integrasi teknologi *blockchain* dalam penyelenggaraan program ‘*smart city*’ [26]; analisa pelaksanaan *New Urban Agenda* (NUA) di wilayah Asia-Pasifik [27]; tantangan seputar kesehatan dan kualitas hidup warga yang tinggal di kota-kota Eropa [28]; maupun kajian adaptasi perubahan iklim dan perencanaan tata ruang, untuk menyelidiki potensi densifikasi dan manajemen risiko bencana sebagai langkah adaptasi [29]. Untuk itu penelitian ini berupaya menganalisa lebih jauh dan holistik, melalui beragam tinjauan dan pemetaan literatur yang diperoleh. Terkait bagaimana pengaruh desentralisasi fiskal terhadap upaya pelaksanaan pembangunan berkelanjutan, dalam menjawab tantangan laju urbanisasi dan isu lingkungan, yang jamak ditemui di sejumlah wilayah di banyak negara.





Gambar 1. Tren publikasi penelitian

## 2. METODE

Seperti yang telah disebutkan, penelitian ini merupakan penelitian yang menggabungkan dua metode berbeda yakni analisis bibliometrik dan tinjauan literatur sistematis. Dalam beberapa studi bibliometrik, tak jarang sejumlah peneliti menggabungkan metode ini dengan metode lain seperti tinjauan literatur sistematis, analisis konten, atau ulasan naratif untuk menggambarkan setiap temuan secara detail atau memberikan analisis mendalam [30]–[32].

Tahap pertama yang dilakukan dalam penelitian ini adalah mengidentifikasi *database* yang mendukung tujuan penelitian, oleh karena itu sumber data harus dapat dipercaya dan tepat untuk melengkapi analisis dan membuat keputusan yang tepat [33], [34]. Materi dalam penelitian ini diperoleh melalui pencarian *database* di *platform* Scopus, yang menyediakan informasi jurnal ilmiah, karya ilmiah, buku, acara, dan item lainnya. Scopus adalah salah satu *database* utama yang menyediakan pengindeksan makalah jurnal yang dapat dipercaya dan sering diperbarui, yang konsisten dengan tujuan penelitian [35], [36]. Dalam proses awal pencarian, Peneliti melakukan analisis tema penelitian pada literatur Scopus dengan kata kunci “*decentralization AND fiscal OR budgetary OR economic OR financial OR revenue OR monetary OR pecuniary AND urban OR city OR town OR downtown OR slum*” pada kategori Title-Abs-Key pada tanggal 27 November 2023, dan menghasilkan sedikitnya 1,945 dokumen terkait.

Tahap kedua kemudian dilakukan dengan pemilihan dan pengumpulan data Scopus dengan pertimbangan bahwa kajian tersebut melihat tren global terkait desentralisasi fiskal dalam upaya pelaksanaan pembangunan berkelanjutan khususnya di wilayah perkotaan, dan menjawab tantangan laju urbanisasi dan isu lingkungan. Kriteria inklusi ditetapkan untuk menemukan karya ilmiah yang sesuai untuk dievaluasi, dan literatur yang tidak terkait dengan topik pembahasan dikecualikan, seperti yang telah dilakukan oleh peneliti lain [36]. Peneliti melakukan penyaringan pertama dengan membatasi rentang waktu publikasi dokumen sepuluh tahun terakhir pada periode 2013 hingga 2023; serta merupakan dokumen dengan penggunaan bahasa Inggris, yang kemudian diperoleh 976 dokumen. Penyaringan selanjutnya dilakukan dengan menggunakan kategori atau tipe dokumen akses terbuka yang menghasilkan 371 pasal.

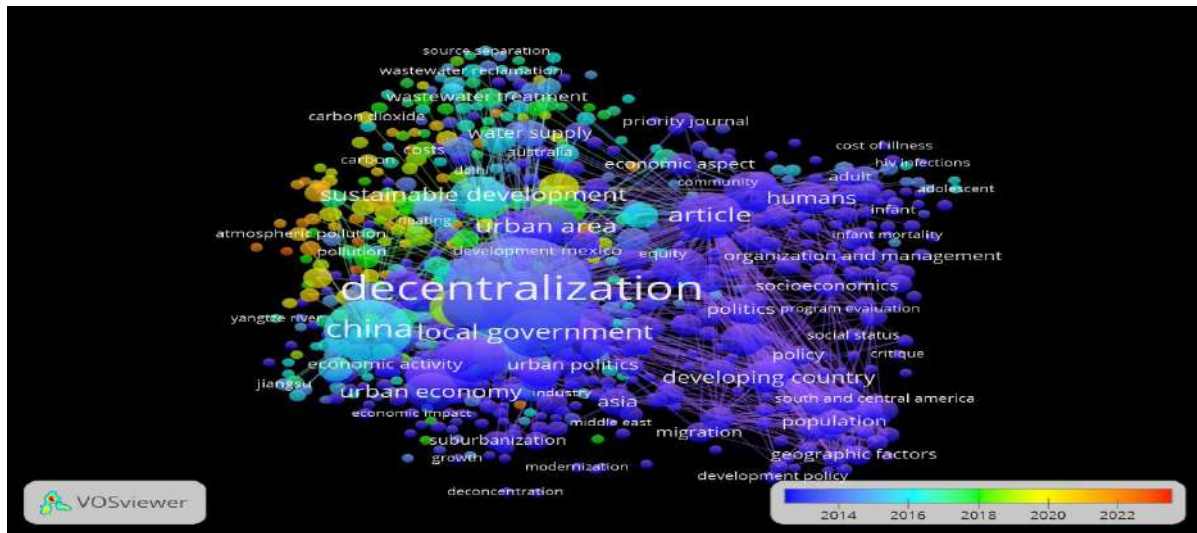
## 3. HASIL

Berdasarkan hasil analisa data yang telah dilakukan peneliti, menggunakan bantuan perangkat lunak VOSviewer 1.6.19. Sejumlah data berhasil dipetakan dan menghasilkan sejumlah temuan data sebagai berikut:

### a. *Overlay Visualization*

Tabel di bawah ini menunjukkan bagaimana perkembangan publikasi terkait topik desentralisasi fiskal dan pembangunan berkelanjutan kawasan perkotaan dalam skala global, khususnya pada periode sepuluh tahun

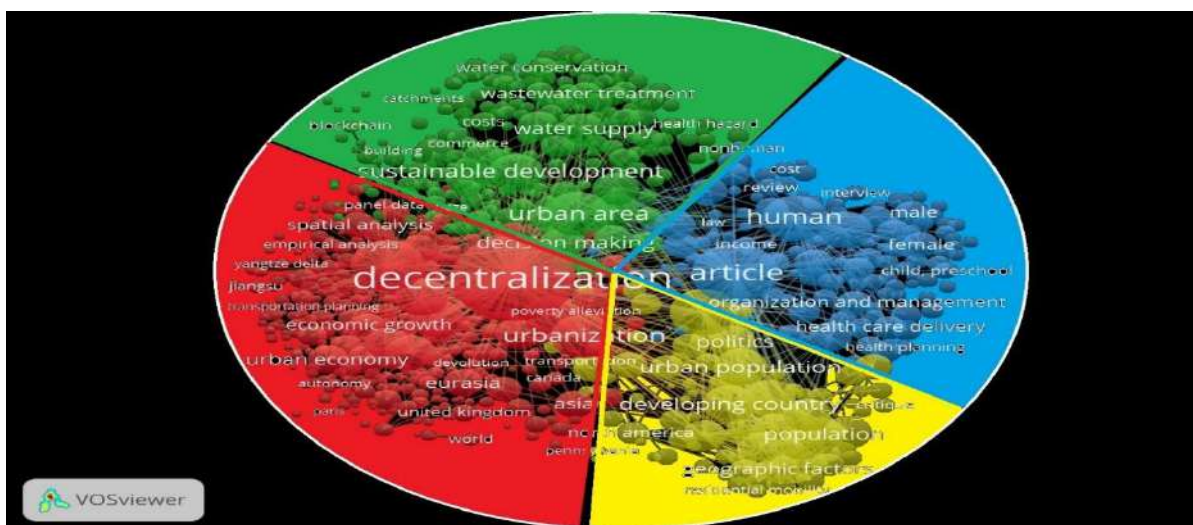
terakhir diawali pada paruh tahun 2013 hingga kuartal akhir tahun 2023. Melalui grafik yang ditunjukkan, dapat terlihat bahwa tren publikasi secara umum terus mengalami peningkatan dan perkembangan secara signifikan. Meski sempat diwarnai tren penurunan pada paruh tahun 2017 dan 2021, namun tren positif ditunjukkan khususnya pasca periode Covid-19 usai. Perkembangan isu juga ditunjukkan pada *overlay visualization* yang tercermin pada Gambar 2. Gelombang pandemi yang melanda dunia beberapa tahun silam, kian menyadarkan banyak pihak mengenai pentingnya isu lingkungan dalam menjaga keseimbangan alam dan kehidupan manusia itu sendiri. Hal tersebut dapat ditunjukkan pada pola warna hijau kekuningan hingga oranye yang mulai menjamur sebagai isu yang banyak diangkat oleh banyak sarjana, seperti kata kunci air limbah (*waste water*); polusi; karbon; polusi lingkungan; dan masih banyak lagi.



Gambar 2. *Overlay Visualization*

### b. *Network Visualization*

Tindakan pemetaan yang dilakukan, bertujuan untuk memvisualisasikan beragam kata kunci yang sering muncul berdasarkan judul dan bidang abstrak. Melalui hasil visualisasi ini akan membantu dalam mengidentifikasi *research gap* serta menemukan hal baru atau topik penelitian yang belum dan masih jarang dilakukan [37]. Berangkat dari 371 literatur yang terkumpul dalam format csv, ditemukan 8093 istilah atau kata kunci dengan minimal 5 kemunculan dan ditemukan sedikitnya 706 istilah paling relevan. Kumpulan kata kunci tersebut, kemudian membentuk 4 klaster yang diwakili dengan beberapa warna yang berbeda sebagaimana terjadi dalam Gambar 3.



Gambar 3. *Network Visualization*

Jumlah tautan (*links*) adalah 36830 dengan total kekuatan tautan (*total link strength*) 74788. Kejadian bersama visualisasi peta menandakan bahwa, semakin besar jumlah publikasi maka semakin kuat pula hubungan antar istilah. Peta kejadian bersama ini dapat menentukan topik penelitian mana yang telah diteliti secara berlebih, maupun topik penelitian yang masih kurang atau banyak dikaji. Sebagai contoh istilah “human” menjadi salah satu istilah dengan tingkat kemunculan tertinggi, dengan 760 kemunculan; 36830 kaitan dengan istilah lain; dan 74788 kekuatan sambungan total. Hal tersebut nampak wajar, lantaran emisi atau polutan berbahaya yang beredar dalam jumlah besar beberapa dekade terakhir menimbulkan ancaman serius terhadap lingkungan ekologis makhluk hidup tak terkecuali manusia itu sendiri [38], [39].

Setiap klaster menunjukkan adanya sebuah pola yang saling terkait, sehingga membentuk sebuah isu maupun tema besar berdasarkan sejumlah kata kunci. Merujuk pada klaster berwarna merah, beragam penelitian yang berkembang terkait pembangunan berkelanjutan di wilayah perkotaan menyoroti urgensi faktor seputar ekonomi dalam penyelenggaraan program maupun kebijakan yang ada. Sementara klaster kuning, mengupas tren penelitian yang banyak mengkaji di sejumlah negara atau kawasan berkembang. Isu ekologis manusia sebagai bagian dari makhluk hidup pada klaster biru, hingga isu lingkungan yang secara khusus didominasi indikator sumber daya air dalam mewujudkan pembangunan berkelanjutan pada klaster hijau.

Kebutuhan akan air, tentu merupakan urgensi tak boleh dianggap sebelah mata. Pasalnya kebutuhan air erat kaitannya dengan sejumlah kebutuhan vital masyarakat, salah satunya sanitasi. Sanitasi dasar merupakan salah satu hak yang dijamin oleh undang-undang. Sebut saja Brazil, menurut regulasi Undang-Undang (UU) No. 11.445. Otoritas publik berkewajiban mencari cara dalam melakukan upaya universalisasi akses terhadap layanan sanitasi limbah, pasokan air minum, pengumpulan sampah, dan pembuangan limbah dan sampah secara benar [19]. Berbicara mengenai aksesibilitas terhadap air dan saluran pembuangan, data menunjukkan setidaknya 1 miliar penduduk Brasil tidak memiliki akses terhadap fasilitas sanitasi [40].

Dalam mengatasi permasalahan polusi air dan kelangkaan air bersih yang kian jamak dijumpai pada sejumlah wilayah perkotaan di seluruh dunia, pengolahan di lokasi dan penggunaan kembali air limbah rumah tangga telah terbukti menjadi salah satu solusi yang cukup menjanjikan [41]. Selama beberapa dekade, telah terjadi diskusi di kalangan akademisi dan praktisi mengenai solusi infrastruktur air yang ‘optimal’ untuk masa depan, khususnya bagi populasi perkotaan yang berkembang pesat di seluruh dunia [42]. Sebagai upaya dalam meningkatkan pengolahan dan penggunaan kembali air limbah di lokasi, beberapa kota termasuk Bengaluru di India. Telah mewajibkan pemasangan dan penggunaan teknologi yang diperlukan pada jenis bangunan tertentu, dan kini populer dengan program rencana energi distrik yang terintegrasi (*integrated district energy plans*). Sebuah program dalam mengupayakan terciptanya efisiensi energi dan strategi pasokan energi untuk berbagai bangunan. Upaya tersebut diharapkan dapat berkontribusi terhadap transformasi berkelanjutan pada sektor bangunan untuk membuka solusi yang bahkan melampaui tingkat bangunan individual [18].

#### 4. KESIMPULAN

Pembangunan berkelanjutan yang kian gencar diperkenalkan dan dilaksanakan pada setiap sudut kawasan perkotaan di seluruh dunia dalam menjawab persoalan peningkatan laju urbanisasi hingga isu lingkungan yang terjadi, tentu harus dibarengi dengan adanya komitmen serta kemampuan keuangan yang harus dipersiapkan secara matang guna memastikan setiap program dan rencana dapat berjalan dengan baik selaras dengan tujuan yang diharapkan. Sejumlah penelitian yang berkembang di kalangan sarjana, juga telah menunjukkan adanya peningkatan kajian terkait isu lingkungan terhadap upaya pembangunan berkelanjutan. Pengelolaan sumber daya air, menjadi salah satu topik bahasan yang cukup mendominasi dalam tren perkembangan literatur beberapa dekade ini. Sebagai salah satu denyut dalam sebuah siklus ekologi, sudah sewajarnya jika pemerintah dan para pemangku kebijakan terkait lainnya. Mulai memberikan perhatian khusus terhadap isu tersebut, sehingga upaya pembangunan secara berkelanjutan dapat berjalan secara optimal ditengah gempuran laju populasi hingga keterbatasan sumber daya yang tersedia.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] P. F. Wong, F. C. Chia, M. S. Kiu, and E. C. W. Lou, “Potential integration of blockchain technology into smart sustainable city (SSC) developments: a systematic review,” *Smart and Sustainable Built Environment*, vol. 11, no. 3, pp. 559–574, Nov. 2022, doi: 10.1108/SASBE-09-2020-0140.



- [2] U. Nations, "2018 Revision of World Urbanization Prospects | United Nations", Accessed: Nov. 29, 2023. [Online]. Available: <https://www.un.org/en/desa/2018-revision-world-urbanization-prospects>
- [3] J. Xie *et al.*, "A Survey of Blockchain Technology Applied to Smart Cities: Research Issues and Challenges," *IEEE Communications Surveys and Tutorials*, vol. 21, no. 3, pp. 2794–2830, Jul. 2019, doi: 10.1109/COMST.2019.2899617.
- [4] L. Sun, J. Chen, Q. Li, and D. Huang, "Dramatic uneven urbanization of large cities throughout the world in recent decades," *Nature Communications* 2020 11:1, vol. 11, no. 1, pp. 1–9, Oct. 2020, doi: 10.1038/s41467-020-19158-1.
- [5] R. S. Kookana, P. Drechsel, P. Jamwal, and J. Vanderzalm, "Urbanisation and emerging economies: Issues and potential solutions for water and food security," *Science of The Total Environment*, vol. 732, p. 139057, Aug. 2020, doi: 10.1016/J.SCITOTENV.2020.139057.
- [6] L. Liu *et al.*, "Threshold Effect of Environmental Regulation and Green Innovation Efficiency: From the Perspective of Chinese Fiscal Decentralization and Environmental Protection Inputs," *Int J Environ Res Public Health*, vol. 20, no. 5, Mar. 2023, doi: 10.3390/ijerph20053905.
- [7] B. N. Silva, M. Khan, and K. Han, "Towards sustainable smart cities: A review of trends, architectures, components, and open challenges in smart cities," *Sustain Cities Soc*, vol. 38, pp. 697–713, Apr. 2018, doi: 10.1016/J.SCS.2018.01.053.
- [8] J. Keller, "Why are decentralised urban water solutions still rare given all the claimed benefits, and how could that be changed?," *Water Res X*, vol. 19, p. 100180, May 2023, doi: 10.1016/J.WROA.2023.100180.
- [9] L. Liu *et al.*, "Threshold Effect of Environmental Regulation and Green Innovation Efficiency: From the Perspective of Chinese Fiscal Decentralization and Environmental Protection Inputs," *International Journal of Environmental Research and Public Health* 2023, Vol. 20, Page 3905, vol. 20, no. 5, p. 3905, Feb. 2023, doi: 10.3390/IJERPH20053905.
- [10] R. Watson, S. Fane, and C. Mitchell, "The Critical Role of Impact Distribution for Local Recycled Water Systems," *International Journal of Water Governance*, vol. 4, p. 12, 2016, doi: 10.7564/15.
- [11] N. Voulvoulis, "Water reuse from a circular economy perspective and potential risks from an unregulated approach," *Curr Opin Environ Sci Health*, vol. 2, pp. 32–45, Apr. 2018, doi: 10.1016/J.COESH.2018.01.005.
- [12] P. Kuttuva, S. Lele, and G. V. Mendez, "Decentralized Wastewater Systems in Bengaluru, India: Success or Failure?," <https://doi.org/10.1142/S2382624X16500430>, vol. 4, no. 2, May 2018, doi: 10.1142/S2382624X16500430.
- [13] S. Eggimann, B. Truffer, and M. Maurer, "The cost of hybrid waste water systems: A systematic framework for specifying minimum cost-connection rates," *Water Res*, vol. 103, pp. 472–484, Oct. 2016, doi: 10.1016/J.WATRES.2016.07.062.
- [14] C. Wardle and N. Zakiriaeva, "Sustainability and long-term impact of community-managed water supply in rural Kyrgyzstan, Central Asia," *Waterlines*, vol. 37, no. 2, pp. 118–131, Apr. 2018, doi: 10.3362/1756-3488.17-00021.
- [15] H. B. Tantoh, D. M. Simatele, E. Ebhuoma, K. Donkor, and T. J. M. McKay, "Towards a pro-community-based water resource management system in Northwest Cameroon: practical evidence and lessons of best practices," *GeoJournal*, vol. 86, no. 2, pp. 943–961, Apr. 2021, doi: 10.1007/S10708-019-10085-3/METRICS.
- [16] E. Makaya *et al.*, "Water governance challenges in rural South Africa: exploring institutional coordination in drought management," *Water Policy*, vol. 22, no. 4, pp. 519–540, Aug. 2020, doi: 10.2166/WP.2020.234.
- [17] T. Klug, R. Cronk, K. F. Shields, and J. Bartram, "A categorization of water system breakdowns: Evidence from Liberia, Nigeria, Tanzania, and Uganda," *Science of The Total Environment*, vol. 619–620, pp. 1126–1132, Apr. 2018, doi: 10.1016/J.SCITOTENV.2017.11.183.
- [18] A. Lerbinger, I. Petkov, G. Mavromatidis, and C. Knoeri, "Optimal decarbonization strategies for existing districts considering energy systems and retrofits," *Appl Energy*, vol. 352, Dec. 2023, doi: 10.1016/j.apenergy.2023.121863.
- [19] A. V. M.; Machado *et al.*, "Strategies for Achieving Sustainability of Water Supply Systems in Rural Environments with Community Management in Brazil," *Water* 2023, Vol. 15, Page 2232, vol. 15, no. 12, p. 2232, Jun. 2023, doi: 10.3390/W15122232.
- [20] L. Hu and Y. Xue, "A Study on the Incentive Effect and Transmission Mechanism of Fiscal Decentralization on the Activity of Regional Innovation," 2020.
- [21] L. Liu *et al.*, "Threshold Effect of Environmental Regulation and Green Innovation Efficiency: From the Perspective of Chinese Fiscal Decentralization and Environmental Protection Inputs," *Int J Environ Res Public Health*, vol. 20, no. 5, Mar. 2023, doi: 10.3390/IJERPH20053905.

- [22] “Does Environmental Investment Contribute to Firm Productivity? An Empirical Analysis Based on the Mediation Role of Firm Innovation - CNKI.” Accessed: Nov. 28, 2023. [Online]. Available: <http://kns.cnki.net/kcms/detail/detail.aspx?doi=10.14116/j.nkes.2020.06.006>
- [23] N. Ahmed *et al.*, “Environmental Regulation, Fiscal Decentralization, and Agricultural Carbon Intensity: A Challenge to Ecological Sustainability Policies in the United States,” *Sustainability* 2023, Vol. 15, Page 5145, vol. 15, no. 6, p. 5145, Mar. 2023, doi: 10.3390/SU15065145.
- [24] L. Wang, P. Lei, and \* Corresponding, “Fiscal Decentralization and High-Polluting Industry Development: City-Level Evidence from Chinese Panel Data,” *International Journal of Smart Home*, vol. 10, no. 9, pp. 297–308, 2016, doi: 10.14257/ijsh.2016.10.9.28.
- [25] J. Wang, Y. Liu, W. Wang, and H. Wu, “Effects of Chinese-style fiscal decentralization on carbon emissions: is there a role for urban construction investment bonds?,” *Economic Research-Ekonomska Istraživanja*, vol. 36, no. 3, Dec. 2023, doi: 10.1080/1331677X.2022.2158115.
- [26] P. F. Wong, F. C. Chia, M. S. Kiu, and E. C. W. Lou, “Potential integration of blockchain technology into smart sustainable city (SSC) developments: a systematic review,” *Smart and Sustainable Built Environment*, vol. 11, no. 3, pp. 559–574, Nov. 2022, doi: 10.1108/SASBE-09-2020-0140/FULL/XML.
- [27] B. Dahiya and A. Das, “New Urban Agenda in Asia-Pacific: Governance for Sustainable and Inclusive Cities,” *Advances in 21st Century Human Settlements*, pp. 3–36, 2020, doi: 10.1007/978-981-13-6709-0\_1/COVER.
- [28] R. J. Lawrence, “Urban health challenges in Europe,” *Journal of Urban Health*, vol. 90, no. SUPPL 1, pp. 23–36, Oct. 2013, doi: 10.1007/S11524-012-9761-Z/METRICS.
- [29] D. Brown, “Making the linkages between climate change adaptation and spatial planning in Malawi,” *Environ Sci Policy*, vol. 14, no. 8, pp. 940–949, Dec. 2011, doi: 10.1016/J.ENVSOCI.2011.07.009.
- [30] “Mapping Trends of Literature in Energy Policy in Indonesia: A Bibliometric Analysis Sajida”, doi: 10.30589/pgr.
- [31] M. Cheng, D. Edwards, S. Darcy, and K. Redfern, “A Tri-Method Approach to a Review of Adventure Tourism Literature: Bibliometric Analysis, Content Analysis, and a Quantitative Systematic Literature Review,” *Journal of Hospitality & Tourism Research*, vol. 42, no. 6, pp. 997–1020, Aug. 2018, doi: 10.1177/1096348016640588.
- [32] R. Rialti, G. Marzi, C. Ciappei, and D. Busso, “Big data and dynamic capabilities: a bibliometric analysis and systematic literature review,” *Management Decision*, vol. 57, no. 8, pp. 2052–2068, Sep. 2019, doi: 10.1108/MD-07-2018-0821/FULL/XML.
- [33] M. H. Khan, S. N. Muktar, M. H. Khan, and S. N. Muktar, “Cogent Business & Management A bibliometric analysis of green human resource management based on scopus platform MANAGEMENT | REVIEW ARTICLE A bibliometric analysis of green human resource management based on scopus platform,” *Cogent Business & Management*, vol. 7, no. 1, 2020.
- [34] G. Rueda, P. Gerdri, and D. F. Kocaoglu, “Bibliometrics and Social Network Analysis of the Nanotechnology Field,” *PICMET '07 - 2007 Portland International Conference on Management of Engineering & Technology*, pp. 2905–2911, 2007, doi: 10.1109/PICMET.2007.4349633.
- [35] S. Gümüş, M. Ş. Bellibaş, E. Gümüş, and P. Hallinger, “Science mapping research on educational leadership and management in Turkey: a bibliometric review of international publications,” *School Leadership & Management*, vol. 40, no. 1, pp. 23–44, Jan. 2020, doi: 10.1080/13632434.2019.1578737.
- [36] Q. Cao, Q. Vuong, H. Pham, D. Luong, and M. Ho, “A Bibliometric Review of Research on International Students’ Mental Health: Science Mapping of the Literature from 1957 to 2020,” pp. 781–794, 2021.
- [37] “Mapping Trends of Literature in Energy Policy in Indonesia: A Bibliometric Analysis Sajida”, doi: 10.30589/pgr.
- [38] L. Jiang, Y. Tong, Z. Zeng, and C. You, “The Price of Becoming a City: Decentralization and Air Pollution—The Evidence from the Policy of County-to-City Upgrade in China,” *International Journal of Environmental Research and Public Health* 2022, Vol. 19, Page 15621, vol. 19, no. 23, p. 15621, Nov. 2022, doi: 10.3390/IJERPH192315621.
- [39] Y. Feng, Q. Hu, Y. Feng, and Q. Hu, “Heterogeneity and spillover effects of carbon emission trading on green innovation,” *Mathematical Biosciences and Engineering* 2023 4:6468, vol. 20, no. 4, pp. 6468–6497, 2023, doi: 10.3934/MBE.2023279.
- [40] International Labour Organization., “Women at Work : Trends 2016.,” p. 138, 2016.
- [41] J. Kollmann *et al.*, “Acceptance of on-site wastewater treatment and reuse in Bengaluru, India: The role of perceived costs, risks, and benefits,” *Science of the Total Environment*, vol. 895, Oct. 2023, doi: 10.1016/j.scitotenv.2023.165042.



- 
- [42] D. Sedlak, "Water 4.0: The Past, Present, and Future of the World? S Most Vital Resource," 2014, Accessed: Nov. 29, 2023. [Online]. Available: <https://books.google.com/books?hl=id&lr=&id=ShieAgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR7&dq=Sedlak,+D.,+2014.+Water+4.0:+the+past,+present,+and+future+of+the+world%27s+most+vital+resource.&ots=lycs0riGWX&sig=ITzEpWk7kFrAz4VMrFi1Glrin88>

# Fenomena *Co-Housing* dan *Co-Living* Sebagai Alternatif Hunian Bagi Masyarakat Berpenghasilan Rendah

Faradilla Chaerany<sup>1\*</sup>, Filza Dania Rahardian<sup>1</sup>, dan Agus S. Sadana<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila, Jakarta

**Abstrak.** Masyarakat berpenghasilan rendah sering mengalami kesulitan dalam mencari rumah yang terjangkau secara finansial. Belakangan ini konsep *Co-Housing* dan *Co-Living* sedang menjadi perbincangan di kalangan masyarakat di Indonesia. Terkait dengan dua konsep baru ini, masalah yang dikaji dalam makalah ini adalah menelusuri peluang konsep *Co-Housing* dan *Co-Living* dalam menjawab kebutuhan tempat tinggal bagi Masyarakat berpenghasilan rendah. Makalah ini merupakan suatu kajian yang dilaksanakan dengan metode *library research*, yang bersumber dari berbagai pustaka terkait tema. Hasilnya dirahapkan dapat menjawab permasalahan yang dalam penelitian ini. Hasil kajian menunjukkan bahwa kesempatan memiliki tempat tinggal yang layak huni akan lebih mudah akan tercapai jika mengikuti konsep *Co-Housing* dan *Co-Living*, karena biaya kepemilikan rumah akan ditanggung bersama oleh komunitas dan tersedianya dukungan lainnya dari penyandang dana. Selain mendapatkan tempat tinggal masyarakat juga akan mendapatkan komunitas, kenyamanan dan rasa kebersamaan. Kedua konsep ini menjadi alternatif penyediaan tempat tinggal yang lebih terjangkau di wilayah perkotaan yang padat. Meskipun menghadapi tantangan dan masalah, potensi dari konsep *Co-Housing* dan *Co-Living* diharapkan akan terus berkembang seiring perkembangan zaman.

**Kata kunci:** *co-living; co-housing; masyarakat berpenghasilan rendah; kawasan kumuh; perumahan.*

## 1. PENDAHULUAN

Terbatasnya pasokan menyebabkan terjadinya kenaikan harga sewa atau harga rumah yang melampaui tingkat pertumbuhan pendapatan, sehingga diperlukan solusi tersendiri dalam rangka meningkatkan pemenuhan tersedianya unit hunian [1]. Akibatnya orang-orang dengan keterbatasan ekonomi sulit untuk memiliki tempat tinggal yang terjangkau. Situasi ini merupakan tantangan dalam mencari solusi bagi penyediaan tempat tinggal yang layak dan nyaman bagi masyarakat.

Permasalahan terkait lahan untuk permukiman bisa terjadi di pinggiran kota, pusat kota, bahkan di tengah pusat kota. Masyarakat berpenghasilan rendah sering dijumpai di lingkungan ini, situasinya mereka perlu menetap namun berhadapan dengan keterbatasan finansial [2]. Selain itu, kualitas hidup mereka cenderung kian memburuk karena tidak memadainya infrastruktur dan fasilitas lingkungan, terutama berupa terbatasnya akses terbatas pada fasilitas publik. Tingginya tingkat pengangguran mengakibatkan program penyediaan perumahan yang terjangkau bagi masyarakat berpenghasilan rendah menjadi sebuah tantangan [3]. Terbatasnya kemampuan finansial menyebabkan semakin sulitnya masyarakat berpenghasilan rendah memenuhi kebutuhannya dalam memiliki tempat tinggal yang layak huni [4]. Terbatasnya lahan di wilayah perkotaan merupakan kendala utama dalam memenuhi kebutuhan tempat tinggal yang ekonomis, sehingga dibutuhkan adanya kebijakan tertentu dalam penerapan peraturan dan pendampingan bagi masyarakat berpenghasilan rendah [5]. Tingginya harga properti di kota-kota besar menyebabkan masyarakat berpenghasilan rendah semakin sulit dalam mendapatkan tempat tinggal, sehingga diperlukan strategi pengeloaan yang lebih efisien agar lebih terjangkau.

---

\*Corresponding author: [fadiaica.fi@gmail.com](mailto:fadiaica.fi@gmail.com)

Indonesia adalah negara berpenduduk sangat besar, yang pada tahun 2000 jumlahnya mencapai 205.132.458 jiwa [4][6]. Ketika jumlah penduduknya mencapai 259.940.857 jiwa di tahun 2010, Indonesia menjadi negara terpadat peringkat ke-4 dunia dan peringkat ke-3 di Asia [4][7], dan di tahun 2023 ini telah mencapai 278 juta jiwa [2]. Hal ini menunjukkan bahwa tingkat pertumbuhan penduduk Indonesia cukup tinggi, yang berakibat pada tingginya kebutuhan pembangunan dan penyediaan unit-unit hunian baru [4].

Pesatnya pertumbuhan penduduk menyebabkan tingginya kebutuhan tempat tinggal. Meningkatnya kebutuhan tempat tinggal di wilayah perkotaan menyebabkan naiknya harga tanah dan perumahan di pusat kota yang disediakan oleh pengembang, dan memperberat besarnya beban penyediaan infrastruktur [8]. Selain itu, wilayah pinggiran kota juga mendapat tambahan beban berupa cepatnya pertumbuhan penduduk, sebagai akibat dari bergesernya warga kota ke daerah pinggiran untuk memperoleh tempat tinggal, karena tingginya harga dan perubahan fungsi lahan di pusat kota [4]. Diharapkan, konsep *Co-Living* dan *Co-Housing* dapat menjadi jawaban yang solutif dan efektif dalam rangka mencukupi kekurangan tempat tinggal bagi masyarakat berpenghasilan rendah, baik di pusat kota maupun di area pinggir kota. Terbentuknya sistem hunian berbasis komunitas melalui konsep *Co-Housing* dan *Co-Living* diharapkan dapat menghadirkan kombinasi antara *privacy* bagi setiap individu di dalam kebersamaan dengan komunitas, terutama dalam menengahi situasi kehidupan berbiaya tinggi di pusat kota [9].

## 2. METODE

Makalah ini merupakan sebuah studi yang dilaksanakan dengan metode *library research* [10], yaitu studi pustaka yang berasal dari berbagai pustaka seperti artikel-artikel jurnal dan prosiding terkait *Co-Housing* dan *Co-Living*, serta buku-buku tentang permukiman. Terkait tema, substansi dari studi pustaka tersebut dipilah-pilah untuk diambil esensinya sebagai dasar bagi proses kajian dan analisis. Adapun bacaan yang dipergunakan dalam studi ini sebanyak 20 (dua puluh) pustaka yang berasal dari berbagai sumber. Selanjutnya pendapat para ahli pada studi pustaka tersebut dikaji dan dianalisis untuk mencari jawaban atas permasalahan yang diangkat dalam kajian ini, yaitu untuk menelusuri sejauh mana peluang konsep *Co-Housing* dan *Co-Living* dapat menjawab kebutuhan tempat tinggal bagi masyarakat berpenghasilan rendah. Hasil yang diperoleh diharapkan dapat menunjukkan mampu atau tidaknya konsep *Co-Living* dan *Co-Housing* ini dalam menjawab tantangan berupa pemenuhan kebutuhan tempat tinggal bagi masyarakat berpenghasilan rendah.

## 3. HASIL

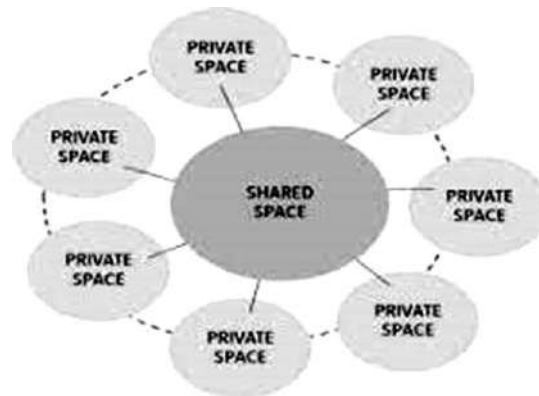
*Co-Housing* merupakan konsep perumahan sengaja yang dirancang untuk mendorong tumbuhnya interaksi sosial, kolaborasi, dan partisipasi aktif diantara para penghuninya [11]. Hasil kajian menunjukkan bahwa dengan konsep *Co-Housing*, penghuni akan terdorong untuk aktif terlibat sejak masa perencanaan dan pembangunan, hingga pengelolaan secara bersama setelah tempat tinggal berdiri dan dipergunakan. Situasi ini akan mewujudkan lingkungan yang memiliki nilai-nilai kerja sama dalam berbagi sumber daya, dan tumbuhnya partisipasi aktif para penghuni. Meskipun setiap unit hunian *Co-Housing* menjadi milik sendiri, namun tetap tersedia fasilitas bersama, seperti dapur komunal, ruang pertemuan dan area bersantai bersama. Konsep ini diharapkan dapat membangun komunitas yang solid, yang setiap anggotanya berperan dalam mendukung satu dengan lainnya. Penghuni akan berbagi tanggung jawab dan aktif dalam kehidupan sehari-hari bersama komunitas. Hal yang diunggulkan dalam konsep ini terutama berupa nilai-nilai kolaborasi atau kebersamaan, keberlanjutan, hingga berkembangnya komunitas sebagai suatu kelompok yang inklusif.



Gambar 1 Skema integrasi pengembangan kawasan dengan konsep *Co-Housing*[12].

Konsep *Co-Housing* melibatkan beragam aspek, terutama aspek-aspek yang melibatkan partisipasi aktif anggotanya sejak tahap perencanaan hingga tibanya masa pengelolaan tempat tinggal secara bersama. Kolaborasi dan interaksi sosial yang terjadi diantara para penghuni merupakan perhatian utama, seperti partisipasi dan tanggung jawab bersama para penghuni dalam proses pengambilan keputusan. Selain itu, konsep *Co-Housing* juga menghidupkan kebersamaan dalam berbagi sumber daya, berbagi nilai bagi kebutuhan bersama dan mengedepankan keberlanjutan lingkungan dalam kehidupan komunitas. Lebih jauh lagi, konsep *Co-Housing* ini menghadirkan terwujudnya lingkungan yang inklusif, dimana setiap anggotanya merasa diterima, saling mendukung, dan dapat terlibat dalam proses membangun komunitas yang solid.

*Co-Living* adalah bentuk hunian yang memiliki ciri-ciri berupa kamar-kamar sewa individual dengan fasilitas bersama guna mengatasi masalah langka dan sulitnya jangkauan perumahan di area perkotaan [13][14]. Tujuan utama *Co-Living* adalah untuk menghadirkan lingkungan yang memiliki nilai-nilai kolaborasi atau kerjasama, interaksi sosial, dan kebersamaan dalam penggunaan ruang dan sumber daya. Oleh karenanya, konsep *Co-Living* ini dapat menjadi pilihan tipe hunian yang menarik di lingkungan perkotaan, khususnya bagi individu yang mencari alternatif tempat tinggal yang cukup ekonomis dan bersifat sosial. Konsep *Co-Housing* melibatkan berbagai aspek, terutama aspek tersedianya ruang-ruang pribadi seperti ruang tidur bagi setiap anggotanya, sedangkan fasilitas lain yang dapat digunakan secara bersama disediakan sebagai fasilitas bersama, seperti ruang tamu, dapur, dan kamar mandi komunal [13]. Lebih jauh lagi, konsep *Co-Living* yang dipadukan dengan konsep *behavior mapping* dapat menghidupkan semangat interaksi sosial di antara para penghuni dan menghadirkan ruang publik yang aktif bagi aktivitas bersama [15]. Penggunaan fasilitas bersama, seperti peralatan dapur dan perabotan, menjadi bagian yang tidak terpisahkan dalam kegiatan komunitas di dalam *Co-Living* [13]. Dari uraian tersebut dapat diartikan bahwa hunian dengan konsep *Co-Living* perlu mengintegrasikan ruang-ruang dalam desain guna mengoptimalkan tercapainya efisiensi sekaligus dan kenyamanan dalam penggunaan ruang. Adapun, untuk mencapai keberlanjutan, wajah bangunannya juga perlu dibuat dengan desain yang menggambarkan suasana hidup sehari-hari di dalamnya. Selain itu, keunggulan lain yang dapat ditemukan adalah bahwa aktivitas komunal yang menjadi inti dari konsep *Co-Living*, merupakan unsur penting dalam mewujudkan lingkungan yang efisien namun tetap terasa sisi sosialnya.



Gambar 2 Skema integrasi antar kegiatan dan ruang pada hunian *Co-Living* [15].

Secara konsep, *Co-Housing* dan *Co-Living* merupakan gagasan perwujudan hunian yang berbasis kolaborasi atau kerjasama yang melibatkan interaksi antar penghuni sebagai pembentuk komunitas. Perbedaannya adalah, *Co-Housing* lebih berfokus pada pembangunan atau pengelolaan bersama rumah atau unit hunian di dalam sebuah kompleks atau lingkungan tertentu. Dalam konsep tersebut, privasi pada setiap unit pribadi tetap terjaga, namun tersedianya fasilitas bersama sebagai sarana bagi interaksi antar anggota komunitas menjadi bagian penting yang tak terpisahkan dari keseluruhan kompleks atau lingkungan. Sedangkan *Co-Living* lebih berfokus pada desain pada sebuah unit tempat tinggal yang memungkinkan penghuninya saling berbagi pada beberapa fasilitas yang dapat dipergunakan secara bersama. Adapun, unit ruang tidurnya sangat dipentingkan sebagai unit pribadi. Secara ringkas dapat dikatakan bahwa *Co-Housing* lebih berfokus pada kolaborasi atau kerjasama dalam perencanaan dan pengelolaan tempat tinggal, sedangkan *Co-Living* lebih menekankan pada efisiensi dan fleksibilitas hidup bersama. Dari sisi kepemilikan, *Co-Housing* lebih tepat diterapkan pada kelompok masyarakat tertentu yang berskala besar sebagai pemilik, sedangkan *Co-Living* lebih mirip dengan rumah sewa bagi individu atau kelompok kecil.

Konsep *Co-Living* merupakan bagian yang tak terpisahkan dari *Co-Housing* yang memiliki kesesuaian dengan sifat gotong-royong yang kental pada masyarakat Indonesia sebagai modal sosialnya. Adanya fasilitas bersama pada konsep *Co-Living* dan *Co-Housing* diharapkan dapat menjadi solusi yang efektif dalam mengurangi dampak kenaikan harga tanah di perkotaan, adapun sisi kebersamaannya diharapkan dapat mengurangi tingkat stres dan menghalau rasa kesepian [16]. Tersedianya fasilitas bersama seperti dapur komunal, serta ruang pertemuan dan ruang rekreasi bersama akan mengurangi biaya pembangunan. Wujud kolaborasi dalam *Co-Housing* terutama keterlibatan keluarga anggota komunitas pada proses desain dan merancang unit hunian dan penyediaan fasilitas bersama, sedangkan *Co-Living* dapat memfasilitasi proses hidup berkelanjutan melalui penggunaan sumber daya dan ruang secara efisien, sehingga keduanya dapat menjadi alternatif tempat tinggal dengan biaya yang lebih terjangkau bagi masyarakat maupun individu berpenghasilan rendah yang tinggal di wilayah perkotaan [17].

Hunian dengan konsep *Co-Housing* dan *Co-Living* masih merupakan alternatif tipe hunian yang baru, namun diperkirakan popularitasnya akan semakin dikenal di masa depan. Berdasarkan situasi tersebut, diharapkan *Co-Housing* dan *Co-Living* dapat memberi manfaat bagi peningkatan ekonomi, tersedianya fasilitas bersama yang lebih luas, efisiensi dalam tingkat kepadatan ruang, dan adanya peluang untuk lebih mengembangkan keterampilan bagi masyarakat berpenghasilan rendah [18] baik di wilayah pusat kota maupun pinggir kota. Terdapat aspek yang menjadi tantangan besar dalam mewujudkan *Co-Housing* dan *Co-Living*. Aspek pertama yaitu tingginya harga tanah di kota-kota besar yang mempersempit kesempatan untuk mendapatkan lahan dengan harga yang terjangkau [18]. Selanjutnya, tidak setaranya sisi sosial, budaya, dan ekonomi juga menjadi faktor penghambat yang cukup besar dalam menghadirkan *Co-Housing* dan *Co-Living* yang inklusif, sehingga diperlukan edukasi yang lebih intensif dalam mengenalkan konsep baru kepemilikan rumah dan cara hidup berbagi dan berkolaborasi. Kemudian, pengembangan *Co-Housing* dan *Co-Living* memerlukan investasi yang besar, sehingga menjadi tantangan untuk menarik minat investor [19]. Selanjutnya, keterbatasan regulasi perumahan, termasuk persyaratan zonasi dan ukuran lahan yang ketat, dapat mempersulit proses pengembangan [18]. Terakhir, perlunya partisipasi aktif anggota komunitas dalam pengelolaan dan pemeliharaan fisik unit-unit *Co-Housing* dan *Co-Living*, sementara masyarakat dan individu berpenghasilan rendah mungkin sangat terbatas sumber daya dan ketersediaan waktunya untuk turut aktif mengelola, sehingga pengembangan komunitas yang solid dan berkelanjutan masih memerlukan upaya besar dalam jangka waktu yang lebih lama [3].

Dalam studi banding di luar negeri [20] dapat diketahui adanya bangunan-bangunan yang berhasil dikelola dengan konsep *Co-Living*. Contohnya adalah bangunan *Ausbauhaus Neukölln* di Berlin yang menampilkan model pengembangan perumahan kooperatif di Jerman, dan dikenal dengan sebutan *baugruppe* [20]. *Baugruppe* ini adalah contoh bangunan dengan konsep *Co-Living* yang berhasil dalam melibatkan penduduk dalam pendanaan dan pengembangannya dengan tantangan terbesar berupa proses mendapatkan lahan yang besar dengan harga terjangkau [20].



Gambar 3 Contoh unit bangunan *Co-Living* *Ausbauhaus Neukölln* [20].

Studi kasus *Co-Housing* lainnya yaitu *Pocket Living* [19] di Britania Raya. Proyek ini adalah contoh sukses proyek-proyek *Co-Housing* yang ditujukan bagi pada masyarakat berpenghasilan menengah, dan



mampu menunjukkan keberhasilan dalam memberikan solusi perumahan yang terjangkau [19]. Dengan susunan ruang yang efisien, *Pocket Living* menjadi contoh desain arsitektur yang berhasil pada unit tipe studio dengan kamar mandi dan dapur kecil. Selain itu, desain *Pocket Living* memungkinkan terjadinya hubungan sosial melalui acara bersama di ruang komunal [19]. Berdasarkan uraian tersebut dapat dimengerti bahwa konsep yang dikembangkan dalam proyek *Pocket Living* mencerminkan komitmen dalam menjawab problematika yang dihadapi oleh masyarakat berpenghasilan menengah.



Gambar 4 Contoh rumah yang terjangkau untuk pembeli pemula di Inggris [19].

#### 4. KESIMPULAN

Di Indonesia, *Co-Living* dan *Co-Housing* merupakan konsep baru yang hadir sebagai alternatif tempat tinggal yang berpengaruh bagi masyarakat maupun individu komunitas berpenghasilan rendah. *Co-Housing* melibatkan adanya kerja sama antar keluarga anggota komunitas dalam merancang tempat tinggal mereka sendiri, sedangkan *Co-Living* lebih cenderung bersifat rumah atau kamar sewa yang akan efisien dan fleksibel. Oleh karena itu dapat dikatakan bahwa selain mendapatkan tempat tinggal, nyaman, efisien, dan fleksibel, penghuni juga tidak kehilangan sisi sosial dalam kehidupannya melalui komunitas. Berkembangnya *Co-Housing* dan *Co-Living* dapat membangkitkan paradigma baru berupa pentingnya peran komunitas dan kerjasama atau kolaborasi dalam penyediaan tempat tinggal yang berkelanjutan, khususnya bagi masyarakat, komunitas, dan individu berpenghasilan rendah yang tinggal di wilayah perkotaan. Adapun besarnya biaya investasi membutuhkan kerjasama antara pengembang sebagai penyandang dana, pemerintah, dan masyarakat guna mewujudkan lingkungan hunian berkelanjutan yang inklusif. *Co-Housing* dan *Co-Living* dapat menjadi alternatif pilihan guna mengatasi masalah penyediaan tempat tinggal bagi masyarakat dengan berpenghasilan rendah, agar mereka memiliki tempat tinggal yang layak huni, dengan biaya kepemilikan yang lebih ringan, karena terbantu oleh adanya kolaborasi dari penghuni lainnya, serta dukungan penyandang dana. Secara ekonomis, kedua konsep ini dapat menjadi alternatif penyediaan perumahan yang lebih terjangkau di wilayah perkotaan yang padat penduduk, yang potensinya dapat semakin berkembang di masa depan seiring perkembangan dan perubahan zaman.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. D. Oliner, "Housing Conundrum: A Shortage of Demand or Supply?," *Bus. Econ.*, vol. 51, no. 3, pp. 161–165, Dec. 2016, doi: <https://doi.org/10.1057/s11369-016-0003-3>.
- [2] J. Kubeš and A. Nováček, "Suburbs around the Czech provincial city of České Budějovice – territorial arrangement and problems," *Hungarian Geogr. Bull.*, vol. 68, no. 1, pp. 65–78, 2019, doi: [10.15201/hungeobull.68.1.5](https://doi.org/10.15201/hungeobull.68.1.5).
- [3] A. De Silva and F. Cod, "An Australian Household's Choice: Housing Deprivation or Financial Debt 'betwixt the devil and the deep blue sea'?" 1, 2017. doi: <https://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2930643>.
- [4] A. S. Sadana, *Perencanaan Kawasan Pemukiman*, 2nd ed. Yogyakarta: Graha Ilmu, 2023.
- [5] E. G. Goett, "Promoting Low Income Housing Through Innovations In Land Use Regulations," 1991.
- [6] Wikipedia, "Penduduk Indonesia 2000," *Wikipedia*, 2009.

- [https://id.wikipedia.org/wiki/Penduduk\\_Indonesia\\_2000#](https://id.wikipedia.org/wiki/Penduduk_Indonesia_2000#) (accessed Nov. 24, 2023).
- [7] A. Qomaruddin Munir, H. Surbakti, H. Hamdani, and H. Ismanto, "Demographic Spatial Data Management in Indonesia with the Approach of Geographic Information System Model," *Indian J. Sci. Technol.*, vol. 9, no. 48, Dec. 2016, doi: 10.17485/ijst/2016/v9i48/102996.
- [8] M. E. Stovert, "The Role Of Infrastructure In The Supply Of Housing," *J. Reg. Sci.*, vol. 27, no. 2, 1987, doi: 10.1111/j.1467-9787.1987.tb01158.x.
- [9] D. Lutfiyah and H. Herlily, "Participatory in Kampung's *Co-Housing* Development: Learning From Kampung Muka, North Jakarta," *CSID J. Infrastruct. Dev.*, vol. 2, no. 1, p. 74, Jan. 2019, doi: 10.32783/csid-jid.v2i1.43.
- [10] M. Sari, "Penelitian Kepustakaan (Library Research) dalam Penelitian Pendidikan IPA."
- [11] T. Ramadhan, D. Nirmalasari, M. Ningrum, Beatricia, and H. A. Maahury, "Implementation of Smart *Co-Housing* Concept in Middle-Aged Adult Community in Indonesia," *Indones. J. Built Environ. Sustain.*, vol. 1, no. 2, pp. 78–89, 2019, doi: 10.31848/ijobes.v1i2.360.
- [12] Perkim.id, "Strategi Penataan Kawasan Permukiman Kumuh dengan Konsep Collective Housing," *Perumahan & Kawasan Permukiman*, 2020. <https://perkim.id/kumuh/strategi-penataan-kawasan-permukiman-kumuh-dengan-konsep-collective-housing/>.
- [13] I. Indah and P. Wardono, "*Co-Living* space: The shared living behavior of the millennial generation in Indonesia," *ARTEKS J. Tek. Arsit.*, vol. 6, no. 2, pp. 199–214, 2021.
- [14] M. Syavira, "Coliving: Pengertian, Manfaat & Bedanya dengan Kost Biasa," *Cove*, 2023. <https://blog.cove.id/coliving/>.
- [15] H. Fitriani and S. Cahyadini, "Konsep *Co-Living* dalam Integrasi Spasial Hunian Vertikal dan Ruang Kerja," *J. Sains Dan Seni ITS*, vol. 10, no. 2, pp. G33–G39, 2021.
- [16] Wiraland, "*Co-Living* Adalah: Pengertian, Manfaat, Dan Kekurangannya," *Wiraland*, 2023. [https://wiraland.com/media/detail\\_berita/35691](https://wiraland.com/media/detail_berita/35691).
- [17] C. Ataman and I. G. Dino, "Collective Residential Spaces in Sustainability Development: Turkish Housing Units within *Co-Living* Understanding," in *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, Jul. 2019, vol. 296, no. 1, doi: 10.1088/1755-1315/296/1/012049.
- [18] B. M. Webber, "Big House *Co-Living* Design for Transitional Housing," Victoria University, 2018.
- [19] Katie Avis-Riordan, "Pocket Living: Everything you need to know about this alternative ownership scheme for first-time buyers," *HouseBeautiful*, Jul. 15, 2018. <https://www.housebeautiful.com/uk/lifestyle/property/a22127762/pocket-living-alternative-ownership-scheme-first-time-buyers/>.
- [20] Urbannext Lexicon, "Ausbauhaus Neukölln," *urbannext*. 2017, [Online]. Available: <https://urbannext.net/ausbauhaus-neuko/>.

# Revitalisasi Pasar Pal Tugu di Kota Depok

Sofyan Nur Syaifudin<sup>1\*</sup>, Dini Rosmalia<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila, Jakarta

**Abstrak.** Pasar Pal Tugu merupakan salah satu pasar tradisional di Depok yang kondisinya cukup memprihatinkan dan sudah tidak memenuhi standar layanan. Permasalahannya, dengan jumlah pedagang yang lebih banyak dari pada jumlah kios, los, dan tempat lapak yang disediakan pasar, membuat para pedagang berjualan sampai di pinggir jalan hingga menimbulkan kemacetan di jalan sekitar pasar. Ditambah dengan usia bangunan pasar yang lebih 39 tahun sehingga membuat pasar ini berkesan tua, kumuh, dan kotor. Rencana revitalisasi pasar telah ditetapkan oleh Pemerintah Daerah Kota Depok saat ini, untuk mendukung rencana tersebut maka perlu adanya panduan rancangan pasar yang sesuai dengan kebutuhan para pedagang dan pengunjung pasar saat ini. Untuk itu, tujuan paper ini adalah membuat konsep rancangan Pasar Pal Tugu yang sesuai kebutuhan stake holder yang mengusung konsep bangunan hijau dengan metode analisis perancangan yang diperkenalkan oleh Edward T. White. Konsep rancangan yang dihasilkan berupa pasar yang terbuka, dapat menampung total 456 pedagang, terdiri dari 230 kios, 206 los di sekeliling bangunan utama pasar, dan 20 lapak di dalam bangunan.

**Kata kunci:** pasar; perancangan; revitalisasi

## 1. PENDAHULUAN

Pasar adalah salah satu fasilitas kota sebagai tempat jual dan beli barang serta jasa, bertemunya penjual dan pembeli, dengan jumlah penjual lebih dari satu yang disebut sebagai pasar lokal, pusat perbelanjaan dan toko modern maupun sebutan lainnya [1]. Dalam aktivitasnya, diperlukan adanya fasilitas penunjang seperti kios, los, lapak, penerangan, sarana kebersihan dan sebagainya. Pasar tradisional juga berfungsi sebagai tempat yang menyediakan kebutuhan harian masyarakat seperti kebutuhan primer, sekunder dan tersier. Selama ini banyak di jumpai kondisi pasar tradisional yang terkesan kumuh, panas, dan sempit, hal ini menimbulkan stigma buruk di masyarakat. Melekatnya stigma buruk pada pasar tradisional ini mengakibatkan sebagian masyarakat mencari alternatif tempat belanja lain, seperti memilih pedagang keliling karena lebih mudah untuk di jangkau atau ke pasar swalayan karena lebih mengutamakan kebersihan, kenyamanan, dan keamanan. Walaupun pasar tradisional memiliki stigma buruk menurut lembaga pers mahasiswa “Mimbaruntan”, akan tetapi tidak semua kalangan masyarakat berperspektif negatif terutama di kalangan masyarakat yang berstrata ekonomi menengah ke bawah [2, 3]. Di sekitar area Pasar Pal Tugu Kota Depok dikelilingi kawasan perumahan, pabrik, dan ruko perkantoran yang berdampak rata-rata pengunjung pasar Pal Tugu Kota Depok yang datang berbelanja yaitu adalah ibu rumah tangga, buruh pabrik, dan para pekerja kantoran untuk memenuhi kebutuhan primer, sekunder dan tersier.

Permasalahan dari keberadaan pasar Pal Tugu yang berada di atas lahan 9.600 m<sup>2</sup> ini menyebabkan kemacetan lalu lintas di sepanjang jalan sekitar lokasi pasar ini. Salah satu penyebabnya adalah, banyak pedagang-pedagang yang berdagang yang tidak tertampung di dalam bangunan pasar, sehingga memenuhi lahan parkir pasar, dan menempati sepanjang trotoar/ jalur pedestrian. Disamping karena lahan parkir yang tidak tersedia maka para pengunjung yang membawa kendaraan parkir disembarang tempat, disepanjang jalan depan pasar. Ditambah dengan akses pedagang dan pengunjung yang tidak jelas, membuat jalur sirkulasi tidak jelas, tidak aman, dan nyaman bagi mereka (Gambar 1). Dengan kondisi pedagang kaki lima yang tidak tertata, memberi kesan kumuh dan kotor. Sehingga dapat dilihat bahwa Pasar Pal Tugu ini perlu direvitalisasi agar area pedagang, sirkulasi dapat tertata dengan baik, dan kegiatan pasar ini tidak menimbulkan masalah bagi lingkungan sekitar tapak.

\* Corresponding author: [sofyannur.syaifudin22@gmail.com](mailto:sofyannur.syaifudin22@gmail.com)



Gambar 1 contoh gambar: (a) Lokasi Pasar Pal Tugu, (b) Jalan Palsi Gunung, (c) Jalan Raya Bogor, (d) Jalan Raya Komjen Pol M Jasen

Sumber gambar: Google Earth dan Dokumentasi, 2023.

Tujuan paper ini adalah merancang konsep revitalisasi bangunan Pasar Pal Tugu di Kota Depok yang dapat mengakomodir kegiatan jual beli, dengan memanfaatkan potensi lingkungan. Dengan demikian luaran yang akan dihasilkan paper ini adalah konsep rancangan tapak, program ruang, dan desain bangunan yang memanfaatkan potensi lingkungan dan mengantisipasi hambatan dalam mewujudkan konsep rancangan ini.

Revitalisasi Pasar yaitu menata kembali merupakan kegiatan perencanaan membangun suatu bangunan pasar yang merupakan tempat transaksi jual beli, sehingga terjadi perubahan fisik tanpa mengubah fungsinya baik melalui perluasan bangunan, pembangunan kembali maupun pemindahan lokasi bangunan. Dalam ilmu Arsitektur suatu upaya pembangunan kembali bangunan ataupun kawasan kota dengan terlebih dahulu melakukan pembongkaran sebagian atau seluruh dari sarana dan prasarana yang ada, yang sebelumnya telah dinyatakan masih atau sudah tidak dapat dipertahankan kehadirannya [4, 5]. Untuk itu revitalisasi bangunan pasar tradisional adalah menata kembali bangunan dibangun dan dikelola oleh Pemerintah, Pemerintah Daerah, Swasta, Badan Usaha Milik Negara dan Badan Usaha Milik Daerah termasuk kerjasama dengan swasta dengan tempat usaha berupa toko, kios, los dan tenda yang dimiliki/dikelola oleh pedagang kecil, menengah, swadaya masyarakat atau koperasi dengan usaha skala kecil, modal kecil dan dengan proses jual beli barang dagangan melalui tawar menawar [4, 5].

Kegiatan Pasar dibedakan antara pasar tradisional dan pasar moderen, adapun menurut Muziarti, pasar tradisional mempunyai ciri sebagai berikut [6] :

1. Adanya sistem tawar menawar antara penjual dan pembeli.
2. Pedagang di pasar tradisional berjumlah lebih dari satu, dan pedagang tersebut memiliki hak atas stan yang telah dimiliki, dan memiliki hak penuh atas barang dagangan pada stan masing-masing, sehingga tidak terdapat satu manajemen seperti yang ada di pasar modern.
3. Pedagang kaki lima di pasar tradisional biasanya memakai lapak di luar area pasar dan memiliki alat-alat yang memiliki mobilitas agar memudahkan mereka pindah dari satu tempat ke tempat lainnya untuk menunjang aktivitas jual beli.
4. Ciri pasar berdasarkan pengelompokan dan jenis barang pasar, yakni: jenis barang di pasar umumnya dibagi dalam empat kategori:
  - Kelompok bersih (kelompok jasa, kelompok warung, toko)
  - Kelompok kotor yang tidak bau (kelompok hasil bumi dan buahbuahan)
  - Kelompok kotor yang bau dan basah (kelompok sayur dan bumbu)
  - Kelompok bau, basah, kotor, dan busuk (kelompok ikan basah dan daging)
5. Ciri pasar berdasarkan tipe bentuk ruang berjualan, yaitu kios, los, dan lapak. Umumnya dalam menentukan lokasi kios, los, dan lapak dipilih dengan cara undian (stan yang ada adalah stan milik sendiri dengan membayar biaya retribusi permeter persegi ( $m^2$ ) perhari sesuai dengan biaya yang telah ditetapkan

Adapun pasar modern adalah pasar atau toko dengan sistem pelayanan mandiri, menjual berbagai jenis barang secara eceran yang berbentuk Minimarket, Supermarket, Department Store, Hypermarket ataupun grosir yang berbentuk Perkulakan, dengan ciri sebagai berikut [7] :

1. Kelengkapan pasar modern menjadikan sangat efisien karena para pelanggan (konsumen) melakukan pekerjaan-pekerjaan yang biasanya dilakukan oleh pramuniaga secara pribadi melayani konsumen berbelanja.



2. Mempunyai penataan ruang yang membuat nyaman bagi pembeli.
3. Pelanggan sendiri yang melakukan pembelian, berjalan sepanjang lorong-lorong yang tersedia, memilih barang sesuai keinginan dan mengisi kereta belanja atau keranjang belanja yang dibawa serta.
4. Memiliki keunggulan dibandingkan dengan pasar tradisional karena harga barang murah, kemas rapi, jenis barang lengkap, situasi bersih dan nyaman menjadikan hypermarket sebagai one stop shopping.

Untuk merevitalisasi bangunan pasar dari tradisional menjadi pasar modern, dengan kegiatan yang lebih tertata, sehingga disan bangunan juga mengikuti kegiatan yang modern. Rayner Banham melalui bukunya yang berjudul “*Age of The Monster: A Personal View of Modern Architectur*”, 1978, dikatakan bahwa disain arsitektur modern menekankan pada kesederhanaan. Dengan demikian maka bangunan yang dirancang akan [8]

- Meminimalisir penggunaan ornamen
- Mengutamakan fungsional dan menghilangkan paham *eclecticism* pada tiap rancangannya, dikenal sebagai *Form Follows Function*, yaitu bentuk bangunan mengikuti fungsi.
- Menggunakan bentuk *Platonic Solid* yang serba kotak, tak berdekorasi, perulangan yang monoton merupakan ciri arsitektur modern

## 2. METODE

Dalam Penataan Ulang Pasar Pal Tugu Kota Depok ini menggunakan metode perancangan deskriptif, yaitu berupa analisis dari beberapa literatur yang memaparkan dan mendeskripsikan serta dengan beberapa teori-teori yang akan dihadapi sebagai media pendukungnya. Berfungsi untuk mencari, mengidentifikasi, dan merumuskan masalah dengan cara mengumpulkan data-data baik itu berupa jumlah dan angka yang dibutuhkan dengan kebutuhan bangunan yang akan dirancang [8]. Berikutnya terdapat tahap menggunakan studi preseden, yaitu studi komparatif yang membandingkan bangunan pasar tradisional yang sudah terealisasi di Indonesia dengan bangunan pasar tradisional yang satu dengan pasar lainnya. Bangunan studi preseden ini harus memiliki fasilitas yang cukup lengkap guna sebagai acuan keruangan pada bangunan yang akan dirancang serta tema yang akan diterapkan. Setelah itu mengamati langsung ke lokasi guna melihat masalah dan potensi yang ada di tapak. Setelah itu semua data dianalisis, yaitu dengan analisis tapak, program ruang dan gubahan bangunan, dengan menggunakan metode analisis yang diperkenalkan oleh Edward T. White sehingga diperoleh konsep perancangan sebagai solusi pemecahan masalah desain rancangan [9].

## 3. HASIL

### a. Studi Preseden

Studi preseden dilakukan untuk mendapat perbandingan sebelum dilakukan analisis perancangan, pada paper ini studi preseden dilakukan pada Pasar Modern yang berlokasi di Bumi Serpong Damai (BSD), Tangerang, Provinsi Banten dan Fresh Market yang berlokasi di Pantai Indah Kapuk (PIK), Jakarta. Preseden pertama yaitu Lokasi pasar ini sangat strategis, karena terletak di antara dua jalan sekaligus, sehingga memudahkan akses dan pencapaian bagi pengunjung menuju ke dalam pasar. Selain itu, area parkir pada pasar ini mampu menampung 360 mobil dan 150 motor dengan sistem penjagaan petugas keamanan, ditambah dengan tersedianya fasilitas ATM center, toilet dan musholla. Rancangan arsitektur pasar ini berkonsep *low maintenance* dengan material lokal namun tetap memiliki ekspresi modern [10]. Selain itu, tampak dari depan Pasar Bumi Serpong Damai tidak terlihat seperti pasar tradisional, dari luar terlihat jajaran rumah toko dengan desain klasik dan berwarna-warni cerah. Sistem penghawaan, pencahayaan, sirkulasi udaranya yang alami bermanfaat untuk menekan biaya perawatan dan pengelolaan sehingga sewa atau iuran bulanan pedagang dapat ditekan. Dengan begitu harga barang-barang yang dijual tetap kompetitif.



Gambar 2 contoh gambar : (a) Tampak Pasar Modern BSD Tangerang, (b) Tampak Pasar Modern BSD Tangerang  
Sumber gambar: bsdcity.com, 2023.



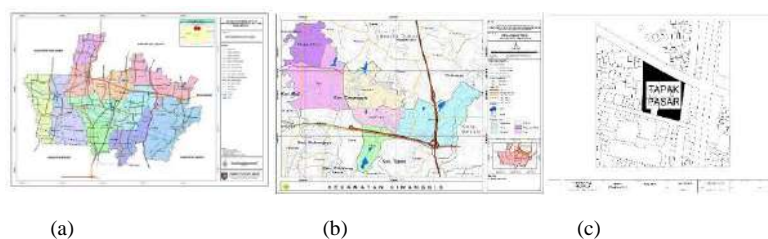
Preseden yang kedua, adalah Fresh Market Pantai Indah Kapuk (PIK) yang berlokasi di perumahan Bukit Golf Mediterania, Pantai Indah Kapuk, Jakarta Utara. Dengan gaya bangunan yang modern, Fresh Market PIK ini seakan ingin mencerminkan wajah baru pasar tradisional di kawasan Jakarta Utara. Fresh Market PIK ini tidak hanya menyediakan lapak, namun juga kios dan toko. Terdiri dari 3 lantai yang mana lapak berada di tengah-tengah lantai dasar dikelilingi oleh kios-kios. Lapak yang terdapat pada lantai dasar ini merupakan lapak sayur mayur dan buah, sedangkan untuk lapak daging dan hasil laut berada di basement. Lapak dan kios menggunakan pencahayaan buatan (lampu), karena cahaya alami dari void dan *skylight* kurang memungkinkan untuk menyinari seluruh bagian lapak dan kios, sedangkan untuk pengudaraannya digunakan pengudaraan buatan, seperti kipas angin dan exhaust-fan, hal ini karena bentang terlalu lebar dan bukaan yang tidak terlalu banyak. Di sekeliling lapak sendiri akan dijumpai pula lubang memanjang semacam selokan. Selokan ini berfungsi untuk mengalirkan air kotor bekasbilasan barang dagangan ke septitank. Namun sayang, sampah juga ikut masuk seiring dengan air kotor yang mengalir.



Gambar 3 contoh gambar : (a) Tampak Samping Fresh Market PIK Jakarta, (b) Tampak Depan Fresh Market PIK Jakarta  
Sumber gambar: <https://agungsedayu.com>, 2023.

Dari kedua preseden di atas dapat dilihat bahwa bangunan Pasar Modern harus mampu menampung segala kegiatan pedagang dan pembeli dalam satu bangunan. Bangunan pasar juga harus nyaman agar kegiatan berbelanja seperti saat tawar menawar yang membutuhkan ruang yang luas agar tidak mengganggu aktivitas pengunjung lainnya serta kebutuhan untuk pedagang pasar. Hal lain yang harus dipikirkan juga dengan menyediakan fasilitas-fasilitas seperti tempat pembuangan sampah, loading barang, toilet, mushola, tempat parkir, ATM center, kantor pengelola, dan posko keamanan. Ruang-ruang di dalam pasar juga harus selalu diperhatikan antara pencahayaan dan pengudaraan alami, agar ruang dalam pasar menjadi lebih nyaman. Dan setiap lapak yang tersedia diberi saluran air di sekeliling lapak dengan kedalaman 10 cm agar koridor tidak becek. Lapak difinishing dengan keramik agar mudah untuk dibersihkan, tidak lupa juga posisi TPS harus terpisah dari gedung agar tidak mengganggu kenyamanan pengunjung. Selain itu, penggunaan jenis struktur, bentuk selubung bangunan, dan kebersihan pasar merupakan faktor yang juga penting untuk diperhatikan untuk menarik minat masyarakat untuk berbelanja.

## b. Analisis Tapak



Gambar 4 contoh gambar : (a) Peta Wilayah Kota Depok, (b) Peta Kecamatan Cimanggis, (c) Peta Lokasi Pasar Pal Tugu  
Sumber gambar: <https://docplayer.info> dan analisis, 2023.

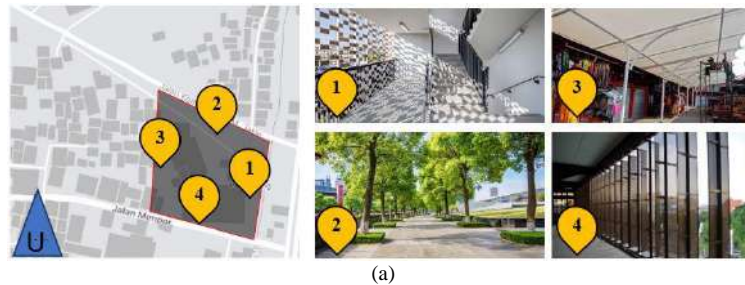
Lokasi tapak berada Jl. Raya Bogor kelurahan Tugu kecamatan Cimanggis kota Depok Provinsi Jawa Barat dengan letak geografis  $6^{\circ}21'30''S$  dan  $106^{\circ}50'30''E$ . Perkiraan luas lokasi pasar pal ini adalah 9600 ha dan memiliki kode zona yaitu K, Adapun zona K ialah zona perdagangan dan jasa, koefesien dasar bangunan (KDB) maksimal mencapai 30% dan koefesien dasar hijau (KDH) yaitu 60% pada sisi Utara berbatasan dengan Jl.Komjen.Pol.M.Jasin, pada sisi Selatan berbatasan dengan JL.Menpo Palsigunung, Sedangkan pada sisi Timur berbatasan dengan Jl.Raya Bogor dan pada sisi barat berbatasan langsung dengan rumah warga.

### c. Analisis dan Konsep Tapak

Evaluasi lokasi merupakan langkah dalam perancangan suatu objek berdasarkan data lapangan mengenai kondisi tapak yang sudah ada. Tujuan dari evaluasi lokasi ini juga melibatkan penyesuaian desain objek dengan kondisi tapak yang ada, dengan menyediakan beberapa opsi alternatif sebagai tanggapan.

### d. Konsep Perancangan

Konsep perancangan menjelaskan mengenai ide gagasan yang akan diterapkan di tapak. Analisis Iklim

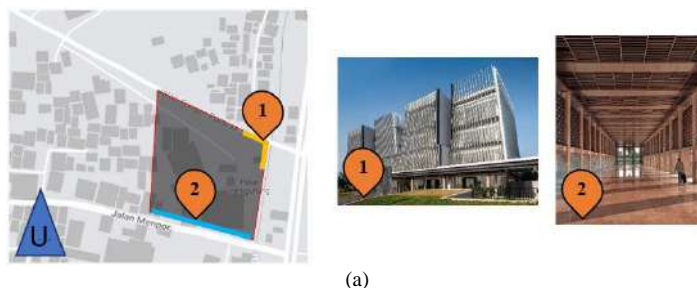


(a)  
Gambar 5 contoh gambar : (a) Analisis Iklim  
Sumber gambar: Analisis, 2023.

Dari gambar di atas menghasilkan kesimpulan respon desain pada tapak yang menghasilkan empat poin yang akan diberikan sebagai rekomendasi pemecahan masalah klimatologi pada tapak:

1. Membuat *double fasad* untuk menutupi bagian yang terkena paparan panas sinar matahari langsung saat pagi dan siang hari namun tetap memberi bukaan kecil sehingga cahaya matahari dapat tetap masuk. Fungsi *double fasad* ini selain meredam panas sinar matahari ke dalam bangunan juga memberikan kesan indah pada bangunan.
2. Menyediakan ruang terbuka hijau (RTH) sebagai *buffer* alami karena terdapat vegetasi pada bangunan dan memberikan rasa nyaman kepada pengguna bangunan.
3. Menggunakan atap kanopi atau *overstek* agar meminimalisir panas sinar matahari dan tampias saat hujan pada bangunan.
4. Pada arah selatan diberikan bukaan untuk mendapatkan sirkulasi penghawaan angin alami yang maksimal karena angin berhembus dari arah selatan menuju arah utara.

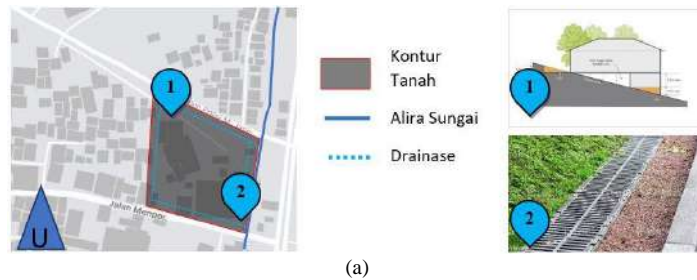
### Analisis View



(a)  
Gambar 6 contoh gambar : (a) Analisis View  
Sumber gambar: Analisis, 2023.

Berdasarkan analisis dari gambar di atas menghasilkan respon desain yaitu pada titik 1 memberikan *double fasad* pada arah utara dan timur tapak sebagai point of interest bangunan karena di kedua arah mata angin tersebut merupakan akses utama menuju tapak yang ramai dilalui yaitu arah orientasi bangunan. Pada titik 2 arah selatan akan diberikan bukaan terbesar untuk bangunan dengan tujuan membuat penghawaan alami dapat memasuki sirkulasi bangunan.

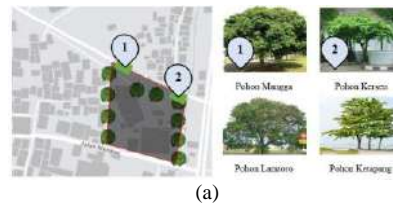
### Analisis Kontur



(a)  
Gambar 7 contoh gambar : (a) Analisis Kontur  
Sumber gambar: Analisis, 2023.

Dari hasil analisis gambar di atas menghasilkan respon desain pada tapak yaitu kontur tapak yg memiliki beda interval sebanyak 2 meter akan disama ratakan untuk memudahkan penempatan pada bangunan dengan sistem *cut and fill*, diluar dari tapak penempatan bangunan akan tetap mempertahankan perbedaan kontur yang ada. Dan desain untuk drainase akan dibuat dapat mengelilingi sekitar tapak untuk mempermudah pengairan di sekeliling sirkulasi tapak.

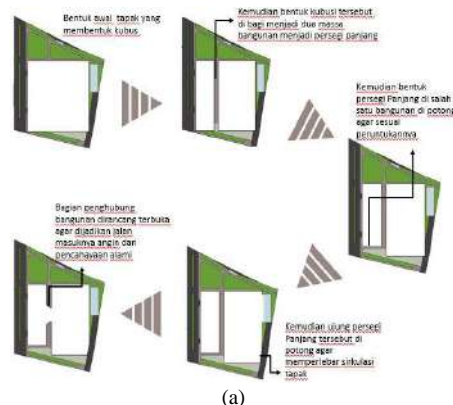
### Analisis Vegetasi



(a)  
Gambar 8 contoh gambar : (a) Analisis Vegetasi  
Sumber gambar: Analisis, 2023.

Berdasarkan gambar diatas konsep analisis vegetasi pada tapak yaitu tetap mempertahankan vegetasi yang sudah ada di tapak sebagai potensi alami yang ada di sekitar tapak dengan ditambahkan beberapa vegetasi di pinggir jalan akses utama, area parkir, area ruang terbuka hijau sebagai penyerap bau yang berasal dari area tempat penampungan sampah sementara. Penambahan vegetasi ini bisa ditambahkan dengan pohon ketapang dan pohon lamtoro

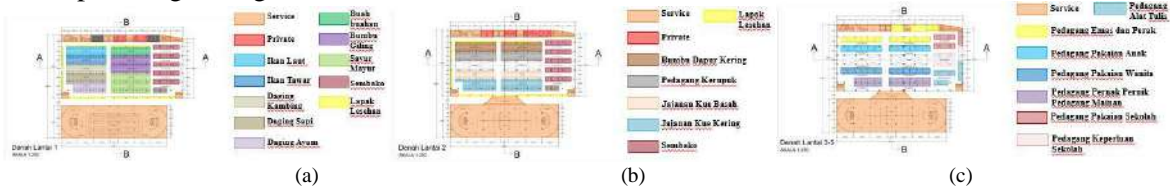
### Konsep Bangunan



(a)  
Gambar 9 contoh gambar : (a) Tahap Gubahan Massa  
Sumber gambar: Analisis, 2023.

Gubahan masa bangunan dibuat berdasarkan bentuk kubus karena tapak pada pasar diapit oleh dua akses jalan sekaligus yang tidak dapat dialihkan sama sekali, oleh karena itu bentuk gubahan masa sangat memadai dengan bentuk area tapak pasar karena bentuknya yang dapat mengoptimalkan fungsi area tersebut.

### Konsep Zoning Ruang



Gambar 10 contoh gambar : (a) Zonasi Ruang Lantai 1, (b) Zonasi Ruang Lantai 2, (c) Zonasi Ruang Lantai 3  
Sumber gambar: Analisis, 2023.

Konsep ruang merupakan analisis ruang yang akan dijadikan acuan saat perancangan redesain pasar, karena akan mengatur ulang area perdagangan dan ruang lainnya. Di bawah ini merupakan tabel total kebutuhan ruang:

Tabel 1. Total Kebutuhan Ruang

No.	Kebutuhan Ruang	Luas
1	Ruang Perdagangan	3610.36
2	Ruang Pengelola	422.89
3	Ruang Zona Service	521.3
4	Area Parkir	816
Total Luas Kebutuhan Ruang		5370.55
KDB 9600 x 60%		5760
KLB 9600 X 6		57600

### Konsep Struktur




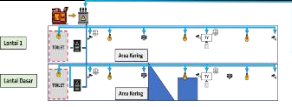
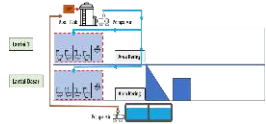
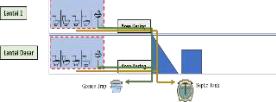
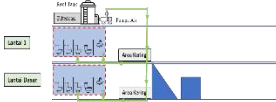

Gambar 11 contoh gambar : (a) Struktur Gambar 1 Pondasi Bore Pile, (b) Beton Bertulang, (c) Rangka *Space Frame*  
Sumber gambar: Google Image dan Analisis, 2023.

1. Menggunakan pondasi bore pile karena cocok ditanam dengan segala Jenis Tanah
2. Menggunakan kolom bertulang karena material tahan api dan kuat terhadap beban tarik dan tekan
3. Menggunakan rangka *space frame* karena pemasangannya mudah dengan daya tahan kuat serta biaya yang cukup murah

### Konsep MEP







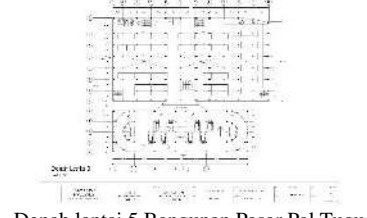
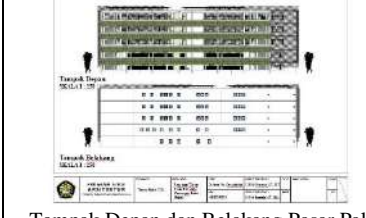
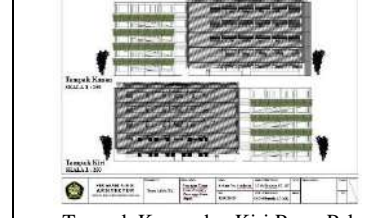





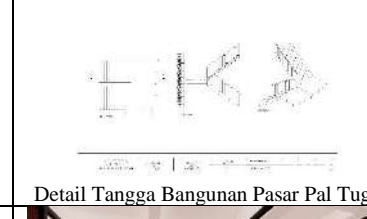






Jaringan Utilitas	Material	Pemasangan Pada Bangunan
Sistem Penghawaan Udara		
Alami	Bukaan Jendela	Karena hanya menggunakan penghawaan alami maka akan dibuatkan bukaan untuk memaksimalkan proses pertukaran udara.
Buatan	AC	Bangunan yang akan menggunakan penghawaan buatan terutama pada ruang pengelola dimana pengaplikasiannya dengan mudah mengatur suhu pada ruangannya.
Sistem Pencahayaan		
Alami	Cahaya Matahari	Karena hanya menggunakan penghawaan alami maka akan dibuatkan bukaan untuk memaksimalkan pencahayaan sebagai penerangan alami.
Buatan	Lampu LED	Bangunan Sebagian besar dibuat agar dapat menggunakan pencahayaan alami namun dikondisi seperti malam hari, maka diperlukannya lampu sebagai penuntun jalan.



Sistem tata suara	<i>Microphone, TOA, Speaker, Terminal Box, amplifier</i>	 <p>Sistem tata suara sangat diperlukan ketika berada di sebuah pasar berfungsi sebagai penyebar media informasi di lingkup pasar yang pengaturan tersebut meliputi pengaturan pada microphone, kabel-kabel, prosesor ataupun efek suara, serta pengaturan pada konsol mixer dan juga audio power amplifier dan beserta speaker secara keseluruhan.</p>
Sistem Elektrikal	PLN dan Genset	 <p>Sistem elektrikal untuk bangunan Pasar Pal Tugu Kota Depok dari wisata edukasi ini bersumber dari listrik PLN yang disalurkan menuju trafo dan keseluruhan bagian area. Pemakaian genset akan sangat dibutuhkan seperti saat darurat jika sumber listrik PLN tidak berkerja.</p>
<b>Sistem Plumbing</b>		
Sistem air bersih	PDAM	 <p>Air bersih yang digunakan akan diambil melalui pengeboran sumur. Sistem distribusi akan digunakan sistem pompa pada prinsipnya adalah menambah energi pada aliran sehingga dapat mencapai tempat yang lebih tinggi.</p>
Sistem air kotor dan air bekas	IPAL, <i>Septic Tank</i> , Bak Kontrol, Sumur Resapan	
Sistem air hujan	Penyaringan dan Penampungan	
Sistem transportasi lift	Tangga darurat dan lift	Pada pasar ini menggunakan tangga dan lift yang di letakkan di area tertentu
Sistem Pencegahan Kebakaran	<i>sprinkler, heat detector, fire hydrant dan fire extinguish.</i>	 <p>Sistem pencegahan kebakaran atau <i>fire protection</i> pada bangunan pendukung untuk pasar ini dilengkapi dengan alat pemadam kebakaran seperti <i>sprinkler, heat detector</i> dan <i>fire extinguish</i>. Terdapat titik kumpul untuk menghindari terjadinya kebakaran yang didukung dengan <i>fire hydrant</i>.</p>
Sistem Pembuangan Sampah	Tempat Penampungan Sampah	Sistem pembuangan sampah yaitu menggunakan sistem <i>shaft</i> lalu di kumpulkan di satu tempat pembuangan sampah sementara, agar tidak terlihat mengganggu di bagian <i>point of interest</i> bangunan TPS akan diberi buffer, lalu sampah yang tidak memenuhi kriteria 3R akan di angkut oleh truk sampah ke tempat pembuangan akhir. Lalu untuk limbah cair akan langsung di alirkan ke pipa riool kota.



Gambar Perancangan

		
Blok Plan Pasar Pal Tugu	Site Plan Pasar Pal Tugu	Denah lantai 1 Bangunan Pasar Pal Tugu
		
Denah lantai 2 Bangunan Pasar Pal Tugu	Denah lantai 3 Bangunan Pasar Pal Tugu	Denah lantai 4 Bangunan Pasar Pal Tugu
		
Denah lantai 5 Bangunan Pasar Pal Tugu	Tampak Depan dan Belakang Pasar Pal	Tampak Kanan dan Kiri Pasar Pal
		
Potongan A-A Bangunan Pasar Pal Tugu	Potongan B-B Bangunan Pasar Pal Tugu	Potongan C-C Bangunan Pasar Pal Tugu
		
Detail Los dan Kios Bangunan Pasar Pal	Detail Taman dan Titik Kumpul	Detail Tangga Bangunan Pasar Pal Tugu
		
Jalan Masuk dan Keluar Tapak Pasar Pal	Area Taman dan Titik Kumpul	Perspektif Interior Los Pasar Pal Tugu
		
Perspektif Interior Parkiran Mobil	Perspektif Interior Ruang Gerai ATM	Perspektif Interior Ruang Rapat

#### 4. KESIMPULAN

Upaya penyelesaian masalah di Pasar Pal Tugu diwujudkan melalui revitalisasi, dengan mengadopsi gaya arsitektur modern sebagai prinsip desain. Hal ini menghasilkan bangunan semi-outdoor sebagai respons terhadap keterbatasan struktur bangunan lama. Pendekatan ini memberikan sentuhan segar pada desain dengan menggabungkan warna dan bahan alami. Transformasi pasar menghasilkan dua massa bangunan, dimana massa utama terdiri dari 5 lantai dan massa kedua memiliki 5 lantai. Konsep semi-outdoor terlihat dalam pemanfaatan dinding terbuka, dan penambahan selasar di area kedua masa bangunan menciptakan kesan ruang yang luas, sambil tetap menjaga keterhubungan antara kedua massa bangunan tersebut.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] P. K. Depok, "Peraturan Walikota Depok No. Nomor 64 Tahun 2012 tentang Tata Cara Pemberian Izin Usaha Pusat Perbelanjaan dan Izin Usaha Toko Modern," Pemerintah Kota Depok, Kota Depok , 2012.
- [2] Angga, "Mimbaruntan.com," Mimbar Untan, 16 April 2022. [Online]. Available: <https://mimbaruntan.com/stigma-pasar-tradisional-perlukah-diubah/>. [Accessed 23 Juli 2022].
- [3] U. Mujiono, S. R. Sari and S. Rukayah, "Penataan Pasar Pasar Tradisional, Pusat Perbelanjaan dan Toko Modern, Studi Kasus Kecamatan Rowosari Kabupaten Kendal," *Jurnal Arsitektur ARCADE*, vol. 4, no. 3, pp. 238-242, 2020.
- [4] T. Y. I. A. Muthmainnatul Lathifa, "Perancangan Kembali Pasar Tradisional Mangiran Di Kecamatan Srandakan Bantul," *Jurnal Arsitektur Pendapa*, vol. 1, no. 2, pp. 38-46, 2018.
- [5] M. Leni, "Analisis Akurasi Timbangan Pedagang Terhadap Uji Akurasi Dari Sisi Pembeli Di Pasar Raya Padang," Padang, Doctoral Dissertation, Universitas Andalas, 2014, p. 1.
- [6] E. Muziarti, "Analisis Keputusan Konsumen Berbelanja Dipasar Tradisional (Studi Kasus Pasar Tangor Kota Pekanbaru)," Universitas Islam Riau, 2018.
- [7] A. Pramudoyo, "Menjaga Eksestensi Pasar Tradisonal di Yogyakarta," *Menjaga Eksestensi Pasar Tradisonal di Yogyakarta*, vol. 2, p. 86, 2014.
- [8] M. Misbahudin, "Pasar Tradisional dengan Penataan Modern Di Kota Makassar (Sarjana Arsitektur ).," Universitas Islam Alaudin Makassar, Makassar, 2015.
- [9] E. T. White, *Site Analysis: Diagramming Information for Architectural*, Florida: Arsitektural Media, 1983.
- [10] F. M. F. R. Fajar Hidayat Tulloh, "Penerapan Konsep Arsitektur Industrial Pada Redesain Tradisional Sepanjang Di Kabupaten Sidoarjo," *Prosiding Senakama*, vol. Vol.2, 2023.

# Konsep Desain Ruang Luar Sebagai Tempat Bermain Yang Ramah Anak di Kampung Kwitang Jakarta Pusat pada Waktu Luang

Ashri P. Dharmaraty<sup>1\*</sup>, Anisah Qonita Ardiani<sup>1</sup>, Clarisa Br Tarigan<sup>1</sup>, Friska Nathali Tangdilintin<sup>1</sup>, Aurel Agatha<sup>1</sup>, Steven Wichaksono<sup>1</sup>, Irfan Dwi Prayitno<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila, Jakarta

**Abstrak.** Ruang bermain anak di luar ruangan diakui sebagai kegiatan dasar yang mendukung perkembangan fisik dan mental anak-anak. Oleh karena itu, kami melakukan penelitian tentang ruang bermain anak di luar ruangan (*outdoor play*) yang berada di Kampung Kwitang Jakarta Pusat. Kampung Kwitang merupakan kawasan perumahan dengan kepadatan tinggi (15.086 jiwa/km<sup>2</sup>), memiliki 4 (empat) lingkungan permukiman kumuh dan memiliki sejarah yang menarik. Penelitian ini merupakan penelitian kualitatif studi kasus dengan metode pengumpulan data melalui: observasi lapangan, pemotretan dan wawancara dengan narasumber khususnya anak-anak. Tujuan melakukan penelitian ini adalah untuk mengetahui: kegiatan anak-anak di waktu luang, kondisi tempat bermain *outdoor* di Kampung Kwitang dan harapan anak-anak untuk tempat bermain *outdoor*nya. Hasil penelitian berupa konsep desain ruang bermain *outdoor* yang ramah anak, sebagai kontribusi untuk menerapkan program Kota Layak Anak berkelanjutan.

**Kata kunci:** waktu luang, ruang bermain outdoor, kota layak anak

## 1. PENDAHULUAN

Bermain di luar ruangan memberikan peluang untuk berbagai jenis permainan yang lebih banyak daripada yang terjadi di dalam ruangan [1,2]. Bermain di ruang luar sangat penting bagi perkembangan anak-anak, karena mereka dapat belajar nilai-nilai budaya lokal [3] dan mengembangkan kreativitas [4]. Namun, di lingkungan perumahan yang padat, lahan untuk bermain sangat kurang, sehingga anak-anak akan menjadikan tempat apapun yang dianggap lega/luas sebagai tempat untuk bermainnya [5]. Oleh karena itu, perlu adanya perhatian khusus terhadap ruang terbuka di lingkungan perumahan yang padat, agar anak-anak tetap dapat bermain dengan aman dan nyaman.

Beberapa penelitian telah menunjukkan bahwa bermain di ruang luar dapat meningkatkan kesehatan fisik dan mental anak-anak. Kegiatan fisik yang dilakukan di luar ruangan, seperti berlari, bermain bola, atau bermain permainan kelompok, membantu meningkatkan kebugaran, koordinasi motorik, dan kekuatan otot anak-anak. Selain itu, bermain di luar juga memberikan kesempatan untuk eksplorasi, kreativitas, dan interaksi sosial yang penting bagi perkembangan sosial dan kognitif anak-anak. Namun, dalam lingkungan perumahan yang kepadatannya tinggi, lahan kosong atau taman yang luas seringkali sangat terbatas. Keterbatasan ruang dapat menghambat akses anak-anak ke tempat bermain yang aman dan sesuai. Akibatnya, anak-anak cenderung menggunakan tempat apa pun yang dianggap lega atau luas sebagai tempat untuk bermain, seperti koridor jalan/gang, trotoar, atau area parkir bahkan bantaran sungai [6], maupun bantaran rel kereta api.

---

\* Corresponding author: ashri.prawesti@univpancasila.ac.id; ashripd@gmail.com

Meskipun ini mungkin merupakan solusi sementara sebagai tempat bermain, namun dapat dikatakan tempat bermain yang tidak ideal karena salah satunya adalah kurangnya keamanan dan fasilitas yang sesuai sebagai tempat bermain [7].

Jumlah anak-anak<sup>1</sup> di Kampung Kwitang saat dilakukan survey, berjumlah 357 jiwa. Hal ini mencapai kurang lebih 30% dari jumlah penduduk Kampung Kwitang. Data kependudukan ini, membuat kami memiliki kesadaran untuk lebih memperhatikan anak-anak, khususnya untuk bermain di luar rumah (*outdoor*). Bagaimana kondisi tempat bermain ruang luar bagi anak-anak di Kampung Kwitang merupakan pertanyaan penelitian yang harus dijawab. Sedangkan **tujuan dari penelitian ini** adalah ingin memberikan sumbang saran bagi keberlanjutan tempat bermain anak di Kampung Kwitang Jakarta Pusat.

Cakupan atau ruang lingkup penelitian adalah pada ruang bermain anak-anak *outdoor* di Kampung Kwitang Jakarta Pusat yang masih bersekolah di sekolah dasar. Fokus penelitian hanya pada ruang bermain anak *outdoor* yang berada di Rukun Warga (RW) 02 Kampung Kwitang. RW 02 merupakan salah satu RW di Kampung Kwitang yang pernah mengalami kebakaran dan sudah ditata ulang oleh Badan Amil Zakat Infaq dan Shadaqah (Baziz) yang dibentuk merupakan amanah dari undang-undang nomor 23 tahun 2011 tentang Pengelolaan Zakat. Setelah ditata ulang, kami ingin melihat apakah tempat bermain anak *outdoor*nya juga ditata atau luput dari program penataan kampung yang dilaksanakan tersebut.

Bermain telah diakui sebagai hak fundamental setiap anak (Kantor Komisaris Tinggi PBB untuk Hak Asasi Manusia, 2002). Pentingnya bermain tidak hanya sebatas untuk perkembangan anak [8, 9, 10,11], tetapi juga merupakan kunci bagi perkembangan anak-anak [12, 13]. Bermain, khususnya bermain di luar ruangan, sangat penting bagi perkembangan anak. Namun, tidak semua taman bermain dirancang untuk menyediakan ruang yang dapat digunakan oleh anak-anak [14]. Di taman bermain, anak-anak dapat mengembangkan keterampilan motorik, mengambil risiko, mendorong batas kemampuan mereka, berinteraksi satu sama lain, mempelajari norma dan nilai sosial, serta mengeksplorasi lingkungan sekitar [11, 15, 16, 17].

#### 1) Definisi ruang luar sebagai tempat bermain anak di perumahan

Mengacu pada penelitian, Ding, 2019 [18] ruang luar (*outdoor*) untuk kegiatan bermain anak, merupakan ruang terbuka publik yang dirancang khusus untuk anak-anak. Ini merupakan tempat yang ideal bagi anak-anak untuk berkumpul, bermain, eksplorasi sains, istirahat, berinteraksi dan sebagainya. Selain itu, ruang ini juga dapat menjadi tempat bagi orang tua untuk berkomunikasi satu sama lain. Ruang ini telah menjadi bagian yang krusial dalam perkembangan intelektual dan fisik mereka [19]. Kegiatan di luar ruangan yang dilakukan oleh anak-anak biasanya terjadi di area perumahan tempat mereka tinggal.

#### 2) Kajian teoritis tentang desain ruang luar kegiatan anak di kawasan permukiman perkotaan

Kunci sukses dari mendesain ruang kegiatan luar anak-anak adalah apakah perancang telah melihat dari sudut pandang anak, misalnya: mempertimbangkan sudut pandang anak, mempertimbangkan ketinggian mereka bahkan keinginan mereka. Jika perancang memulai dari perspektif seperti itu, maka multi-segi kebutuhan perkembangan anak akan terpenuhi. Enam faktor yang perlu diperhatikan/dipertimbangkan dalam mendesain ruang bermain anak *outdoor* adalah sebagai berikut:

- Untuk memenuhi kebutuhan anak-anak itu sendiri.

Hal pertama yang perlu diperhatikan adalah kondisi psikologis dan fisiologis anak-anak dari usia yang berbeda-beda, perlu dikuasai. Selain itu, perancang perlu melihat bahwa anak-anak bermain dengan suasana yang santai dan tanpa beban. Desainer perlu memiliki imajinasi terhadap pemikiran anak-anak tentang kebebasan bermain. Dalam hal ini, proses-proses yang membantu mereka bertumbuh, harus dapat diterapkan dalam ruang bermain *outdoor* tersebut.

- Dapat membangun ruang interaktif untuk kepuasan anak-anak

Keadaan puas khususnya dalam menggunakan ruang, perlu diciptakan oleh perancang dalam mendesain ruang luar bagi kegiatan anak-anak. Perlu diciptakan interaksi memori emosional favorit mereka terhadap ruang, sehingga kepuasan dapat mereka peroleh dan dapat meninggalkan memori dalam diri mereka terhadap ruang.

<sup>1</sup> Berdasarkan Undang-Undang Perlindungan Anak Nomor 23 Tahun 2002, yang dimaksud dengan anak adalah: seseorang yang belum berusia 18 (delapan belas) tahun, termasuk anak yang masih dalam kandungan dan belum pernah menikah.

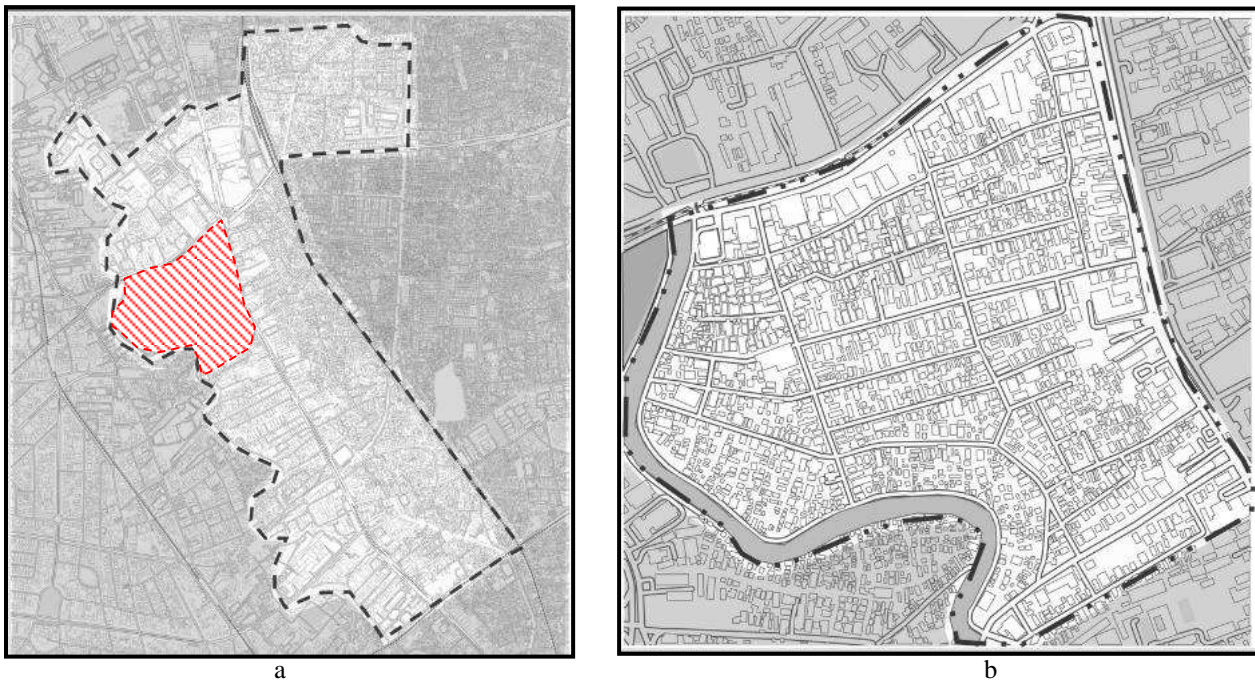
- Sejalan dengan karakteristik perilaku anak-anak  
Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Ding, 2019 [18], anak-anak umumnya senang main petak umpet (menyembunyikan diri), suka bermain pasir, suka loncat-loncatan, berteriak-teriak dan suka berlarian di tempat yang luas. Desainer harus dapat menyediakan kebutuhan-kebutuhan permainan berdasarkan karakteristik perilaku anak-anak namun tetap memperhatikan unsur keselamatan mereka.
- Beradaptasi dengan pemikiran anak-anak  
Menyesuaikan/beradaptasi dengan karakteristik perkembangan pikiran anak-anak sangat diperlukan. Pengembangan pemikiran anak-anak memiliki ciri khas bahwa pemahaman, penilaian, dan generalisasi mereka berkembang secara lambat. Oleh karena itu, diperlukan penggunaan objek visual untuk membantu mereka mengingat, terutama melalui memori rasional dan emosional.
- Kondisi faktor-faktor lain yang dibutuhkan  
Kondisi faktor-faktor lainnya yang diperlukan dalam ruang luar anak-anak berkegiatan di kawasan perumahan juga akan memiliki pengaruh tertentu pada penempatan peralatan bermain di ruang tersebut, sehingga memerlukan perhatian khusus. Beberapa contoh faktor tersebut mencakup saluran pembuangan, lubang drainase, tiang lampu, tempat sampah, *street furniture* dan benda-benda lainnya.
- Dampak iklim terhadap ruang bermain anak *outdoor* di perumahan  
Beberapa contoh dampak iklim melibatkan kondisi cuaca seperti hujan, yang dapat membuat area bermain basah dan licin dan menyebabkan anak-anak sulit berkegiatan di luar ruangan. Ketika musim kemarau, teriknya sinar matahari yang dapat membuat permukaan tanah sangat panas. Oleh karena itu, dalam merancang ruang luar untuk kegiatan anak-anak, perlu memperhatikan pengaturan penutupan ruang atau menggunakan tanaman untuk menyeimbangkan panas, atau menetapkan sumber air untuk pendinginan. Para perancang juga perlu sepenuhnya mempertimbangkan dampak mikro iklim dan berusaha untuk meningkatkannya guna memaksimalkan frekuensi penggunaan ruang bermain outdoor dalam berbagai kondisi cuaca.

## 2. METODE

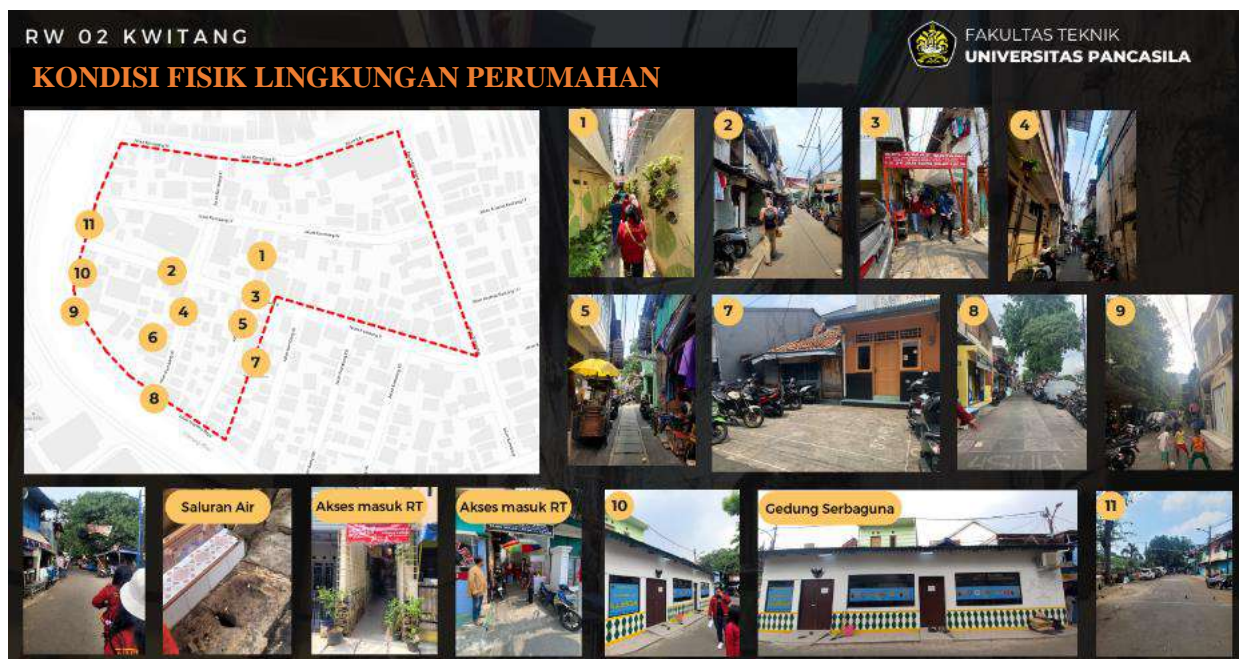
Metode penelitian ini adalah penelitian kualitatif studi kasus. Kampung Kwitang menjadi lokasi studi untuk meneliti dimana anak-anak berkegiatan di ruang luarnya, bagaimana kondisinya dan harapan mereka untuk ruang bermain di lingkungannya perumahan.

Metode pengumpulan data dilakukan dengan pengamatan lapangan, wawancara dengan anak-anak, wawancara dengan beberapa warga dewasa, pemotretan lapangan dan perekaman video. Selain itu, terdapat pertanyaan untuk mengetahui kegiatan anak-anak apakah lebih banyak di luar ruangan atau di dalam ruangan. Semua data diolah dan diinterpretasikan sampai diketahui kondisi fisik tempat bermain outdoor tersebut dan apa harapan anak-anak terhadap ruang bermain outdoornya, baru setelah itu dilakukan analisis-analisis untuk membuat konsep desainnya. Lokasi penelitian berada di Kampung Kwitang, Jakarta Pusat. Kampung Kwitang adalah salah satu kampung kota yang ada di DKI Jakarta. Fokus lokasi survey adalah di RW 02 (merupakan RW yang baru selesai ditata setelah mengalami kebakaran. Berikut ini adalah peta lokasi studi:





Gambar 1. Batas Kecamatan Senen Jakarta Pusat (a) dan Batas Lokasi Kampung Kwitang (b)



Gambar 2. Kondisi Lingkungan Perumahan RW 02 Kampung Kwitang

Responden penelitian yang utama adalah anak-anak sekolah dasar (usia antara 6 – 12 tahun) yang tinggal di Kampung Kwitang. Selain itu, terdapat beberapa orang dewasa seperti: Bapak Ketua RW 02, Bapak RT dan Ibu Penggerak PKK untuk mencari dukungan jawaban yang diinginkan. Berdasarkan data Ketua RW 02, jumlah anak sekolah dasar di tempatnya adalah sebanyak 116 jiwa. Pada saat penelitian, yang diwawancarai hanya sekitar 50 jiwa.

### 3. HASIL

Beberapa hasil penelitian dapat dirinci dan didiskusikan sebagai berikut:

#### a. Waktu luang anak-anak di Kampung Kwitang untuk bermain

Berdasarkan hasil wawancara dengan anak-anak sekolah dasar di Kampung Kwitang, sebagian besar anak-anak menyatakan bahwa kegiatan di waktu luangnya adalah bermain, sedangkan sisanya adalah tidur



dan sangat sedikit yang mengikuti bimbingan belajar. Di waktu luang mereka, anak-anak bermain dengan teman sebaya, yang berada di sekitar rumah dan juga saudara kandungnya. Kondisi perekonomian warga di Kampung Kwitang ini tergolong kelas bawah. Rata-rata warga tidak memiliki pekerjaan tetap yaitu sebagai buruh harian dan juga pedagang baik keliling maupun pedagang warung. Hal ini mengakibatkan orangtua tidak/belum mampu membelikan gawai, khusus untuk anak-anak mereka. Sehingga, kegiatan waktu luang anak-anak di Kampung Kwitang ini, tidak dihabiskan dengan bermain gadget. Oleh karena itu, kebutuhan ruang luar untuk tempat bermain, sangat dibutuhkan di Kampung Kwitang.

b. Tempat bermain yang sering dikunjungi

Luas RW 02 Kampung Kwitang adalah 33.440,13 m<sup>2</sup>. Jumlah bangunan rumah di RW 02 sebanyak 160 bangunan. Selain itu terdapat 1 balai warga (gedung serbaguna), 2 pos jaga dan 4 warung kebutuhan sehari-hari. Dalam kesempatan wawancara dan survey lapangan, kami mengamati beberapa lokasi yang sering dijadikan tempat berkumpul dan berkegiatan anak-anak Kampung Kwitang. Hasil wawancara menyatakan bahwa sebagian besar tempat berkumpulnya anak-anak adalah daerah bantaran sungai (Sungai Ciliwung) diikuti dengan halaman kosong di depan sebuah rumah. Kurangnya ruang luar (*outdoor*) untuk tempat bermain anak, menyebabkan anak-anak menjadi pembuat tempat. Bermain di luar ruangan dan lingkungan yang dekat di sekitar rumah anak adalah dua elemen yang sangat penting untuk memfasilitasi pembuatan tempat yang bermakna bagi anak-anak. Anak-anak sebagai pembuat tempat (*place making*), menjadikan ruang yang sebenarnya bukan sebagai tempat bermain, akibat kekurangan lahan, akhirnya tempat tersebut menjadi ruang bermain mereka. Paling banyak terjadi adalah: jalan/gang sebagai tempat bermain, bantaran sungai, halaman rumah tak berpenghuni, depan/muka warung dan fasilitas umum seperti rumah ibadah [6, 20, 21].



Gambar 3. Ruang luar tempat berkumpulnya anak-anak RW 02 Kampung Kwitang



Gambar 4. Ruang luar tempat berkumpulnya anak-anak RW 02 Kampung Kwitang yang ditemui saat survey

c. Harapan anak-anak

Anak-anak memberikan berbagai macam ide dan harapan untuk bermain di luar ruangan, dan selama proses perancangannya mereka juga belajar hal-hal baru tentang lingkungan mereka. Oleh karena itu, melibatkan anak-anak dalam merancang kegiatan untuk membuat tempat adalah hal yang bermanfaat, dapat menghasilkan hasil yang bermakna dan meningkatkan keterlibatan anak-anak dengan lingkungan mereka. Anak-anak perlu membangun hubungan dengan lingkungan tempat tinggal mereka, untuk memperoleh rasa memiliki [22, 23].

d. Hasil lain

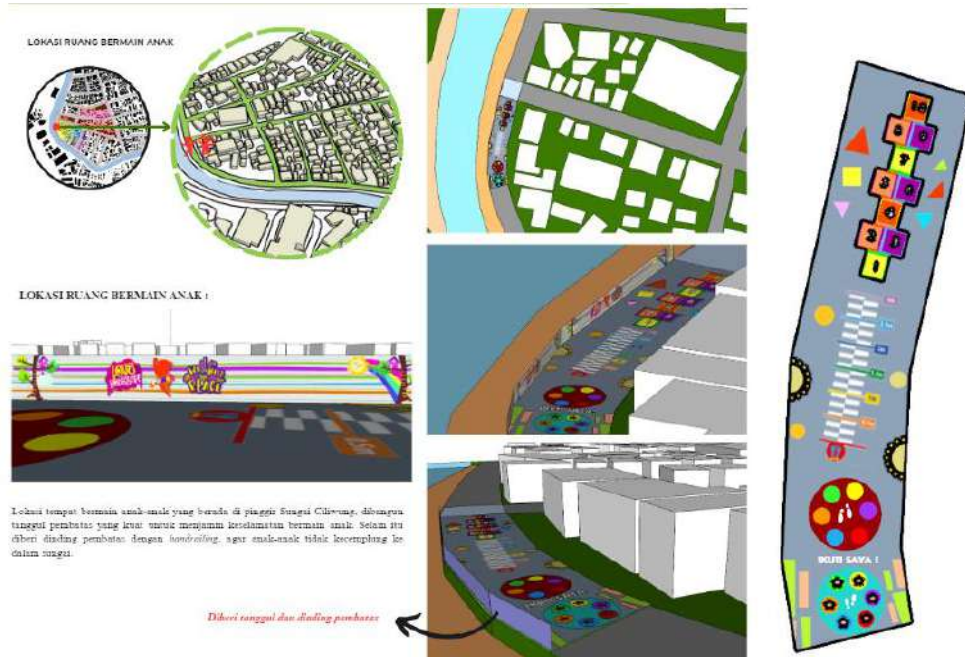
Hasil-hasil lain yang berhasil diidentifikasi tentang ruang bermain outdoor anak-anak di Kampung Kwitang adalah tentang beberapa hal berikut:

- 1) Tema permainan. Tema permainan yang paling umum diidentifikasi adalah berlari, mengejar, melarikan diri, memanjat, dan berteriak, yang semuanya merupakan gerakan umum dari anak-anak. Hal ini mungkin disebabkan karena anak-anak menikmati kebebasan ruang terbuka dan keterbukaan terhadap gerakan dan ekspresi verbal [24].
- 2) Fitur lingkungan alam terbuka yang mencakup bagian-bagian yang longgar tampaknya tidak terlalu memaksakan pada apa yang dimainkan anak-anak dan dengan siapa mereka berinteraksi. Hal ini mendorong anak-anak untuk terlibat dalam interaksi sosial dan permainan teman sebaya yang lebih tinggi, sebagian karena keterbukaan, fleksibilitas, dan kesetaraan.
- 3) Lingkungan luar ruang menyediakan konteks yang kaya untuk mendukung perkembangan bahasa dan keterampilan komunikasi anak-anak. Suatu area yang tenang, dikelilingi oleh alam dan bebas dari kebisingan latar belakang, dapat memotivasi anak-anak untuk mengekspresikan diri. Anak-anak dapat menggunakan suara mereka dengan berbagai cara, termasuk pitch dan volume, tanpa pembatasan yang biasanya ada di lingkungan dalam ruangan.
- 4) Anak-anak Kampung Kwitang, ketika bermain di ruang luar, terlihat lihai dalam meminimalisasi risiko bahaya. Hal ini diamati oleh tim selama kegiatan bermain di luar ruangan. Contohnya, anak-anak terlihat memanjat pohon, bergelantungan cepat pada tali pohon, memanjat tumpukan kayu, dan berjalan di atas papan gantung dengan hati-hati. Perilaku ini mengungkapkan cara anak-anak mengelola risiko mereka sendiri tanpa pengaruh orangtua/orang dewasa. Anak-anak jarang tergesa-gesa dalam situasi berisiko tanpa menguji atau mempertanyakan tindakan terlebih dahulu. Seringkali, mereka mengambil langkah-langkah berurutan sebagai bagian dari menyelesaikan gerakan berisiko secara keseluruhan. Bermain di luar ruangan memberikan anak-anak petualangan, tantangan, dan elemen bahaya yang menambah kepercayaan diri dan keterampilan mereka dalam pengaturan diri dan pemecahan masalah melalui pengalaman bermain positif.
- 5) Kami juga mengamati tentang perbedaan gender dalam bermain di luar ruangan. Selama penelitian, tidak nampak adanya perbedaan gender untuk memilih permainan. Anak-anak perempuan maupun laki-laki bersama-sama bermain perang-perangan dan bersama-sama juga bermain rumah-rumahan. Penyediaan material di sekitar tempat bermain, menyebabkan anak-anak tidak membedakan gender dalam bermain. Lingkungan luar ruangan alami dan bahan/unsur yang netral gender, sangat mendukung permainan yang inklusif dan setara dari segi gender.
- 6) Bermain di luar ruangan, tidak melihat adanya batasan usia. Anak-anak dengan beda usia yang sebaya, dapat bermain bersama. Kami bisa melihat adanya anak yang lebih tua akan dihormati dan diikuti kata-katanya oleh anak yang lebih muda. Sebaliknya anak-anak yang lebih tua tetap membutuhkan adik-adiknya untuk dapat bermain bersama. Ruang luar yang luas, biasanya tidak akan membagi-bagikan kelompok usia dalam bermain.

e. Konsep desain sebagai masukan dalam merancang ruang bermain anak *outdoor*

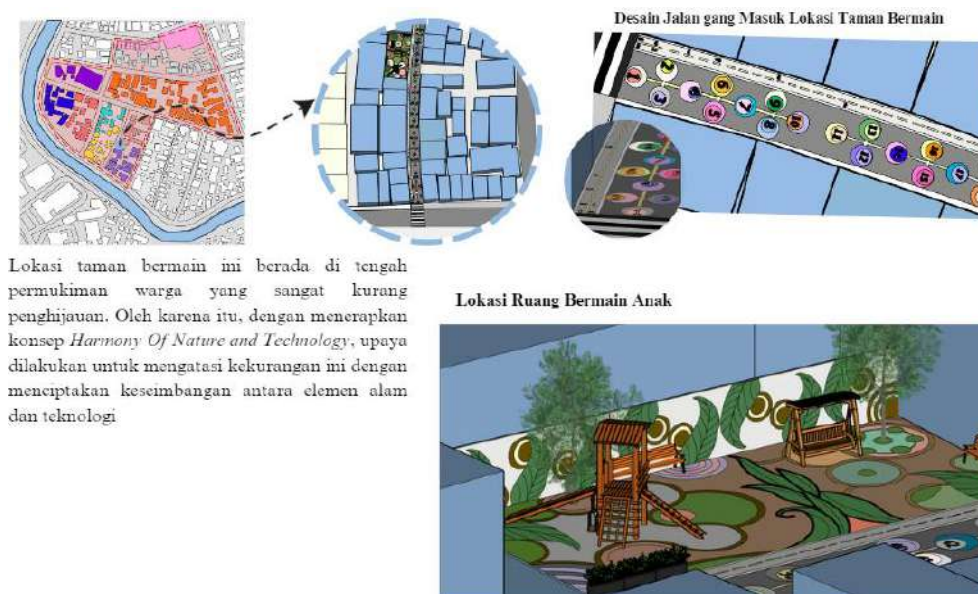
Konsep desain yang diusulkan tentunya mengkombinasikan analisis dari Hasil dan teori yang terkait ruang bermain anak outdoor yang ramah anak. Jika diamati dan dianalisis kondisi ruang bermain anak eksisting dengan kondisi ideal berdasarkan teori, maka unsur keamanan, kenyamanan dan keselamatan anak-anak serta edukasi, adalah unsur utama dalam merancang dengan penjelasan sebagai berikut:



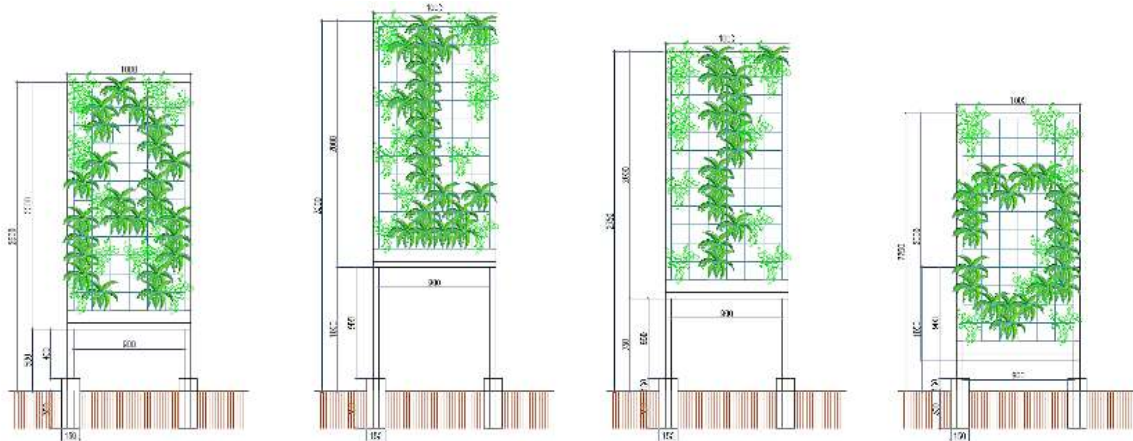


Gambar 5. Konsep desain tempat bermain anak di samping Sungai Ciliwung, RW 02 Kampung Kwitang

- 1) Keamanan tempat bermain di sekitar Sungai Ciliwung  
Keterbatasan lahan, membuat anak-anak mencari tempat bermain, walaupun itu di pinggir sungai. Konsep yang disajikan dalam gambar 5 adalah konsep keselamatan untuk anak-anak yang bermain di pinggir Sungai Ciliwung yaitu dengan meninggikan tanggul dan membangun dinding pengaman agar anak-anak tidak tercebur.
- 2) Kenyamanan terhadap iklim dan cuaca (Unsur kenyamanan ruang bermain *outdoor* untuk anak-anak perlu diperhatikan. Cuaca panas terik perlu diantisipasi dengan upaya penanaman berbagai macam pohon untuk penghijauan. Sebagai estetika, dapat ditambah dengan tumbuhan perdu dan bunga warna-warni. Penanaman pohon secara vertikal pada dinding yang tersedia juga dapat dilakukan untuk mengurangi panas terik matahari.



Gambar 6. Konsep desain dengan tema *harmony of nature and technology* untuk meminimalisir terik matahari



Gambar 7. Ide vertikal garden untuk menambah kesejukan ruang bermain *outdoor* untuk anak di Kampung Kwitang

### 3) Konsep edukasi

Konsep edukasi perlu diimplementasikan agar dalam tumbuh kembangnya, anak-anak dapat bermain dan belajar secara bersama. Permainan yang disediakan diberikan unsur-unsur edukasi yang tidak perlu berat namun dapat diingat oleh anak-anak. Sebagai contoh, permainan menyusun balok, permainan dengan warna dan juga unsur-unsur edukasi menarik lainnya seperti diilustrasikan pada gambar 8 di bawah ini.



Lahan ini terletak di RT 06, di mana anak-anak dari berbagai RT seringkali berkumpul dan bermain di area tersebut. Saat ini, lahan ini hanya dimanfaatkan sebagai tempat parkir kendaraan dan rumah kosong yang sudah tidak layak digunakan. Karena wilayah ini kekurangan lahan kosong dan tidak ada tempat bermain untuk anak-anak, maka lahan ini menjadi potensi bagi kami untuk menciptakan tempat bermain anak-anak, di mana mereka dapat belajar, tumbuh, dan bersosialisasi dalam lingkungan yang aman dan mendukung.

Gambar 8. Perancangan ruang bermain *outdoor* untuk anak di Kampung Kwitang dengan konsep edukasi pada permainan-permainan dan ornamen-ornamen yang disediakan

Sumber gambar : Hasil Analisis Tim Peneliti, 2023

## 4. KESIMPULAN

Anak-anak seharusnya bermain di luar rumah setidaknya selama tiga jam sehari dan sebaiknya dibiarkan bermain sesuka hati [24]. Penelitian pada lokasi di atas menyimpulkan bahwa ruang bermain anak *outdoor* di Kampung Kwitang terabaikan oleh orangtua/wali di lingkungan tersebut. Desain ruang bermain yang terintegrasi dengan lingkungan alam dapat memberikan pengalaman positif dan berkontribusi pada kebahagiaan, kebebasan, kekuatan, ketajaman, dan kecerdasan anak-anak sekolah dasar yang sedang mengalami masa pertumbuhan. Peran orangtua, pengurus RW maupun unsur pemerintah yang lebih tinggi, perlu berkontribusi dalam penyediaan ruang bermain anak *outdoor*. Keterlibatan anak-anak untuk menciptakan ruang bermainnya perlu dipertimbangkan agar keinginan mereka dalam merencana kotanya sudah terakomodasi. Terciptanya ruang bermain ramah anak tentunya akan menunjang Konsep Kota Layak



Anak (KLA) yang telah diterbitkan kebijakannya pada Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 25 Tahun 2021.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Johnson, Christie & Yawley, (1987). Johnson, J. E., Christie, J. F., & Yawkey, T. D. (1987). Play and early childhood development. (F. Wardle, Photographer). Scott, Foresman & Co.
- [2] Wardle, F (1987a). Outdoor Play: Designing, Building, and Remodeling Playgrounds for Young Children. Semantic Scholar, Scopus ID: 150914150.
- [3] Ihsan, M (2004). Nilai Lokal Desain Sarana Bermain Luar Ruang (Pendekatan untuk anak sampai usia 8 tahun di Desa Sindang Kerta Kecamatan Cipatujah Kabupaten Tasikmalaya). Semantic Scholar, Scopus ID: 190031137.
- [4] Kurnia, R (2013). Konsepsi Bermain dalam menumbuhkan Kreativitas Pada Anak Usia Dini. Semantic Scholar, Scopus ID: 190605203
- [5] Mulyati, A (2012). Kajian Luas Rumah Tinggal Masyarakat Berpenghasilan Rendah di Kawasan Pusat Kota. Semantic Scholar, Scopus ID: 191356821.
- [6] Dhanendra Prathama, Evawani Ellisa (2020), Sustainability in High Dense River Bank Kampung: The Playground as the Responsive Space Utilization: IOP Conference Series Earth and Environmental Science 409:012008 (Scopus Proceeding)
- [7] Sumber: Smith, M., & Little, H. (2017). Children and their urban environment: Changing worlds. Bristol University Press.
- [8] Titman W (1994). Special Places, Special People : The Hidden Curriculum of School Grounds. Surrey, UK : World Wide Fund for Nature/Learning through Landscapes.
- [9] Stagnitti K (2004). Understanding play: the implications for play assessment. Australian Occupational Therapy Journal 51(1) : 3–12. DOI : 10.1046/j.1440- 1630.2003.00387.x
- [10] Ginsburg K (2007). The importance of play in promoting healthy child development and maintaining strong parent–child bonds. Pediatrics 119(1) : 182–191. DOI : 10.1542/peds.2006-2697
- [11] Isenberg J, Quisenberry N (2002). Play : essential for all children. A position paper of the Association for Childhood Education International. (Available at : <http://www.acei.org/playpaper.htm>) (Accessed 18 January 2010).
- [12] Case-Smith J (2005). Occupational Therapy for Children (5th edn). St. Louis : Mosby, Inc.
- [13] Miller E, Kuhaneck H (2008). Children’s perceptions of play experiences and play preferences: a qualitative study. American Journal of Occupational Therapy 62 (4) : 407–415. DOI : 10.5014/ajot.62.4.407
- [14] Ripat J, Becker P (2012). Playground usability: what do playground users say?. Published online in Wiley Online Library ([wileyonlinelibrary.com](http://wileyonlinelibrary.com)) DOI : 10.1002/oti.1331
- [15] Shaw L (1987). Designing playgrounds for able and disabled children. In : Weinstein CS, David TG (eds). Spaces for Children: The Built Environment and Child Development (pp. 187–213). New York : Plenum Press.
- [16] Fjortoft I (2001). The natural environment as a playground for children: the impact of outdoor play activities in pre-school children. Early Childhood Education Journal 29 (2) : 111–117. DOI : 10.1023/A:1012576913074
- [17] Turner J, Newman-Bennett K, Fralic J, Skinner L (2009). Everybody needs a break ! Responses to a playgarden survey. Pediatric Nursing 35(1) : 27–34.
- [18] Ding, Y., et al (2019). Analysis on the Space Design of Children’s Outdoor Activities in Urban Residential Areas in China. 4th International Conference on Contemporary Education, Social Sciences and Humanities (ICCESSH 2019), Advances in Social Science, Education and Humanities Research, volume 329.
- [19] Zhang Junhua. Kindergarten outdoor environment green space [J]. Chinese Garden, 2004 (3): 57-58.
- [20] Sean Peacock, Robert Anderson, and Clara Crivellaro. 2018. Streets for People : Engaging Children in Placemaking Through a Socio-technical Process. In Proceedings of the 2018 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems. <https://doi.org/10.1145/3173574.3173901>
- [21] Geertje Slingerland, Stephan Lukosch, and Frances Brazier (2020). Engaging Children to Co-create Outdoor Play Activities for Place-making. PDC ’20 : Vol. 1, June 15–20, 2020, Manizales, Colombia © 2020 Copyright held by the owner/author(s). ACM ISBN 978-1-4503-7700-3/20/06. <https://doi.org/10.1145/3385010.3385017>
- [22] Laura Lentini and Françoise Decortis. 2010. Space and places : when interacting with and in physical space becomes a meaningful experience. Personal and Ubiquitous Computing 14 (2010), 407–415. <https://doi.org/10.1007/s00779-009- 0267-y>
- [23] Gavin Wood, Thomas Dylan, Abigail Durrant, Pablo E Torres, Philip Ulrich, Amanda Carr, Mutlu Cukurova, Denise Downey, Phil McGrath, Madeline Balaam, Alice Ferguson, John Vines, Shawn Lawson, and Philip I N

- Ulrich. 2019. Designing for Digital Playing Out. In CHI '19 Proceedings of the 2019 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems. 1–15. <https://doi.org/10.1145/3290605.3300909>
- [24] Mahidin, A. M., & Maulan, S. (2012). Understanding Children Preferences of Natural Environment as a Start for Environmental Sustainability. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 38 (2012) 324 – 333 (p. 325). Elsevier B. V. Selection.

# Sistem Pengelolaan Sampah yang Efisien dan ramah lingkungan

Iman<sup>1</sup>, Atie Tri Juniati<sup>2\*</sup>, Aristy Ningtyas<sup>1</sup>, Fachriza Putri K.<sup>1</sup>, M. Refly<sup>1</sup> dan M. Hiknatullah<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila, Jakarta

<sup>2</sup> Program Studi Magister Rekayasa Infrastruktur dan Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila, Jakarta

**Abstrak.** Manajemen limbah padat adalah persoalan global yang berdampak pada semua individu di seluruh dunia. Penanganan limbah yang tidak tepat akan mencemari samudra, menyumbat saluran air sehingga menyebabkan banjir, menularkan penyakit, meningkatkan masalah pernapasan melalui pembakaran, merugikan hewan yang tidak sengaja mengonsumsi sampah, serta mempengaruhi perkembangan ekonomi, misalnya dalam sektor pariwisata. Makalah ini meninjau literatur tentang sistem pengelolaan sampah yang dijelaskan secara deskriptif, dan menyimpulkan tentang pengelolaan sampah terkini yang mungkin dapat dilaksanakan di Indonesia.

**Kata kunci:** manajemen; sampah; IoT; berkelanjutan

## 1. PENDAHULUAN

Pembahasan tentang masalah pengelolaan sampah dan kerangka konsep untuk pengelolaan limbah terpusat telah banyak dilakukan [1]. Sampah perkotaan merupakan salah satu permasalahan kompleks yang dihadapi negara- negara berkembang termasuk Indonesia. Penanganan sampah yang tidak dikelola dengan baik dapat menyebabkan gangguan kesehatan karena menimbulkan berbagai penyakit, bau yang tidak sedap, pencemaran tanah, air dan kurangnya nilai kebersihan dan keindahan lingkungan (Nugraha et al., 2018).

Sampah kota diartikan sebagai sampah yang dibuang oleh masyarakat kota. Permasalahan sampah kota adalah volume sampah besar dan melebihi daya tampung tempat pembuangan akhir (TPA). Lahan TPA semakin sempit, faktor jarak mengakibatkan mengangkut sampah kurang efektif, teknologi pengolahan sampah tidak optimal, terbatasnya tempat penampungan sampah sementara (TPS), kurangnya sosialisasi dan dukungan pemerintah mengenai pengelolaan sampah, minimnya edukasi dan manajemen diri mengenai pengolahan sampah, dan manajemen sampah tidak efektif [2]



Gambar 1. Sampah plastik di lautan.

Jika limbah tidak dikelola dengan baik, dampaknya bisa membahayakan kesehatan, lingkungan, dan bahkan kemakmuran kita. Limbah yang tidak terkelola dengan baik mencemari lautan, menyumbat saluran air, dan menyebabkan peningkatan banjir serta penyebaran penyakit. Masalah pernapasan yang timbul akibat pembakaran limbah juga merugikan hewan yang tanpa sadar mengonsumsinya, serta berdampak pada ekonomi dan pembangunan [3].

\* Corresponding author: [atie.juniati@univpancasila.ac.id](mailto:atie.juniati@univpancasila.ac.id)

## 2. METODE

Makalah ini disusun dengan Metode Narrative Synthesis dengan menyusun informasi dari berbagai sumber menjadi sebuah narasi atau cerita yang koheren. Sumber pustaka dikumpulkan dari hasil penelitian dan informasi visual dan disajikan secara deskriptif dan naratif agar mudah dipahami.

## 3. HASIL

### **Kebijakan Pengelolaan Sampah Di Indonesia**

#### **Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 81 Tahun 2012 tentang Pengelolaan Sampah Rumah Tangga dan Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga**

Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 81 Tahun 2012 mengatur pengelolaan sampah rumah tangga dan sampah sejenis sampah rumah tangga dengan penekanan pada pengurangan dan penanganan sampah. Pemerintah kabupaten/kota bertanggung jawab untuk mengembangkan kebijakan, strategi, dan rencana pengelolaan sampah, yang mencakup aspek-aspek seperti pengurangan, daur ulang, penggunaan ulang, pemilahan, pengumpulan, pengangkutan, pengolahan, pembuangan akhir, dan pendanaan untuk jangka waktu minimal 10 tahun.

Implementasi pengelolaan sampah melibatkan langkah-langkah spesifik seperti pemilahan sampah, pengumpulan, pengangkutan, pengolahan, dan pembuangan akhir. Kompensasi untuk dampak negatif dari pembuangan akhir sampah adalah tanggung jawab pemerintah kabupaten, kota, dan negara bagian.

Pengembangan teknik pengelolaan sampah melibatkan para menteri, universitas, lembaga penelitian, badan usaha, dan lembaga swadaya masyarakat. Sistem informasi mencakup berbagai aspek pengelolaan sampah dan peran masyarakat meliputi saran, pertimbangan, nasihat, pendidikan, pelatihan dan partisipasi dalam kebijakan dan strategi.

#### **Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 14 Tahun 2021 Tentang Pengelolaan Sampah Pada Bank Sampah**

Bank Sampah meliputi pengurangan sampah dan penanganan sampah. Pengurangan sampah dilakukan melalui pemanfaatan kembali sampah dan penanganan sampah dapat dilakukan dengan cara penilaian sampah, pengumpulan sampah, dan pengolahan sampah. Fasilitas Bank sampah dibedakan berdasarkan jenis Bank Sampah yang meliputi Bank Sampah Induk (BSI) dan Bank Sampah Bank Sampah Unit (BSU).

Tata kelola Bank Sampah dibedakan berdasarkan jenis Bank Sampah yaitu BSI dan BSU. Pengelolaan BSI meliputi struktur kelembagaan sesuai kebutuhan, berbentuk badan usaha, cakupan pelayanan di tingkat kota / kabupaten, memiliki nasabah dari BSU, memiliki prosedur operasional standar penyelenggaraan Bank Sampah. Kemudian untuk pengelolaan BSU meliputi, Struktur kelembagaan sesuai kebutuhan, dibentuk oleh kepala kelurahan atau kepala desa, memiliki nasabah seperti rumah tangga, memiliki prosedur operasional standar penyelenggaraan Bank Sampah seperti jam operasional, jadwal dan mekanisme pengumpulan sampah dan pencatatan jenis dan volume sampah yang dilakukan pemilahan, pengumpulan dan pemanfaatan kembali sampah,

Pemerintah atau pemda dapat melakukan kemitraan dengan Bank Sampah dalam melakukan pengelolaan sampah. Dalam melakukan kemitraan pengelolaan sampah, pemerintah dan Pemda memfasilitasi kerja sama seperti Bank Sampah dengan usaha atau kegiatan daur ulang dan Bank sampah dengan produsen. Setelah adanya kerja sama harus adanya pemantauan terhadap struktur kelembagaan sampah, fasilitas bank sampah, kinerja pengelolaan sampah, pelaksanaan kemitraan. Kemudian Evaluasi kegiatan dijadikan dasar pertimbangan keberlanjutan kemitraan pengelolaan sampah dengan Bank Sampah.

### **Implementasi Bank Sampah**

Kurangnya kesadaran masyarakat dan kekurangan regulasi pemerintah yang spesifik terkait pengolahan sampah, termasuk sampah organik dan anorganik, menyebabkan peningkatan volume sampah dari tahun ke tahun. Pemerintah harus mengedukasi masyarakat mengenai pentingnya pengelolaan sampah dan memberlakukan sanksi yang ketat bagi mereka yang membuang sampah sembarangan agar aturan ini dihormati, sehingga masalah sampah dapat diatasi. Selain peran pemerintah, masyarakat juga berperan penting dalam menjaga lingkungan sekitar. Salah satu cara yang dapat dilakukan adalah memilah sampah untuk daur ulang serta mengingatkan orang lain untuk melakukan hal serupa setiap saat dan di mana pun [4].

Pelaksanaan Bank Sampah pada dasarnya merupakan salah satu bentuk rekayasa sosial untuk mendorong partisipasi masyarakat dalam pemilahan sampah. Keberhasilan pengelolaan sampah melalui Bank Sampah dipengaruhi oleh faktor kelembagaan yang solid, jaringan yang kuat, tingkat kompetensi personel yang tinggi, serta strategi yang mendukung pertumbuhan agresif melalui sosialisasi kepada Masyarakat [5].

Menurut penelitian [6] yang mengevaluasi implementasi kegiatan Bank Sampah (BS) di Provinsi DKI Jakarta dan mengkaji kontribusi pemerintah dalam pengembangan BS, terdapat empat masalah utama yang menghambat pelaksanaan BS. Masalah tersebut meliputi kendala keuangan, kurangnya partisipasi masyarakat sebagai pelanggan BS, kesulitan pemasaran produk BS, dan masalah kepemilikan lahan untuk lokasi BS. Salah satu solusi untuk mengatasi masalah tersebut adalah dengan melibatkan Perguruan Tinggi (PT) sebagai pendamping BS. Bagi PT, berperan sebagai pendamping BS dianggap sebagai bagian dari pengabdian masyarakat, yang merupakan salah satu dari tugas Tri Dharma Perguruan Tinggi. Dengan sumber daya manusia (dosen dan mahasiswa) yang melimpah serta memiliki kompetensi di berbagai bidang, diharapkan PT dapat mengembangkan BS menjadi unit usaha yang profesional, menciptakan lapangan kerja, serta memberikan manfaat bagi pemerintah dan masyarakat sekitar lokasi BS. Insan Perguruan Tinggi dapat membuat rancangan Sistem Informasi Bank Sampah berbasis Web untuk manajemen pengelolaan sampah seperti yang telah dilakukan oleh penelitian [7]–[9] sebagai upaya dalam mewujudkan konsep Green Campus

### Pengelolaan Sampah Yang Sudah Dilaksanakan



Gambar 2. Pengumpulan dan daur ulang sampah.

Ada berbagai cara untuk mengurangi sampah plastik, seperti membuat daftar untuk mengonsumsi lebih sedikit plastik dan mengintegrasikannya ke dalam strategi manajemen limbah padat secara menyeluruh. Data dan perencanaan limbah juga menjadi bagian penting dari solusi untuk memahami jumlah dan jenis limbah yang dihasilkan serta lokasi terjadinya. Hal ini dapat membantu pemerintah dalam merumuskan kebijakan yang lebih efektif [1]

### Di Indonesia



Gambar 3. TPA bantar gebang.

Masalah sampah di Jakarta belum terselesaikan dari masa lalu hingga saat ini. Bahkan dengan rencana proyek yang akan dilakukan pemerintah untuk mengubah sampah menjadi energi listrik, tampaknya belum sepenuhnya dapat mengatasi jumlah total sampah yang dihasilkan penduduk Jakarta setiap harinya, yang mencapai 7500 ton, hanya di Jakarta saja. [2]



Gambar 4. Mesin musayama.

Metode pengelolaan sampah pada mesin musayama ini terlebih dahulu memisahkan sampahnya dan memilah ragam jenis untuk mengelahnnya lebih lanjut. Sampah non-organik seperti kaca dan plastik yang sudah



dipilah akan dijual ke industri yang mengolah produk daur ulang. Sampah lainnya akan dibawa ke tungku pembakaran namun tak semua dibakar. secara bersamaan material kayu dibakar terlebih dahulu hingga tungku mencapai suhu 800° Celsius. Selanjutnya residu sampah lainnya akan dimasukkan kedalam tungku untuk mengalami proses pirolisis atau dekomposisi kimia bahan organik melalui proses pemanasan tanpa adanya oksigen atau reagen lainnya. [10]

### Di Istanbul



Gambar 5. Kota metropolitan.

Hampir 16 juta orang tinggal di Istanbul, yang merupakan kota metropolitan, ada sekitar sembilan puluh ribu ton sampah yang kemudian diolah oleh mereka dibuang setiap hari. Truk mengangkut satu juta ton sampah ke lokasi ini setiap tahun. Derek raksasa mengangkat sampah dari bunker limbah dan memasukkannya ke dalam boiler besar. Boiler mengubah energi kinetik menjadi listrik dengan membakar sampah pada suhu 1832 derajat Fahrenheit. Proses ini menghasilkan 85 megawatt daya setiap hari, yang merupakan jumlah yang setara dengan kebutuhan energi harian sekitar 1,4 juta rumah [2]

### Di Swedia



Gambar 6. Proses pengelolaan sampah.

Suatu hari sampah di Swedia akan menjadi konsumsi berkelanjutan.



Gambar 7. Mesin daur ulang.

Untuk mengurangi sampah plastik di Swedia dilakukan sistem deposit. Sistem deposit ini digunakan untuk mengumpulkan dan kemudian mendaur ulang botol plastik dan kaleng minuman. Orang yang membeli minuman akan mendapat potongan harga apabila mereka mengembalikan botol dan kaleng minumannya ke depo [3]



Gambar 8. Kawasan biogas.

Pemerintah Swedia mengubah sampah organik menjadi biogas, yang dapat digunakan sebagai bahan bakar untuk transportasi. Komponen beracun atau kotoran diubah menjadi pemanas listrik, sehingga tidak dapat didaur ulang. [3]

## Di India



Gambar 9. Tempat pemrosesan akhir sampah.

Di negara-negara lain, seperti India, sistem pembuangan terdesentralisasi memecahkan masalah sampah. Limbah biodegradable dipisahkan di lokasi terkecil dan kemudian diproses menjadi kompos, yang menghasilkan biogas untuk memasak. [2]



Gambar 10. Daur ulang sampah.

Metode pengolahan Sampah yang sudah dipilah dapat diubah menjadi barang daur ulang yang berharga dengan menggunakan mesin buatan Treasure. Biasanya, sampah yang dihasilkan oleh nivera plastik dipotong-potong dengan mesin kemudian disortir kembali. Bahan ini digunakan untuk membuat meja dan rak kursi. Kami fokus pada kekuatannya ini bahan, yang tahan air dan panas sepenuhnya. Ini juga bagus karena dapat didaur ulang berulang kali. [11]

## Di Korea



Gambar 11. TPA Sanitary.

Orang-orang berpikir bahwa pada tahun 2000-an di Korea Selatan, Kementerian Lingkungan Hidup Korsel membangun TPA saniter terbesar di dunia. Itu menggunakan lahan yang direklamasi dan memiliki kapasitas untuk menampung sampah dari 22 juta orang. [2]

## Di Singapura



Gambar 12. Gotong royong membersihkan sampah.

Singapura bukan satu-satunya negara yang menghadapi masalah dan krisis sampah, tetapi negara kecil ini selalu memukau dunia dengan inovasi dan kemajuannya, termasuk dalam menangani sampah. Sementara Indonesia mengumpulkan sampah menjadi gunung, Singapura memiliki strategi pembuangan sampah yang unik, dengan cara menggunakan incinerator. Incinerator dinilai sebagai metode yang sangat efektif dalam mereduksi sampah. Singapura berterima kasih atas setiap meter tanah yang mereka miliki, jadi tidak ada ruang lagi untuk menyimpan sampah. Dengan teknik ini, sampah diolah dalam satu hari. Meskipun polusi telah berkurang selama pandemi, kurangnya aktivitas di luar rumah menyebabkan sampah rumah tangga meningkat.

Hal ini diduga akibat maraknya penggunaan layanan pesan antar dan kebiasaan belanja rumah tangga secara online, seperti di Jakarta. [4]

### Di Jepang



Gambar 13. Dermaga pabrik pembakaran sampah.

Dermaga pengelolaan air minum homoku yang ada di distrik Tengah kota Yokohama digunakan untuk menimbun sampah hasil pembakaran dari pabrik pembakaran sampah. Tempat ini merupakan are pembuangan sampah terbesar di Yokohama [5]

### Merevolusi Pengelolaan Sampah untuk Masa Depan Berkelanjutan



Gambar 14. Robot dengan sistem AI

Metode AI dan algoritme merupakan cara efisien dan sangat tepat dalam mengelola daur ulang, membuat pengelolaan sampah menjadi lebih mudah. Kamera dengan resolusi tinggi menangkap banyak data visual, memungkinkan algoritme AI untuk membedakan plastik, kertas, logam, dan bahan lainnya dengan mudah. Teknologi inovatif ini memastikan pemisahan yang efisien di fasilitas daur ulang, mendukung masa depan yang lebih ramah lingkungan [12]

### What a Waste 2.0: Semua yang Harus Anda Ketahui Tentang Pengelolaan Sampah



Gambar 15. Gudang pengolahan sampah

Metode bank sampah di seluruh dunia berinvestasi dalam pengelolaan sampah yang berkelanjutan untuk mengatasi tantangan terkait infrastruktur, pembiayaan, dan kapasitas. Salah satunya adalah dengan mencatat konsumsi plastik yang lebih sedikit dan mengintegrasikannya ke dalam strategi pengelolaan sampah secara keseluruhan, termasuk data dan perencanaan sampah [13]

### Ilmuwan Mengubah Sampah Plastik Menjadi Hidrogen Bersih



Gambar 16. Botol plastik daur ulang.

Metode ini mengubah sampah plastik menjadi bahan bakar hidrogen yang bersih. Hidrogen ini berguna untuk menghasilkan listrik dan menggerakkan sel bahan bakar, seperti yang ada pada kendaraan listrik yang menggunakan air bersih [14]

### Pengelolaan Sampah Terpadu Dan Berkelanjutan

Solusi pengelolaan sampah dengan IoT (*Internet of Things*) menggunakan teknologi sensor, konektivitas internet, dan analisis data untuk meningkatkan efisiensi dalam pengumpulan, pemantauan, dan pengelolaan sampah. Solusi ini berfokus pada mengurangi kebutuhan akan pengambilan sampah yang tidak efisien, mengoptimalkan jadwal pengumpulan, dan memungkinkan pengguna untuk mengambil keputusan berdasarkan data yang dianalisis secara cermat.

Pengelolaan sampah dengan IoT (*Internet of Things*) adalah pendekatan modern dalam mengelola dan memantau sampah menggunakan teknologi sensor dan konektivitas internet. Pendekatan ini melibatkan penggunaan sensor yang dipasang pada tempat sampah untuk mengukur dan memantau level atau volume sampah di dalamnya. Data yang dihasilkan oleh sensor tersebut kemudian dikirimkan secara nirkabel ke platform atau sistem pusat untuk analisis lebih lanjut.

Dengan memanfaatkan teknologi sensor dan konektivitas internet, pengelolaan sampah dengan IoT bertujuan untuk meningkatkan efisiensi, mengurangi dampak lingkungan, dan memberikan solusi yang lebih adaptif dan cerdas dalam pengelolaan sampah. Konsep *Internet of Things* (IoT) mulai diperkenalkan pada awal tahun 1980-an, meskipun penerapannya yang lebih luas dan signifikan dimulai pada tahun 2000-an dan terus berkembang hingga sekarang.

Banyak negara di seluruh dunia yang telah menggunakan teknologi *Internet of Things* (IoT) dalam pengelolaan sampah mereka. Beberapa di antaranya adalah Amerika Serikat, Jepang, Inggris, Jerman, Swedia, Singapura dan Korea Selatan. Penggunaan teknologi IoT dalam pengelolaan sampah ini terus berkembang di banyak negara lainnya di seluruh dunia sebagai bagian dari upaya untuk menciptakan kota yang lebih cerdas dan ramah lingkungan. Konsep *Internet of Things* (IoT) untuk pengelolaan sampah juga mulai diterapkan di Indonesia. Beberapa kota di Indonesia telah mengadopsi teknologi ini sebagai bagian dari upaya untuk meningkatkan efisiensi dalam pengelolaan sampah adalah Jakarta, Bandung dan Surabaya. Meskipun masih dalam tahap awal, penggunaan IoT dalam pengelolaan sampah di Indonesia menunjukkan potensi untuk membantu mengatasi tantangan pengelolaan sampah yang ada di kota-kota besar di negara ini. Banyaknya inisiatif dan penelitian yang sedang dilakukan menunjukkan kecenderungan menuju penggunaan teknologi ini dalam waktu yang lebih luas di masa depan. Pengelolaan sampah dengan IoT (*Internet of Things*):



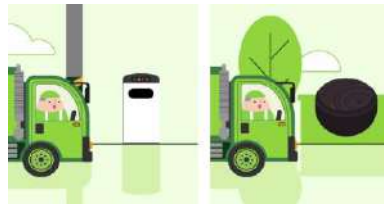
Gambar 17. Rute pengumpulan sampah.

Pengumpulan sampah konvensional rumit dan mahal.



Gambar 18. Armada truk.

Sebelumnya, armada truk seringkali berkeliling di jalan-jalan yang sibuk dengan jadwal yang tidak terorganisir, menggunakan rute yang tidak efektif. Tidak jarang, kegiatan pengumpulan sampah didasarkan pada asumsi tanpa data yang jelas. Tempat sampah memiliki tingkat pengisian yang berbeda, mulai dari hampir penuh hingga setengah penuh. Namun, CleanCUBE dan CleanFLEX mencegah hal ini terjadi.



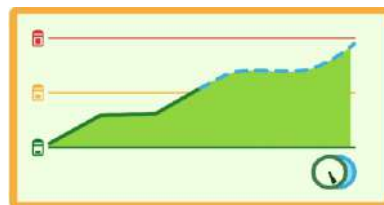
Gambar 19. Armada truk.

Menggunakan CleanCUBE dan CleanFLEX dapat mengatasi masalah ini. Dengan dukungan tenaga surya, CleanCUBE dapat memampatkan sampah hingga delapan kali lipat volume tempat sampah standar. Selain itu, alat ini mengumpulkan data dari sensor, memantau tingkat pengisian, dan jadwal pengumpulan sampah.



Gambar 20. CleanCUBE data sensor.

Namun, CleanFLEX adalah sensor *Internet of Things* (IoT) yang dapat mengidentifikasi zat padat atau cair di tempat sampah konvensional dengan berbagai ukuran dan bentuk. Sensor ini juga dapat memprediksi tingkat pengisian sampah.



Gambar 21. Fitur pengisian.

Setelah produk dipasang, kami mengirimkan semua data ke *CleanCityNetworks*, platform online kami. Di sana, Anda dapat melihat tingkat pengisian, melihat grafik visual, dan mengoptimalkan rute dan jadwal pengumpulan. Selain itu, CCN memiliki fitur prediksi tingkat pengisian. Dengan menggunakan pembelajaran mesin dan menganalisis riwayat Anda, CCN dapat memperkirakan kapan Bin tertentu akan penuh sehingga insiden overflow dihilangkan terlebih dahulu. Data memungkinkan pengguna membuat keputusan dengan CCN. Dengan mengurangi jumlah titik penjemputan, lebih sedikit kendaraan yang dikirim, yang berarti lebih sedikit kebisingan, kemacetan, dan emisi CO<sub>2</sub>. Semua data akan terhubung ke *CleanCityNetworks* (CCN), platform online, setelah pemasangan selesai. Tingkat pengisian, grafik visual, dan pengaturan rute dan jadwal pengumpulan semua dapat dilihat di sini. Selain itu, dengan menggunakan pembelajaran mesin dan analisis riwayat, CCN dapat memprediksi tingkat pengisian. Dengan mengetahui kapan tempat sampah akan penuh, tumpahan sampah dapat dihindari. Data yang ada memungkinkan pengguna membuat keputusan dengan CCN. Selain itu, pengelolaan sampah yang efektif mengurangi kebisingan, kemacetan, dan emisi karbon dioksida. Setiap kali ada data baru, pengemudi dapat mengakses rute yang dioptimalkan melalui aplikasi. Pengendara akan mengikuti rute yang sudah ditentukan dan mengetahui tempat sampah mana yang harus dikunjungi. Solusi ini akan menghasilkan penghematan hingga 80% dalam jumlah penggunaan truk, bahan bakar yang digunakan, dan waktu yang lebih efisien.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan bentuknya, sampah dapat dibedakan menjadi sampah padat, cair, alam, konsumsi, manusia dan radioaktif. Sampah padat adalah sampah yang berwujud padat. Sampah padat dapat berupa sampah rumah tangga: sampah dapur, kebun, plastik, metal, gelas dan lain-lain. Sampah organik dan anorganik termasuk sampah padat. Sampah ini dapat dibedakan berdasarkan kemampuan diurai oleh alam atau biodegradability



menjadi sampah padat biodegradable (sampah yang dapat diuraikan oleh proses biologi) dan sampah padat non-biodegradable (tidak dapat diuraikan oleh suatu proses biologi). Sampah padat non-biodegradable ada dua jenis yaitu *recyclable* (dapat diolah kembali) dan *non-recyclable* (tidak dapat diolah kembali). Sampah Cair adalah bahan cairan yang telah digunakan dan tidak diperlukan lagi seperti limbah. Limbah adalah sampah cair yang dihasilkan dari aktivitas industri. Limbah dapat dibagi menjadi dua yaitu limbah hitam dan limbah rumah tangga. Limbah hitam adalah sampah cair yang mengandung patogen berbahaya yang berasal dari toilet, sedangkan limbah rumah tangga adalah sampah cair yang dihasilkan dari dapur, kamar mandi, dan tempat cucian.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] World Bank, Réalisateur, *What a Waste 2.0: Everything You Should Know About Solid Waste Management.* [Film]. 2018.
- [2] Kumparan, Réalisateur, *Jakarta Sumbang Bantargebang 7.500 Ton Sampah Per Hari, Solusinya?* [Film]. 2022.
- [3] Sweden, Réalisateur, *Waste Management.* [Film]. 2022.
- [4] D. Fakta, Réalisateur, *BAGAIMANA NEGARA SINGAPURA BISA BEBAS DARI MASALAH SAMPAH?* [Film]. 2022.
- [5] Nihongo Ganbarou, Réalisateur, *Ini Rahasia Bersihnya Negara Jepang.* [Film]. 2021.
- [6] N. e. al, 2018.
- [7] Nugraha dan et al.
- [8] <https://www.youtube.com/@fintelics>, Réalisateur, *AI and Recycling: Revolutionizing Waste Management for a Sustainable Future.* [Film]. 2023.
- [9] fintelics, Réalisateur, *AI and Recycling: Revolutionizing Waste Management for a Sustainable Future.* [Film]. 2023.
- [10] WorldBank, Réalisateur, *What a Waste 2.0: Everything You Should Know About Solid Waste Management.* [Film]. 2018.
- [11] TheWorldOfScienceCo, Réalisateur, *Scientists Converted Plastic Waste Into Clean Hydrogen Fuel.* [Film]. 2022.
- [12] DWIndonesia, Réalisateur, *Bagaimana Cara Sampah Diubah Menjadi Listrik di Ethiopia.* [Film]. 2021.
- [13] DWIndonesia, Réalisateur, *Kelola Sampah Jadi Produk Bernilai Guna dengan Mesin Musayama.* [Film]. 2020.
- [14] DWIndonesia, Réalisateur, *Ratusan Ton Sampah Plastik Diolah Jadi Furnitur Pakai Mesin dari India Ini! Indonesia Perlu Tiru!* [Film]. 2023.
- [15] EcubeLabs, Réalisateur, *IoT Solutions - Smart Waste Management.* [Film]. 2019.
- [16] kumparan, Réalisateur, *Jakarta Sumbang Bantargebang 7.500 Ton Sampah Per Hari, Solusinya?* [Film]. 2022.
- [17] Interestingengineeringofficial, Réalisateur, *How To Turn Waste Into Electricity.* [Film]. 2022.
- [18] sweden, Réalisateur, *Waste Management.* [Film]. 2022.

# Pengembangan Sumber Daya Air untuk Pariwisata

Shyreeva Djamal Putra Indrawan<sup>1</sup>, Atie Tri Juniati<sup>2\*</sup>, Nadhira Nur Komariah<sup>1</sup>, Najwa Ardhea Fahrudin<sup>1</sup>, Buce Samuel Talakua<sup>1</sup>, Faiz Fadhilah Wahab<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila, Jakarta

<sup>2</sup> Program Studi Magister Rekayasa Infrastruktur dan Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila, Jakarta

**Abstrak.** Dalam era globalisasi ini, pariwisata menjadi salah satu sektor yang sangat penting dalam perekonomian suatu negara. Indonesia sebagai negara kepulauan memiliki potensi sumber daya air yang sangat besar dan beragam. Oleh karena itu, pengembangan pariwisata yang berbasis pada sumber daya air menjadi salah satu alternatif untuk meningkatkan perekonomian Indonesia. Makalah membahas tentang pengembangan sumber daya air (PSDA) untuk pariwisata di Indonesia dengan melakukan studi literatur. Dari studi literature diperoleh informasi bahwa PSDA untuk pariwisata yang ada di Indonesia antara lain adalah wisata air terjun, wisata air panas, wisata bahari, dan wisata danau. Pengembangan pariwisata berbasis sumber daya air di Indonesia masih belum optimal, hal ini disebabkan oleh beberapa faktor, seperti minimnya perhatian pemerintah, kurangnya infrastruktur, kurangnya promosi, dan minimnya partisipasi masyarakat. Beberapa lokasi wisata tersebut adalah pariwisata di Labuan Bajo, Pantai Biru, Sungai Ayung, Air Terjun Desa Sambangan, Air Terjun Wera Saluopa, Air Terjun Bondula, Air Terjun Bantimurung'Na Gallang, Air Panas Semurup Kerinci, Air Panas Di Dusun Juruh. Oleh karena itu, diperlukan upaya-upaya untuk mengatasi kendala-kendala tersebut agar pengembangan pariwisata berbasis sumber daya air yang ada di Indonesia dapat berjalan dengan baik.

**Kata kunci:** *Pariwisata, Sumber daya air, Perekonomian, PSDA untuk pariwisata*

## 1. PENDAHULUAN

Pengembangan sektor pariwisata dapat memiliki dampak negatif terhadap lingkungan, yang pada akhirnya akan mengganggu ekosistem. Dampak yang timbul akibat gangguan terhadap ekosistem ini meliputi penurunan kualitas air, penurunan populasi flora dan fauna di pesisir dan laut, serta peningkatan risiko bencana alam. Masalah sumber daya air merupakan ancaman serius, seperti intrusi air laut, perubahan kualitas air, pencemaran lingkungan, dan masalah kekeringan.

Terdapat berbagai potensi sumber daya alam yang dapat dijadikan potensi pariwisata di Indonesia, namun, belum semua potensi tersebut dikelola dengan baik dan fasilitas yang disediakan kurang memadai. Kekurangan fasilitas seperti toilet, sumber air bersih, lahan untuk masyarakat berdagang, serta akses yang sulit dapat menjadi fokus dalam peningkatan sarana prasarana yang mendukung kegiatan pariwisata. Selain itu, sumber daya kelautan yang melimpah juga dapat menjadi aset strategis dan komparatif dalam pembangunan daerah untuk lokasi pariwisata. Keamanan bagi wisatawan serta kemudahan akses dan jenis kendaraan juga menjadi faktor penting yang perlu diperhatikan dalam pengembangan potensi tersebut. Selain itu, keberadaan aturan adat juga dapat mempengaruhi kegiatan pariwisata di beberapa daerah di Indonesia [1].

Oleh karena itu, pengembangan sumberdaya air untuk objek pariwisata memerlukan perhatian dan pengelolaan yang berkelanjutan. Makalah ini memberikan gambaran mengenai beberapa pengembangan sumber daya air untuk pariwisata di Indonesia.

## Pariwisata air di Indonesia

Indonesia memiliki beragam objek pariwisata yang tersebar dari barat hingga timur, baik di daratan maupun di laut. Sektor pariwisata menjadi salah satu sumber pendapatan devisa terbesar bagi negara [2]. Menurut UU No. 10 Tahun 2009 tentang Kepariwisataan, pariwisata mengacu pada berbagai kegiatan wisata yang didukung

\* Corresponding author: [atie.juniati@univpancasila.ac.id](mailto:atie.juniati@univpancasila.ac.id)

oleh fasilitas dan layanan yang disediakan oleh masyarakat, pengusaha, pemerintah, dan pemerintah daerah. Peningkatan pendapatan negara dari sektor pariwisata menunjukkan pentingnya pembangunan dan pemeliharaan kawasan pariwisata sebagai salah satu aset yang berpotensi bagi negara. Selain itu, pariwisata juga dianggap sebagai sektor ekonomi alternatif yang dapat membantu mengatasi kemiskinan di Indonesia [3].

Mill dan Morrison (1985) menjelaskan bahwa pariwisata merupakan suatu sistem yang terdiri dari beberapa komponen yang saling terkait. Terdapat empat komponen utama dalam pariwisata, yaitu perjalanan wisata, pasar wisata, tujuan wisata, dan pemasaran wisata. Sementara itu, Gunn (1994) menggambarkan pariwisata sebagai sebuah kesatuan sistem antara karakteristik wisatawan yang akan mempengaruhi kebutuhan dan motivasi dalam berwisata, tempat tujuan wisata yang diwakili oleh atraksi dan layanan wisata yang ditawarkan, serta pemasaran dan aksesibilitas menuju tempat wisata [4].

*Smart tourism destination* adalah destinasi pariwisata yang inovatif, dibangun dengan menggunakan infrastruktur teknologi yang memastikan pengembangan pariwisata yang berkelanjutan. Destinasi ini dapat diakses oleh semua orang dan memfasilitasi interaksi wisatawan dengan kondisi pariwisata di sekitarnya. Tujuannya adalah untuk meningkatkan pengalaman wisatawan dan juga meningkatkan kualitas hidup penduduk lokal [5].

Untuk mengembangkan sektor pariwisata secara menyeluruh dan berkelanjutan, diperlukan koordinasi antar sektor dan pengaturan kawasan strategis. Selain itu, penting juga untuk memberdayakan usaha mikro, kecil, dan menengah di dalam dan sekitar destinasi pariwisata. Selain langkah-langkah tersebut, setiap daerah dengan objek pariwisata perlu membentuk Badan Promosi Pariwisata, Asosiasi Kepariwisataan, serta mengatur standar jenis usaha dan kompetensi pekerja pariwisata. Dengan demikian, diharapkan kesempatan berwirausaha dapat diperluas dan disebarluaskan kepada masyarakat, serta menciptakan lapangan kerja baru yang pada akhirnya akan meningkatkan pendapatan masyarakat, daerah, dan negara secara keseluruhan [6].

Ketentuan mengenai pengembangan sumber daya air diatur lebih lanjut dengan peraturan pemerintah. Pengelolaan meliputi perencanaan, pelaksanaan, pemantauan, dan evaluasi dalam menjalankan konservasi, penggunaan, dan pengendalian kerusakan sumber daya air. Pemanfaatan sumber daya air mencakup penentuan zona penggunaan dan alokasi air di sumber air. Penyediaan sumber daya air bertujuan memenuhi kebutuhan air dan daya air dengan kualitas dan kuantitas yang sesuai. Penggunaan sumber daya air melibatkan pemanfaatan infrastruktur dan sumber daya air sebagai media atau bahan. Pengembangan sumber daya air dilakukan untuk meningkatkan pemanfaatan fungsi sumber daya air tanpa merusak keseimbangan lingkungan [7].

### **Pengembangan Sumber Daya Air Untuk Pariwisata**

Pengembangan sumberdaya air untuk mendukung sektor pariwisata telah banyak dilakukan di Indonesia, antara lain adalah sebagai berikut:

- Danau Toba di Sumatera Utara adalah destinasi wisata menarik yang terbentuk dari letusan gunung Toba sekitar 74 ribu tahun lalu. Keindahan alam sekitarnya, seperti Pulau Samosir, Parapat, Tongging, dan lainnya, memiliki potensi besar untuk menjadi tujuan wisata internasional dengan penerapan smart tourism[5].
- Labuan Bajo memiliki potensi wisata alam yang belum dioptimalkan. Fasilitas yang kurang memadai seperti toilet, air bersih, dan akses yang sulit menjadi fokus dalam meningkatkan infrastruktur pariwisata di sana [1].
- Pengembangan pariwisata halal di Pulau Madura memiliki potensi besar, namun implementasinya terhambat oleh kurangnya kerjasama pemangku kebijakan dan minimnya anggaran [8]. Kurangnya kerjasama dan pergantian jabatan memperlambat implementasi syariah. Anggaran minim Pemerintah Daerah berdampak pada infrastruktur, pengelolaan, dan pemasaran pariwisata [9].
- Sungai Ayung di Bali memiliki potensi sumber daya air yang dapat dikelola dengan kearifan lokal, namun perlu manajemen yang lebih baik untuk mencegah pemborosan air ke laut selama musim kemarau [10].
- Kabupaten Poso di Sulawesi Tengah memiliki potensi wisata yang belum dikelola secara optimal. Pengembangan pariwisata di sana membutuhkan perhatian serius terutama terkait infrastruktur, pengelolaan, dan promosi [11].
- Air terjun di Desa Sambangan dan Air Terjun Bondula di Gorontalo Utara memiliki potensi wisata yang belum mendapat perhatian optimal dari pihak terkait, membutuhkan peningkatan fasilitas, infrastruktur, dan promosi [12] [13].

- Pemandian Air Terjun Bantimurung'Na Gallang di Gowa, serta Pemandian Air Panas Semurup Kerinci dan Air Panas Gunung Peyek membutuhkan perhatian lebih dalam pengelolaan, fasilitas, dan promosi agar potensi wisatanya dapat dioptimalkan [14] [15].
- Obyek Wisata Air Panas Cipari di Cilacap, serta air panas di Dusun Juruh diharapkan dapat dikembangkan lebih lanjut dengan dukungan pemerintah dan masyarakat untuk menciptakan daya tarik yang lebih besar bagi wisatawan [16].
- Pemandian Air Panas Gunung Peyek, atau Jacuzzi alami di Parung, memiliki nilai sejarah dari era penjajahan Belanda. Meskipun airnya hangat dan suasana alamnya indah, aksesnya sulit dijangkau dengan mobil dan butuh perbaikan dalam pemasaran serta kesadaran pariwisata. Penting juga memperhatikan standar pengelolaan yang telah diatur oleh regulasi pariwisata [17] [18].
- Wisata Pemandian Air Panas di Jawa Barat memiliki potensi besar sebagai daya tarik wisata, namun masih memerlukan peningkatan aksesibilitas, fasilitas, dan promosi untuk meningkatkan minat pengunjung [19].

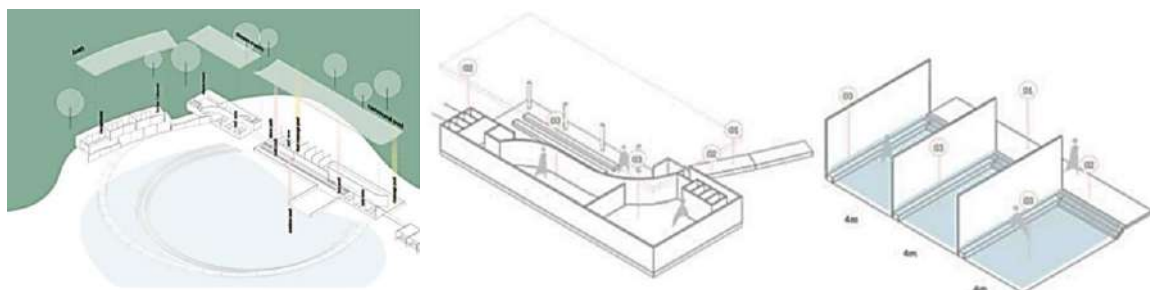
Menciptakan ruang yang menggabungkan rekreasi dan meditasi dengan memanfaatkan keindahan alam sebagai daya tarik utama dari pemandian air panas ini adalah tujuan utama. Bangunan ini dirancang dengan memperhatikan lingkungan sekitarnya agar pengunjung dapat merasakan ketenangan saat berendam di kawasan tersebut.



Gambar 3. Situasi.

Sumber: Fiona and R. Damayanti, "Wisata Relaksasi Pemandian Air Panas di Jawa Barat," *eDimensi Arsit. Petra*, vol. VIII, no. 1, pp. 81-88, 2020.

Konsep yang digunakan adalah setiap ruangan harus memiliki interaksi dengan alam. Pengembangan objek pariwisata ini mencakup area penerima yang berfungsi sebagai lobby, resepsionis, dan ruang servis, restoran publik sebagai tempat menunggu bagi pengunjung yang tidak ingin berendam, area penginapan, area penunjang kolam seperti area bilas, kolam komunal dengan kolam pijat kaki, kolam air dingin, kolam air panas, *steam room*, dan area pijat, serta area kolam privat dengan resepsionis dan tempat menunggu yang terpisah dari kolam komunal. Area kolam yang sudah ada menjadi daya tarik utama di kawasan ini, sehingga dilakukan optimalisasi pemandangan dari area kolam dan bangunan penunjangnya [19].



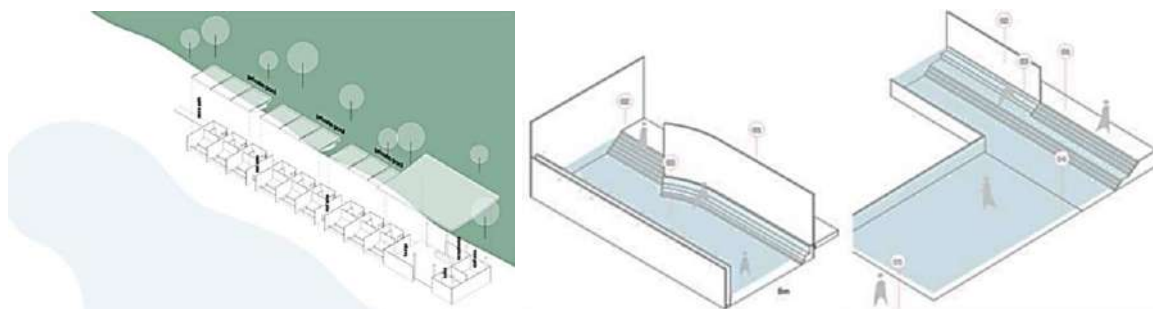
Gambar 4. Isometri Kolam Komunal.

Kolam dengan suhu air panas sebesar 38°C dan kolam dengan suhu air dingin sebesar 23°C memiliki suasana yang berbeda karena menggunakan material dan pengaturan suhu lighting yang berbeda pula. Material yang digunakan adalah batu andesit abu-abu, oak *wood plank*, dan beton tekstur yang semuanya berasal dari alam. Pengaturan suhu lighting juga berbeda, dengan menggunakan suhu 2700°K untuk menciptakan suasana dingin di kolam air panas, dan suhu 7000°K untuk menciptakan suasana hangat di kolam air dingin. Sumber

air panas untuk kolam berasal dari sumber mata air panas dengan suhu sekitar 40°C yang berada dekat dengan lokasi kolam. Air panas tersebut dicampurkan dengan air sungai yang memiliki elevasi lebih tinggi dari area kolam, sehingga suhu yang didapatkan sekitar 38°C. Air yang sudah tercampur kemudian dialirkan menuju kolam eksisting dan selanjutnya dialirkan ke kolam privat melalui pipa. Air bekas kolam akan langsung dialirkan ke sungai yang memiliki elevasi lebih rendah, sehingga tidak tercampur dengan air sungai yang akan digunakan [19].



Gambar 5. Potongan Perspektif Kolam Komunal.



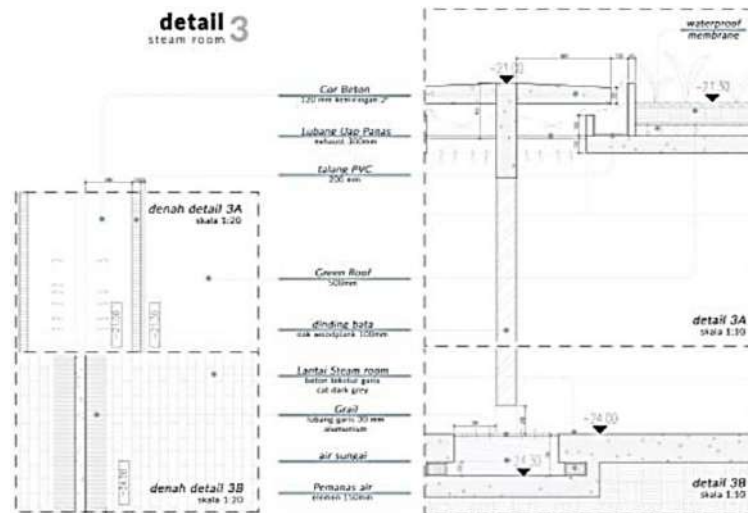
Gambar 6. Isometri Kolam Privat.

Uap panas yang dihasilkan dalam ruangan dibuang setiap hari melalui sistem *exhaust*. Detail penempatan elemen pemanas dan distribusi uap panas di dalam ruangan memiliki peranan penting. Elemen pemanas ditempatkan di antara ruang yang terpisah agar lebih efisien. Selain itu, air sungai dialirkan ke dalam ruangan dan digunakan sebagai elemen pemanas untuk menghasilkan uap panas yang diperlukan [19].



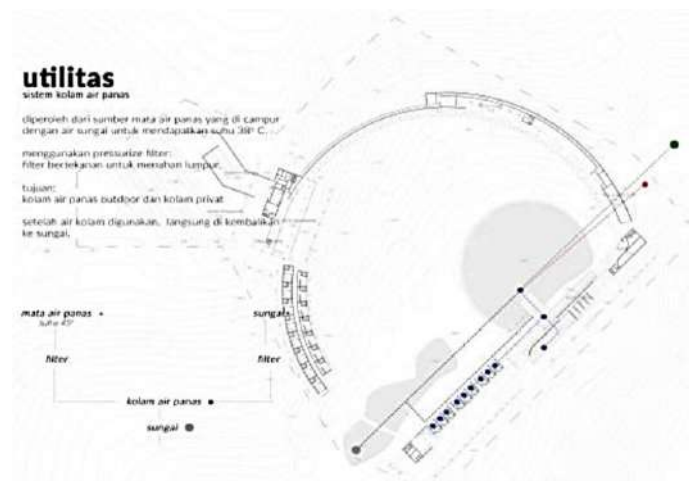
Gambar 7. Potongan Perspektif Steam Room.





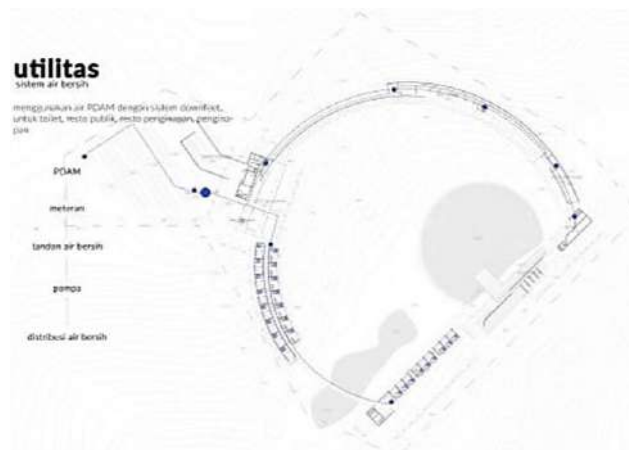
Gambar 8. Detail Pemanas Dan Exhaust Ruang Steam Room.

Air kolam dihasilkan dari pencampuran sumber mata air panas dengan air sungai untuk mencapai suhu 38oC. Sistem ini menggunakan *pressurize filter* untuk menyaring lumpur yang terdapat di dalamnya. Setelah itu, air tersebut mengalir melalui pipa ke kolam komunal dan kolam privat. Setelah tidak digunakan lagi, air kolam langsung dibuang ke sungai yang berada di bawahnya [19].



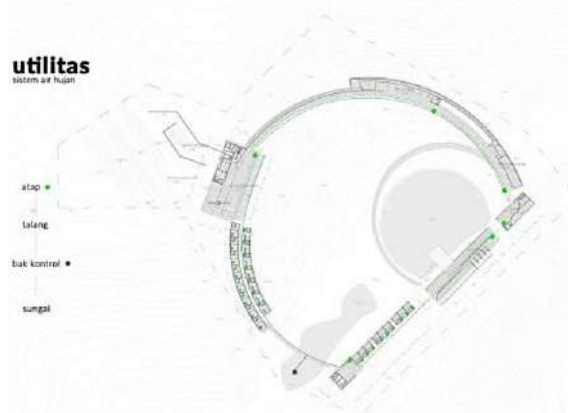
Gambar 9. Diagram sistem utilitas kolam air panas dan air dingin.

Dalam perencanaan ini, PDAM digunakan sebagai sumber air. Sistem yang digunakan adalah *downfeet* yang memanfaatkan perbedaan ketinggian tanah untuk mengalirkan air tanpa menggunakan pompa. Air bersih dari sumber tersebut langsung mengalir ke toilet dan area dapur [19].



Gambar 10. Diagram Sistem Utilitas Air Bersih.

Dalam menempatkan setiap massa, penting untuk mempertimbangkan analisis penurunan air hujan agar dapat menentukan area khusus sebagai jalur air hujan. Selain itu, perlu juga memperhatikan pembuangan langsung air hujan ke sungai yang berada di bawah kolam [19].



Gambar 11. Diagram Sistem Utilitas Air Hujan.

Sumber: Fiona and R. Damayanti, "Wisata Relaksasi Pemandian Air Panas di Jawa Barat," *eDimensi Arsit. Petra*, vol. VIII, no. 1, pp. 81-88, 2020.

## Diakhiri Dengan Tulisan Tentang Psda Untuk Pariwisata Yang Berkelanjutan

Pariwisata berkelanjutan yang dikutip oleh *The World Tourism Organization* (WTO), mengacu pada pariwisata yang mempertimbangkan secara menyeluruh dampak ekonomi, sosial, dan lingkungan baik saat ini maupun di masa depan. Tujuan utamanya adalah untuk memenuhi kebutuhan pengunjung, industri pariwisata, lingkungan, dan komunitas tuan rumah. Selain itu, pariwisata berkelanjutan juga berusaha untuk tidak hanya mengambil keuntungan dari sumber daya alam dan budaya, tetapi juga melakukan konservasi terhadap sumber daya tersebut. Prinsip-prinsip pembangunan pariwisata berkelanjutan yang disebutkan meliputi memanfaatkan sumber daya lingkungan secara optimal, menghormati keaslian sosio-budaya dan komunitas tuan rumah, serta menciptakan keberlanjutan jangka panjang yang memberikan manfaat sosio-ekonomi kepada semua pemangku kepentingan secara adil [1].

Menurut Varoci dalam Yoeti (2008) menyebutkan bahwa pembangunan pariwisata berkelanjutan harus meliputi tiga hal, yaitu: Diperbolehkan adanya pendekatan yang menyeluruh dalam menentukan kebijakan (*Comprehensive Approach*), perkembangan pariwisata harus terintegrasi dimana pembangunan yang dilakukan di daerah local tidak boleh bertentangan dengan pembangunan yang berskala nasional maupun global (*Integrated Approach*), dan tujuan untuk mencapai hasil yang maksimal dalam pembangunan dan pengembangan Pariwisata diperlukan strategi yang ditetapkan berdasar visi dan misi (*Strategic Approach*) [3].

Kerjasama antara sektor pariwisata terhadap permintaan yang tinggi akan konsep alam dan ketersediaan sumber daya alam semakin menurun, sehingga diperlukan pengembangan pariwisata berbasis alam dengan konsep pelestarian yang dikenal sebagai ekowisata. Konsep ini menawarkan pelestarian sumber daya dan pemanfaatannya secara berkelanjutan. Masyarakat yang terlibat dalam ekowisata didorong untuk menjaga dan melestarikan apa yang mereka cintai. Mereka memiliki nilai-nilai penting seperti manfaat, kepentingan politik, dan kebijakan publik yang berdampak positif pada lingkungan. Selain itu, mereka juga memiliki keinginan untuk melestarikan budaya, sejarah, dan sumber daya alam yang terkait dengan kehidupan mereka. Ini adalah strategi untuk mencapai Sustainable Development Goals (SDGs) yang mencakup peningkatan nilai ekonomi yang inklusif dan berkelanjutan, peningkatan produktivitas tenaga kerja, dan kelayakan bagi semua orang [20].

## 2. KESIMPULAN

Pengembangan sumber daya air berperan dalam menjaga kelestarian lingkungan dan ekosistem di destinasi pariwisata. Dengan mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan, pariwisata dapat tetap berkelanjutan dan dinikmati oleh generasi mendatang. Selain itu, pengembangan sumber daya air juga dapat meningkatkan kesadaran dan pemahaman masyarakat tentang pentingnya pengelolaan sumber daya air yang berkelanjutan. Oleh karena itu, pengembangan sumber daya air untuk pariwisata berkelanjutan merupakan langkah penting dalam menjaga keberlanjutan pariwisata dan lingkungan.

Objek wisata air harus memperhatikan keindahan alam, variasi atraksi air, serta aksesibilitas lokasi yang memadai. Manajemen yang baik dan berkelanjutan dari objek wisata air sangat penting dalam merawat dan menjaga kelestarian sumber daya air untuk memikat perhatian wisatawan. Kerjasama antara pemerintah, pengelola objek wisata, dan masyarakat sangat diperlukan untuk mengembangkan dan mengelola objek wisata air. Infrastruktur pariwisata yang berkualitas dan berkelanjutan dapat membantu meningkatkan peluang pengembangan dan sumber daya air dalam pariwisata. Pengembangan infrastruktur yang ramah lingkungan juga dapat menjaga kelestarian sumber daya air dan lingkungan sekitar.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. M. A. Khan, I. Musthofa, I. Aminuddin, F. Handayani, R. N. Kuswara, and A. Wulandari, "Wisata Kelautan Berkelanjutan Di Labuanbajo, Nusa Tenggara Timur: Sebuah Study Tentang Persepsi Masyarakat Kawasan Pesisir," *JUMPA*, vol. 7, no. 1, pp. 56–68, 2020.
- [2] A. R. Anandhyta and R. A. Kinseng, "Hubungan Tingkat Partisipasi dengan Tingkat Kesejahteraan Masyarakat dalam Pengembangan Wisata Pesisir," *J. Nas. Pariwisata*, vol. 12, no. 2, p. 68, 2020, doi: 10.22146/jnp.60398.
- [3] O. A. Yoeti, *Ekonomi Pariwisata : Introduksi, Informasi dan Implementasi*. Jakarta: Kompas Media Nusantara, 2008.
- [4] F. O. Tazkia and B. Hayati, "Analisis Permintaan Objek Wisata Pemandian Air Panas Kalianget , Kabupaten Wonosobo Dengan Pendekatan Travel Cost," *Diponegoro J. Econ.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–10, 2012.
- [5] A. E. Widjaja, Hery, and R. E. Tarigan, "Meningkatkan Potensi Pariwisata Danau Toba Melalui Konsep Smart Tourism: Aplikasi dan Tantangannya," *Semin. Nas. Inov. dan Teknol. Inf.*, no. April 2017, pp. 1–6, 2016.
- [6] H. A. Yanuarita, "Pembangunan Pariwisata Berkelanjutan: Studi tentang Pengembangan Wisata Gua Selomangleng di Kota Kediri," *Publik (Jurnal Ilmu Adm.)*, vol. 7, no. 2, p. 136, 2019, doi: 10.31314/pjia.7.2.136-146.2018.
- [7] I. G. A. P. Eryani, "Potensi Air Dan Metode Pengelolaan Sumber Daya Air Di Daerah Aliran Sungai Sowan Perancak Kabupaten Jembrana," *Paduraksa*, vol. 3, no. 1, pp. 32–41, 2014.
- [8] M. S. M. Fauzan, F. Ardyansyah, and L. Hanifah, "Analisis Potensi Dan Tantangan Wisata Halal Pantai Biru Di Kabupaten Bangkalan," *Maro J. Ekon. Syariah dan Bisnis*, vol. 5, no. 2, pp. 270–286, 2022.
- [9] K. Nisya and Zakik, "Potensi Pengembangan Wisata Halal Dalam Meningkatkan Ekonomi Masyarakat (Studi Objek: Wisata Pantai Biru Desa Telaga Biru Kecamatan Tanjung Bumi)," *Bul. Ekon. Pembang.*, vol. 3, no. 2, pp. 130–154, 2022, doi: 10.21107/bep.v3i2.16364.
- [10] I. G. A. P. Eryani and C. A. Yujana, "Pengelolaan dan Pengembangan Sumber Daya Air di Muara Sungai Ayung Provinsi Bali Berbasis Kearifan Lokal," *Konf. Nas. Tek. Sipil 12*, vol. 1, no. September, pp. 83–90, 2018.
- [11] R. Z. W. Abidjulu, "Strategi Pengembangan Pengelolaan Pariwisata Air Terjun Wera Saluopa di Kabupaten Poso," *e-Jurnal Katalogis*, vol. 3, no. 5, pp. 1–12, 2015.
- [12] S. H. Manalu, I. P. A. Citra, and P. I. Christiawan, "Strategi Pengembangan Daya Tarik Wisata Air Terjun di Desa Sambangan," *Media Wisata*, vol. 18, no. 2, pp. 185–194, 2019, doi: 10.36276/mws.v18i2.99.
- [13] E. Rachman and S. O. Gintulangi, "Pengembangan Objek Wisata Pemandian Air Terjun Bondula Oleh Dinas Kebudayaan Dan Pariwisata Kabupaten Gorontalo Utara," *J. Manaj. Sumber Daya Manusia, Adm. dan Pelayanan Publik Sekol. Tinggi Ilmu Adm. Bina Taruna Gorontalo*, vol. IX, no. 2file:///C:/Users/Acer/Downloads/49-Article Text-134-1-10-20200110.pdf, pp. 119–128, 2022.
- [14] I. N. Siryayasa, "Pengelolaan Wisata Budaya Permandian Air Terjun Bantimurung'Na Gallang Kabupaten Gowa Provinsi Sulawesi Selatan," *SUPREMASI J. Pemikiran, Penelit. Ilmu-ilmu Sos. Huk. dan Pengajarannya*, vol. 15, no. 1, p. 45, 2020, doi: 10.26858/supremasi.v15i1.13405.
- [15] F. Rezkia, "Strategi Pengembangan Produk Wisata Di Objek Wisata Alam Air Panas Semurup Kabupaten Kerinci Provinsi Jambi," *Univ. Negeri Padang*, vol. 4, no. September, pp. 9–15, 2017.
- [16] A. Riyadi and F. Herman, "Pengaruh Pengembangan Wisata Dan Promosi Terhadap Tingkat Kunjungan Wisatawan Pada Obyek Wisata Air Panas Cipari Kabupaten Cilacap," *J. Manaj. dan Ekon. Syariah*, vol. 1, no. 4, pp. 45–63, 2023.
- [17] Y. Ckristin and Y. F. Dewantara, "Strategi Pengembangan Destinasi Wisata Tirta Air Panas Gunung Peyek Ciseeng," *Sadar Wisata J. Pariwisata*, vol. 4, no. 2, pp. 51–64, 2021, doi: 10.32528/sw.v4i2.6703.
- [18] F. A. Hikam *et al.*, "Transformasi Digital Dalam Pengembangan Wisata Air Panas Juruh : Peluang Dan Tantangan," *Pros. Semin. Nas. Pengabd. Kpd. Masy.*, vol. 1, no. 1, pp. 259–266, 2023, doi: 10.35438/semnas-pkm.v1i1.231.
- [19] Fiona and R. Damayanti, "Wisata Relaksasi Pemandian Air Panas di Jawa Barat," *eDimensi Arsit. Petra*, vol. VIII, no. 1, pp. 81–88, 2020.

- [20] M. N. L. Azizah, D. Wulandari, and A. Marianti, “Tantangan Mewujudkan Ekowisata Sungai Berkelanjutan untuk Meningkatkan Kesejahteraan Manusia dan Melindungi Keanekaragaman Hayati di Indonesia,” *Indones. J. Conserv.*, vol. 10, no. 2, pp. 72–77, 2021, doi: 10.15294/ijc.v10i2.31072.

# Pengembangan Sumber Daya Air untuk Energi Listrik

Sefira Husni Maulani<sup>1</sup>, Atie Tri Juniati<sup>2\*</sup>, Joice Pebriyani Ndruru<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila, Jakarta

<sup>2</sup> Program Studi Magister Rekayasa Infrastruktur dan Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila, Jakarta

**Abstrak.** Energi merupakan konsep yang sangat abstrak, tidak dapat diamati, tidak memiliki massa, dan tidak bisa diukur langsung, tapi perubahannya dapat dirasakan. Ketersediaan energi listrik sudah merupakan keharusan bagi keberlanjutan pembangunan setiap negara. Pemanfaatan potensi energi air di Indonesia berdasarkan data Departemen ESDM Indonesia masih kurang lebih 6 % dari potensi yang ada. Makalah ini ditulis menggunakan metode kualitatif naratif dengan kajian teoritis, referensi serta studi literatur tentang PLTA (Pembangkit Listrik Tenaga Air) dan PSH (*Pumped Storage Hydroelectricity*). Dari kajian literatur disimpulkan bahwa PLTA dan PSH memiliki potensi besar untuk masyarakat Indonesia. PLTA dan PSH memiliki peran penting dalam penyediaan energi listrik yang berkelanjutan dan berdampak positif bagi perekonomian dan lingkungan di Indonesia. Meskipun masih dalam tahap pengembangan, upaya pengembangan PLTA dan PSH diharapkan dapat memberikan manfaat yang signifikan bagi masyarakat Indonesia.

**Kata kunci:** Energi, pengembangan, sumber daya air, PLTA, PSH

## 1. PENDAHULUAN

Energi adalah suatu konsep yang sangat abstrak, tidak dapat diamati, tidak memiliki massa, dan tidak dapat diukur langsung, tapi perubahannya dapat dirasakan. Terdapat energi dalam berbagai bentuk seperti cahaya, listrik, kinetik, panas, kimia, potensial serta lain sebagainya. Energi menurut Eugene C Lister, adalah kemampuan untuk melakukan pekerjaan, hukum kekekalan tenaga menyatakan bahwa energi tidak bisa diciptakan maupun dimusnahkan, karena dapat mengganti energi dari satu bentuk ke bentuk lain [1]. Kebutuhan energi di Indonesia semakin meningkat sejalanannya perkembangan kebutuhan manusia, maka dilakukanlah berbagai macam pemanfaatan sumber energi, energi baru maupun energi terbarukan [2].

Energi listrik merupakan tenaga yang berasal dari muatan listrik yang menimbulkan medan listrik statis atau Bergeraknya elektron di konduktor (pengantar listrik) atau ion (positif atau negatif) pada zat cair atau gas. Energi listrik sangat dibutuhkan oleh masyarakat Indonesia untuk menghidupkan lampu penerangan, memanaskan, mendinginkan ataupun untuk menggerakkan kembali peralatan mekanik untuk menghasilkan bentuk energi yang lain. Ketersediaan energi listrik sudah merupakan keharusan bagi keberlanjutan pembangunan setiap negara [3]. Dikarenakan pemanfaatan potensi energi air di Indonesia berdasarkan data Departemen ESDM Indonesia masih kurang lebih 6 % dari potensi yang ada. Oleh karena itu, sudah seyakinya dikembangkan potensi sumber daya air untuk memenuhi kebutuhan energi listrik pada daerah terpencil [2].

Energi listrik dan energi air memiliki hubungan yang saling terkait. Salah satu hubungan yang terlihat adalah dalam Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) dan *Pumped Storage Hydroelectricity* (PSH), di mana air digunakan untuk menghasilkan energi listrik. PLTA mengandalkan energi potensial dan kinetik air untuk menghasilkan energi listrik [3]. Pembangkit listrik ini menggunakan tenaga air menjadi tenaga penggerak seperti, sungai atau air terjun alam dengan cara memanfaatkan tinggi terjunan (*head*) serta jumlah debit dan PSH yang dapat menyimpan tenaga menggunakan memompa air ke reservoir atas ketika tenaga berlebih, dan kemudian melepaskan air dari reservoir atas untuk menghasilkan listrik saat energi diperlukan [2]

\* Corresponding author: [atie.juniati@univpancasila.ac.id](mailto:atie.juniati@univpancasila.ac.id)



Air merupakan substansi kimia dengan rumus kimia  $H_2O$ , satu molekul air tersusun atas dua atom hidrogen yang terikat secara kovalen pada satu atom oksigen. Air bersifat tidak berwarna, tidak berasa serta tidak berbau pada syarat standar, yaitu pada tekanan 100 kPa (1 bar) dan temperatur 273,15 K ( $0^\circ C$ ). Molekul air dapat diuraikan menjadi unsur-unsur sumbernya menggunakan mengalirnya arus listrik [4]. Selain itu, peningkatan efisiensi energi juga dapat mengurangi konsumsi air, karena semakin banyak listrik yang dihasilkan, semakin tinggi penggunaan air yang beriklim tropis memiliki cadangan hutan yang berlimpah yang menyediakan mata air/sumber air yang membentuk danau, dan sungai yang mengalirkan air sepanjang tahun. Air yang mengalir tersebut merupakan sumber energi yang salah satu manfaatnya untuk memutar turbin air untuk menghasilkan tenaga listrik [3].

PLTA merupakan suatu pembangkit listrik dengan media kerja air. Secara umum, PLTA adalah mesin konversi energi yang terdiri dari dam (bendungan), reservoir, *penstock* (pipa pesat), turbin, *draft tube*, *power house* serta *electricity* terminal dalam suatu sistem PLTA (Pembangkit Listrik Tenaga Air), turbin merupakan suatu peralatan utama selain generator, hal ini mengakibatkan generator yang seporos dengan turbin dapat berputar, maka dengan proses yang terjadi pada induksi elektromagnetik untuk menghasilkan energi listrik. Jenis PLTA bermacam-macam, mulai yang berbentuk “mikro-hidro” dengan kemampuan mensuplai untuk beberapa rumah saja sampai berbentuk raksasa seperti Bendungan Karangates yang menyediakan listrik untuk berjuta - juta orang-orang. Beberapa keunggulan Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) adalah terjaminnya ketersediaan listrik tanpa batasan waktu selama intensitas aliran air dapat dipertahankan sesuai kebutuhan turbin/pembangkit, tidak menimbulkan polusi sehingga aman bagi lingkungan dan juga pengaturan air dari fasilitas pembangkit dapat digunakan sebagai sumber pengairan bagi lahan pertanian [5].

Turbin air merupakan turbin dengan air sebagai fluida kerjanya. Sifat air mengalir dari tempat yang tinggi ke tempat yang lebih rendah yang membuatnya memiliki energi potensial. Dalam proses aliran di dalam pipa energi potensial tersebut berangsur-angsur berubah menjadi energi kinetik. Di dalam turbin energi kinetik air dirubah menjadi energi mekanis, di mana air memutar pada turbin. Secara umum turbin air dapat digolongkan dalam dua golongan utama, berdasarkan prinsip perubahan momentum fluida yaitu:

1. Turbin impuls, semua energi potensial air pada turbin ini dirubah menjadi menjadi energi kinetik sebelum air masuk/menyentuh sudut – sudut *runner* oleh alat pengubah yang disebut *nozel*. Yang termasuk jenis turbin ini antara lain: Turbin *Pelton* dan Turbin *Cross-Flow*
2. Turbin reaksi, seluruh energi potensial dari air dirubah menjadi energi kinetik pada saat air melewati lengkungan sudut – sudut pengarah, dengan demikian putaran *runner* disebabkan oleh perubahan momentum oleh air. Yang termasuk jenis turbin reaksi diantaranya: Turbin Francis, Turbin Kaplan dan Turbin *Propeller*.

Parameter yang umum digunakan dalam pemilihan turbin yang akan digunakan dalam desain pembangkit listrik tenaga air adalah kecepatan spesifik ( $n_s$ ). Kecepatan spesifik adalah kecepatan turbin dimana dapat menghasilkan daya 1 hp untuk setiap *head* ( $h$ ) = 1 ft [3].

*Pumped Storage Hydroelectricity* (PSH) adalah salah satu teknologi penyimpanan energi yang paling umum dan terkenal di dunia. Bentuk penyimpanan PSH merupakan energi bersih yang ideal untuk jaringan listrik yang bergantung pada tenaga surya dan angin. Ini melibatkan pemindahan air antara dua reservoir pada ketinggian berbeda untuk menyimpan dan menghasilkan listrik. Selama periode permintaan listrik rendah, seperti pada malam hari atau akhir pekan, kelebihan energi digunakan untuk memompa air ke reservoir atas. Ketika kebutuhan air tinggi, air yang tersimpan dilepaskan melalui turbin untuk menghasilkan listrik, yang berfungsi serupa dengan pembangkit listrik tenaga air konvensional. PSH sangat berharga untuk jaringan yang bergantung pada tenaga surya dan angin, karena dapat menyerap kelebihan energi pada saat permintaan rendah dan melepaskannya ketika permintaan tinggi. Ini dianggap sebagai salah satu opsi skala utilitas yang paling hemat biaya untuk penyimpanan energi jaringan dan merupakan penyedia utama layanan tambahan, termasuk kontrol frekuensi jaringan dan pembangkitan cadangan. Amerika Serikat memiliki kapasitas *pumped storage* lebih dari 20 GW, dengan tambahan kapasitas yang diusulkan untuk mendukung peningkatan jumlah pembangkit listrik variabel yang mulai online. PSH juga dikenal karena potensinya untuk meningkatkan kapasitas global, dengan berbagai penelitian yang mengidentifikasi potensi besar untuk lokasi penyimpanan yang dipompa di seluruh dunia [6].

PSH memiliki beberapa keuntungan, seperti mampu mengatasi karakteristik intermiten dari sumber energi terbarukan, seperti listrik dan gas, dan membantu mengintegrasikan sumber energi terbarukan lain, seperti listrik dan gas, dengan sistem listrik. Selain itu, PSH memiliki kapasitas penyimpanan energi terbesar di antara semua opsi penyimpanan energi skala besar memiliki harga yang murah, dan merupakan teknologi penyimpanan energi yang paling besar di dunia, dengan kapasitas yang diperkirakan mencapai 94% dari kapasitas penyimpanan energi global [7].

Terdapat beberapa kebijakan yang mengatur Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) dan *Pumped Storage Hydroelectricity* (PSH) di Indonesia, yaitu:

- Peraturan Menteri Nomor 19 Tahun 2015 tentang Pembelian Tenaga Listrik dari Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA). Peraturan ini menyatakan kapasitas pembangkit listrik tenaga air di 10 MW[7].
- Kebijakan Energi Nasional: Kebijakan ini mengatur pengembangan dan penggunaan energi di Indonesia, termasuk energi listrik yang dihasilkan oleh PLTA dan PSH.
- Kebijakan Energi Hijau di Indonesia: Kebijakan ini menetapkan target penggunaan energi hijau di Indonesia, termasuk energi listrik yang dihasilkan oleh PLTA dan PSH.
- PLTA Asahan III Ditargetkan Beroperasi pada 2022: Kebijakan ini menetapkan target operasi pembangkit listrik tenaga air di Indonesia, termasuk PLTA Asahan III, yang beroperasi pada 2024.
- PLTS Terapung Cirata: Kebijakan ini menyatakan kapasitas pembangkit listrik tenaga air di Indonesia, termasuk PLTS Terapung Cirata, yang mencapai 1.008 MW.

Pemerintah Indonesia memiliki kebijakan yang mengatur pembangkit listrik tenaga air, termasuk PLTA dan PSH. Kebijakan-kebijakan ini yang akan menjadi dasar dalam upaya Indonesia mengembangkan sumber energi terbarukan dan menjaga keberlanjutan lingkungan.

## 2. METODE

Dalam membuat tulisan ini, penulis mengumpulkan data dengan studi pustaka. Studi pustaka merupakan pengumpulan bahan-bahan seperti buku, majalah, jurnal, dan artikel yang berkaitan dengan tema penulisan. Data yang didapatkan akan diolah lalu kemudian dianalisis. Perolehan data bersifat teoritis yang didapatkan dari jurnal hingga artikel berita yang terdapat di internet. Makalah ini menggunakan buku dan literatur sebagai objek ini merupakan penulisan kualitatif yang bersifat studi pustaka atau *library research*. Hasil dari penulisan makalah ini merupakan penulisan yang menghasilkan informasi deskriptif [8].

## 3. HASIL

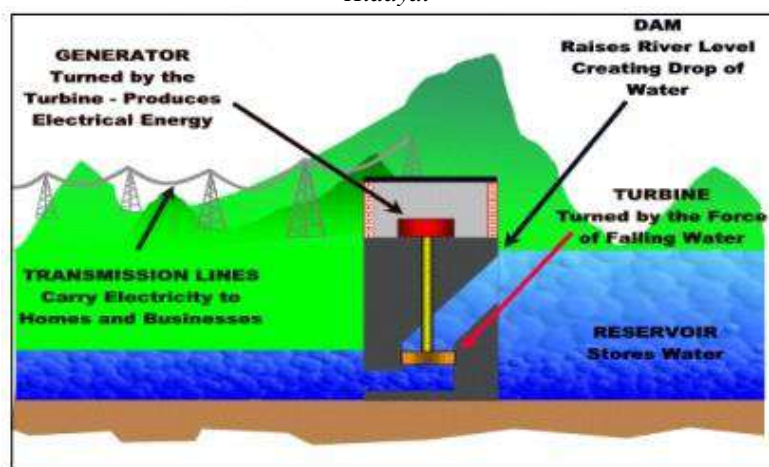
### *Prinsip kerja PLTA (Pembangkit Listrik Tenaga Air)*

Kapasitas daya yang dihasilkan PLTA diseluruh dunia ada sekitar 675.000 MW atau setara dengan 3,6 milyar barrel minyak atau sama dengan 24 % kebutuhan listrik dunia yang digunakan oleh lebih 1 milyar orang. Sistem kerjanya adalah dengan memanfaatkan arus sirkulasi air berasal sungai yang kemudian di tampung pada sebuah dam (bendungan), kemudian dialirkan pada suatu rangkaian pipa agar tenaga potensial air bisa diubah menjadi energi kinetik, sebagai akibatnya di akhirnya diubah balik sebagai energi mekanis untuk menggerakkan atau memutar turbin. PLTA merubah energi yang disebabkan gaya jatuh air untuk menghasilkan energi listrik. Turbin mengkonversi tenaga gerak jatuh air ke dalam daya mekanik. Kemudian generator mengkonversikan daya mekanik tersebut dari turbin ke dalam tenaga elektrik. Gambar dibawah ini menunjukkan PLTA di Sungai Wisconsin, merupakan jenis PLTA menengah yang mampu mensuplai listrik untuk 8.000 orang [5].



Gambar 1. Aliran pada PLTA

Sumber: W. Hidayat, "Prinsip Kerja dan Komponen - Komponen Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) Wahyu Hidayat"



Gambar 2. Instalasi PLTA

Sumber: W. Hidayat, "Prinsip Kerja dan Komponen - Komponen Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) Wahyu Hidayat"

### Prinsip Kerja Pumped Storage Hydroelectricity (PSH)

Prinsip kerja PSH adalah dengan memompa air dari waduk rendah ke waduk tinggi saat permintaan listrik rendah, dan kemudian melepaskan air dari waduk tinggi ke waduk rendah saat permintaan listrik tinggi. Saat air mengalir dari waduk tinggi ke waduk rendah, turbin akan berputar dan menghasilkan listrik. Saat air dipompa dari waduk rendah ke waduk tinggi, listrik akan digunakan untuk menggerakkan pompa. PSH dapat membantu mengatasi fluktuasi permintaan listrik dan meningkatkan efisiensi sistem kelistrikan.



Gambar 3. Prinsip kerja PSH

Sumber: W. Hidayat, "Prinsip Kerja dan Komponen - Komponen Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) Wahyu Hidayat"

## **PLTA Dan PSH Berkelanjutan Untuk Masyarakat Indonesia**

Indonesia memiliki potensi besar dalam pengembangan energi terbarukan, termasuk energi listrik yang dihasilkan oleh PLTA dan PSH. Pemerintah Indonesia telah menetapkan kebijakan untuk meningkatkan penggunaan energi terbarukan, termasuk PLTA dan PSH, dalam upaya menjaga keberlanjutan lingkungan dan mengurangi ketergantungan pada energi fosil. Pembangkit listrik tenaga air, termasuk PLTA dan PSH, dapat membantu mengatasi fluktuasi permintaan listrik dan meningkatkan efisiensi sistem kelistrikan. Selain itu, pengembangan energi terbarukan juga dapat membuka peluang baru dalam industri energi terbarukan, menciptakan lapangan kerja, dan mendukung pertumbuhan ekonomi yang berkelanjutan.

PLTA (Pembangkit Listrik Tenaga Air) dan PSH (*Pumped Storage Hydroelectricity*) memiliki potensi besar untuk masyarakat Indonesia. PLTA Upper Cisokan *Pumped Storage* merupakan fasilitas PSH pertama dan satu-satunya di Indonesia, dengan kapasitas yang diharapkan dapat menyediakan lebih dari 1.000 MW listrik pada waktu beban puncak di jaringan Jawa-Bali. Selain itu, sebuah studi telah dilakukan untuk memetakan potensi PSH di Indonesia dan teknologinya. Hasilnya menunjukkan bahwa lokasi dengan nilai *Head* (ketinggian) lebih dari 200 m tersebar luas di Papua, Sulawesi Tengah, dan Nangroe Aceh Darussalam. Hal ini menunjukkan bahwa Indonesia memiliki potensi besar untuk mengembangkan PSH sebagai bagian dari upaya meningkatkan kapasitas energi terbarukan dan menjaga kestabilan sistem kelistrikan yang besar.

Di Indonesia, PSH belum banyak digunakan sebagai sumber energi listrik. Namun, pemerintah Indonesia telah menetapkan target untuk meningkatkan penggunaan energi terbarukan, termasuk PSH, dalam upaya menjaga keberlanjutan lingkungan [9]. *Pumped storage hydroelectricity* (PSH) dapat digunakan untuk menstabilkan sistem kelistrikan sehingga dapat dimanfaatkan energi terbarukan dalam skala besar. PSH menawarkan biaya yang ekonomis. Ketika permintaan listrik rendah, kelebihan kapasitas pembangkit digunakan untuk memompa air ke reservoir yang lebih tinggi. Ketika ada permintaan yang lebih tinggi, air dilepaskan kembali ke reservoir yang lebih rendah melalui turbin untuk menghasilkan listrik di elektrik generator. PSH tidak hanya merupakan sumber energi terbarukan dan berkelanjutan tetapi juga memiliki fleksibilitas dan kapasitas penyimpanan yang memungkinkan peningkatan stabilitas jaringan dan mendukung pengembangan sumber energi terbarukan yang terputus-putus [10]. PSH dapat membantu mengatasi karakteristik intermiten dari sumber energi terbarukan, seperti tenaga surya dan angin, serta menyumbang pada penyimpanan energi skala besar. Fasilitas PSH bertindak sebagai "baterai air" yang fleksibel untuk menyimpan kelebihan energi yang dihasilkan oleh energi terbarukan, yang dapat membantu menjaga keandalan pasokan listrik. Dengan pertumbuhan penggunaan energi yang terus meningkat, PSH dapat menjadi solusi yang efisien dan ramah lingkungan untuk memenuhi kebutuhan energi masyarakat Indonesia [10].

Dengan demikian, pengembangan PLTA dan PSH di Indonesia memiliki potensi besar untuk memberikan pasokan listrik yang stabil, terjangkau, dan ramah lingkungan, serta dapat membantu negara ini dalam memenuhi kebutuhan energi yang terus meningkat.

## **4. KESIMPULAN**

Kapasitas daya yang dihasilkan PLTA diseluruh dunia ada sekitar 675.000 MW atau setara dengan 3,6 milyar barrel minyak atau sama dengan 24 % kebutuhan listrik dunia yang digunakan oleh lebih 1 milyar orang. PLTA merubah energi yang disebabkan gaya jatuh air untuk menghasilkan energi listrik. *Pumped Storage Hydroelectricity* (PSH) adalah teknologi penyimpanan energi yang menggunakan air untuk menyimpan dan melepaskan energi listrik. PLTA dan PSH memiliki peran penting dalam penyediaan energi listrik yang berkelanjutan dan berdampak positif bagi perekonomian dan lingkungan di Indonesia. Meskipun masih dalam tahap pengembangan, upaya pengembangan PLTA dan PSH diharapkan dapat memberikan manfaat yang signifikan bagi masyarakat Indonesia. Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) memiliki keunggulan yaitu terjaminnya ketersediaan listrik tanpa batasan waktu selama intensitas aliran air dapat dipertahankan sesuai kebutuhan turbin/pembangkit, tidak menimbulkan polusi sehingga aman bagi lingkungan dan juga pengaturan air dari fasilitas pembangkit dapat digunakan sebagai sumber pengairan bagi lahan pertanian. Namun, pemerintah Indonesia telah menetapkan target untuk meningkatkan penggunaan energi terbarukan, termasuk PSH, dalam upaya menjaga keberlanjutan lingkungan. PSH menawarkan biaya yang ekonomis. Hal ini menunjukkan bahwa Indonesia memiliki potensi besar untuk mengembangkan PSH sebagai bagian dari upaya meningkatkan kapasitas energi terbarukan dan menjaga kestabilan sistem kelistrikan yang besar. PSH dapat membantu mengatasi karakteristik intermiten dari sumber energi



terbarukan, seperti tenaga surya dan angin, serta menyumbang pada penyimpanan energi skala besar. Fasilitas PSH bertindak sebagai "baterai air" yang fleksibel untuk menyimpan kelebihan energi yang dihasilkan oleh energi terbarukan, yang dapat membantu menjaga keandalan pasokan listrik.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] G. Ardiansyah *et al.*, "Pemanfaatan Daya Listrik Bagi Pelanggan Tegangan Menengah," *Sains Teknol.*, vol. XII, no. 1, pp. 19–27, 2022.
- [2] W. C. Rompies, "Analisis Potensi Sumber Daya Air Sungai Kayuwatu Wangko untuk Perencanaan PLT di Desa Karur Kecamatan Lembean Timur Kabupaten Minahasa," vol. 1, no. 10, pp. 664–670, 2013.
- [3] A. Muis, "Turbin Air Pada PLTA Larona," *J. Ilm. Mat. dan Terap.*, vol. 7, pp. 61–69, 2010.
- [4] O. P. Prastuti, "Pengaruh Komposisi Air Laut dan Pasir Laut Sebagai Sumber Energi Listrik," *J. Tek. Kim. dan Lingkungan.*, vol. 1, no. 1, pp. 35–41, 2017, doi: 10.33795/jtkl.v1i1.13.
- [5] W. Hidayat, "Prinsip Kerja dan Komponen - Komponen Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) Wahyu Hidayat".
- [6] J. Menéndez, J. M. Fernández-Oro, M. Galdo, and J. Loredó, "Efficiency analysis of underground pumped storage hydropower plants," *J. Energy Storage*, vol. 28, no. January, p. 101234, 2020, doi: 10.1016/j.est.2020.101234.
- [7] L. N. Rahayu and J. Windarta, "Tinjauan Potensi dan Kebijakan Pengembangan PLTA dan PLTMH di Indonesia," *J. Energi Baru dan Terbarukan*, vol. 3, no. 2, pp. 88–98, 2022, doi: 10.14710/jebt.2022.13327.
- [8] S. A. Arsita, G. E. Saputro, and Susanto, "PERKEMBANGAN KEBIJAKAN ENERGI NASIONAL DAN ENERGI BARU TERBARUKAN INDONESIA Savira Ayu Arsita , Guntur Eko Saputro , Susanto Kebijakan terkait energi di Indonesia kian mengalami dinamika namun secara garis besar mulai mengarah ke transisi energi terbaruka," *J. Syntax Transform.*, vol. 2, no. 12, pp. 1779–1788, 2021, [Online]. Available: <http://jurnal.syntaxtransformation.co.id/index.php/jst/article/view/473>
- [9] D. Aribowo, R. Pratama, and Desmira, "PENERAPAN SENSOR pH PADA AREA ELEKTROLIZER DI PT. SULFINDO ADIUSAHA," *J. PROSISKO*, vol. 5, no. 1, pp. 1–4, 2018.
- [10] Mujammil Asdhiyoga Rahmanta and Agus Salim Samsudin, "Jurnal Offshore: Oil, Production Facilities and Renewable Energy," vol. 6, no. 1, pp. 1–13, 2022.



# Pengembangan Sumber Daya Air Untuk Transportasi Sungai

Daniel Ranualam Purnama<sup>1</sup>, Atie Tri Juniati<sup>2\*</sup>, Dimas Setyo<sup>1</sup>, Anggun Aengalina<sup>1</sup>, Rizky Saputra<sup>1</sup>, Rizky Abri Saputro<sup>1</sup>, dan Anindita Agustria Siswanto<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila, Jakarta

<sup>2</sup> Program Studi Magister Rekayasa Infrastruktur dan Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila, Jakarta

**Abstrak.** Saat ini, transportasi sungai di Indonesia cenderung dikesampingkan dan menghadapi berbagai kendala seperti terjadi menurunnya produksi aktivitas angkutan sungai, transportasi sungai, dan juga wisata sungai. Selain itu banyak alur pelayaran yang sulit untuk dapat dilayari setiap saat karena minimnya perhatian dari pemerintah dan masyarakat. Dengan berbagai keunggulannya, aktivitas transportasi melalui sungai idealnya unggul dari aspek isu transportasi berkelanjutan. Sayangnya, penelitian tentang hal ini masih terbatas. Makalah ini menggunakan metode deskriptif kualitatif untuk menguraikan situasi dan kondisi transportasi sungai di Indonesia. Hasil pembahasan makalah ini diharapkan akan dapat memperkaya wacana tentang pengembangan sumber daya air untuk transportasi sungai dan penerapan transportasi berkelanjutan khususnya di berbagai wilayah di Indonesia.

**Kata kunci:** *Transportasi, sungai, pengembangan, sumber daya air*

## 1. PENDAHULUAN

Sektor transportasi mempunyai peranan penting dalam mendukung pembangunan daerah dan pertumbuhan ekonomi daerah, serta menjadi urat nadi pembangunan. Sektor ini diperlukan karena pergerakan penumpang dan barang dari suatu tempat ke tempat lain memerlukan sarana dan prasarana transportasi. Karena transportasi merupakan suatu kebutuhan yang berasal dari kegiatan perekonomian, maka pertumbuhan ekonomi suatu negara atau wilayah tercermin dari peningkatan intensitas transportasi.<sup>1</sup> Transportasi erat kaitannya dengan kebutuhan sehari-hari masyarakat, meliputi pergerakan orang dan barang, keterjangkauan tempat kegiatan dan perumahan komunal, serta penyediaan barang dan jasa untuk konsumsi. Moda transportasi yang penting adalah angkutan sungai. Moda transportasi sungai saat ini dianggap sebagai bagian dari jalan raya karena masuk dalam kategori pengembangan angkutan Sungai dan penyeberangan (ASDP). Transportasi sungai merupakan moda transportasi utama dan alternatif yang lebih murah bagi masyarakat lokal dan dunia usaha.<sup>2</sup>

Sungai mempunyai potensi yang ditawarkan alam sebagai sarana transportasi perahu baik berupa perahu maupun kapal khususnya pada angkutan barang. Kebangkitan angkutan sungai dapat berperan penting dalam mengurangi beban lalu lintas truk pada angkutan darat dan mengurangi percepatan kerusakan jalan akibat beban lalu lintas truk.<sup>3</sup>

Transportasi sungai merupakan infrastruktur transportasi dan konektivitas yang sangat penting untuk mendorong kegiatan sosial, ekonomi, budaya, pendidikan dan kesehatan. Peningkatan upaya pembangunan memerlukan pengembangan dan perbaikan transportasi air untuk memudahkan pergerakan dan transportasi penduduk dari satu daerah ke daerah lain.<sup>4</sup>

Permasalahan transportasi tidak dapat dilepaskan dari struktur perkotaan yang berkembang berdasarkan nilai-nilai sejarah, politik, ekonomi, budaya, dan kemasyarakatan. Menurut Riyanto (2006), permasalahan transportasi yang umum terjadi antara lain kesenjangan antara permintaan dan pasokan transportasi, kesenjangan pasokan geografis, meningkatnya permintaan di luar kapasitas untuk memenuhi permintaan, hilangnya waktu, dan tingginya biaya transportasi, meningkatnya kecelakaan, dan dampak lingkungan (kebisingan, polusi).<sup>1</sup>

\* Corresponding author: [atie.juniati@univpancasila.ac.id](mailto:atie.juniati@univpancasila.ac.id)

Seperti yang diketahui bersama, permasalahan transportasi di Indonesia masih merupakan permasalahan yang kompleks dan memerlukan pendekatan yang tepat. Meskipun pembangunan sudah mengalami kemajuan sejak dikembangkannya angkutan dan penyeberangan lipita, sungai dan laut yang pertama, namun pembangunan sarana dan prasarana masih tertinggal bahkan belum terintegrasi dengan pengembangan moda transportasi laut, udara, dan kereta api. Kebijakan pemerintah yang konsisten di bidang transportasi sungai, laut, dan penyeberangan belum mengarah pada terwujudnya “transportasi multimoda” yang unggul dan andal sehingga menghasilkan transportasi yang lebih efisien. Skala prioritas pembangunan transportasi masih terfokus pada transportasi darat, khususnya pengembangan transportasi jalan raya. Misalnya, daerah seperti Provinsi Sumatera, Kalimantan, dan Papua yang belum memiliki akses transportasi jalan raya berpotensi mengembangkan transportasi air. Dalam RPJMN 2015-2019, anggaran yang dialokasikan hanya sebesar 91 triliun untuk pengembangan angkutan sungai dan laut serta penyeberangan, sedangkan angkutan jalan sebesar 1,274 triliun.<sup>5</sup>

Makalah ini menyajikan informasi tentang pengembangan sumberdaya air untuk transportasi di Indonesia, khususnya transportasi sungai, dilengkapi dengan contoh pengelolaan sungai sebagai sarana transportasi air di negara lain.<sup>5</sup>

### **Transportasi Sungai**

Indonesia sebagai negara kepulauan memiliki banyak sumberdaya maupun masalah. Begitupula dengan keberadaan sungai yang ada pada wilayah - wilayah di Indonesia yang terkadang dapat menjadi masalah tetapi dapat pula menguntungkan bagi wilayah tersebut. Pembangunan yang berhasil adalah pembangunan yang dapat dikatakan mampu mengembangkan sebuah wilayah sesuai dengan potensi wilayahnya untuk kesejahteraan, kemakmuran dan keadilan rakyat. Setiap wilayah bersifat khas karena memiliki potensi wilayah yang berbeda - beda. Oleh karena itu, diperlukan kebijakan pembangunan yang sesuai dengan kondisi wilayahnya. Transportasi menjadi salah satu kebutuhan pokok masyarakat dalam melakukan aktivitasnya, tidak terkecuali bagi wilayah-wilayah yang terpisahkan secara geografis seperti adanya sungai.

Transportasi sungai dahulu merupakan transportasi satu-satunya yang menghubungkan daerah-daerah yang terpisahkan oleh sungai. Pada zaman Orde Lama dan Orde Baru, Pemerintah sangat memperhatikan keberadaan sungai dan transportasi penghubungnya. Hal ini terlihat pada kebijakan yang ditempuh dalam Pelita III di bidang angkutan sungai, danau dan penyeberangan adalah peningkatan penggunaan serta perluasan fasilitas prasarana dan sarana seperti kapal, dermaga, fasilitas keselamatan pelayaran di sungai, danau dan penyeberangan. Selain itu ditingkatkan pula penyempurnaan di bidang kelembagaan, perundang-undangan, administrasi dan manajemen agar perusahaan bidang angkutan ini dapat berjalan lancar serta efisien. Pada era reformasi, pembangunan berbasis kemajuan teknologi semakin gencar dilakukan. Tidak hanya pada barang-barang kebutuhan primer tetapi juga pada sektor perhubungan dan transportasi yang memicu peningkatan efektifitas dan efisiensi penggunaan transportasi. Hasil kongkrit yang terlihat adalah banyaknya perbaikan jalan serta pembangunan jalan dan jembatan penghubung di setiap wilayah yang terpisah oleh sungai. Intervensi dari kemajuan teknologi yang begitu pesat ini tentunya membawa dampak positif maupun negatif bagi semua golongan masyarakat. Pada umumnya transportasi berarti proses mengangkut atau membawa sesuatu dari suatu tempat ke tempat lain (Kamaludin, 1983).

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi besarnya bangkitan akan transportasi misalnya pendapatan, pemilikan kendaraan, struktur rumah tangga, nilai lahan, jarak terhadap pusat kegiatan, kepadatan permukiman dan aksesibilitas (Hidayati, 2010). Bangkitan kemudian menimbulkan proses perjalanan dimana ada dua jenis perjalanan menurut Hidayati, yaitu perjalanan berbasis rumah dan perjalanan berbasis bukan rumah. Perjalanan berbasis rumah merupakan perjalanan dimana rumah merupakan titik asal atau merupakan titik tujuan, ataupun merupakan titik asal dan juga titik tujuan dari suatu perjalanan. Sedangkan perjalanan berbasis bukan rumah merupakan perjalanan dimana rumah bukan merupakan titik asal maupun titik tujuan dari suatu perjalanan. Contohnya perjalanan bisnis ataupun berbelanja yang tidak berasal dari rumah ataupun ke rumah. Transportasi atau perjalanan tidak hanya berlaku di darat tetapi juga di perairan atau sungai.

Menurut UU No 21 Tahun 1992 disebutkan bahwa transportasi sungai, danau dan penyeberangan adalah angkutan menggunakan kapal yang dilakukan di sungai, danau, waduk, rawa, banjir, kanal dan terusan untuk mengangkut penumpang, barang dan/atau hewan yang diselenggarakan oleh perusahaan angkutan sungai dan danau yang penyelenggaraannya disusun secara terpadu intra dan antarmoda yang merupakan satu kesatuan tatanan transportasi nasional serta menggunakan trayek tetap dan teratur yang dilengkapi dengan trayek tidak tetap dan tidak teratur.<sup>5</sup>

## **Konsep Psda Untuk Transportasi Sungai**

### **Konsep transportasi sungai sebagai fungsi pasar (Provinsi Kalimantan Selatan, Kabupaten Banjarmasin)**

Menurut Abbas (2018:354), sungai di Banjarmasin mengandung falsafah hidup orang Banjar sehingga tercipta istilah-istilah kemasyarakatan yang terkait dengan sungai, seperti kayuh baimbai yang berarti mendayung secara bersama-sama, yang kemudian menjadi moto Kota Banjarmasin. Ungkapan ini selain sesuai dengan konteks wilayah Banjarmasin sebagai kota seribu sungai, juga memiliki pesan sebagai sikap kegotongroyongan dan kebersamaan untuk mencapai tujuan Bersama.<sup>6</sup>

Menurut Idwar dkk. (1982: 13), permukiman Banjarmasin yang berada di tepian sungai juga terbentuk sebagai hasil proses sejarah, yang dipengaruhi oleh kondisi geografis sekitarnya. Sungai merupakan faktor utama lalu lintas dan pengangkutan, urat nadi ekonomi, sarana penyebaran budaya, wilayah kekuasaan keraton, serta wilayah kekuasaan penjajahan Hindia Belanda sejak abad ke-17 sampai 19. Proses panjang tersebut menghasilkan permukiman penduduk di tepi-tepi sungai, yang dalam perkembangannya telah menghasilkan kebudayaan sungai.<sup>6</sup>

Kondisi geografis yang dikelilingi sungai mengakibatkan ketergantungan masyarakat terhadap sungai sangat tinggi. Hasil dari proses adaptasi terhadap sungai menjadikan sungai bukan hanya sebagai sumber air, tetapi juga memiliki fungsi ekonomi sebagai tempat untuk mencari ikan, dan berjualan, serta memiliki fungsi sosial, yaitu sebagai tempat untuk berinteraksi para warga (Rochgiyanti, 2011: 53). Oleh karena itu, bagi masyarakat Banjarmasin sungai menjadi orientasi hidup dan identitas diri. Dikatakan sebagai orientasi hidup karena banyak kegiatan dilakukan di sungai. Adapun sungai sebagai identitas diri direfleksikan dengan menyebut beberapa perkampungan dengan nama-nama sungai yang melintas, seperti Kampung Kuin, Kampung Alalak, Desa Sungai Kupang, dan Desa Sungai Nipah.<sup>4</sup> Proses adaptasi terhadap sungai juga memunculkan beberapa bentuk kebudayaan sungai, seperti rumah panggung di tepi sungai, keterampilan membuat perahu, pembuatan kanal air (anjir, handil, saka), pasar terapung, penggunaan rakit dari bambu, dan sistem kepercayaan tertentu yang terkait dengan sungai.<sup>6</sup>

Untuk mendukung transportasi sungai, di Kota Banjarmasin terdapat 13 dermaga sungai. Lima dermaga merupakan milik Pemerintah Kota Banjarmasin, yaitu Dermaga Alalak, Banjar Raya, Pasar Lima, Ujung Murung, Pasar Baru, serta delapan dermaga lainnya merupakan dermaga kecil yang diusahakan oleh masyarakat. Dermaga-dermaga tersebut cukup ramai pada saat menjelang hari raya Idul Fitri. Dermaga-dermaga tersebut melayani para penumpang yang akan berangkat ke desa-desa pedalaman, terutama yang letaknya di tepi sungai.<sup>6</sup>

Sebagai salah satu upaya menghidupkan transportasi sungai, pemerintah daerah juga menghidupkan pasar terapung di Siring Tende. Penjualan barang dagangan seperti buah-buahan, sayuran, tanaman hias, dan keberadaan warung makan di atas perahu, selain berperan menjadi ajang wisata juga berperan untuk melestarikan pelayaran rakyat, yaitu sebagai tempat berkumpulnya perahu-perahu Banjar. Disamping itu pemerintah juga telah mengupayakan pembangunan museum yang menyimpan berbagai macam dokumen perahu khas Suku Banjar untuk menunjang sektor kepariwisataan daerah tersebut.<sup>6</sup>

### **Konsep Sungai Malawai (Distribusi)**

Dari hasil analisis SWOT yang dilakukan oleh Slamet Widodo, strategi pengembangan jaringan transportasi sungai dikawasan yang dilalui jalur Sungai Melawi didapatkan strategi kekuatan dan peluang (SO). Peningkatan produksi pertanian tanaman pangan, perkebunan dan peternakan. Tersedianya prasarana dan sarana transportasi air yang mendukung pemasaran hasil produksi pertanian, perkebunan dan peternakan. Optimalisasi pembangunan infrastruktur transportasi air guna memenuhi kebutuhan transportasi antar wilayah serta menunjang pengembangan wilayah. Sinkronisasi kebijakan sector transportasi air, pengembangan wilayah dan pembangunan perekonomian.<sup>4</sup>

Dalam konteks efisiensi dan keberlanjutan sistem multi-sektor, yang memperhatikan efisiensi dan keberlanjutan sistem lingkungan alam dan lingkungan binaan, transportasi sungai perlu dipertimbangkan untuk dipertahankan dan dihidupkan kembali untuk melayani transportasi barang disungai Malawi, sebagai upaya pembagian (sharing) beban dengan moda truk. Kapal yang merupakan sarana angkutan barang dengan memanfaatkan badan sungai yang disediakan alam sebagai media gerak perlu dirancang dan dibuat dengan mempertimbangkan karakteristik sungai, terutama yang terkait dengan kedalaman sungai.<sup>4</sup>



Gambar 1 Penggunaan transportasi perahu sampam di pasar terapung sungai Barito Banjarmasin Kalimantan Selatan /Chandra Adi N/@portaljogja.com/

Sumber Artikel berjudul "Angkutan Sungai Indonesia dari Perahu Getek Sampai Sampam", selengkapnya dengan link: <https://portaljogja.pikiran-rakyat.com/khazanah/pr-256399481/angkutan-sungai-indonesia-dari-perahu-getek-sampai-sampam?page=2>



Gambar 2 29 Sungai yang Dimanfaatkan Sebagai Sarana Transportasi Utama di Indonesia.

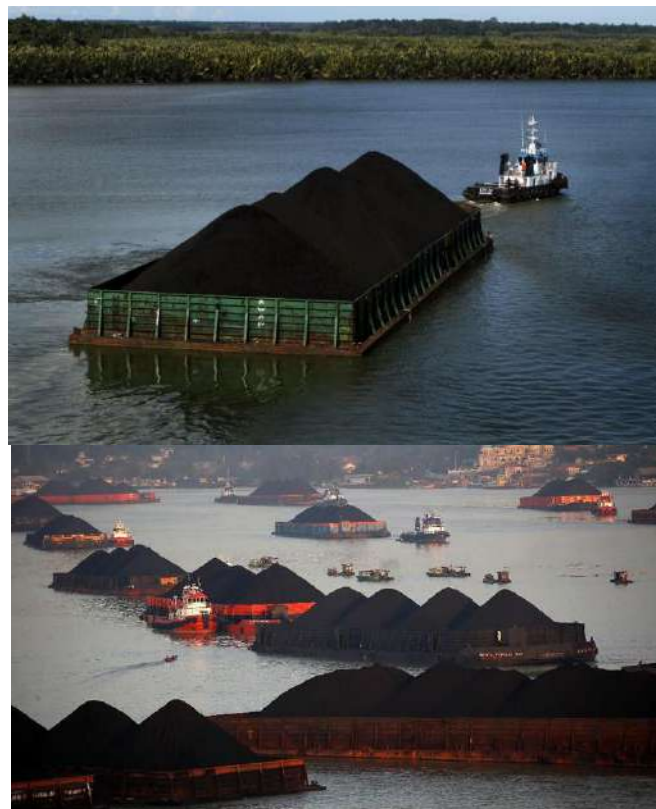
<https://travel.detik.com/domestic-destination/d-5728975/29-sungai-yang-dimanfaatkan-sebagai-sarana-transportasi-utama-di-indonesia>

Kabupaten Melawi dialiri oleh dua sungai besar yaitu Sungai Melawi dan Sungai Pinoh. Sungai terbesar adalah Sungai Melawi dengan panjang 471 km dan melalui sisi utara Kabupaten Melawi, Provinsi Kalimantan Barat. Kondisi jaringan transportasi air dikawasan yang dilalui jalur Sungai Melawi yang memiliki kawasan potensi Sumber Daya Alam yaitu Kecamatan Nanga Pinoh, Kecamatan Ella Hilir, Kecamatan Menukung. Maka dari itu dibuatlah konsep dengan menggunakan transportasi air dikawasan tersebut.<sup>4</sup>





Gambar 3 Bagaimana pengaruh alat transportasi air terhadap kegiatan distribusi barang. (Sewukuto Logistik) <https://www.dikasihinfo.com/pendidikan/98010634625/bagaimana-pengaruh-alat-transportasi-air-terhadap-kegiatan-distribusi-barang-yuk-mari-disimak-pembahasannya>



Gambar 4 Pengangkutan Batu Bara <https://www.anakteknik.co.id/112616574716750221770/articles/mengapa-distribusi-batu-bara-di-angkut-menggunakan-kapal>

### Konsep Transportasi Sungai di Kabupaten Mimika (transportasi)

Transportasi merupakan hubungan yang sangat erat dengan kebutuhan hidup masyarakat yang berhubungan dengan perpindahan orang dan barang, keterjangkauan dari lokasi kegiatan dan lokasi permukiman masyarakat, penyediaan barang-barang dan pelayanan untuk dikonsumsi. Salah satu moda transportasi yang penting yaitu moda transportasi sungai. Moda transportasi sungai saat ini dianggap sebagai bagian dari jalan raya, karena masuk dalam kategori pengembangan ASDP atau angkutan sungai dan



penyebrangan. Angkutan sungai menjadi transportasi utama maupun alternatif yang lebih murah bagi masyarakat serta dunia usaha.<sup>2</sup>

Transportasi atau perjalanan tidak hanya berlaku di darat tetapi juga di perairan atau sungai. Menurut UU No 21 Tahun 1992 disebutkan bahwa transportasi sungai, danau dan penyeberangan adalah angkutan menggunakan kapal yang dilakukan di sungai, danau, waduk, rawa, anjir, kanal dan terusan untuk mengangkut penumpang, barang dan/atau hewan yang diselenggarakan oleh perusahaan angkutan sungai dan danau yang penyelenggaraannya disusun secara terpadu intra dan antarmoda yang merupakan satu kesatuan tatanan transportasi nasional serta menggunakan trayek tetap dan teratur yang dilengkapi dengan trayek tidak tetap dan tidak teratur.<sup>7</sup>

Angkutan sungai merupakan angkutan yang telah berumur panjang karena telah tumbuh dan berkembang secara alami bahkan sebelum angkutan jalan (Munawar, 2005). Jalan bagi transportasi air ini selain bersifat alami (laut, sungai, danau), ada pula yang bersifat buatan manusia (kanal, banjir, danau buatan). Beberapa pengertian yang meyangkut Angkutan Sungai, Danau dan Penyeberangan (ASDP).<sup>8</sup>

pengembangan transportasi sungai dapat dilakukan dengan Memperhatikan data topografi wilayah untuk menentukan besaran kapal, Menggunakan data asal tujuan serta potensi sumber daya yang ada di Kabupaten Mimika untuk memprediksi atau proyeksi asal tujuan, Jumlah hasil pengembangan sumberdaya daerah akan meningkat dengan meningkatnya asal tujuan pergerakan sungai, Hubungan antara variable transportasi sangat tinggi mengarah positif sehingga dapat diartikan perencanaan berdampak positif terhadap kenyataan dilapangan, Jaringan sungai di Kabupaten Timika berdasarkan hasil analisis layak untuk digunakan sebagai salah satu jaringan transportasi.<sup>2</sup>



Gambar 5 Speed boat terapung di Sungai Barito Muara Teweh, Kamis (28/4/2022).ANTARA/Dokumen Pribadi.



Gambar 6 Kapal wisata menjadi sarana baru untuk menikmati keindahan Sungai Mahakam. Kedepan diharapkan akan lebih banyak lagi investasi memanfaatkan sungai. Salah satunya investasi untuk restoran terapung. (DOK/HUMASPROV)



Gambar 7 Di Kalimantan Sungai Sebagai Sarana Transportasi - Balai Pelestarian Cagar Budaya Provinsi Kalimantan Timur (kemdikbud.go.id)

## 2. KESIMPULAN

Transportasi air menjadi fokus utama makalah ini karena banyaknya kelebihan yang dimiliki, mulai dari biaya lebih terjangkau, memiliki kapasitas penumpang yang banyak, tidak memakan lahan, hingga dapat mengembangkan berbagai faktor seperti budaya, ekonomi, dan pariwisata. Salah satu pemanfaatan transportasi sungai adalah dengan cara menjadikan transportasi sungai menjadi sarana distribusi barang, keberlanjutan dalam angkutan barang di sungai perlu diwujudkan dari aspek ekonomi lingkungan dan sosial. Hal ini dapat diwujudkan antara lain dengan upaya integrasi antara jaringan pelayanan angkutan barang di sungai dengan jaringan angkutan barang pada moda angkutan lainnya dengan memenuhi kelayakan aspek ekonomi agar dapat menguntungkan namun tetap mengutamakan aspek sosial dan lingkungan merupakan sebuah pilihan tepat untuk memberdayakan berbagai keunggulan moda angkutan sungai serta mengatasi berbagai sisi lemah angkutan sungai dengan memanfaatkan peran angkutan jalan.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ridwan, A. R. Pengembangan Konektivitas Antar Moda Transportasi Sungai Dan Jalan Untuk Transportasi Kota Makassar. *J. Transp. Multimoda* **13**, 89–96 (2017).
- [2] Hidayat, A. *et al.* Kelayakan Jaringan Transportasi Sungai Kabupaten Mimika Feasibility of Mimika Regency River Transportation Network. *J. Urban Reg. Spat.* **3**, 217–224 (2023).
- [3] Didin Kusdian, R. Potensi Revitalisasi Transportasi Sungai Di Provinsi Lampung. *J. Transp.* **11**, 143–152 (2011).
- [4] Okgarianda, J., Widodo, S. & Mulki, G. Z. Strategi Pengembangan Transportasi Sungai Dalam Menunjang Pengembangan Potensi Kawasan Yang Dilalui Jalur Sungai Melawi. *e J. Untan* 1–17 (2017).
- [5] Mitra Wacana Media. Profile Transportasi Angkutan Sungai , Danau , dan Penyeberangan di Indonesia. (2015).
- [6] Imron, M. & Sudiyono. Surutnya Transportasi Sungai Di Banjarmasin Kalimantan Selatan Dan Permasalahannya. *J. Masy. dan Budaya* **24**, 1–14 (2022).
- [7] K. Harmis, S. D. et al. Kajian Penggunaan Moda Transportasi Sungai Di Kota Jambi. *Pros. Semin. Nas. Pengabd. Kpd. Masy.* **1**, 306–314 (2013).
- [8] Akbar, R. Al, Handayani, E. & Amalia, K. R. Kelayakan Transportasi Air Sungai Batanghari (Studi Kasus Angkutan Motor Ketek Di Desa Terusan Kabupaten Batanghari). *J. Talent. Sipil* **4**, 137 (2021).

## Pengembangan Sumber Daya Air Untuk Olahraga

Azka Muhaemin<sup>1</sup>, Atie Tri Juniati<sup>2\*</sup>, Lusiana<sup>1</sup>, Alif Rafli Lazuardi<sup>1</sup>, Adisha Galuh Wirawan<sup>1</sup>, Keyla Aptaning Batari<sup>1</sup>, dan Albert Jonathan<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila, Jakarta

<sup>2</sup> Program Studi Magister Rekayasa Infrastruktur dan Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila, Jakarta

**Abstrak.** Pengembangan sumber daya air untuk olahraga bukan hanya tentang menciptakan fasilitas fisik, tetapi juga tentang mempromosikan budaya olahraga air yang aman, berkelanjutan, dan inklusif. Ini dapat memberikan manfaat bagi kesehatan fisik dan mental, serta mempromosikan kebersamaan dan gaya hidup aktif di dalam masyarakat. Makalah ini bertujuan untuk mengetahui potensi pengembang sumber daya air peruntukan olahraga, olahraga air ini menjadi daya tarik wisata sehingga termasuk dalam pengembangan *sport tourism*. Apabila olahraga air ini bisa dikembangkan dan dikelola secara profesional maka bergeraklah berbagai roda kegiatan ekonomi di sekitarnya, apa lagi kalau dijadikan tempat objek wisata. Pengembangan objek dan daya tarik wisata dipercaya berdampak besar terhadap perekonomian. Olahraga air yang bisa diselenggarakan di danau, di laut, dan di sungai sangat bervariasi, diantaranya adalah olahraga jet ski, renang, arung jeram, kano, snorkeling, dan lain-lain. *Water Sports Event* merupakan model promosi dan pengembangan destinasi pariwisata melalui penyelenggaraan kegiatan olahraga air, *Water Sports Event* (WSE) memiliki efek positif sebagai komoditas ekonomi sekaligus menjadi media-promosi ekonomi, wisata atau budaya masyarakat lokal dan masyarakat dunia.

**Kata kunci:** Olahraga air, *Water Sport Event* (WSE), PSDA, air

### 1. PENDAHULUAN

Sumber daya air adalah bagian integrasi kehidupan makhluk hidup yang memberikan kehidupan di planet biru ini dalam bentuk formasi flora dan fauna dengan dukungan kehidupan yang sangat seimbang. Air adalah salah satu sumber daya alam yang vital, baik untuk kehidupan di muka bumi maupun untuk kebutuhan manusia dalam memenuhi kebutuhan sehari-hari di berbagai sektor kehidupan. Sebagai sumber daya alam maka kegiatan pengelolaan sumber daya air menjadi penting agar yang membutuhkan air dapat mendapatkan akses yang sama baik dalam memenuhi kebutuhan pokoknya untuk air minum dan sanitasi, maupun untuk memenuhi kebutuhan penghidupannya sebagai petani untuk mengairi tanamannya serta mengelola sumber daya air agar dapat tercukupi sepanjang tahun. Dari definisi tersebut para pakar lingkungan mengadakan pengembangan lebih lanjut mengenai sumber daya lingkungan dan sumber daya air. Pengembangan adalah pembinaan dan pengaturan air dan/atau sumber air yang meliputi aspek-aspek pembangunan, perlindungan dan pemanfaatan (Rakhmad Armus, Miswar Tumpu, Tamrin Tamim et al., 2021).

Air tidak dikonsumsi dalam kegiatan sport-tourism, namun kegiatan tersebut dapat memberikan dampak yang besar terhadap kualitas sumber daya air, sehingga atraksi dapat terpengaruh ketika kualitas sumber daya air terpengaruh, oleh karena itu untuk olah raga dan pariwisata untuk menjaga kualitas air merupakan kebutuhan yang nyata.

Misalnya, Bendera Biru adalah sistem label ramah lingkungan internasional yang bersifat sukarela, diberikan kepada pihak berwenang (pemerintah kota atau marina) yang menganggap lingkungan hidup sangat penting bagi pengembangan pariwisata lokal, yang terhubung langsung dengan pengelolaan air, sehingga label ramah lingkungan yang bergengsi ini untuk pariwisata mensertifikasi kualitas lingkungan dalam mekanisme pembangunan berkelanjutan yang sangat kompleks (Marinopoulos & Katsifarakis, 2017).

---

\* Corresponding author: [atie.juniati@univpancasila.ac.id](mailto:atie.juniati@univpancasila.ac.id)

Golf adalah olahraga populer dan tradisional di negara-negara seperti Skotlandia, Inggris, AS, Kanada, Jepang, Australia, Jerman, Denmark, dll. Dalam beberapa dekade terakhir, golf semakin populer di banyak negara di dunia, ditetapkan sebagai wisata, tempat rekreasi, dan olahraga. Lapangan golf atau beberapa taman bermain, dan dalam beberapa kasus kompleks golf juga mencakup tempat latihan tenis, kolam renang yang dirancang untuk penyandang disabilitas (aktivitas fisik dan olahraga yang disesuaikan) (Frawley & Schulenkorf, 2022). Lapangan golf dan taman hiburan juga bergantung pada ketersediaan dan penggunaan air dalam jumlah tertentu. Secara teori, hal ini tetap memiliki biaya yang harus dimasukkan dalam harga tetap dan dimasukkan dalam perhitungan kelayakan finansial penggunaan air.

Mengukur penggunaan air di lapangan golf merupakan komponen penting dalam mengukur penerapan praktik manajemen terbaik. Penggunaan air lapangan golf nasional telah dilaporkan sebelumnya. Pada tahun 2013, total volume air yang digunakan di lapangan golf di AS diproyeksikan mencapai 1,86 juta acreft. Volume ini merupakan penurunan dari tahun 2005 ketika perkiraan volume air adalah 2,38 juta acreft. Faktor utama yang mempengaruhi pengurangan ini adalah berkurangnya jumlah lapangan golf dan peningkatan efisiensi penggunaan air. Data penggunaan air harus selalu terkini, dan hal ini memerlukan penilaian berkelanjutan untuk memberikan informasi dan edukasi yang lebih baik kepada pengawas lapangan golf, penyedia air, dan pembuat kebijakan (Ismail & Salleh, 2021).

Dalam olahraga air seringkali ditemukan masalah kebersihan dan kesehatan pada air yang digunakan terutama pada saat tubuh terpapar langsung oleh air yang digunakan seperti pada olahraga renang. Salah satu indikator pencemar yang menjadi parameter kualitas air kolam renang yaitu jumlah angka kuman dan koliform total. Menelan hanya sedikit air yang mengandung kuman dapat mengakibatkan penyakit. Penyakit akibat aktivitas berenang dikenal pula dengan sebutan *Recreational Water Illness* (RWIs). RWIs disebabkan oleh kuman dengan menelan, bernapas dalam aerosol, atau memiliki kontak dengan air yang terkontaminasi di kolam renang, kolam air panas, taman air, area bermain air, air mancur interaktif, danau, sungai, atau laut. Sebuah studi di kolam renang umum yang dilakukan selama musim renang pada musim panas menemukan bahwa perenang sering membuang sisa metabolisme tubuh (urine) di dalam kolam renang. Melalui studi yang dirilis oleh *Centers for Disease Control and Prevention* (CDC), peneliti menemukan kuman dalam sampel air kolam yang dikumpulkan dari kolam renang umum. CDC mengumpulkan sampel air dari filter kolam renang umum dan menguji sampel. Studi tersebut menemukan bahwa 58 persen dari sampel air kolam renang yang diuji, positif mengandung *E. coli*, bakteri yang biasanya ditemukan dalam usus manusia dan kotoran. *E. coli* merupakan penanda untuk kontaminasi tinja. Penemuan *E. coli* dengan presentase yang tinggi menunjukkan perenang sering mencemari air kolam renang ketika mereka melakukan proses pembuangan sisa metabolisme tubuh dalam air atau ketika tubuh mereka kotor karena tidak membasuh tubuh secara menyeluruh terlebih dahulu sebelum masuk ke dalam air (Hiola et al., 2022).

Air kolam harus terus didaur ulang sekaligus didesinfeksi dengan gas klorin melalui sistem resirkulasi. Bahan bakar yang memanaskan area kolam renang dan juga airnya adalah gas alam. Jadi, ada dua buah boiler berkekuatan 1.100 KW, tiga buah pompa resirkulasi, dan empat tabung gas klor berbobot 65 kg. Alat yang paling umum untuk mengevaluasi suatu investasi adalah analisis biaya – manfaat. Selain item keuangan, analisis ini juga dapat mempertimbangkan manfaat/biaya lingkungan dan sosial dari investasi. Hal ini juga diterapkan dalam pengambilan keputusan dan evaluasi pilihan yang tersedia. Pembangunan atap permanen kolam renang merupakan investasi penting, karena mengurangi biaya pemanasan, dan juga menjadikan kolam renang dapat diakses sepanjang tahun, terlepas dari kondisi cuaca yang tidak dapat diprediksi (Ismail & Salleh, 2021)

Salah satu indikator pencemar yang menjadi parameter kualitas air kolam renang yaitu jumlah angka kuman dan *Coliform* total. Persyaratan mikrobiologis, yaitu tidak ada bakteri *Coliform* pada sampel air yang dinyatakan dengan 0 *Colony Forming Units* (CFU) / 100 ml sampel. Pencemaran mikrobiologis air kolam renang dapat berasal dari kontaminasi kotoran dari perenang, kontaminasi kotoran yang terdapat pada sumber air yang digunakan sebagai air kolam renang, atau hasil dari kontaminasi hewan yang ada di kolam renang misalnya dari burung dan tikus (Hiola et al., 2022).

Saat Australia menghadapi kemungkinan terjadinya kekeringan yang lebih sering dan parah akibat perubahan iklim, fasilitas lokal yang menopang industri olahraga di Australia telah terkena dampak kekeringan yang signifikan dan pembatasan penggunaan air. Semakin banyak bukti yang menunjukkan bahwa setidaknya beberapa cabang olahraga di sektor ini mengalami dampak buruk karena fasilitas mereka tidak memiliki akses terhadap air. Dari bukti-bukti tersebut, jelas bahwa olahraga yang menggunakan air



dalam jumlah besar untuk pemeliharaan fasilitas lapangan bermainnya (seperti olahraga berbasis rumput seperti sepak bola Australian Rules, kriket, sepak bola, dan lapangan tenis berbasis tanah liat) sangat terkena dampak kekeringan. Kondisi yang muncul antara tahun 2000 dan 2010 di Negara Bagian Victoria, serta wilayah lain di Australia. Bukti menunjukkan bahwa kondisi kekeringan ini mengakibatkan banyak dewan lokal dan pemerintah negara bagian memberlakukan pembatasan air pada komunitas mereka. Pembatasan diperluas ke rumah tangga yang menyiram kebun, dan yang penting, dalam studi kasus ini, peraturan penyiraman lapangan bermain rumput yang berfokus pada partisipasi tingkat komunitas untuk peraturan sepak bola di satu kota tertentu (Shaddox et al., 2022).

Olahraga juga tidak kebal terhadap dampak perubahan iklim. Para peneliti telah mempelajari dampak lingkungan dari perubahan iklim terhadap olahraga seperti hoki, dan ski, serta di olimpiade Musim Dingin. Ada juga penelitian yang berupaya memahami dampak olahraga terhadap lingkungan alam. Dampak kekeringan terhadap ekonomi terutama terlihat pada penyediaan air. Mungkin karena kondisi kekeringan, jumlah air yang dibutuhkan, serta biaya pengairan lapangan olah raga, kini diketahui secara umum. Pengangkutan air, atau pembelian tangki air untuk digunakan di lapangan olah raga, bisa memakan biaya yang mahal. Ketika terjadi kekeringan dan persediaan air terbatas, harga air akan semakin tinggi. Dampak ekonomi dari berkurangnya penyiraman, atau tidak adanya penyiraman pada lapangan olah raga selama musim kemarau dapat mengakibatkan pengurangan biaya dalam jangka pendek (Burszta-Adamiak & Spsychalski, 2021).

Banjir adalah bencana alam yang terjadi akibat iklim seperti hujan terus menerus atau air sungai meluap hingga ke tepian sungai atau kedua-duanya. Akibat banjir, negara akan mengalami kerugian dalam hal properti, uang, dan nyawa. Hujan deras juga dapat menyebabkan genangan air di daerah dataran rendah. Keadaan air tergenang adalah air hujan yang menumpuk dan tidak dapat mengalir ke saluran air terdekat. Penyebab terjadinya banjir ini dapat digolongkan menjadi dua bagian yakni alam dan buatan manusia. Secara alami, banjir dapat terjadi karena curah hujan yang tinggi dalam waktu lama, air pasang, dan kondisi dataran rendah (Ogunrinde, 2018).

Dalam pengelolaan perkotaan yang berkelanjutan, air hujan, air abu-abu, dan air tanah semakin dipertimbangkan sebagai sumber air alternatif dimana air minum yang berkualitas tidak diperlukan untuk penyediaan air. Solusi teknologi saat ini memungkinkan penggunaan sistem pasokan air ganda di gedung-gedung swasta dan publik. Yang terakhir ini, karena potensi pengelolaan sumber air alternatif yang lebih baik dan berkelanjutan, direkomendasikan untuk penggunaan skala besar (Doytchev, 2019).

## **Definisi Psda Untuk Olah Raga**

### **Pengembangan Sumber Daya Air (PSDA) untuk Olah Raga**

Pengembangan sumber daya air untuk keperluan olahraga adalah upaya untuk memanfaatkan dan mengelola air dengan cara yang mendukung aktivitas olahraga dan rekreasi di wilayah tertentu. Ini bisa mencakup berbagai aspek, seperti pembangunan fasilitas perairan, pemeliharaan kebersihan air, dan pengelolaan lingkungan sekitar.

Kegiatan olahraga ini atau sport event dapat menjadi jalur penyampai pesan kepada masyarakat yang lazim diistilahkan dengan ABCGM (Akademisi, *Bussiness* atau *Corporate*, *Community*, *Government* yaitu pemerintah dari tingkat pusat hingga Provinsi dan Kabupaten/Kota serta Media dengan segala tipenya), namun untuk menarik perhatian khalayak maka menurut Noor (2013:14) setiap event harus memiliki sesuatu yang berbeda dari event lain. Sebagai contoh, event Sungailiat Triathlon yang sering disebut sebagai Lebaran-nya oleh para penggemar olahraga Triathlon karena committee dari event ini mengkombinasikan event olahraga dengan wisata alam hingga wisata kuliner yang khas kearifan budaya lokal yang disebut Nganggung (tradisi makan yang unik khas budaya lokal) yang biasanya dilakukan di masjid sekitar venue event dimana panitia penyelenggara bekerjasama dengan masyarakat lokal menyediakan dulang yang isinya makanan tertutup tudung saji. Contoh kasus dari keunikan *event* olahraga tersebut diatas menunjukkan bahwa sebuah event dinilai menarik atau tidak bukan hanya pada bagaimana mengemas event itu, namun juga bagaimana panitia bersama peserta dan masyarakat bekerjasama dengan baik akan turut mendorong peningkatan kualitas event tersebut (Djohan et al., 2020).

Pengembangan sumber daya air untuk keperluan olahraga adalah upaya untuk memanfaatkan dan mengelola air dengan cara yang mendukung aktivitas olahraga dan rekreasi di wilayah tertentu. Ini bisa



mencakup berbagai aspek, seperti pembangunan fasilitas perairan, pemeliharaan kebersihan air, dan pengelolaan lingkungan sekitar. Pengembangan sumberdaya air untuk olahraga adalah proses meningkatkan dan mengoptimalkan pemanfaatan sumberdaya air, seperti danau, sungai, kolam, atau pantai, untuk kegiatan olahraga. Ini dapat mencakup berbagai jenis olahraga air, seperti renang, selancar, selam, perahu layar, dayung, ski air, dan banyak lagi (Salgot et al., 2012).

Olahraga arung jeram merupakan salah satu olahraga yang bersifat rekreasi. Namun disamping sebagai olahraga rekreasi arung jeram merupakan olahraga yang menantang dan menuntut keberanian, olahraga arung jeram termasuk olahraga beresiko tinggi dan mahal untuk diikuti, tetapi walaupun demikian masih banyak peminat yang bermain olahraga arung jeram, olahraga tersebut dilakukan sebagai proses pemulihan kembali kesehatan dan kebugaran dan menghilangkan rasa jenuh SKN (UU No. 3 Tahun 2005 Pasal 19 Ayat 1). Apabila olahraga arung jeram bisa dikembangkan dan dikelola secara profesional maka bergeraklah berbagai roda kegiatan ekonomi di sekitarnya, apa lagi kalau dijadikan tempat objek wisata. Pengembangan objek dan daya tarik wisata dipercaya berdampak besar terhadap perekonomian melalui dampak ganda (*multiplier effect*) yang ditimbulkannya. Dengan keterlibatan berbagai pihak, baik unsur pemerintah, swasta dan 221 masyarakat, maka berbagai usaha bidang pariwisata yang terkait akan tumbuh yang pada akhirnya pemberdayaan ekonomi tercipta (Adnan, 2019).

Lomba atau cabang olahraga dayung merupakan tradisi tahunan masyarakat Batang. Lomba diselenggarakan sekali dalam setahun, biasanya bertepatan pada Hari Raya Idul Fitri. Kebudayaan cabang olahraga dayung yang diadakan oleh masyarakat Batang tepatnya masyarakat Klidang Lor kecamatan Batang memiliki maksud dan tujuan untuk mempererat tali silaturahmi antar sesama serta melestarikan Budaya peninggalan dari generasi kegenerasi. Lomba sendiri merupakan salah satu jenis olahraga yang berlangsung diatas sungai. Dalam Wikipedia menyatakan bahwa mendayung merupakan sebuah olahraga yang menggunakan dayung dan berlangsung di atas sungai, danau, dan laut. Dalam teknik mendayung dengan oar hanya dikenai dua macam kayuhan yaitu dayung maju dan dayung mundur. Jika menginginkan perahu bergerak kedepan maka digunakan dayung maju sedangkan dayung mundur untuk menghentikan perahu yang sedang bergerak maju atau memang menginginkan perahu bergerak mundur. Jika ingin membelokkan perahu ke kanan maka tangan kiri mendayung maju dan tangan kanan mendayung mundur dan sebaliknya jika ingin membelok kekiri (Dean et al., 1993).

Tubing merupakan kegiatan berselancar di atas aliran sungai dengan menggunakan ban dalam truk atau bus (ban berukuran besar) yang didesain sedemikian rupa agar dapat menampung seseorang di atasnya. River tubing adalah olahraga arus deras yang juga disebut dengan *body rafting* sebagai alternatif aktivitas luar ruangan yang menantang selain arung jeram dan kayak. Tubing dikenal karena penggunaan ban dalam kendaraan yang dialih fungsikan menjadi perlengkapan yang membawa wisatawan mengarungi sungai. Olahraga tubing dapat dilakukan di berbagai karakter sungai, danau dan pantai yang menarik. *Fun tubing* merupakan hiburan keseruan bermain air dengan mengikuti arus sungai yang mengalir dan menguji adrenalin para wisatawan. Konsep *sport tourism* pada olahraga *river tubing* dapat dijadikan ikon desa yang akan berdampak pada kesejahteraan masyarakat desa. Pengembangan wisata sungai melibatkan interaksi dalam masyarakat sehingga membawa perubahan sosial budaya, ekonomi, dan lingkungan. *River tubing* memberikan dampak positif bagi desa seperti mengurangi pengangguran, menambah penghasilan kas desa dan peningkatan perekonomian. Tubing sebagai olahraga mampu memberikan kesehatan, keceriaan dan rasa peduli terhadap lingkungan sekitar (Rubiono & Finahari, 2023).

### **Kebijakan PSDA untuk olah raga**

Kebijakan pengembangan sumber daya air untuk olahraga adalah strategi atau langkah-langkah yang ditetapkan oleh pemerintah atau badan yang berwenang untuk mengelola sumber daya air dengan tujuan mendukung aktivitas olahraga air dan pengembangan infrastruktur yang berkaitan, seperti yang terdapat pada UU Nomor 7 tahun 2004 (pasal 27 ayat 1) sebagai berikut:

Yang dimaksud dengan zona pemanfaatan sumber air adalah ruang pada sumber air (waduk, danau, rawa, atau sungai) yang dialokasikan, baik sebagai fungsi lindung maupun fungsi budi daya. Misalnya, membagi permukaan suatu waduk, danau, rawa, atau sungai ke dalam berbagai zona pemanfaatan, antara lain, ruang yang dialokasikan untuk budi daya perikanan, penambangan bahan galian golongan C, transportasi air, olahraga air dan pariwisata, pelestarian unsur lingkungan yang unik atau dilindungi, dan/atau pelestarian cagar budaya. Penentuan zona pemanfaatan sumber air bertujuan untuk mendayagunakan fungsi/potensi

yang terdapat pada sumber air yang bersangkutan secara berkelanjutan, baik untuk kepentingan generasi sekarang maupun yang akan datang. Dalam penetapan zona pemanfaatan sumber air, selain untuk menentukan dan memperjelas batas masing-masing zona pemanfaatan, termasuk juga ketentuan, persyaratan, atau kriteria pemanfaatan dan pengendaliannya.

UU nomor 17 tahun 2019 (Pasal 29 ayat 2 huruf d) Pengembangan Sumber Daya Air, baik Air Permukaan maupun Air Tanah ditujukan untuk peningkatan kemanfaatan fungsi Sumber Daya Air guna memenuhi kebutuhan Air, Daya Air, dan/atau Sumber Air untuk rumah tangga, irigasi/pertanian, industri, pertambangan, ketenagaan, perhubungan/ transportasi Air, pertahanan, olahraga, dan pariwisata serta untuk berbagai keperluan lainnya. Peningkatan kemanfaatan fungsi Sumber Daya Air, antara lain, melalui modifikasi cuaca dan pembangunan Prasarana Sumber Daya Air, misalnya bendung, waduk, bangunan penangkap Air, Sistem Penyediaan Air Minum, dan jaringan irigasi.

UU nomor 17 tahun 2019 (Pasal 45 ayat 4 huruf b) Yang dimaksud dengan "ruas tertentu pada Sumber Air" adalah bagian dari Sumber Air yang terletak di antara titik koordinat tertentu dengan titik koordinat yang lain. Kegiatan usaha yang menggunakan Sumber Daya Air pada ruas tertentu pada Sumber Air, antara lain, berupa kegiatan usaha untuk transportasi Air, olahraga arung jeram, dan lalu lintas Air.

### Konsep PSDA untuk Olah Raga

Air dan olahraga merupakan suatu hal yang tidak dapat dipisahkan. Banyak sekali olahraga yang terkait erat dengan ketersediaan air ataupun menggunakan air sebagai cabang olahraganya. Salah satu olahraga yang terikat erat dengan air adalah golf. golf dan air sangat terhubung dan lapangan golf mempunyai tanggung jawab untuk melestarikan, melindungi, dan meningkatkan sumber daya air kita yang berharga. Penelitian yang didanai oleh AS menunjukkan bahwa air yang keluar dari lapangan golf secara konsisten lebih bersih dibandingkan saat masuk. Karena rerumputan dan vegetasi yang lebat merupakan filter alami yang kuat. Rata-rata lapangan golf dapat menyerap jutaan galon air saat hujan badai, membersihkan polutan dan sedimen dari air saat melewati rumput dan tanah. penyangga alami di sekitar perairan dapat meningkatkan penyaringan dan menyediakan habitat yang berharga. banyaknya lapangan juga membantu mereka dengan menangkap dan membersihkan air hujan untuk mengurangi banjir dan polusi. lapangan golf menghasilkan limpasan air hujan yang jauh lebih sedikit dibandingkan jalan raya dan atap rumah, dan beberapa di antaranya dirancang khusus untuk menampung air hujan yang dapat menyebabkan kerusakan serius. Air sering kali dapat digunakan untuk irigasi, sehingga mengurangi kebutuhan untuk menggunakan sumber lain. Kebutuhan akan lapangan golf untuk membantu melestarikan dan melindungi air akan semakin meningkat.



Gambar 1 Air dan lapangan golf

Sumber : <https://youtu.be/jRG7cggXFVs?si=ancJoYdYoGT2ReWT>

Selain itu, ada juga beberapa cabang olahraga yang berhubungan langsung dengan penggunaan air seperti berenang, snorkling, voli air, berselancar, arung jeram. Olahraga tersebut menggunakan air dalam aktivitas fisik olahraganya secara langsung. Selain olahraga tersebut ada juga senam air atau aquarobic. Pada senam air ini atau aquarobic ini peserta senam melakukan gerakan senam yang biasa dilakukan seperti senam pada

umumnya, namun senam ini dilakukan di dalam kolam yang terisi penuh oleh air. Senam air ini memiliki banyak manfaat bagi kesehatan seperti meningkatkan metabolisme dan membakar lemak, meningkatkan keseimbangan, meningkatkan kekuatan otot dan jantung, meningkatkan fleksibilitas dan meningkatkan postur tubuh, serta menghilangkan stress.



Gambar 2 Senam air (aquarobic)

Sumber : <https://youtu.be/1prPpA6kl-4?si=yvFSL-YZuI1Z2DpB>

Olahraga seperti ini juga ada pada olahraga voli, dimana olahraga voli yang biasanya dilakukan pada lapangan khusus dapat dilakukan pula pada air yaitu pada kolam renang yang berbentuk persegi panjang. Olahraga voli air ini berasal dari Scotlandia sekitar akhir tahun 1800-an. Para pemain harus memasukan bola ke gawang lawan sebanyak mungkin.



Gambar 3 Voli air

Sumber : <https://youtu.be/aJNNz27up8w?si=a9PsIPUipC9jl8CA>

### Model PSDA untuk Olah Raga

Salah satu model yang digunakan pada psda olahraga yaitu alat penyiraman rumput otomatis yang biasa digunakan pada lapangan bola. Menjaga kesuburan rumput sesuai standar merupakan pemeliharaan penting untuk menjaga kenyamanan dan kelancaran pemain bola di lapangan.





Gambar 4 Alat penyiraman air otomatis pada lapangan stadion Bung Tomo  
Sumber : <https://youtu.be/IGo-yfL31ZM?si=d57wO0q-Zr0t6tet>

Penyiraman seperti ini sangat efektif dalam menjaga kesuburan rumput serta mengurangi tenaga manusia dalam melakukan penyiraman air pada perawatan rumput karena air dapat tersiram dengan rata hanya dengan meletakkan alat springkler otomatis akan menyiram air ke seluruh sekitar bagian lapangan. Metode penyiraman seperti ini seringkali dilakukan terutama pada saat musim panas untuk mencegah kekeringan pada rumput di lapangan. Selain pada lapangan bola teknik penyiraman air otomatis ini juga digunakan pada lapangan golf untuk mencegah rumput kering terutama pada saat musim kemarau.



Gambar 5 Alat penyiraman otomatis pada lapangan golf  
Sumber : [https://youtu.be/Ef2DM6bYR0I?si=ndn2\\_uGksa-ITYUB](https://youtu.be/Ef2DM6bYR0I?si=ndn2_uGksa-ITYUB)

Model lainnya yang dilakukan lapangan golf ialah mengumpulkan air hujan merupakan salah satu cara efektif untuk mendapatkan pasokan air tambahan. Lapangan golf dapat memasang sistem pengumpulan air hujan pada atap, dan mengarahkan air yang terkumpul ke tangki penyimpanan yang dapat digunakan untuk penyiraman tanaman.



Gambar 6 Tempat pengumpulan air hujan pada lapangan golf  
Sumber : [https://youtu.be/Ef2DM6bYR0I?si=ndn2\\_uGksa-ITYUB](https://youtu.be/Ef2DM6bYR0I?si=ndn2_uGksa-ITYUB)

## 2. KESIMPULAN

Air adalah salah satu sumber daya alam yang vital, baik untuk kehidupan di muka bumi maupun untuk kebutuhan manusia dalam memenuhi kebutuhan sehari-hari di berbagai sektor kehidupan. Secara teori, hal ini tetap memiliki biaya yang harus dimasukkan dalam harga tetap dan dimasukkan dalam perhitungan kelayakan finansial penggunaan air. Dalam olahraga air seringkali ditentukan masalah kebersihan dan kesehatan pada air yang digunakan terutama pada saat tubuh terpapar langsung oleh air seperti pada olahraga renang. Air dan olahraga merupakan suatu hal yang tidak dapat dipisahkan. Golf dan air sangat terhubung dan lapangan golf mempunyai tanggung jawab untuk melestarikan, melindungi, dan meningkatkan sumber daya air kita yang berharga. Kegiatan olahraga ini atau *sport event* dapat menjadi jalur penyampai pesan kepada masyarakat yang lazim diistilahkan dengan ABCGM (Akademisi, *Bussiness* atau *Corporate*, *Community*, *Government* yaitu pemerintah dari tingkat pusat hingga Provinsi dan Kabupaten/Kota serta Media dengan segala tipenya). Mengembangkan sumber air untuk olahraga dan rekreasi mendukung ekonomi lokal, terutama jika aktivitas seperti arung jeram diatur dengan baik, bahkan bisa menjadi daya tarik wisata. Olahraga tubing, serupa dengan arung jeram, menawarkan alternatif seru di beragam lingkungan air.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Adnan, A. (2019). *Batang Sangir Kabupaten Solok-Selatan*. 220–226.
- [2] Burszta-Adamiak, E., & Spychalski, P. (2021). Water savings and reduction of costs through the use of a dual water supply system in a sports facility. *Sustainable Cities and Society*, 66. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2020.102620>
- [3] Dean, D. R., Scawthorn, C., O'Rourke, T. D., Blackburn, F. T., Whitney, D. J., Lindell, M. K., Nguyen, H. H. D., Kenner, S. J., Segall, P., Ellsworth, W. L., Lindh, A. G., Prescott, W. H., Herd, D. G., Park, S. M., Al, E. E. T., Ager, P., Eriksson, K., Hansen, C. W., Lønstrup, L., & )1993. (ا، غلامرضا). BUDAYA OLAHRAGA DAYUNG TERHADAP INTERAKSI SOSIAL MASYARAKAT DESA KLIDANG LOR KABUPATEN BATANG. *Explorations in Economic History*, 24(6), ETG 5-1-ETG 5-17. <https://doi.org/10.1080/00033799300200371>
- [4] Djohan, M. I., Purwanto, R. E., & Fitriansyah, Y. D. (2020). Analisis Pengelolaan Water Sport Event sebagai Destinasi Wisata Olahraga di Danau Ranau Kab. Oku Selatan Prov. Sumatera Selatan. *PUSAKA (Journal of Tourism, Hospitality, Travel and Business Event)*, 2(2), 84–97. <https://doi.org/10.33649/pusaka.v2i2.56>
- [5] Doytchev, B. (2019). Golf Courses and Their Impact on the Environment. *Trakia Journal of Sciences*, 17(Suppl.1), 864–867. <https://doi.org/10.15547/tjs.2019.s.01.142>
- [6] Frawley, S., & Schultenkorf, N. (2022). Routledge Handbook of Sport and COVID-19. In *Routledge Handbook of Sport and COVID-19*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781003176329>
- [7] Hiola, T. T., Mohamad, A. A., & Warow, N. (2022). Hubungan Sanitasi Lingkungan Kolam Renang dengan



- Keberadaan Bakteri Escherichia Coli di Kolam Renang Kota Gorontalo. *Journal of Noncommunicable Disease*, 2(1), 36. <https://doi.org/10.52365/jond.v2i1.414>
- [8] Ismail, N. I., & Salleh, A. M. (2021). *Study of Water Stagnant in Golf Driving Range*. 2(1), 1–7.
- [9] Marinopoulos, I. S., & Katsifarakis, K. L. (2017). Optimization of Energy and Water Management of Swimming Pools. A Case Study in Thessaloniki, Greece. *Procedia Environmental Sciences*, 38, 773–780. <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2017.03.161>
- [10] Ogunrinde, J. O. (2018). Routledge Handbook of Sport and the Environment. In *Journal of Sport Management* (Vol. 32, Issue 5). <https://doi.org/10.1123/jsm.2018-0046>
- [11] Rakhmad Armus, Miswar Tumpu, Tamrin Tamim, N., Nur Azizah Affandy, Muhammad Amin Syam, F. H., Fathur Rahman Rustan, M. I. M., & Mansida, A. (2021). *pengembangan sumber daya air*.
- [12] Rubiono, G., & Finahari, N. (2023). Analisis Gaya Apung Dalam Olahraga Water Tubing. *V-MAC (Virtual of Mechanical ...)*, 8(1), 1–5.
- [13] Salgot, M., Priestley, G. K., & Folch, M. (2012). Golf course irrigation with reclaimed water in the mediterranean: A risk management matter. In *Water (Switzerland)* (Vol. 4, Issue 2). <https://doi.org/10.3390/w4020389>
- [14] Shaddox, T. W., Unruh, J. B., Johnson, M. E., Brown, C. D., & Stacey, G. (2022). Water use and management practices on U.S. golf courses. *Crop, Forage and Turfgrass Management*, 8(2), 1–10. <https://doi.org/10.1002/cft2.20182>

# Pengembangan Sumber Daya Air untuk Industri

Timotius<sup>1</sup>, Atie Tri Juniati<sup>2\*</sup>, Muhammad Faizal<sup>1</sup>, Manasye Shondana Manggala<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila, Jakarta

<sup>2</sup> Program Studi Magister Rekayasa Infrastruktur dan Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila, Jakarta

**Abstrak.** Dalam pengembangan suatu kawasan industri, kebutuhan air bersih akan meningkat sesuai dengan jenis dan kapasitas produksi industri yang dibangun. Maka besar kemungkinan akan terjadi eksploitasi sumber air tanah sebagai alternatif untuk memenuhi kebutuhan air bersih dalam kawasan tersebut, karena telah tersedia teknologi yang memadai dengan biaya murah dan operasi yang sederhana. Pemanfaatan air tanah yang tak terkendali dapat menyebabkan menurunnya permukaan air tanah, serta terganggunya berbagai kondisi kehidupan, selain itu juga dapat menyebabkan terjadinya penurunan muka tanah. Untuk itu dalam pembangunan suatu kawasan industri perlu diperhatikan ketersediaan sumber air bersih, dan keseimbangan (*balance*) antara debit aliran (kapasitas) tersedia dengan kebutuhannya. Maka disarankan agar bahan baku untuk air bersih tetap diprioritaskan dari air permukaan (sungai, danau, waduk, dan bendungan), dan dari awal pemerintah sudah harus membatasi eksploitasi air tanah secara terkendali guna menghindari eksese yang akan terjadi pada masa datang.

**Kata kunci:** *industri, air tanah, sumber daya air, psda, kebutuhan air bersih.*

## 1. PENDAHULUAN

Alam yang hidup memberikan banyak pelajaran untuk sumber air. Alam telah berevolusi dengan spesies yang dapat bertahan hidup di daerah paling kering di dunia dengan mengumpulkan air dari kabut dan kondensasi di malam hari. Sebelum air yang terkumpul menguap, spesies memiliki mekanisme untuk mengangkut air untuk disimpan atau dikonsumsi. Spesies-spesies ini memiliki kimia dan struktur yang unik pada atau di dalam tubuh untuk mengumpulkan dan mengangkut air. Dalam makalah ini, sebuah tinjauan umum mengenai kondisi gurun yang gersang dan pengumpulan air dari kabut, serta pelajaran dari alam yang hidup untuk pengumpulan air disediakan. Data tentang berbagai permukaan yang terinspirasi dari alam untuk pengumpulan air juga disajikan. Beberapa pendekatan pemurnian air yang terinspirasi dari alam juga disajikan. Air bersih menopang kehidupan manusia dan sangat penting bagi kesehatan manusia. Kelangkaan air mempengaruhi lebih dari 40% populasi global dan diproyeksikan akan terus meningkat. Di beberapa negara termiskin, 1 dari 10 orang tidak memiliki akses ke sumber air yang aman dan mudah dijangkau. Konsumsi air oleh manusia terus meningkat seiring dengan meningkatnya populasi [1].

Menurut Undang-Undang No. 7/2004 tentang Sumberdaya Air, pengelolaan sumberdaya air adalah upaya merencanakan, melaksanakan, memantau, dan mengevaluasi penyelenggaraan konservasi sumber daya air, pendayagunaan sumber daya air, dan pengendalian daya rusak air. Konservasi sumber daya air meliputi upaya memelihara keberadaan serta keberlanjutan keadaan, sifat, dan fungsi sumber daya air agar senantiasa tersedia dalam kuantitas dan kualitas yang memadai untuk memenuhi kebutuhan makhluk hidup, baik pada waktu sekarang maupun yang akan datang. Pendayagunaan sumberdaya air meliputi upaya penatagunaan, penyediaan, penggunaan, pengembangan, dan pengusahaan sumber daya air secara optimal agar berhasil guna dan berdaya guna. Pengendalian daya rusak air meliputi upaya untuk mencegah, menanggulangi, dan memulihkan kerusakan kualitas lingkungan yang disebabkan oleh daya rusak air. Sistem distribusi air bersih merupakan suatu jaringan perpipaan yang tersusun atas sistem pipa, pompa, reservoir dan perlengkapan lainnya. Sistem penyediaan air bersih sering mengalami masalah dalam hal debit maupun tekanan yang berkaitan dengan kriteria hidrolis yang harus dipenuhi dalam sistem pengaliran air bersih (Purba, 2014).

\* Corresponding author: [atie.juniati@univpancasila.ac.id](mailto:atie.juniati@univpancasila.ac.id)

Pemenuhan kebutuhan suplai air bersih yang maksimal pada gedung bertingkat sangatlah dibutuhkan guna menjaga fungsinya. Beberapa masalah lain yang timbul dalam pemenuhan kebutuhan air adalah jumlah atau ketersediaan sumber air, pengolahan sumber air, posisi atau letak sumber air, sistem pendistribusian dan sistem operasional dan pemeliharaan yang berkelanjutan. Dalam menjaga kontinuitas kerja jaringan perpipaan dengan sistem pompa yang direncanakan, maka diperlukan suatu sistem operasional dan pemeliharaan sehingga sarana yang telah dibangun dapat berfungsi sesuai rencana. [2].

Ketersediaan air bersih merupakan salah satu pertimbangan utama bagi pengelola kawasan industri. Pengembang kawasan industri memiliki kewajiban untuk menyediakan sarana air bersih dan fasilitas pengolahan air limbah industri yang diatur oleh Peraturan Menteri Perindustrian Nomor 35/M-IND/PER/3/2010 tentang Pedoman Teknis Kawasan Industri. Instalasi pengolahan air bersih yang dimiliki oleh PT. Kawasan Industri Jababeka Tbk. menggunakan sistem proses oksidasi, flokulasi koagulasi, sedimentasi filtrasi dan post klorinasi. Bahan baku yang digunakan adalah air sungai atau air permukaan yang bersumber dari waduk Jatiluhur yang mengalir di saluran Tarum Barat. Perkembangan pemukiman dan peningkatan kegiatan industri di hulu Sungai Citarum dan di sekitar saluran Tarum Barat menyebabkan penurunan kualitas air akibat pencemaran (Hartono 2009). Penurunan kualitas air dapat disebabkan oleh virus, bakteri patogen, parasit, dan zat kimia pada sumber air bakunya ataupun terjadi pada saat pengaliran air hasil olahan dari instalasi pengolahan air ke konsumen [3].

Selain memiliki hak layanan umum, namun masyarakat juga harus mempunyai kewajiban untuk melindungi dan melestarikan serta menjamin azas keadilan dalam pemanfaatan sumberdaya alam tersebut. Kebutuhan air, pangan dan energi sebagai bagian dari isu besar utama dalam menuju era kedepan, kebutuhan air, pangan dan energi selaras dengan upaya peningkatan kesehatan dan kesejahteraan masyarakat. Penelitian dengan melibatkan multi disiplin ilmu, dan hasil untuk multimanfaat, menjadi bagian dari sinergi dan terpadunya sumberdaya dan optimalisasi pemanfaatan untuk kehidupan yang lebih baik, sehat dan sejahtera. Berfikir kedepan untuk anak cucu dan generasi yang akan datang, konsep pengelolaan berkelanjutan dengan keterpaduan antara Wilayah Sungai (WS) dan Daerah Aliran Sungai (DAS) menjadi harapan masa depan untuk keberlanjutan kebutuhan air, pangan dan energi. Optimalisasi pemanfaatan sumber daya air untuk kebutuhan pangan melalui peningkatan luas lahan pertanian dan energi menjadi penting untuk dilakukan kajian dan penelitian yang lebih mendalam dan terpadu. Tujuan penelitian ini untuk mengoptimalkan sumberdaya air melalui pengembangan sistem saluran irigasi untuk menambah luas lahan pertanian di Kecamatan Tempel, Turi, Pakem, dan Cangkringan, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta [2].

### **Pengembangan Sumber Daya Air untuk Industri**

Air bersih adalah sumber daya alam yang paling penting. Air bersih merupakan komoditas yang mencakup seluruh aktivitas sosial, ekonomi, dan lingkungan. Secara global, sektor industri menggunakan rata-rata 20% air bersih yang tersedia. Dalam bidang industri, prioritasnya adalah efisiensi dan konservasi penggunaan air. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa investasi ekonomi dalam teknologi pengolahan air industri dan penggunaan air kembali memberikan hasil dalam jangka panjang [4].

Kebutuhan air bersih merupakan salah satu unsur penting dalam kehidupan manusia. Sebagai faktor pendukung kehidupan manusia, ketersediaan air yang cukup dari segi kuantitas dan kualitas wajib dipenuhi. Kabupaten Morowali memiliki potensi sumber daya alam nikel yang cukup besar sehingga banyak investasi yang masuk pada daerah tersebut. Dari sumber daya alam yang ada telah dimanfaatkan dengan adanya pembangunan pengolahan dan pemurnian (smelter) nikel untuk pemenuhan kawasan industri tersebut. Pemerintah Republik Indonesia dalam hal ini Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat telah melaksanakan dukungan pada kawasan industri tersebut dengan memfasilitasi pembangunan flyover serta Rusunawa. Dukungan tersebut perlu dilanjutkan dengan menyediakan air baku untuk kawasan industri, rusunawa dan masyarakat setempat [5].

Kebutuhan air industri adalah kebutuhan air yang digunakan untuk kegiatan industri yang terdiri dari air untuk proses industri dan air untuk kebutuhan pekerja. Perhitungan kebutuhan air bisa dihitung berdasarkan parameter jumlah karyawan, luas area industri dan jenis industri [6].

Dengan adanya kawasan industri di Kabupaten Morowali maka diperlukan penyediaan air untuk mendukung industri tersebut dan masyarakat sekitarnya. Studi ini bertujuan untuk membuat sistem penyediaan air baku dengan kajian hidrologi dan hidrolika sehingga air bisa mengalir dari intake dan sampai ke daerah layanan secara gravitasi [5].

Air limbah industri adalah air hasil pengolahan suatu proses industri. Jenis air ini tergolong memiliki kualitas yang kurang baik karena kontaminan yang terkandung didalamnya. Kontaminan yang terkandung didalam air industri bermacam-macam tergantung dari proses terkait yang menghasilkan air tersebut. Air limbah industri biasanya dibuang begitu saja oleh perusahaan yang menghasilkannya. Tidak ada tindak lanjut yang berarti karena limbah tersebut tidak digunakan lagi pada proses yang ada. Air limbah industri biasanya bersifat racun bagi lingkungan sekitarnya sehingga membahayakan kehidupan sekitar industri. Penggunaan hasil olahan air limbah industri bermacam-macam. Contohnya di industri adalah untuk Boiler Feed Water, untuk Cooling Water, pengatur pH reaksi, dan lainnya. Contoh penggunaan hasil olahan air limbah industri selain di industri adalah untuk pengairan (irigasi), air komersil yang kita gunakan sehari-hari, dan lainnya. Penggunaan hasil olahan air limbah industri ini disesuaikan dengan kualitas airnya [7].

Dalam perkembangannya, air secara sangat cepat menjadi sumberdaya yang makin langka dan relatif tidak ada sumber penggantinya. Meskipun Indonesia termasuk 10 negara kaya air, namun dalam pemanfaatannya terdapat permasalahan mendasar yang masih terjadi. Pertama, adanya variasi musim dan ketimpangan spasial ketersediaan air. Pada musim hujan, beberapa bagian di Indonesia mengalami kelimpahan air yang luar biasa besar sehingga berakibat terjadinya banjir dan kerusakan lain yang ditimbulkannya. Di sisi lain, pada musim kering kekurangan air dan kekeringan menjadi bencana di beberapa wilayah lainnya. Industri perlu meningkatkan efisiensi penggunaan air dengan menerapkan teknologi hemat air. Teknologi hemat air dapat berupa sistem distribusi air yang lebih efisien, penggunaan alat dan mesin yang hemat air, dan penerapan praktik produksi yang lebih hemat air. Industri dapat memanfaatkan air limbahnya sendiri untuk keperluan produksi, seperti untuk pendinginan, pencucian, dan irigasi. Air limbah juga dapat diolah untuk menghasilkan air bersih yang dapat digunakan untuk keperluan lain, seperti untuk minum, mandi, dan mencuci. Pengembangan sumber daya air untuk industri harus dilakukan secara berkelanjutan, dengan memperhatikan aspek-aspek lingkungan, sosial, dan ekonomi. Pengembangan sumber daya air yang tidak berkelanjutan dapat menyebabkan berbagai masalah lingkungan, seperti pencemaran air, kerusakan ekosistem, dan perubahan iklim [8].

Teknologi SBB (*Selective Biosorbent for Biofiltration*) adalah metode pengelolaan limbah industri yang menggunakan biosorben selektif untuk proses biofiltrasi. Biosorben ini secara selektif menyerap atau menghilangkan senyawa tertentu dari limbah cair atau gas yang diolah. Teknologi SBB bertujuan untuk mengurangi pencemaran limbah industri dengan menggunakan mikroorganisme atau bahan-bahan biologis untuk menetralkan atau mengurangi konsentrasi zat-zat berbahaya dalam limbah sebelum dibuang atau didaur ulang. Berikut ini adalah beberapa contoh kasus lain penerapan teknologi SBB untuk pengelolaan limbah industri:

- PT. ABC adalah sebuah perusahaan tekstil di Bandung. Perusahaan ini menghasilkan limbah cair yang mengandung zat pencemar, seperti deterjen, pewarna, dan bahan kimia lainnya. PT. ABC menggunakan teknologi SBB untuk mengolah limbah cairnya. Teknologi SBB ini mampu menurunkan kadar zat pencemar dalam limbah cair hingga 90%.
- PT. DEF adalah sebuah perusahaan pengolahan makanan di Surabaya. Perusahaan ini menghasilkan limbah cair yang mengandung zat pencemar, seperti lemak, protein, dan bahan kimia lainnya. PT. DEF menggunakan teknologi SBB untuk mengolah limbah cairnya. Teknologi SBB ini mampu menurunkan kadar zat pencemar dalam limbah cair hingga 80%.

### **Konsep PSDA untuk Industri**

Air merupakan salah satu kebutuhan pokok bagi makhluk hidup, tanpa adanya air maka tidak akan ada kehidupan di bumi. Kebutuhan akan air bersih mengalami peningkatan signifikan seiring dengan pertumbuhan jumlah penduduk, peningkatan sektor industri dan taraf hidup masyarakat. Pengelolaan yang tidak tepat akan menyebabkan terjadinya krisis air bersih [9].

Air yang dikategorikan disini adalah air bersih yang menjadi kebutuhan hidup sehari-hari. Sumberdaya air bersih ini umumnya berupa air permukaan dan air tanah. Air permukaan adalah air yang berada di permukaan bumi, seperti air yang mengalir di sungai-sungai, air yang berada dalam waduk atau danau, kolam dan lain-lainnya. Air tanah adalah air yang berada dalam lapisan tanah porus (aquifer). Berdasarkan sifat hidrolika air tanah, air tanah dibedakan atas air tanah pada aquifer bebas yang biasanya disebut dengan aquifer dangkal dengan kedalaman kurang dari 30 meter di bawah muka tanah, aquifer semi tertekan pada kedalaman sedang (30 - 100 meter), dan aquifer tertekan, yang berada pada kedalaman 100 meter atau lebih. Oleh masyarakat awam, air tanah dianggap sebagai salah satu sumber air bersih yang tak terbatas cadangannya. Hal ini dapat

terlihat pada sikap penggunaan air tanah yang umumnya boros dan tidak mencerminkan penghematan dalam penggunaannya. Tulisan ini membahas mengenai kemungkinan dan pengaruh pemanfaatan sumber air tanah sebagai sumber air bersih, sehubungan dengan pengembangan suatu kawasan industri. Dalam pengembangan suatu kawasan industri, kemungkinan akan terjadi beberapa ekkses, baik positif atau negatif. Salah satu ekkses tersebut adalah eksploitasi sumber air tanah untuk memenuhi kebutuhan air bersih industri-industri yang berada dalam kawasan tersebut. Air, terutama air bersih untuk kebutuhan rumah tangga dan industri dapat diperoleh dari sumber air permukaan dan air tanah. Di kota-kota besar sumber air permukaannya sudah tidak dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan air bersih, karena pada umumnya sumber air tersebut sudah tercemar akibat limbah rumah tangga dan industri. Untuk memenuhi kebutuhan air bersih rumah tangga dan industri, masyarakat mendapatkannya dari sumber air tanah [10].

## **Model PSDA untuk Industri**

### **Pemanfaatan sumber air tanah**

Pemanfaatan sumber air tanah yang tak terkendali akan menyebabkan menurunnya permukaan air tanah, serta terganggunya berbagai kondisi kehidupan. Suplai air bersih yang dikelola pemerintah, dalam hal ini adalah Perusahaan Air Minum (PAM) sampai saat ini belum mampu untuk memenuhi kebutuhan air bersih penduduk. Oleh sebab itu penduduk masih akan menggunakan sumber air tanah untuk mendapatkan air bersih guna memenuhi kebutuhan sehari-hari. Pembukaan kawasan industri baru tentu akan memanfaatkan sumber air tanah sebagai sumber air bersih untuk kebutuhan operasionalnya. Umumnya industri akan mengambil sumber air tanah dalam, yaitu pada kedalaman diatas 100 m dibawah permukaan tanah Akibatnya akan menyebabkan penurunan muka air tanah dilapisan aquifer dangkal. Efek selanjutnya adalah sumur-sumur penduduk menjadi kering, karena umumnya sumur-sumur tersebut berada pada lapisan aquifer dangkal atau sumur permukaan. Pengaruh tersebut umumnya baru terasa setelah jangka waktu yang panjang. Secara umum air tanah diartikan sebagai air yang berada dan berasal dari lapisan tanah, baik air yang berada pada lapisan tanah tak jenuh maupun air yang berada pada lapisan tanah jenuh.

Air yang berada pada lapisan tanah tak jenuh (soil water), akan menunjang kehidupan vegetasi di permukaan. Sedangkan air yang berada pada lapisan tanah jenuh (groundwater), menjadi deposit air di dalam lapisan tanah. Air tanah terutama digunakan dengan menggunakan teknologi pemompaan. Konsumsi air tanah semakin meningkat setiap tahunnya, terutama di kota-kota besar di kawasan perumahan dan industri yang padat penduduk. Namun peningkatan eksploitasi sumber daya air tanah juga akan membawa permasalahan tersendiri, seperti menurunnya permukaan air tanah, perubahan lingkungan, dan perubahan keseimbangan ekosistem. Selain itu, dapat menyebabkan pencemaran air tanah dan intrusi air laut ke daratan. Oleh karena itu, perlu dilakukan upaya untuk melindungi sumber daya air tanah. Dalam mengembangkan kawasan industri, sebaiknya memperhatikan terlebih dahulu ketersediaan sumber air bersih, keadaan perkembangan infrastruktur logistik pendukung, serta keseimbangan antara aliran yang tersedia (kapasitas) dan kebutuhan (keseimbangan). Dengan terbentuknya suatu kawasan industri maka kebutuhan air bersih pun semakin meningkat tergantung dari jenis kapasitas produksi industri yang didirikan tersebut. Seiring berkembangnya kawasan industri, pembangunan pemukiman di kawasan tersebut pun semakin meningkat, yang pada akhirnya meningkatkan kebutuhan akan air bersih. Ketika ketersediaan dan pasokan air bersih terbatas, para pengusaha cenderung memanfaatkan air tanah untuk memenuhinya. [10].

### **Pengembangan Sumber Daya Air Untuk Industri yang Berkelanjutan**

Dalam mengelola air yang tepat diperlukan suatu sistem manajemen sumber daya air berkelanjutan, dengan melibatkan beberapa sub sistem dan pendekatan yang tepat. Penelitian sebelumnya sudah dilakukan pada pembuatan model sumber daya air berkelanjutan dengan pendekatan sistem dinamis (Gastelum et al, 2010; Dan & Wei-Shuai, 2012; Yang, et al., 2014). Pendekatan sistem dinamis menggunakan teknik partisipatory (Tidwell, et al, 2004) sehingga memberikan pemahaman interaktif kepada stakeholder baik secara kualitatif maupun kuantitatif. Kondisi saat ini adalah belum adanya pengelolaan sumber daya air berkelanjutan (sustainability). Arti berkelanjutan dipopulerkan oleh Brundtland report of the World Commission on Environment and Development dimana pengembangan yang berkelanjutan berarti memenuhi kebutuhan sekarang dengan tanpa mengabaikan kebutuhan generasi mendatang untuk memenuhi kebutuhan mereka (WCED, 1987). penelitian ini akan fokus pada pengembangan model sumber daya air berkelanjutan perusahaan penyedia air minum dalam rangka mendukung manajemen ketahanan air. Pendekatan yang



dilakukan adalah dengan sistem dinamis. Dari sistem tersebut akan dilakukan analisis perilaku model dan kemudian diusulkan rencana perbaikan [9].

Pendayagunaan sumber daya air ini dimaksudkan untuk memanfaatkan sumber daya air secara berkelanjutan dengan mengutamakan pemenuhan kebutuhan pokok masyarakat secara adil, dengan mempertimbangkan:

- a. Mengutamakan pendayagunaan air permukaan, yang berada diluar kawasan suaka alam/kawasan pelestarian alam.
- b. Mengutamakan fungsi sosial dengan prinsip pemanfaat air membayar biaya jasa pengelolaan sumber daya air.
- c. Diselenggarakan secara terpadu dan adil dengan mendorong pola kerjasama antar sektor, antar kelompok, antar wilayah.
- d. Melibatkan peran masyarakat.

## 2. KESIMPULAN

Pendayagunaan sumber daya air sebagai salah satu upaya pengelolaan sumber daya air, dilakukan melalui kegiatan penatagunaan, penyediaan, penggunaan, pengembangan, dan pengusahaan sumber daya air secara optimal agar berhasil guna dan berdaya guna. Pendayagunaan sumberdaya airharusmengacu pada pola pengelolaan sumber daya air yang ditetapkan pada setiap wilayah sungai. Pendayagunaan sumber daya air ini dimaksudkan untuk memanfaatkan sumber daya air secara berkelanjutan dengan mengutamakan pemenuhan kebutuhan pokok masyarakat secara adil. Sebagai tindak lanjut dari pelatihan ini, peserta diharapkan mengikuti kelas lanjutan untuk dapat memahami detail orientasi terpadu dalam tata kelola dan ruang lingkup bidang sumber daya air dan ketentuan pendukung terkait lainnya, sehingga memiliki pemahaman yang komprehensif mengenai pelatihan yang dilaksanakan. Peserta dapat melakukan pengayaan dengan materi yang berkaitan dengan pendayagunaan SDA, dan juga perlu dipelajari tentang pengelolaan sumber daya air yang berkelanjutan dan berwawasan lingkungan sesuai dengan perkembangan teknologi industri saat ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. Bhushan, "Bioinspired water collection methods to supplement water supply," *Philos. Trans. R. Soc. A Math. Phys. Eng. Sci.*, vol. 377, no. 2150, 2019, doi: 10.1098/rsta.2019.0119.
- [2] D. S. Permana, "Analisa Jenis Dan Spesifikasi Pompa Air Bersih Gedung Pabrik Perakitan Pt. Adm," *Sinergi*, vol. 21, no. 2, p. 91, 2017, doi: 10.22441/sinergi.2017.2.003.
- [3] E. Noor and P. Studi Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan, "PENINGKATAN KUALITAS PENGOLAHAN AIR BERSIH DENGAN PERBAIKAN PROSES OKSIDASI (Studi Kasus di Instalasi Pengolahan Air PT. Jababeka) Improvement of Water Treatment Plant with Optimalization of Oxidation Process (Case study at Water Treatment Plant PT. Jabab," *J. Env. Eng. Waste Manag.*, vol. 2, no. 2, pp. 91–100, 2017.
- [4] V. Navarro-Ramírez, J. Ramírez-Hernandez, M. Gil-Samaniego, and J. Eliana Rodríguez-Burgueño, "Methodological frameworks to assess sustainable water resources management in industry: A review," *Ecol. Indic.*, vol. 119, no. July, p. 106819, 2020, doi: 10.1016/j.ecolind.2020.106819.
- [5] I. W. Sutapa and M. G. Ishak, "Studi Sistem Penyediaan Air Baku di Kawasan Industri Park Kabupaten Morowali," *J. Tek. Sipil*, vol. 28, no. 2, pp. 179–186, 2021, doi: 10.5614/jts.2021.28.2.7.
- [6] D. T. D. Rahmatullah, "Perencanaan Jaringan Transmisi Sistem Penyediaan Air Minum ( SPAM ) Regional Kamijoro Wilayah Layanan Kawasan Industri Sentolo ( KIS )," 2022.
- [7] G. Rubiono and N. Finahari, "Analisis Gaya Apung Dalam Olahraga Water Tubing," *V-MAC (Virtual Mech. ....*, vol. 8, no. 1, pp. 1–5, 2023.
- [8] R. D. Ratnani, A. Budihardjo, and ..., "Pengembangan Produksi Bioplastik Untuk Kerajinan Asesoris Dari Gliserol Sebagai Pemanfaatan Limbah Industri Biodisel," *Lap. Penelit. ....*, 2013, [Online]. Available: <https://publikasiilmiah.unwas.ac.id/index.php/LPPM/article/view/840%0Ahttps://publikasiilmiah.unwas.ac.id/index.php/LPPM/article/viewFile/840/952>
- [9] M. J. Shofa and W. O. Widyarto, "Model Sumber Daya Air Untuk Kawasan Industri dan Perumahan dengan Pendekatan Sistem Dinamis," *J. REKAVASI*, vol. 6, no. 2, pp. 117–123, 2018.
- [10] M. Maizir, "Pengaruh Pemanfaatan Sumberdaya Air Tanah dalam Pembangunan Kawasan Industri Baru," *J. Tek. Sipil ITP*, vol. 6, no. 2, pp. 56–59, 2019, doi: 10.21063/jts.2019.v602.03.



# Kata Evaluasi Kenyamanan Thermal Pada Imah Sunda Jolopong, Cisolok Kabupaten Sukabumi

Adryanto Ibnu Wibisono<sup>1\*</sup>, Diptya Anggita<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Teknik Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila, Jakarta

<sup>2</sup> Program Studi Teknik Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila, Jakarta

**Abstrak.** Tradisional merupakan salah satu kekayaan budaya bangsa Indonesia yang diwariskan secara turun-temurun oleh suatu kelompok budaya masyarakat. Penghuni dari rumah tradisional sejak nenek moyang mereka bermukim telah melakukan adaptasi terhadap lingkungan. Bentuk dari adaptasi tersebut diantaranya adalah adaptasi terhadap rancang bangun, orientasi bangunan serta penggunaan bahan bangunan lokal yang dapat merespon kondisi lingkungan setempat utamanya terhadap kondisi iklim setempat. Metode penelitian yang digunakan adalah metode kualitatif deskriptif dengan melakukan identifikasi aspek-aspek yang berpengaruh terhadap kenyamanan thermal yaitu dengan pengambilan data fisik thermal pada lokasi objek penelitian. Objek penelitian yang berupa bangunan tradisional Rumah Sunda Jolopong ini berlokasi di daerah beriklim tropis, maka pendekatan penelitian yang dilakukan pada penelitian ini adalah mengacu pada analisis arsitektur tropis lembab. Atas dasar pengukuran dengan metode kuantitatif merepresentasikan tingkat kenyamanan thermal di wilayah sekitarnya, hasil evaluasi terhadap kondisi thermal pada objek observasi, seperti yang diuraikan di atas adalah rentang nyaman optimal sampai pada rentang hangat nyaman, artinya posisi ruang dan waktu pengukuran dapat memengaruhi ketercapaian kenyamanan pada suatu ruang, yang temperaturnya berfluktuasi secara periodik. Tujuan utama penelitian ini adalah untuk mengevaluasi tingkat kenyamanan dari kondisi thermal yang dirasakan penghuni rumah dengan objek penelitian adalah bangunan “Imah Sunda Jolopong” berlokasi di Kasepuhan Cipta Mulya, Desa Sinar Resmi, Kabupaten Sukabumi, Jawa Barat.

**Kata kunci:** *Rumah tradisional, kenyamanan thermal, tropis lembab*

## 1. PENDAHULUAN

Rumah tradisional dapat menjadi representasi budaya yang paling tinggi dalam sebuah komunitas masyarakat tradisional [1]. Rumah tradisional adalah bangunan hunian yang didirikan dan dibangun oleh masyarakat dengan cara dan metode yang sama dari generasi ke generasi dengan sedikit perubahan. Walaupun masyarakat tradisional tidak selalu memiliki sifat identik antara satu masyarakat dengan masyarakat lainnya, tetapi dalam hal tata cara membangun hunian, mereka mengacu pada kesepakatan yang merupakan tradisi adat yang dipatuhi oleh seluruh anggota masyarakat tersebut. Pada sisi lainnya, aspek yang memengaruhi dari bentuk dan konstruksi rumah tradisional adalah aspek geografis dan aspek thermal.

Kenyamanan thermal merupakan suatu kondisi thermal yang diterima oleh indera peraba manusia dan juga dikondisikan oleh benda-benda yang ada disekitar ruang atau lingkungan sekitar. Ada dua aspek kenyamanan yang perlu dipenuhi oleh suatu karya arsitektur yang ideal, yaitu kenyamanan psikis dan kenyamanan fisik. Kenyamanan psikis adalah kenyamanan yang dirasakan secara psikologis yaitu kondisi nyaman secara kejiwaan, misalnya tercapainya rasa aman, tenang, bahagia dan lainnya, parameter ketercapaiannya subyektif terukur secara kualitatif. Sedangkan kenyamanan fisik yang dapat terukur secara obyektif kualitatif meliputi kenyamanan visual, audial dan thermal [2]. Sehingga kenyamanan thermal yang dirasakan oleh tiap individu adalah beragam pada kondisi thermal yang sama, hal tersebut karena situasi serta kondisi dari individu yang merasakannya juga beragam, terdapat beberapa faktor keragaman yang

---

\* Corresponding author: [adryanto.ibnu@univpancasila.ac.id](mailto:adryanto.ibnu@univpancasila.ac.id)

menyebabkan perbedaan tersebut, diantaranya adalah karena adanya perbedaan faktor usia, jenis kelamin aktifitas yang sedang berlangsung, jenis pakaian yang dikenakan dan lain-lain [3].

Objek penelitian adalah “Imah Sunda Jolompong”, yaitu bangunan hunian yang merupakan bangunan rumah tradisional didaerah Kabupaten Sukabumi Jawa Barat yang tepatnya berlokasi di Desa Sinar Resmi , Kecamatan Cisolok Kabupaten Sukabumi, Jawa Barat. Secara geografis berada koordinat LS -6.79293,BT 106.45391, dengan ketinggian 491 m DPL, dan terletak didaerah tropis lembab dengan dua musim pada sepanjang tahunnya yaitu musim panas dan musim hujan, dengan variasi curah hujan antara 2.554 - 3.329 mm/tahun. Iklim yang demikian akan memengaruhi bentuk gubahan serta konstruksi serta arsitektur yang akan merespon faktor-faktor fisis akibat pengaruh iklim nya.



Gambar 1. Lokasi Kasepuhan Cipta Mulya, Desa Sinar Resmi, Kab. Sukabumi  
Foto satelit Google earth diakses pada; Januari 2023



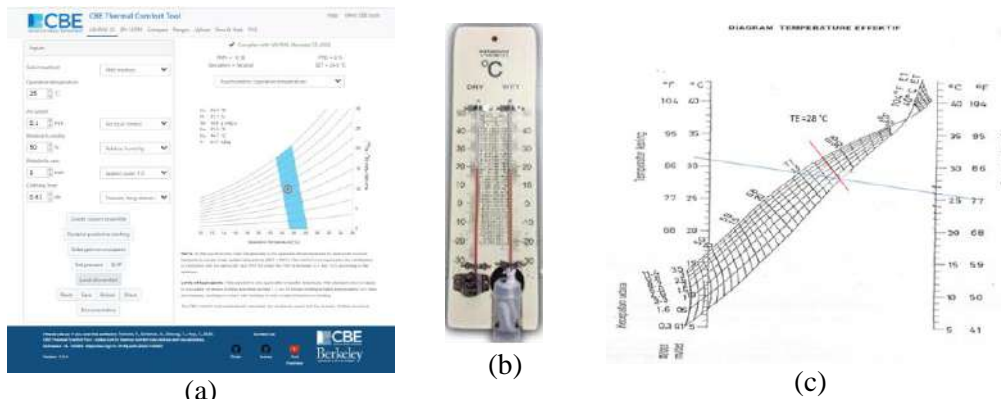
Gambar 2. Lokasi Objek Penelitian  
Sumber Google Maps diakses pada Januari 2023

Tujuan penelitian adalah untuk mengukur ketercapaian kenyamanan thermal pada daerah objek obesrvasi yaitu di Imah Sunda Jolopong, dengan mengambil sampel pengukuran dari beberapa ruang pada objek penelitian tersebut, dengan acuan kenyamanan thermal yang dirujuk adalah SNI. No T-03-6572 2001 serta ASHRAE (2010) Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy Standard 55- 2010 dengan metode PMV yang merupakan metode acuan Standar ukur [8] , dimana PMV merupakan teori kenyamanan termal yang memprediksi kenyamanan termal seseorang dengan melihat pada indeks PMV [9].

## 2. METODE

Metode analisis yang digunakan adalah analisa deskriptif, secara kualitatif yaitu dengan mengupayakan objek sesuai dengan fakta dengan observasi, sedangkan secara kualitatif pendekatan diupayakan dengan perangkat alat ukur baik alat ukur fisik (hardware instrument) *digital environment meter* maupun alat ukur perangkat lunak online ( instrument pengukur online). Variabel penelitian mengacu pada varaibel iklim yang akan memengaruhi kondisi thermal objek penelitian yaitu bangunan tersebut. Untuk tingkat kenyamanan mengacu pada variable-varaibel yang memengaruhi kondisi thermal menurut PO Fanger (1970), yaitu temperatur udara ,temperature radiasi ,kecepatan angin , kelembaban udara relative, tingkat metabolisme penghuni dan insulasi pakaian penghuni [3].

Pada penelitian ini kami menggunakan *CBE Thermal Comfort Tool* dari Center of Build Environment , Berkeley ,University of California [7], dan beberapa alat pengukur lainnya seperti Thermometer bola basah/bola kering , *environment meter digital* KW06-291 dan Thermometer/Hygrometer digital. Pengukuran dengan thermometer bola kering bola basah diperlukan untuk mendapatkan temperature efektif (TE), sedangkan digital thermometer dengan sensor thermal digunakan untuk mendapatkan suhu aktual pada objek penelitian.



Gambar 3: (a) Interface CBE Thermal Comfort Tool; (b) Thermometer Bola basah/kering; (c) Form Diagram Temp Efektif dari Lipsmeier, Georg. 1994

Hasil ukur yang diperoleh dari pengukuran dilapangan tersebut selanjutnya dipergunakan sebagai data yang diinput pada CBE Comfort thermal tool sebagai referensi rentang kenyamanan yang dipersyaratkan. Data yang diinput adalah data temperature efektif, Tingkat kelembaban udara, kecepatan udara (angin) , tingkat metabolis (matebolic rate) serta insulasi pakaian (clothing level). Penunjang lain sebagai pelengkap juga dipergunakan diagram Temperatur Efektif, dan lembar kerja data, untuk menyajikan data record sebagai dasar analisa kajian.[4].

### 3. HASIL

#### a. Kondisi dan Pengukuran Thermal Imah Sunda Jolompong

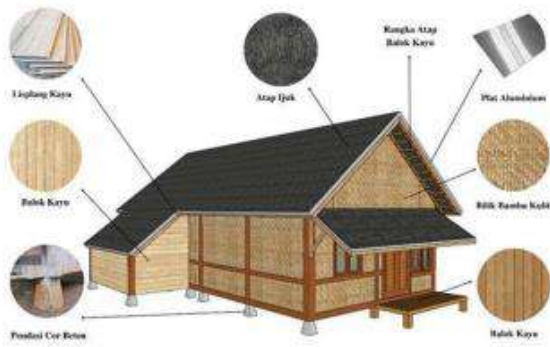
Kondisi bentuk dan material rumah akan sangat memperngaruhi pergerakan dan temperatur udara dalam ruangan. Atap dan dinding Imah Sunda Jolompong menggunakan material alami, sehingga sirkulasi udara dan temperatur udara dalam ruangan dapat terjaga dengan baik. Layout rumah objek penelitian terdiri dari tiga kamar yang terletak di bagian kiri bangunan, pada daerah belakang bangunan merupakan area service seperti kamar mandi, dapur, dan gudang. Sedangkan pada bagian depan merupakan area yang paling luas bangunan merupakan ruang keluarga/ ruang tamu. Sekitar bangunan masih dikelilingi dengan area terbuka dan vegetasi yang cukup banyak, sehingga angin kencang yang memasuki rumah sudah berkurang kecepatannya dan udara yang dihembuskan merupakan udara yang sejuk.

Titik lokasi pengukuran ditentukan berdasarkan area yang dapat mewakili kondisi dari keseluruhan rumah dan merupakan area yang paling banyak aktivitas penggunaannya. Titik pertama/ titik ukur 1 ditandai dengan warna merah yang merupakan area ruang keluarga/ruang tamu. Area tersebut dapat menampung pengguna sekitar 5 orang, aktivitas yang dilakukan adalah duduk bersama, makan bersama, dan juga digunakan sebagai tempat beristirahat. Sedangkan titik kedua/titik ukur 2 ditandai dengan warna kuning yang merupakan area dapur. Merupakan area yang memiliki aktivitas memasak yang berhubungan dengan temperatur yang panas yang dapat meningkatkan temperatur dalam ruangan.

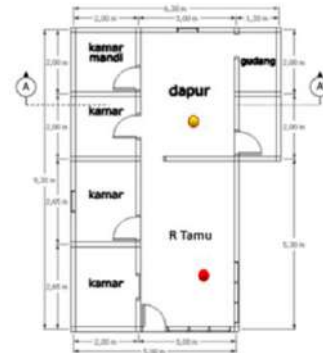


Gambar 4 : Imah Sunda Jolompong, Ds Sinar Resmi  
Sumber : Foto dokumentasi Adryanto









Gambar 5. Imah Sunda Jalopong , di Cisolok ,Sukabumi  
Sumber : Laporan KOKA 2023



Gambar 6. Denah Pola Ruang Imah Sunda Jolopong  
Sumber : Draft Ploting Adryanto

Pengukuran lapangan dilakukan dengan environmeter digital dengan mengarahkan sensor thermal di ruangan yang menjadi titik pengukuran untuk mendapatkan temperatur aktual, sedangkan temperatur efektif (TE), diperoleh dengan melakukan pengukuran dengan menggunakan thermometer bola kering bola basah yang diproyeksikan pada lembar diagram temperatur efektif, dimana titik potong pada diagram temperatur efektif adalah hasil dari titik temperatur kering (dry temperature) dengan titik temperatur basah (wet temperature) ditambah dengan nilai kecepatan udara yang juga menjadi faktor penentu dari nilai pengukuran temperatur efektif dimana nilainya dapat mejadi fluktuatif tergantung kondisi variabel thermal yang memengaruhinya. Faktor individu seperti psikologis serta emosional dari objek amatan dalam kasus ini karena sangat subjektif sifatnya diabaikan karena metode penelitian menggunakan metode kuantitatif sehingga hasil penelitian bersifat objektif dan terukur[10].

Tabel 1 Dokumentasi dan Titik Lokasi Pengukuran Thermal (survey, 2022)

	Titik 1	Titik 2
Pengukuran		
Kode lokasi		

Penentuan parameter awal adalah mengukur temperatur efektif (TE) dengan menggunakan thermometer bolah basah – bola kering pada titik ukur 1 ( titik merah) dan titik ukur 2 ( titik kuning) dengan periode waktu siang dan malam, kemudian data hasil pengukuran tersebut diinput kedalam CBE Comfort Thermal Tool, untuk mendapatkan acuan rentang kenyamanan thermal. Kemudian data pengukuran lapangan dievaluasi terhadap kessuaian terhadap Standard SNI No. T-03-65722001. Dari nilai tingkat kenyamanan yang diperoleh dari alat penghitung CBE Thermal Comfort Tool ,berdasarkan hasil pengukuran lapangan kemudian dilihat tingkat ketercapaian kenyamanan berdasarkan Standard SNI No. T-03-65722001.

**b. Hasil Pengukuran dan Pembahasan**

Data pengukuran pada kedua titik ukur dengan posisi yang berbeda pada satu bangunan dimana titik 1 adalah ruang tamu dan titik 2 adalah dapur, menunjukkan hasil seperti yang ditunjukkan pada Tabel berikut :

Tabel 2. Hasil Pengukuran Titik ukur 1 (Ruang Tamu)

No	Variabel Ukur	Siang (13.00)	TE	Malam (19.00)	TE
1.	Temp.Kering	29,5 °C		28 °C	
2.	Temp Basah	25 °C		24,5 °C	
3.	Kecapatan Udara	0,5 m/det		0,20 m/det	
4.	Skala Aktifitas Penghuni	1,2 Met		1,2 Met	

5.	Insulasi Pakaian Penghuni (kaos, celana pendek, sandal)	0,36 Clo	24,5 °C	0,36 Clo	25,5 °C
----	--	----------	---------	----------	---------

Tabel 3. Hasil Pengukuran Titik ukur 2 (Ruang Dapur)

No	Variabel Ukur	Siang (13.00)	TE	Malam (19.00)	TE
1.	Temp.Kering	29 °C	25,9 °C	28,5 °C	26,5 °C
2.	Temp Basah	27,8 °C		26 °C	
3.	Kecapatan Udara	0,2 m/det		0,2 m/det	
4.	Skala Aktifitas Penghuni	1,2 Met		1,2 Met	
5.	Insulasi Pakaian Penghuni (kaos, celana pendek, sandal)	0,36 Clo		0,36 Clo	

Pada pengukuran dilakukan dalam dua waktu yang berbeda yaitu pada siang hari pada pukul 13.00 yang merupakan perwakilan kondisi temperatur tinggi dan pada malam hari pada pukul 19.00 yang merupakan perwakilan kondisi temperatur rendah pada bangunan. Hasil dari pengukuran memperlihatkan bahwa temperatur kering baik dari titik 1 dan titik dua memiliki persamaan yaitu pada siang hari sekitar 29,5 °C dan pada malam hari sekitar 28°C. Sedangkan temperatur basah menunjukkan temperatur yang lebih tinggi pada titik ukur 2 dibandingkan dengan titik ukur 1 yaitu selisih kurang lebih 2.8 °C pada siang hari dan 1,5 °C pada malam hari. Hal tersebut memperlihatkan bahwa temperatur luar dan aktivitas dalam bangunan sangat mempengaruhi kondisi temperatur ruang itu sendiri.

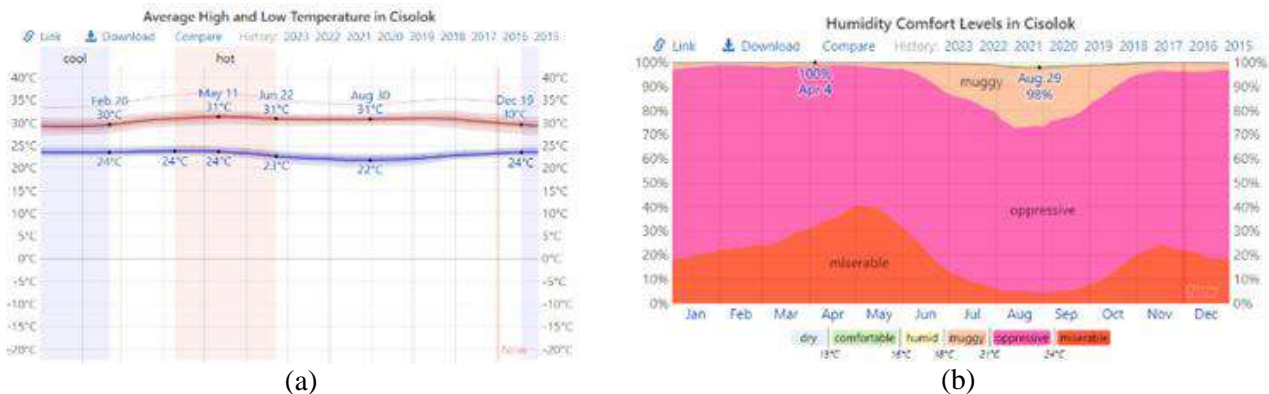
Jika melihat dari perbandingan kenyamanan thermal berdasarkan acuan dari Standar Nasional Indonesia (SNI) T - 03 6572 2001, Rentang Kenyamanan Thermal di daerah tropis terbagi atas tiga bagian, yaitu Sejuk Nyaman (TE 20,5 °C - 22,8 °C), Nyaman Optimal (TE 22,8 °C - 25,8 °C), dan Hangat Nyaman (TE 25,8 °C - 27,1 °C). Maka pada ruang Titik ukur 1 terukur 24,5 °C - 25,5°C berada pada rentang nyaman optimal, dan pada Titik ukur 2 yaitu sebesar 25,9 °C-26,5 °C ,termasuk rentang hangat nyaman. Sedangkan pada variable pengukuran yaitu skala aktifitas penghuni (metabolic rate) dan insulasi pakaian (clothing level), yang ditunjukkan oleh CBE Thermal Comfort Tool, pada dua titik pengukuran dan kondisi Siang dan malam, Sensasi Kenyamanan yang dicapai berdasarkan Indeks Kenyamanan PMV (Predicted Mean Vote), adalah Netral, dengan nilai indeks -0,14. Hal tersebut menunjukkan bahwa kenyamanan thermal pada ruangan masih masuk dalam kondisi nyaman pengguna ruang.



Gambar 7. Hasil pengukuran Objek Penelitian pada CBE Thermal Comfort Tool

Berikut merupakan data yang diambil pada website stasiun cuaca dan klimatologi dari [MERRA-2 Modern-Era Retrospective Analysis](#) pada lokasi Kecamatan Cisolok Kabupaten Sukabumi menurut [International Standard Atmosphere](#). [6]. Melihat dari data tersebut temperatur rata-rata pada daerah

Cisolok sekitar 24°C - 30°C dan tingkat kelembapan pada daerah cisolok cukup tinggi sekitar 98% - 100%. Namun jika dilihat dari kondisi lokasi objek penelitian, daerah tersebut berada jauh dari permukiman kota dan berada didataran tinggi sehingga kondisi thermal daerah tersebut dapat nyaman, dapat dibuktikan dengan hasil pengukuran suhu yang telah dilakukan yaitu sekitar 24,5 °C sampai dengan 26,5 °C.



Gambar 8. (a) Data Suhu rata-rata dan (b) Tingkat Kenyamanan Kelembapan tahunan ,Kec.Cisolok Kabupaten.Sukabumi , Jawa Barat (Januari – November 2023 dari ©weatherspark.com

#### 4. KESIMPULAN

Atas dasar pengukuran dengan metoda deskriptif kuantitatif yang telah diuraikan dan dinalisa berdasarkan data pengukuran dan simulasi diatas diperoleh simpulan utama yang dapat ditetapkan bahwa kondisi thermal pada Imah Sunda Jolopong yang terletak di Desa Sinar Resmi, Kabupaten Sukabumi, Jawa Barat, merepresentasikan tingkat kenyamanan thermal di wilayah sekitarnya ,hasil evaluasi terhadap kondisi thermal pada objek observasi , seperti yang diuraikan diatas bahwa posisi dari ruang mempunyai pengaruh terhadap tingkat kenyamanan yang dicapai dimana tingkat kenyamanan pada ruang tamu nyaman optimal tercapai disebabkan ventilasi serta luasan ruang yang lebih besar, sedangkan pada ruang dapur tercapai pada rentang “hangat nyaman” , artinya batas dimana kondisi diatasnya sudah memasuki kondisi yang kurang nyaman secara thermal disebabkan karena ruang yang lebih sempit serta adanya tungku perapian sehingga dapat meningkatkan temperature ruang, hal tersebut dapat diperbaiki dengan pengkondisian thermal dengan mengubah nilai dari variable-variabel terkait untuk ketercapaian kondisi thermal yang ideal.namun penelitian lebih lanjut dapat dikembangkan dengan memperluas titik fokus kajian yang lebih mendalam, misalnya dari aspek konstruksi bangunan, aspek perencanaan bangunan ,aspek thermal pada bahan bangunan dan aspek-aspek lain yang akan melengkapi penelitian awal ini.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Pemakalah mengucapkan terima kasih pada pihak-pihak yang membantu terlaksananya penelitian, khususnya kepada Universitas Pancasila dan Program Studi Arsitektur Universitas Pancasila yang selalu mendukung dalam setiap penelitian yang telah dilaksanakan dan juga seluruh mahasiswa Kuliah Observasi Kajian Arsitektur tahun 2022 yang melaksanakan observasi bersama selama kurang lebih lima hari di Desa Tradisional daerah Sukabumi.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Hariastuti, “Rumah Adat Using Banyuwangi: Kajian Budaya Dalam Media Pembelajaran Matematika,” pp. 56–64, 2018, doi: 10.31227/osf.io.
- [2] A. M. and S. V. S. O.H. Koenigsberger, T.G. Ingersoll, *Manual of Tropical Housing & Building*. New Dehli: Universities Press, 1973.
- [3] P. O. Fanger, *Thermal comfort. Analysis and applications in environmental engineering*. Copenhagen: Danish Technical Press., 1970.
- [4] D. I. Lipsmeier, Georg, *Tropical Building*. Erlangga, 1992.
- [5] SNI, *Standard Perancangan Bangunan Gedung Untuk Kenyamanan Thermal*. INDONESIA, 2001.
- [6] C. L. Ventures, “Weatherspark.” [Online]. Available: <https://weatherspark.com/>
- [7] U. of C. Berkeley, “CBE Thermal Comfort Tool.” Center of Build Environment , Berkeley ,University of California., California, 2023.

- [8] M. A. O. Situmeang, T. W. Caesariadi, and U. F. Andi, "Identifikasi Kenyamanan Termal Ruang Pada Rumah Betang Ensaed Panjang Di Kabupaten Sintang," *JMARS J. Mosaik Arsit.*, vol. 10, no. 2, p. 285, 2022, doi: 10.26418/jmars.v10i2.55797.
- [9] E. S. Hermawana, Eddy Priantob, "Prediksi Kenyamanan Termal Dengan Pmv Di Smk 1 Wonosobo," *Ppkm Unsiq*, pp. 13–20, 2014, [Online]. Available: <https://ojs.unsiq.ac.id/index.php/ppkm/article/view/229>
- [10] H. Razak, "IDENTifikasi Kondisi Termal Pada Bangunan Tradisional Studi Kasus: Rumah Bubungan Tinggi Di Martapura (Thermal Condition Identification of Traditional Building. Case Study Bubungan Tinggi Tribe House in Martapura)," vol. 1, no. 1, pp. 2656–7180, 2019, [Online]. Available: <https://journal.umbjm.ac.id/index.php/jamang>
- [11] Agung Murti Nugroho, 2012. A Thermal Assessment of the Traditional House In Flores, Indonesia. Journal of Basic and Applied Scientific Research ISSN 2090-4304. TextRoad Publication.
- [12] Wang Liping† and Wong Nyuk Hien, 2007. Applying Natural Ventilation for Thermal Comfort in Residential Buildings in Singapore. Architectural Science Review Volume 50.3, pp 224-233. University of Sydney.
- [13] James Rilatupa, 2008. Aspek KENyamanan Termal Pada Pengkondisian Ruang Dalam. Jurnal Sains dan Teknologi EMAS, Vol. 18, No. 3, Agustus 2008.
- [14] Hermawana,, Eddy Prianto, Erni Setyowati (2015). Thermal comfort of wood-wall house in coastal and mountainous region in tropical area. *Proceding Engineering* 125 ( 2015 ) 725 – 731, Science Direct, ELSEVIER.
- [15] Muchlis Alahudin, 2012. KENyamanan Termal Pada Bangunan Hunian Tradisional Toraja. *Jurnal Ilmiah Mustek Anim Ha* Vol.1 No. 3, Desember 2012 ISSN 2089-6697.

## Peningkatan Tata Ruang Dan Kualitas Pemukiman Kumuh

Rofik Shohibul Wafa<sup>1</sup>, Bagas Armandia<sup>1</sup>, Laras Tinata<sup>1\*</sup>, Haikal Fahmi Herdyana<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas Pancasila, Jakarta

**Abstract.** Permasalahan permukiman kumuh menjadi salah satu isu utama pembangunan perkotaan yang cukup menjadi polemik, karena upaya penanganan yang sebenarnya dari waktu ke waktu sudah dilakukan berbanding lurus dengan terus berkembangnya kawasan kumuh dan munculnya kawasan-kawasan kumuh baru. Secara khusus dampak permukiman kumuh juga akan menimbulkan paradigma buruk terhadap penyelenggaraan pemerintah, dengan memberikan dampak citra negatif akan ketidakberdayaan dan ketidakmampuan pemerintah dalam pengaturan pelayanan kehidupan hidup dan penghidupan warganya. Dilain sisi dibidang tatanan sosial budaya kemasyarakatan, komunitas yang bermukim di lingkungan permukiman kumuh secara ekonomi pada umumnya termasuk golongan masyarakat berpenghasilan rendah, yang seringkali menjadi alasan penyebab terjadinya degradasi kedisiplinan dan ketidaktertiban dalam berbagai tatanan sosial masyarakat. Pencegahan dan peningkatan kualitas permukiman kumuh telah diamanatkan UU No.1 tahun 2011 tentang Perumahan dan Kawasan Permukiman. Dengan berpatokan pada undang-undang, penanganan permukiman kumuh diawali dengan identifikasi lokasi permukiman kumuh dan penetapan lokasi permukiman kumuh tersebut melalui SK Walikota/Bupati. Melalui identifikasi tersebut, penanganan dilakukan sesuai Undang-undang no 1 tahun 2011 tentang Perumahan dan Kawasan Permukiman khususnya di pasal VII dan VIII yang menjelaskan berbagai hal tentang pemeliharaan dan perbaikan kawasan permukiman, serta pencegahan dan peningkatan kualitas perumahan dan permukiman kumuh dengan tiga pola penanganan yaitu pemugaran, peremajaan dan pemukiman kembali. Tahapan penanganan kawasan kumuh berdasarkan UU No.1/2011 mengamanatkan agar Pemerintah Kota/Kabupaten menyusun Rencana Pembangunan dan Pengembangan Perumahan dan Kawasan Permukiman (RP3KP), serta menyusun Rencana Pencegahan dan Peningkatan Kualitas Permukiman Kumuh Perkotaan (RP2KPKP), sebagai instrumen utama dalam upaya penanganan permasalahan permukiman kumuh di kawasan perkotaan. Dinas Perumahan Rakyat, Kawasan Permukiman dan Lingkungan Hidup telah melaksanakan penyusunan RP2KPKP Kabupaten Ciamis dengan lokasi di Pusat Kegiatan Lokal (PKL) sebagaimana terdapat di dalam Revisi Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kabupaten Ciamis yaitu di Kecamatan Ciamis, Cikoneng, Sindangkasih, Panjalu, Rancah, Kawali, Banjarsari, Cijeungjing, Pamarican dan Baregbeg. Berdasarkan hasil kajian tersebut teridentifikasi kawasan kumuh baru di 10 Kecamatan tersebut dari hasil pengumpulan data dari SIG sehingga dalam pelaksanaan penanganannya dibutuhkan perencanaan teknis dari masing-masing kawasan kumuh tersebut berdasarkan indikator kekumuhannya.

**Kata kunci:** *Pemukiman kumuh, dampak pemukiman kumuh, upaya penanganan*

### 1. PENDAHULUAN

Pertumbuhan dan perkembangan penduduk yang cukup pesat mempunyai dampak terhadap berbagai bidang antara lain di bidang fisik lingkungan, sosial, maupun ekonomi yang memerlukan ketersediaan prasarana dan sarana dasar yang secara umum akan bersifat susul menyusul dengan laju pertumbuhan penduduk. kurang tersedianya sarana dasar ini akan mengakibatkan tumbuhnya beberapa bagian wilayah perkotaan menjadi kawasan kumuh. kawasan yang kumuh sering diidentikkan dengan kawasan yang jorok dengan masalah atau kemiskinan kota.

---

\*Corresponding author: [larastinata2424@gmail.com](mailto:larastinata2424@gmail.com)



Kawasan kumuh adalah sebuah kawasan dengan tingkat kepadatan populasi tinggi di sebuah kota yang umumnya dihuni oleh masyarakat miskin. kawasan kumuh dapat ditemui di berbagai kota besar di Indonesia. kawasan kumuh umumnya dihubungkan dengan tingkat kemiskinan dan pengangguran tinggi. kawasan kumuh dapat pula menjadi sumber masalah sosial seperti kejahatan, obat-obat terlarang dan minuman keras. di berbagai wilayah, kawasan kumuh juga menjadi pusat masalah kesehatan karena kondisinya yang tidak higienis.

Menurut *csu's urban studies department*, *kawasan kumuh* merupakan suatu wilayah yang memiliki kondisi lingkungan yang buruk, kotor, penduduk yang padat serta keterbatasan ruang (untuk ventilasi cahaya, udara, sanitasi, dan lapangan terbuka). Kondisi yang ada seringkali menimbulkan dampak yang membahayakan kehidupan manusia (misalnya kebakaran dan kriminalitas) sebagai akibat kombinasi berbagai faktor.

Beberapa karakteristik kawasan kumuh di Indonesia menggambarkan suatu kawasan permukiman yang secara fisik memiliki kondisi lingkungan yang tidak sehat, seperti kotor, tercemar, lembab, dan lain-lain. Kondisi tersebut secara ekologis timbul sebagai akibat dari ketiaktahuan daya dukung lingkungan mengatasi beban aktivitas yang berlangsung di kawasan tersebut. Di wilayah perkotaan kondisi tersebut timbul sebagai akibat tingkat kepadatan penduduk yang tinggi. Di wilayah pedesaan dengan kepadatan penduduk yang rendah, kekumuhan wilayah ditimbulkan oleh kondisi sanitasi lingkungan yang buruk, sebagai akibat keterbatasan sarana maupun kebiasaan masyarakat yang kurang memperhatikan kebersihan dan kesehatan lingkungan.

Di berbagai kawasan kumuh, penduduk tinggal di kawasan yang sangat berdekatan sehingga sangat sulit untuk dilewati kendaraan seperti ambulans dan pemadam kebakaran. Kurangnya pelayanan pembuangan sampah juga mengakibatkan sampah yang bertumpuk-tumpuk. Dalam beberapa tahun terakhir ini perkembangan kawasan kumuh terus meningkat, hal ini sejalan dengan meningkatnya populasi penduduk. Pemerintah telah mencoba menangani masalah kawasan kumuh dengan berbagai cara, salah satunya dengan menggantikan kawasan kumuh tersebut dengan perumahan modern yang memiliki sanitasi yang baik (umumnya berupa rumah bertingkat/ rumah susun).

Selain kawasan kumuh yang menempati lahan-lahan yang legal, yang disebut "*slum area*", kawasan kumuh seringkali juga muncul pada lahan-lahan tanpa hak yang jelas, baik secara status kepemilikan maupun secara fungsi ruang kota yang umumnya merupakan lahan bukan untuk tempat hunian. Tanpa seijin pemiliknya, yang karenanya, pada umumnya membawa konsekuensi terhadap tidak layakannya kondisi hunian masyarakat tersebut, karena tidak tersedia fasilitas sarana dan prasarana dasar bagi lingkungan huniannya.

Kawasan semacam ini menurut berbagai literatur termasuk ke dalam kriteria kawasan *squatter*. *Squatter* adalah suatu area hunian yang dibangun di atas lahan tanpa dilindungi hak kepemilikan atas tanahnya, dan masyarakat *squatter* adalah suatu masyarakat yang mendiami (bertempat tinggal) di atas lahan yang bukan haknya atau bukan diperuntukkan bagi permukiman; seringkali tumbuh terkonsentrasi pada lokasi terlarang untuk dihuni (bantaran sungai, pinggir pantai, dibawah jembatan, dan lain-lain.) Dan berkembang cepat sebagai hunian karena terlambat diantisipasi; dan menempati lahan tanpa hak yang sah (tanah negara, tempat pembuangan sampah, atau bahkan tanah milik orang/lembaga lain yang belum ataupun tidak dimanfaatkan).

Pertumbuhan permukiman kumuh (*slum* dan *squatter*) ini terasa makin pesat, terutama sejak terjadinya krisis yang "menasional", mulai dari krisis moneter, disusul krisis ekonomi sampai dengan krisis multidimensi yang mengakibatkan bertambah besarnya jumlah penduduk miskin baik di pedesaan maupun di perkotaan. Kondisi ini telah menyebabkan semakin merebaklah kawasan-kawasan *slum* dan *squatter* di wilayah perkotaan.

Hal itu terjadi karena banyak penduduk kota yang menurun tingkat kesejahteraannya, sementara pendatang dari pedesaan yang membawa banyak penduduk miskin juga meningkat. Dari kondisi tersebut di atas jelas terlihat bahwa permukiman kumuh (*slum* dan *squatter*) merupakan "buah" dari berbagai situasi rumit dari ketimpangan pembangunan yang perlu digali akar persoalannya dan dicari kemungkinan pemecahannya yang realistis yang dapat disepakati oleh berbagai pihak serta berdampak positif bagi peningkatan kualitas lingkungan penduduk dan perkembangan ruang kota. Fenomena keberadaan masyarakat *slum* dan *squatter* di perkotaan ini selain telah menjadi salah satu penyebab timbulnya ketidakjelasan fungsi elemen-elemen lahan perkotaan, juga telah menimbulkan penurunan kualitas lingkungan perkotaan, sehingga wajah kota menjadi tidak jelas dan semerawut. Keberadaan kawasan-kawasan kumuh akan memberikan dampak negatif, baik ditinjau dari sisi tingkat kalayakan kawasan maupun keterjaminan kualitas hidup dan keberlanjutan fungsi lingkungan.

## 2. METODE

### a. *Faktor Penyebab Munculnya Kawasan Kumuh*

Semakin kuatnya daya tarik kota ditambah dengan adanya berbagai keterbatasan secara ekonomi di pedesaan, telah mendorong sebagian besar warga pedesaan untuk mengadu nasib di perkotaan. Perkembangan kota yang pesat tersebut yang berfungsi sebagai pusat kegiatan serta menyediakan layanan primer dan sekunder, telah mengundang penduduk dari daerah pedesaan untuk datang ke perkotaan dengan harapan bisa mendapatkan kehidupan yang lebih baik serta berbagai kemudahan lain termasuk lapangan kerja, sehingga mengakibatkan kurang perhatiannya terhadap pertumbuhan kawasan perumahan dan permukiman penduduk maupun kegiatan ekonomi. Kondisi tersebut pada kenyataannya mengakibatkan :

- Terjadinya penambahan penduduk yang lebih pesat dari pada kemampuan pemerintah dalam menyediakan hunian serta layanan primer lainnya secara layak/memadai.
- Tumbuhnya kawasan perumahan dan permukiman yang kurang layak huni, yang pada berbagai daerah cenderung berkembang menjadi kumuh, dan tidak sesuai lagi dengan standar lingkungan permukiman yang sehat.
- Kurangnya perhatian / partisipasi masyarakat akan pendayagunaan prasarana dan sarana lingkungan permukiman guna kenyamanan dan kemudahan dukungan kegiatan usaha ekonomi.

Dari penjelasan diatas maka dapat ditegaskan bahwa permasalahan perumahan dan permukiman diperkotaan merupakan permasalahan yang kompleks dan perlu mendapatkan perhatian, hal ini disebabkan karena rumah merupakan kebutuhan dasar manusia selain pangan dan sandang yang masih belum dapat dipenuhi oleh seluruh masyarakat. Bagi masyarakat berpenghasilan rendah, rumah merupakan asset dalam rangka pengembangan kehidupan social dan ekonomi bagi pemiliknya. Sedangkan pengadaan perumahan yang dilakukan oleh semua pelaku pembangunan pada hakekatnya dapat mendorong berkembangnya kegiatan ekonomi nasional. Oleh karena itu bidang perumahan dan permukiman merupakan program yang penting dan strategis dalam rangka pembangunan nasional.

Pengadaan perumahan yang diselenggarakan secara formal oleh pemerintah dan pengembang swasta ternyata setiap tahun hanya mampu memenuhi 15 % dari kebutuhan perumahan nasional. Kekurangan sebesar 85 % dari kebutuhan nasional dipenuhi oleh masyarakat secara swadaya tanpa menggunakan fasilitas pendanaan formal. Pembangunan perumahan yang tidak terfasilitasi ini berlangsung terus sesuai dengan kebutuhan social dan kemampuan ekonomi yang dimiliki masing-masing individu yang mendorong masyarakat untuk menyelenggarakan pengadaan perumahan dan permukimannya secara swadaya.

Dampak yang ditimbulkan dari kondisi yang demikian ini terutama pembangunan perumahan yang dilaksanakan oleh masyarakat berpenghasilan rendah adalah tumbuh dan berkembangnya permukiman-permukiman yang tidak terkendali dan terintegrasi dalam suatu perencanaan permukiman yang sesuai dengan arah pengembangan ruang kota. Pada akhirnya hal tersebut akan mengakibatkan permasalahan fisik lingkungan serta kerawanan sosial. Dari penjelasan diatas maka dapat disimpulkan faktor penyebab munculnya kawasan kumuh (*slum* dan *squatter*) dapat dibagi menjadi 2 (dua), yaitu faktor yang bersifat langsung dan faktor yang bersifat tidak langsung.

### b. *Faktor Bersifat Langsung*

Faktor-faktor yang bersifat langsung yang menyebabkan munculnya kawasan kumuh adalah faktor fisik (kondisi perumahan dan sanitasi lingkungan). Faktor lingkungan perumahan yang menimbulkan kekumuhan meliputi kondisi rumah, status kepemilikan lahan, kepadatan bangunan, koefisien dasar bangunan (kdb), dan lain-lain, sedangkan faktor sanitasi lingkungan yang menimbulkan permasalahan meliputi kondisi air bersih, mck, pengelolaan sampah, pembuangan air limbah rumah tangga, drainase, dan jalan. Kondisi lingkungan perumahan yang menyebabkan timbulnya kekumuhan adalah keadaan rumah yang mencerminkan nilai kesehatan yang rendah, kepadatan bangunan yang tinggi, koefisien dasar bangunan (kdb) yang tinggi, serta status lahan yang tidak jelas (keberadaan rumah di daerah marjinal) seperti rumah yang berada di bantaran sungai, rel ka, dll. Rumah-rumah yang berada di daerah marjinal berpotensi terkena banjir pada saat musim hujan. Dengan demikian nilai kekumuhan tertinggi pada saat musim penghujan.

### c. *Faktor Yang Bersifat Tidak Langsung*

Faktor-faktor yang bersifat tidak langsung adalah faktor-faktor yang secara langsung tidak berhubungan dengan kekumuhan tetapi faktor-faktor ini berdampak terhadap faktor lain yang terbukti menyebabkan kekumuhan. Faktor-faktor yang dinilai berdampak tidak langsung terhadap kekumuhan adalah faktor ekonomi masyarakat, sosial dan budaya masyarakat.

Faktor ekonomi yang berkaitan dengan kekumuhan yaitu taraf ekonomi masyarakat (pendapatan masyarakat), pekerjaan masyarakat. Penghasilan yang rendah menyebabkan masyarakat tidak memiliki dana untuk membuat kondisi rumah yang sehat, pengadaan mck, tempat sampah dan lain-lain yang terkait dengan sarana lingkungan rumah yang sehat. Penghasilan yang rendah juga mengakibatkan sebagian masyarakat membangun rumah tidak permanen di bantaran sungai, rel ka, dan lain-lain. Dengan demikian taraf ekonomi secara tidak langsung berpengaruh terhadap terjadinya kekumuhan. Demikian juga halnya dengan pekerjaan masyarakat. Pekerjaan masyarakat yang kurang layak menyebabkan tingkat pendapatan yang rendah, sehingga kemampuan untuk membuat rumah yang layak huni dan sehatpun menjadi rendah.

#### d. *Metode Pendekatan*

Pendekatan teknis yang dilakukan bertujuan untuk memudahkan konsultan dalam melakukan pengamatan dan analisa di lapangan yang pertama dengan menggunakan Analisa dari data SIG. Mengacu pada maksud, tujuan dan sasaran dari DED Perencanaan Penataan Kawasan Kumuh Kecamatan Banjarsari, maka Metode Pendekatan yang dilakukan adalah :

- Pendekatan Normatif  
Pelaksanaan DED Perencanaan Penataan Kawasan Kumuh Kecamatan Banjarsari ini dilakukan dengan mengacu pada strategi dan kebutuhan pengembangan kota secara komprehensif dan mengacu pada dokumen perencanaan pembangunan (development plan) dan dokumen perencanaan penataan ruang (spatial plan) yang telah terdapat di Kabupaten Ciamis, ataupun ketentuan peraturan dan perundangan yang terkait.
- Pendekatan Partisipatif  
Pendekatan Partisipatif dilakukan dalam bentuk proses penyusunan dilakukan dengan melibatkan seluruh pemangku kepentingan yang terkait dengan pengembangan kota maupun pengembangan permukiman di tingkat Kabupaten Ciamis. Hal ini dimaksudkan agar hasil penyusunan dapat dirasakan dan dimiliki oleh seluruh pemangku kepentingan terkait di daerah.
- Pendekatan Teknis - Akademis  
Proses penyusunan ini dilakukan dengan menggunakan metodologi yang dapat dipertanggungjawabkan secara akademis, baik untuk teknik identifikasi, maupun dalam proses rekomendasi penanganan penataan kawasan permukiman kumuh.

#### e. *Pendekatan Normatif*

Menimbang aspek perumahan dan permukiman dan memperhatikan materi dalam kak, maka beberapa aspek legal yang perlu diperhatikan dalam kegiatan ini sekurang-kurangnya adalah sebagai berikut :

- Undang-undang nomor 26 tahun 2007 tentang penataan ruang.
- Undang-undang nomor 1 tahun 2011 tentang perumahan dan kawasan permukiman.
- pasal 27, uu no. 4/1992 tentang perumahan dan permukiman..
- peraturan pemerintah nomor 38 tahun 2007 tentang pembagian urusan pemerintahan antara pemerintah, pemerintah daerah provinsi dan pemerintahan daerah kota/kabupaten.
- peraturan menteri negara perumahan rakyat nomor 22 tahun 2008 tentang standar pelayanan minimal bidang perumahan rakyat;
- Peraturan menteri negara perumahan rakyat nomor 29 tahun 2011 tentang pedoman pemberian bantuan penanganan lingkungan perumahan dan permukiman kumuh berbasis kawasan (plp2k-bk).
- se menpera no. 04/se/m/93 perihal pedoman umum penanganan terpadu perumahan dan permukiman kumuh.

f. *Pendekatan Aktual*

Penanganan kawasan kumuh pada prinsipnya adalah suatu upaya untuk menata dan meningkatkan kualitas lingkungan perumahan dan permukiman kumuh secara berkelanjutan melalui perbaikan dan pembangunan perumahan serta penyediaan psu yang memadai untuk mendukung penghidupan dan kehidupan lingkungan menjadi layak dan produktif, yang keseluruhannya disusun berdasarkan kesesuaian dengan rencana tata ruang wilayah yang mengintegrasikan konsep penanganannya dengan potensi kegiatan kota disekitarnya. Selain itu kegiatan perencanaan penataan kawasan kumuh kecamatan Banjarsari kabupaten ciamis dalam konteks keruangan dilaksanakan dengan berpedoman pada undang-undang no. 26 tahun 2007 tentang penataan ruang, dimana ditegaskan bahwa penataan ruang diselenggarakan berdasarkan azas :

- Keterpaduan
- Keserasian, Keselarasan, Dan Keseimbangan
- Keserasian, Keselarasan, Dan Keseimbangan
- Keberdayaan Dan Keberhasilgunaan
- Keterbukaan
- Kebersamaan Dan Kemitraan .
- Perlindungan Kepentingan Umum
- Kepastian Hukum Dan Keadilan
- Akuntabilitas

g. *Pendekatan Studi*

Metode pendekatan studi yang akan digunakan dalam studi ini melalui beberapa tahapan sebagai berikut :

- Studi kepustakaan
- Survei lapangan
- Survei instansional
- Data dan analisis

Metode yang digunakan adalah :

- Untuk data dipergunakan metoda ahp (analisis hirarki proses), untuk menentukan pembobotan dan prioritas dari setiap kawasan maupun program strategis yang harus dilakukan pada saat menangani kawasan kumuh.
- Untuk aspek keterhubungan dan permodelan dipergunakan statistik deskriptif (korelasi, frekuensi) dan parametrik (anova).

h. *Gambaran Umum Kawasan*

Penataan Kawasan Banjarsari berada di Kawasan Banjarsari seluas 6.8 Ha dengan menetapkan penggabungan Kawasan tersebut menjadi “Kawasan Kumuh Banjarsari”, di mana kawasan ini merupakan kesatuan hamparan dengan tipologi dan karakteristik yang sama. Di Desa Banjarsari secara keseluruhan memiliki kepadatan penduduk 3 jiwa/ha, jumlah kepala keluarga sebesar 810 KK yang terdiri dari Keluarga pra sejahtera 243 KK, Keluarga Sejahtera 377 KK dan keluarga sejahtera III plus 111 KK. Jumlah penduduk laki-laki 1.107 jiwa dan perempuan 1.111 jiwa.

Adapun mata pencaharian warga di Lokasi Neglasari beragam, di antaranya sebagai buruh tani dan petani. Kawasan Banjarsari merupakan permukiman kumuh berada di dataran rendah dengan tipologi persawahan. Kondisi jalan-jalan di kawasan Banjarsari Sebagian lokasi perumahan atau permukiman secara keseluruhan sudah memiliki akses jalan dan diperkeras, namun ada yang tidak sesuai dengan standar teknis, sebagian ada yang sudah rusak. Sistem Pengelolaan air limbah pada lokasi perumahan atau permukiman di Kawasan Banjarsari tidak memiliki sistem yang memadai, yaitu kakus/kloset yang tidak terhubung dengan tangki septik baik secara individual/domestik, komunal maupun terpusat. Mayoritas hunian permukiman tidak memiliki saluran pembuangan air kotor/limbah, sebagian besar dibuang dan dialirkan ke sungai. Kondisi drainase di Kawasan

Banjarsari ada beberapa jaringan drainase lingkungan tidak mampu mengalirkan limpasan air sehingga menimbulkan genangan dan luapan air di musim penghujan.

### Konsep Penataan

Konsep Penataan Kawasan Banjarsari melakukan penataan permukiman kumuh menjadikan kawasan permukiman yang bebas kumuh dan layak huni, sekaligus mendorong masyarakat untuk hidup bersih, sehat. Kebutuhan penanganan kawasan dengan kegiatan utama, sebagai berikut:

- Pembangunan Drainase
  - Pembangunan / Perbaikan Jalan Lingkungan
  - Penyediaan hidran umum (HU)/ kran umum (KU)
  - Penyediaan Jaringan Perpipaan Proteksi Kebakaran
- Rencana Penataan Kawasan Banjarsari menjadi prioritas utama dan percontohan penanganan kumuh Kabupaten Ciamis.

#### i. *Pembangunan Drainase*

Drainase adalah Prasarana yang berfungsi mengalirkan kelebihan air dari suatu kawasan ke badan air penerima. Pola pengelolaan/pengendalian drainase yang menempatkan dan melibatkan masyarakat sebagai pelaku, pengambil keputusan, dan penanggung jawab, mulai dari tahap identifikasi, perencanaan, pelaksanaan konstruksi, pengelolaan dan pengawasan kegiatan yang dilakukan, termasuk operasi dan pemeliharaan sistem paska konstruksi. Prasarana drainase di wilayah atau bagian wilayah kota, yang berfungsi mengelola/mengendalikan air permukaan (limpasan air hujan), sehingga tidak menimbulkan masalah genangan, banjir dan kekeringan bagi masyarakat serta bermanfaat bagi kelestarian lingkungan hidup.

#### j. *Perbaikan jalan lingkungan*

Jalan Lingkungan adalah jalan yang berada di lingkungan perumahan, atau jalan servis untuk lingkungan perumahan. Perbaikan jalan dimaksudkan untuk memudahkan aksesibilitas warga setempat sekaligus menata bangunan/hunian/ rumah. Panjang jalan yang direncanakan diperbaiki di Lokasi Neglasari. diharapkan dengan diperbaikinya jalan lingkungan ini bisa merubah kawasan menjadi lebih nyaman, indah dan asri.

#### k. *Penyediaan Hidran Umum(HU)/Kran Umum(KU)*

Penyediaan air untuk keperluan kawasan permukiman berarti dalam hal ini penyediaan air untuk kebutuhan rumah tangga, fasilitas umum, maupun fasilitas sosial. kegiatan penduduk dapat ditampung dalam ruang-ruang sarana umum dan sosial, tetapi tidak akan berjalan dengan baik tanpa didukung oleh pelayanan infrastruktur yang menandai. Keterbatasan penyediaan prasarana air bersih di kawasan permukiman yang memadai dapat mempengaruhi kehidupan manusia, produktifitas ekonomi dan kualitas kehidupan masyarakat secara keseluruhan. Air bersih merupakan kebutuhan vital setiap manusia sehingga ketersediaan air bersih menentukan derajat kesehatan dan kesejahteraan hidup masyarakat. Pada kenyataannya, keterbatasan penyediaan air bersih erat kaitannya dengan penyebab kemiskinan, karena kemiskinan juga disebabkan oleh masalah kesehatan. Oleh karena itu, penyediaan jaringan pipa air bersih terutama pada permukiman miskin padat penduduk sangat penting untuk ikut andil memecahkan masalah kemiskinan.

#### l. *Penyediaan Jaringan proteksi Kebakaran.*

Penyediaan Jaringan proteksi Kebakaran, Di Kawasan Banjarsari direncanakan penyediaan Jaringan Perpipaan Proteksi Kebakaran, Untuk Penempatan Hidran Proteksi kebakaran Dalam Bentuk Penanggulangan Bencana Kebakaran. Penyediaan Jaringan Perpipaan Proteksi Kebakaran adalah Suatu Sistem Penghubung Kebutuhan Pasokan air Untuk Hydrant Kebakaran, Hidrant Kebakaran Harus Dipasang Di daerah Yang Terjangkau Oleh Mobil Pemadam Kebakaran, Untuk Memenuhi kebutuhan air Pada Mobil Pemadam Kebakaran tersebut.

## 2. KESIMPULAN

Kesimpulan dari hasil penelitian ini adalah dalam upaya solusi untuk merencanakan infrastruktur kota berkelanjutan harus diawali dengan perbaikan dan penataan tata ruang di daerah atau pedesaan. Karena di wilayah



perkotaan kondisi tersebut timbul sebagai akibat tingkat kepadatan penduduk yang tinggi akibat perpindahan penduduk dari desa ke kota atau biasa disebut Urbanisasi. Berdasarkan hasil dari penelitian kami, ini disebabkan oleh pembangunan dan tingkat perekonomian yang kurang merata, menjadikan penduduk desa banyak yang berpindah ke kota dan menyebabkan fenomena keberadaan masyarakat slum dan squatter di perkotaan ini selain telah menjadi salah satu penyebab timbulnya ketidakjelasan fungsi elemen-elemen lahan perkotaan, juga telah menimbulkan penurunan kualitas lingkungan perkotaan, sehingga wajah kota menjadi tidak jelas dan semerawut.

Keberadaan kawasan-kawasan kumuh akan memberikan dampak negatif, baik ditinjau dari sisi tingkat kalayakan kawasan maupun keterjaminan kualitas hidup dan keberlanjutan fungsi lingkungan. Munculnya permukiman kumuh (slum dan squatter) merupakan "buah" dari berbagai situasi rumit dari ketimpangan pembangunan yang perlu digali akar persoalannya dan dicari kemungkinan pemecahannya yang realistis yang dapat disepakati oleh berbagai pihak serta berdampak positif bagi peningkatan kualitas lingkungan penduduk dan perkembangan ruang kota.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Jurnal Spasial Vol 5. No. 1, 2018 ISSN No. 2442 3262.
- [2] Planning for Urban Region and Environment Volume 11, Nomor 3, Juli 2022.
- [3] Perception of Communities in The City Without Slum Program (KotaKu) in the Pahandut Urban Area Palangka Raya City.
- [4] Pola spasial tingkat kesehatan masyarakat squatter Universitas Indonesia, 2009.
- [5] howard becker. (1970an, dari herbert gans, 1962; ernest burgess, 1925, the chicago school).
- [6] Urgensi regulasi penataan ruang dalam rangka perwujudan pembangunan berkelanjutan di indonesia e-issn: 2723-164x p-issn: 2722-9858.
- [7] Kebijakan perumahan dan permukiman bagi masyarakat urban jurnal ekonomi dan manajemen dinamika vol.16 no. 1, 2007.
- [8] Undang- undang nomor 1 tahun 2011 tentang perumahan dan kawasan permukiman.
- [9] Peraturan Pemerintah, pemerintah nomor 38 tahun 2007 tentang pembagian urusan pemerintahan antara pemerintah, pemerintah daerah provinsi dan pemerintahan daerah kota/kabupaten.
- [10] Pedoman penanganan lingkungan permukiman kumuh berbasis kawasan (PLP2K-BK) merupakan pedoman yang diterbitkan oleh kementerian perumahan rakyat ri, deputi bidang pengembangan kawasan tahun 2013.
- [11] Pedoman Identifikasi Kawasan Permukiman Kumuh Daerah Penyanggah Kota Metropolitan departemen pekerjaan umum, dirjen cipta karya, direktorat pengembangan permukiman tahun 2006.
- [12] Kepmen Kimpraswil Nomor 327/KPTS/M/2002 tentang Pedoman Penyusunan Rencana Tata Ruang Kawasan.

# Analisa Kebutuhan Revitalisasi Pasar Induk yang Berkelanjutan Studi Kasus : Pasar Induk Gadarata Singasana Kabupaten Tabanan

Herawati Zetha Rahman<sup>1</sup>, Randika Dwirahman<sup>2</sup>, Merry Mardianti<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Magister Rekayasa Infrastruktur dan Lingkungan, Fakultas Teknik Universitas Pancasila

<sup>2</sup> Program Studi Magister Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Indonesia

**Abstrak.** Pasar memiliki peran penting bagi kelancaran kegiatan ekonomi masyarakat sekitar. Kondisi pasar yang kurang memadai akan mengganggu kenyamanan pedagang maupun pengunjung saat bertransaksi. Kondisi terkini Pasar Induk Gadarata Singasana yang sudah tidak mampu menampung lebih banyak pedagang dan kurangnya fasilitas sehingga diperlukan revitalisasi yang direncanakan dalam memberikan kenyamanan bagi pedagang dan pengunjung pasar. Oleh sebab itu, Pemerintah Kabupaten Tabanan akan menggunakan skema Kerjasama Pemerintah dengan Badan Usaha (KPBU) untuk mempercepat Revitalisasi sehingga pedagang dan pengunjung dapat menjalankan aktivitas perekonomian. Salah satu tahapan awal yang perlu dilakukan dalam kegiatan KPBU adalah melakukan analisa kebutuhan mengapa pasar ini perlu dilakukan revitalisasi. Penelitian ini menggunakan metode survey kuesioner kepada pedagang pasar dan masyarakat sekitar. Dari hasil analisis yang dilakukan Dari hasil survey didapatkan persentase urgensi pengembangan Pasar Induk Gadarata Singasana mencapai 85,44%. Dan terdapat 3 alasan utama yang mendorong perlu adanya pengembangan Pasar Induk Gadarata Singasana, yaitu (1). perlu adanya revitalisasi pada sarana dan prasarana pasar; (2) letak Pasar Induk Gadarata Singasana berada di lokasi strategis; (3) pengelolaan Pasar Induk Gadarata Singasana masih belum optimal dan perlu perbaikan. Hasil survei juga menunjukkan bahwa pusat kuliner atau food court UMKM memperoleh hasil survei tertinggi dalam hal dapat diintegrasikan ke Pasar Induk Gadarata Singasana.

**Kata kunci:** *Analisa Kebutuhan; KPBU; Pasar; Revitalisasi*

## 1. PENDAHULUAN

Pasar Induk Gadarata Singasana atau biasa dikenal sebagai Pasar Tabanan, merupakan salah satu pasar terbesar di Provinsi Bali. Pasar ini dibangun sejak tahun 1979 dan belum pernah mengalami renovasi hingga saat ini. Pasar ini telah menjadi tumpuan bagi masyarakat sekitar dalam memenuhi kebutuhan harian karena per data tahun 2022, terdapat lebih dari 96 ribu pengunjung ke pasar tersebut. Kondisi fisik eksisting Pasar Tabanan masih sangat sederhana dan cukup memprihatinkan, dimana kios-kios banyak yang rusak, atap pasar rusak dan bocor, WC umum kurang memadai dan kotor, lantai becek, tempat parkir sangat terbatas dan kurangnya fasilitas penerangan. Untuk itu perlu dilakukan revitalisasi Pasar Induk Gadarata Singasana untuk memberikan kenyamanan bagi pedagang dan pengunjung dalam menjalankan aktivitas perekonomian [1].

Namun demikian dengan keterbatasan anggaran, maka Pemerintah Kabupaten Tabanan akan menggunakan skema Kerjasama Pemerintah dengan Badan Usaha (KPBU) untuk mempercepat Revitalisasi Pasar Induk Gadarata Singasana. KPBU adalah kerjasama antara Pemerintah dan Badan Usaha dalam penyediaan infrastruktur atau layanannya untuk kepentingan umum mengacu pada spesifikasi yang telah ditetapkan sebelumnya oleh pemerintah, yang sebagian atau seluruhnya menggunakan sumber daya badan usaha dengan memperhatikan pembagian risiko di antara para pihak. Tahapan awal yang perlu dilakukan dalam kegiatan KPBU adalah proses penyusunan Studi Pendahuluan yang salah satu tujuannya adalah untuk melakukan analisa sejauh mana revitalisasi ini diperlukan. Untuk itu perlu dilakukan analisa kebutuhan berbasis survey

\* Corresponding author: [merrynbram@gmail.com](mailto:merrynbram@gmail.com)

untuk mengetahui seberapa besar urgensi pengembangan pasar, apa alasan utama yang mendorong perlu adanya pengembangan Pasar Induk Gadarata Singasana dan apa saja fungsi yang dapat diintegrasikan pada pengembangan Pasar Induk Gadarata Singasana [2]. Perihal ini bertujuan untuk Berdasarkan rumusan masalah, maka tujuan dari penelitian ini adalah sbb :

1. Untuk mengetahui dasar pemikiran teknis urgensi pengembangan Pasar Induk Gadarata Singasana
2. Untuk mengetahui alasan utama yang mendorong perlu adanya pengembangan Pasar Induk Gadarata Singasana
3. Untuk mengetahui fungsi yang dapat diintegrasikan dalam revitalisasi Pasar Induk Gadarata Singasana

Adapun lokasi penelitian dilakukan di Pasar Induk Gadarata Singasana ke daerah Tabanan. Pasar Gadarata Singasana berada di kawasan pusat perdagangan Kota Tabanan yang dikelilingi oleh jalan satu arah, yaitu Jalan Gunung Semeru, Jalan Gajah Mada, dan Jalan Gunung Batur. Bahwa pada wilayah Utara ke Arah Timur merupakan area sakral karena terdapat dua Pura, yaitu Pura Luhur Puser, yang menjadi Titik Nol Kota Tabanan (Jalan Gunung Batur), dan Pura Dalem Sakenan (Jalan Gunung Semeru). Kearah Timur kondisi tapak menurun hingga minus 7 meter, dan dibagian pertemuan jalan Gunung Batur dan Gajah Mada terdapat ruang terbuka dan Pos Pemadam Kebakaran. Pada area Selatan, pasar berhadapan dengan pertokoan dan perkantoran. Suasana Jalan Gajah Mana ini cukup menarik karena disepanjang pedestrian terdapat pergola yang dirambati oleh tanaman. Pada area ini biasanya digunakan sebagai jalur perayaan pada hari-hari penting Kabupaten Tabanan, Provinsi Bali [3].



Gambar 1 Suasana dalam Pasar Induk Gadarata Singasana  
Sumber: Gegner (2022)



Gambar 2. Suasana Malam Hari di Pasar Senggol Tabanan  
Sumber: Gus Tour (2022); Hernanto (2017)



Gambar 3. Kondisi Lingkungan Pasar Gadarata Singasana  
Sumber: Streetview, Google Map (2023)



Gambar 4. Jalur Parade Perayaan dan Suasana Perayaan di Jalan Gajah Mada, Tabanan  
Sumber: Tribun Bali (2023); The East Indonesia (2022); Bali Express (2023)

## 2. METODE

Penelitian ini menggunakan metode pendekatan kuantitatif deskriptif dengan olah data statistik. Data primer didapat dengan cara observasi langsung, penyebaran kuesioner dan wawancara terhadap responden. Sementara data sekunder merupakan data-data atau informasi yang didapat dari Pemerintah Daerah Tabanan.

Penyebaran survei merupakan salah satu kegiatan yang paling umum digunakan dalam menjangkau dan mengumpulkan preferensi masyarakat. Metode ini dapat mengumpulkan data secara sistematis, mengidentifikasi pola dan membuat kesimpulan berdasarkan temuan yang diperoleh. Dalam rangka mendapatkan informasi yang komprehensif, terlaksanakan dua survei dengan menggunakan dua jenis kuesioner yang berbeda. Tujuan dari kedua survei tersebut adalah untuk mendapatkan wawasan yang lebih mendalam mengenai kebutuhan dari pandangan para pedagang, masyarakat, serta pemangku kepentingan terkait revitalisasi Pasar Induk Gadarata Singasana [4].



Gambar 5 Eksisting Pasar Tabanan

Responden pada survei pertama atau survei lapangan terdiri atas pedagang yang ada di pasar, masyarakat yang berbelanja di pasar, serta karyawan pemilik toko. Metode pengumpulan data untuk survei lapangan adalah wawancara langsung dengan responden yang dilakukan oleh tim survei yang andal. Di sisi lain, responden survei kedua merupakan pemangku kepentingan, dalam hal ini Pemerintah Kabupaten Tabanan.

Jumlah sampel survei yang dilakukan ditentukan dengan menggunakan metode slovin, dengan toleransi eror sebesar 5%. Survei membuat instrument berupa angket atau kuesioner berupa *Google Forms*. menyajikan hasil analisa dalam bentuk analisis statistik deskriptif. Kegiatan pelaksanaan survei melibatkan pengumpulan data dari responden yang terlibat dalam pengembangan Pasar Induk Gadarata Singasana, yaitu responden instansional, Pedagang, Masyarakat (termasuk yang berbelanja di pasar), Karyawan Pemilik Toko. Survei dilaksanakan selama tiga hari, mulai dari tanggal 12 Mei 2023 hingga 14 Mei 2023.

$$n = \frac{N}{1 + Ne^2} \quad (1)$$

Keterangan:

- $n$  = jumlah sampel
- $N$  = jumlah seluruh anggota populasi
- $e$  = toleransi eror

## 3. HASIL

### Demografi Responden Survey

Jumlah responden untuk survei lapangan sebanyak 103 orang. Mayoritas responden survei adalah pedagang di Pasar Induk Gadarata Singasana sebanyak orang 61 atau 59,22%. Lebih lanjut, sebanyak 40 responden atau 38,83% dari total responden survei lapangan adalah masyarakat yang berbelanja di pasar, dan satu responden merupakan karyawan pemilik toko. Sedangkan jumlah responden untuk survei kepada pemangku kepentingan sebanyak 32 responden.



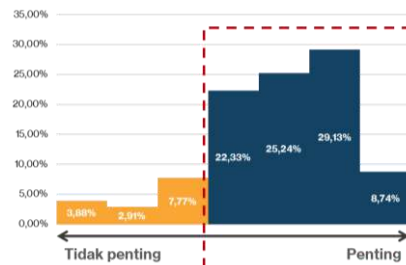
Gambar 6 Demografi Responden Survei Lapangan

### Analisa Kepentingan Pengembangan Pasar Induk Gadarata Singasana

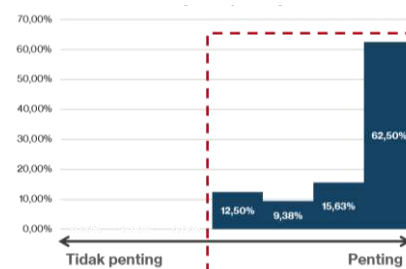
Dalam memperoleh dasar pemikiran teknis, perlu adanya justifikasi seberapa penting revitalisasi tersebut melalui dua persepsi yang berbeda. Penilaian dalam kuesioner menggunakan skala 1-7, dengan skala 4-7 menunjukkan tingkat urgensi yang menandakan kebutuhan yang signifikan untuk melakukan pengembangan pada Pasar Induk Gadarata Singasana.

Hasil survei menunjukkan bahwa mayoritas responden, terutama para pemangku kepentingan di Kabupaten Tabanan, menyatakan adanya urgensi pengembangan Pasar Induk Gadarata Singasana. Persentase urgensi yang diungkapkan oleh pedagang dan masyarakat terhadap pengembangan Pasar Induk Gadarata Singasana mencapai 85,44%. Hasil tersebut menunjukkan kebutuhan yang signifikan untuk melakukan pengembangan/revitalisasi Pasar Induk Gadarata Singasana [5]. Sama halnya, pemangku kepentingan pun menganggap penting adanya pengembangan Pasar Induk Gadarata Singasana, dengan persentase sebesar 100%.

Hal tersebut menunjukkan bahwa pengembangan Pasar Induk Gadarata Singasana dianggap sangat penting oleh semua pihak, baik dari sisi pelaku usaha, masyarakat umum, dan pemangku kepentingan. Informasi yang diperoleh dari hasil survei memperkuat justifikasi atas kebutuhan penting untuk melakukan pengembangan pada Pasar Induk Gadarata Singasana demi meningkatkan kualitas sarana dan prasarana, manajemen, sosial budaya, dan aspek ekonomi di pasar tersebut [6].



Gambar 7. Hasil Survei Pedagang dan Masyarakat Kepentingan Pengembangan Pasar Induk Gadarata Singasana



Gambar 8. Hasil Survei Pemangku Kepentingan Pengembangan Pasar Induk Gadarata Singasana

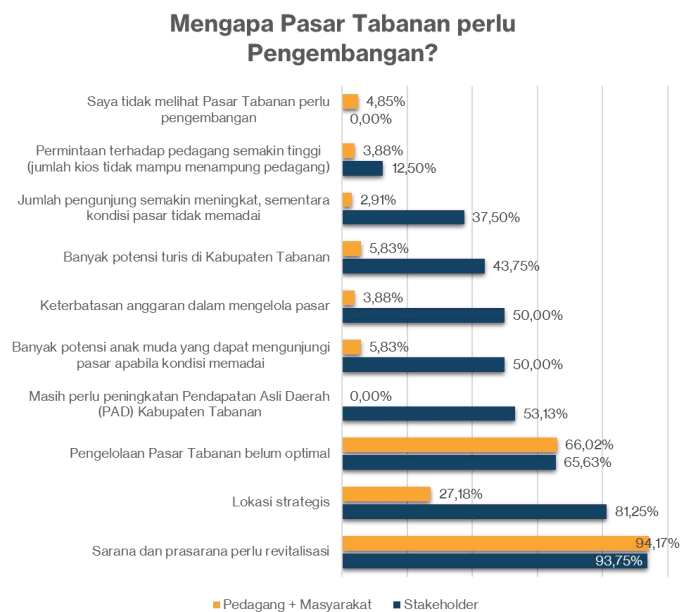
### Alasan Perlunya Pengembangan Pasar Induk Gadarata Singasana

Terdapat tiga alasan utama yang mendorong perlu adanya pengembangan Pasar Induk Gadarata Singasana menurut pedagang dan masyarakat serta pemangku kepentingan. Pertama, berdasarkan hasil survei sebanyak 94,17% responden pedagang dan masyarakat serta 93,75% responden pemangku kepentingan merasa perlu adanya revitalisasi pada sarana dan prasarana pasar [7]. Hal ini termasuk fasilitas kebersihan (toilet dan tempat sampah), bangunan pasar, akses jalan, dan area parkir yang telah digambarkan pada Gambar 2.1 di atas.



Sebanyak 81,25% responden pemangku kepentingan menganggap bahwa Pasar Induk Gadarata Singasana berada di lokasi strategis. Namun, hanya 27,18% responden pedagang dan masyarakat merasa lokasi Pasar Induk Gadarata Singasana berlokasi strategis meski terletak di persimpangan jalan. Kabupaten Tabanan memiliki tiga pasar yang berdekatan dengan spesifikasi yang berbeda. Pertama, Pasar Induk Gadarata Singasana menjual berbagai jenis dagangan seperti alat dan perlengkapan upacara, makanan kering (9 bahan pokok), serta baju/*fashion* kelas menengah. Selanjutnya, terdapat Pasar Terminal yang khusus menjual sayur untuk upacara di atas mobil. Terakhir, Pasar Dauh Pala didominasi oleh penjualan sayur, daging, ayam, dan ikan. Kehadiran kedua pasar tersebut menyebabkan pedagang merasa adanya persaingan yang membuat lokasi Pasar Induk Gadarata Singasana terasa kurang strategis [8].

Sebanyak 66,02% pedagang dan masyarakat serta 65,63% pemangku kepentingan sepakat bahwa pengelolaan Pasar Induk Gadarata Singasana masih belum optimal dan perlu perbaikan. Aspek-aspek yang perlu diperhatikan antara lain pengembangan layanan dan fasilitas, pengawasan dan pemeliharaan infrastruktur, serta koordinasi antara pengelola, pedagang, dan pemangku kepentingan. Alasan-alasan lainnya yang mendukung adanya pengembangan Pasar Induk Gadarata Singasana terlampir pada bagan hasil survei di bawah.



Gambar 9. Hasil Survei Alasan Perlunya Pengembangan Pasar Induk Gadarata Singasana

### Hasil Survey Fungsi Tambahan pada Pasar Tabanan

Terdapat harapan dan keyakinan bahwa pengembangan Pasar Induk Gadarata Singasana akan melibatkan lebih dari sekadar fasilitas yang sudah ada saat ini. Selain untuk memenuhi kebutuhan primer (makanan dan barang kebutuhan sehari-hari), sekunder (pakaian dan kebutuhan rumah tangga), dan tersier (barang-barang elektronik dan *fashion*), pengembangan pasar diharapkan mencakup pengembangan di sektor wisata kuliner dan hiburan.

Hasil survei menunjukkan bahwa dari 18 fungsi yang diteliti, pusat kuliner atau *food court* UMKM memperoleh hasil survei tertinggi dalam hal dapat diintegrasikan ke Pasar Induk Gadarata Singasana. Sebanyak 76,47% responden dari kalangan pedagang dan masyarakat, serta 96,88% responden dari pemangku kepentingan memberikan jawaban positif terkait hal tersebut. Lebih lanjut, dari responden yang menjawab tersebut, sebanyak 85,71% pedagang dan masyarakat, dan 78,13% pemangku kepentingan yakin bahwa kehadiran pusat kuliner atau *food court* UMKM akan meningkatkan keramaian di Pasar Induk Gadarata Singasana. Hasil ini menunjukkan bahwa integrasi pusat kuliner atau *food court* UMKM dapat menjadi faktor penting dalam menarik minat dan kunjungan masyarakat ke pasar tersebut

Selain pusat kuliner atau *food court* UMKM, terdapat permintaan yang signifikan akan keberadaan bioskop di Pasar Induk Gadarata Singasana. Hal tersebut diungkapkan oleh sebagian besar responden dari berbagai kalangan, termasuk masyarakat umum, pedagang, dan pemangku kepentingan. Hasil survei menunjukkan

bahwa sebanyak 74,51% responden pedagang dan masyarakat serta 53,13% responden pemangku kepentingan menyatakan keinginan untuk memiliki fasilitas bioskop di pasar. Dengan keyakinan sebesar 89,05% dari kalangan pedagang dan masyarakat serta 61,54% dari pemangku kepentingan, para responden yang memberikan jawaban positif merasa kehadiran bioskop akan menarik minat pengunjung dan meningkatkan daya tarik dan keberagaman fasilitas yang ditawarkan di pasar

Tabel 1 Hasil Survei Fungsi yang dapat Diintegrasikan dan Pengaruh dalam Meningkatkan Keramaian Pasar Induk Gadarata Singasana

	Apakah Anda yakin fungsi ini dapat diintegrasikan dalam Pasar Tabanan dan meningkatkan keramaian?	Masyarakat dan Pedagang		Pemangku Kepentingan	
		Jawaban Ya	% Keyakinan	Jawaban Ya	% Keyakinan
1	Pusat kuliner / <i>food court</i> UMKM	76,47%	85,71%	96,88%	78,13%
2	Bioskop	74,51%	89,05%	53,13%	61,54%
3	Ruang terbuka	63,73%	85,05%	34,38%	66,46%
4	Fasilitas hiburan lainnya	62,75%	87,10%	43,75%	70,37%
5	Pusat barang seni	51,96%	83,75%	50,00%	64,55%
6	Tempat pertunjukan kesenian	45,10%	82,67%	18,75%	60,00%
7	Hiburan anak-anak kelas menengah kebawah	42,16%	80,73%	62,50%	79,08%
8	Spot foto / <i>instagrammable</i>	42,16%	86,36%	28,13%	63,98%
9	Pusat kuliner / <i>food court</i> kelas menengah keatas	36,27%	77,82%	34,38%	50,60%
10	Sentra oleh-oleh	35,29%	79,37%	65,63%	76,35%
11	Pusat <i>fashion</i> kelas menengah kebawah	35,29%	79,15%	59,38%	80,42%
12	Hiburan anak-anak kelas menengah keatas	33,33%	78,57%	18,75%	50,55%
13	<i>Department store</i>	33,33%	77,14%	31,25%	56,43%
14	Pusat <i>fashion</i> kelas menengah keatas	28,43%	78,80%	25,00%	52,17%
15	<i>Coworking space</i> / perkantoran	21,57%	77,64%	12,50%	54,29%
16	Penginapan / hotel kelas menengah keatas	3,92%	61,22%	6,25%	30,08%
17	Penginapan / hotel kelas menengah kebawah	3,92%	57,14%	9,38%	43,65%
18	Hunian / apartemen	3,92%	61,90%	0,00%	22,69%

#### 4. KESIMPULAN

Dari hasil survey didapatkan persentase urgensi yang diungkapkan oleh pedagang dan masyarakat terhadap pengembangan Pasar Induk Gadarata Singasana mencapai 85,44%, dan pemangku kepentingan mencapai 100%. Hasil tersebut menunjukkan kebutuhan yang signifikan untuk melakukan pengembangan/revitalisasi Pasar Induk Gadarata Singasana. Terdapat dua alasan utama yang mendorong perlu adanya pengembangan Pasar Induk Gadarata Singasana, yaitu (1). 94,17% responden pedagang dan masyarakat serta 93,75% responden pemangku kepentingan merasa perlu adanya revitalisasi pada sarana dan prasarana pasar; (2) 81,25% responden pemangku kepentingan menganggap bahwa Pasar Induk Gadarata Singasana berada di lokasi strategis; (3) sebanyak 66,02% pedagang dan masyarakat serta 65,63% pemangku kepentingan sepakat bahwa pengelolaan Pasar Induk Gadarata Singasana masih belum optimal dan perlu perbaikan.

Hasil survei juga menunjukkan bahwa dari 18 fungsi yang diteliti, pusat kuliner atau *food court* UMKM memperoleh hasil survei tertinggi dalam hal dapat diintegrasikan ke Pasar Induk Gadarata Singasana, diikuti dengan penambahan fungsi bioskop, ruang terbuka dan fasilitas hiburan lainnya seperti panggung tari. Dengan adanya hasil survey tersebut maka dapat dikatakan bahwa kebutuhan untuk pengembangan Induk Gadarata Singasana adalah urgen untuk dilaksanakan dan dapat direkomendasikan untuk dilakukan analisa kepatuhan dan analisa Value for Money secara kualitatif sebagai tahapan awal perencanaan KPBU.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih ditujukan kepada Direktorat Pengembangan Pendanaan Pembangunan Bappenas yang telah memberi kesempatan dan pendanaan nomor 38/SPK/PPP/06.12/04/2023 untuk melakukan kajian Studi Pendahuluan dan juga Pustek FTUP atas kesempatan yang diberikan.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Suhendra, "Penyediaan Infrastruktur Dengan Skema Kerjasama Pemerintah Dan Badan Usaha (Public-Private Partnership) Di Indonesia," *J. Manaj. Keuang. Publik*, vol. 1, no. 1, pp. 41–46, 2017, doi: 10.31092/jmkp.v1i1.97.
- [2] E. W. Riptanti, A. Qonita, and R. Uchyani, "Revitalization of cloves cultivation in Central Java, Indonesia," *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 314, no. 1, 2019, doi: 10.1088/1755-1315/314/1/012085.
- [3] C. Vijayabanu and T. Vignesh, "Public-Private Partnership in Construction Projects : An Indian Context," *J. Mod. Proj. Manag.*, 2018.
- [4] Engkus, "Implementasi Kebijakan Revitalisasi Pasar Tradisional Implementation of Traditional Market Revitalization Policy," *Governansi*, vol. Vol.7, No, no. 2442-3971 e-ISSN 2549-7138, pp. 149–160, 2021, [Online]. Available: [https://www.researchgate.net/publication/355344762\\_IMPLEMENTASI\\_KEBIJAKAN\\_REVITALISASI\\_PASAR\\_TRADISIONAL\\_BANTAR\\_GEBANG\\_KOTA\\_BEKASI](https://www.researchgate.net/publication/355344762_IMPLEMENTASI_KEBIJAKAN_REVITALISASI_PASAR_TRADISIONAL_BANTAR_GEBANG_KOTA_BEKASI).
- [5] H. Muchtar Fauzi, H. Yuswadi, H. Karyadi, and S. B. Helpiastuti., "Traditional Market Revitalization: a Comparative Study of Market Development Policies in Situbondo and Banyuwangi Districts," *Int. J. Educ. Soc. Sci. Res.*, vol. 05, no. 01, pp. 382–395, 2022, doi: 10.37500/ijessr.2022.5131.
- [6] N. N. Ardiansyah and T. Mahendarto, "Revitalizing and Reimagining the Indonesian Traditional Market (Case Study : Salaman Traditional Market Indonesia)," *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 436, no. 1, 2020, doi: 10.1088/1755-1315/436/1/012010.
- [7] N. R. Kistanti and Karsinah, "The Existence of Traditional Markets After Revitalization in Semarang Municipality," *Effic. Indones. J. Dev. Econ.*, vol. 3, no. 3, pp. 972–982, 2020, [Online]. Available: <https://doi.org/10.15294/efficient.v3i3.43516>
- [8] A. Shody, V. T. Noerwasito, and P. Setijanti, "Evaluation of Revitalization Strategy: A Case Study of Barukoto Traditional Market in Bengkulu, Indonesia," *Int. J. Eng. Res. Adv. Technol.*, vol. 05, no. 02, pp. 20–37, 2019, doi: 10.31695/ijerat.2019.3378.

# Pengaruh Tanaman Kayu Apu Pada Parameter Kualitas Air Dalam Proses Pengolahan Air Sungai.

Ratna Septi Hendrasari<sup>1\*</sup>, Nabila Azhar Dwipurnama<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Teknologi Yogyakarta

**Abstrak.** Sungai merupakan salah satu sumber air yang memiliki berbagai fungsi. Sungai Manunggal merupakan salah satu Sungai yang terletak di Kota Yogyakarta. Peningkatan produktivitas masyarakat menyebabkan limbah cair yang dihasilkan meningkat. Pembuangan limbah cair domestik langsung ke sungai menyebabkan terjadinya pencemaran. Untuk mendukung fungsi sungai, maka dilakukan pengolahan air. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efisiensi setiap tahap pada proses pengolahan air dan mengetahui pengaruh tanaman kayu apu pada pengolahan air sungai. Pengolahan air sungai meliputi pengendapan, filtrasi, fitoremediasi dengan menggunakan tanaman kayu apu dan klorinasi. Pada setiap proses pengolahan air, dilakukan pengambilan sampel air. Sampel air diuji di BBTKPLP Yogyakarta. Parameter kualitas air yang diuji adalah pH, BOD, COD, Amonia, TSS dan Coliform. Hasil penelitian menunjukkan bahwa efisiensi terbesar pada proses pengendapan dan filtrasi terjadi pada penurunan kadar BOD yaitu sebesar 30,64 % dan 47,24 %. Sedangkan pada proses fitoremediasi dan Klorinasi efisiensi terbesar terjadi pada proses penurunan Total Coliform yaitu sebesar 97,81 % dan 100 %. Tanaman kayu apu pada proses fitoremediasi, mampu meningkatkan mutu kualitas air pada parameter pH, BOD, COD, Amonia dan Total Coliform dengan tingkat efisiensi mulai 4,05 % sampai dengan 97,81 %. Sedangkan pada parameter TSS, terjadi penurunan kualitas air dengan prosentase penurunan sebesar 525 %.

**Kata kunci:** *air Sungai; BOD; kayu apu;*

## 1. PENDAHULUAN

Salah satu sumber air yang sering digunakan oleh masyarakat adalah sungai. Sungai merupakan alur yang berada di permukaan bumi, yang mengalirkan air. Kualitas air sungai dipengaruhi oleh aktifitas manusia. Pemanfaatan sungai tanpa adanya pemeliharaan akan menyebabkan terjadinya penurunan kualitas air sungai. Hal ini dapat menimbulkan pencemaran sungai. Adanya pencemaran air sungai dapat menyebabkan timbulnya permasalahan bagi masyarakat.

Sungai Manunggal merupakan salah satu sungai yang berada di Daerah Istimewa Yogyakarta. Pemanfaatan Sungai Manunggal antara lain untuk pertanian dan perikanan. Sedangkan sebagian masyarakat yang tinggal di sekitar Sungai Manunggal, memanfaatkan sungai untuk membuang limbah rumah tangga. Hal ini dapat menyebabkan terjadinya pencemaran. Selain itu, air dari Sungai Manunggal dipakai sebagai suplesi bagi Embung Langensari. Masyarakat di sekitar embung tersebut sering melakukan aktifitas memancing. Pada beberapa titik di sekitar embung tersebut ditemukan ikan yang mati. Diduga ikan tidak tahan terhadap kualitas air sungai tersebut.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efisiensi setiap tahap pada proses pengolahan air sungai yang meliputi pengendapan, filtrasi, fitoremediasi dan klorinasi. Selain itu, untuk mengetahui pengaruh tanaman kayu apu dalam pengolahan air sungai untuk meningkatkan kualitas air. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi alternatif pengolahan air sungai sebelum air sungai tersebut dimanfaatkan oleh masyarakat.

\*Corresponding author: [ratnasepti.h@gmail.com](mailto:ratnasepti.h@gmail.com)

Pada proses pengolahan air dengan metode fitoremediasi menggunakan tanaman kayu apu, dipadukan dengan proses lain, antara lain pengendapan, filtrasi dan klorinasi. Hal ini diharapkan agar pengolahan air sungai menjadi lebih baik. Cakupan dalam penelitian ini meliputi pengujian kualitas air sungai dan pengujian air hasil dari pengolahan air pada beberapa step pengolahan air. Parameter kualitas air dalam penelitian ini meliputi pH, BOD, COD, TSS, Amonia, dan Total *Coliform*.

Tanaman kayu apu merupakan jenis gulma air yang sangat cepat tumbuh dan mudah untuk beradaptasi terhadap lingkungan baru. Tanaman pengganggu ini dapat dimanfaatkan untuk menyerap unsur-unsur toksis pada air limbah. Tumbuhan tersebut akan menyerap unsur-unsur hara yang larut dalam air melalui akar-akarnya (Dodit Ardiatma, Nur Ilman Ilyas, Nadya Ulfani Sara, 2023 : 121 – 133).

Kayu apu (*Pistia stratiotes L.*) merupakan salah satu tumbuhan fitoremediator yaitu memiliki kemampuan untuk mengolah limbah, baik itu berupa logam berat, zat organik maupun anorganik, mudah ditemukan, dan ekonomis. Sistem pengolahan air limbah dengan Sistem Lahan Basah Buatan (*Constructed Wetlands*) menjadi rekomendasi untuk pengolahan limbah yang ekologis karena karakteristik limbah domestik yang biodegradable (Rizki Amalia Priska Tampubolon, Laila Febrina, Ira Mulyawati, 2020 : 56 – 67).

Kayu apu (*PistiastratiotesL.*) sebagai tumbuhan air memiliki potensi dalam menurunkan kadar pencemar air limbah yang memiliki kadar organik tinggi. Kemampuan mencengkeram lumpur dengan berkas-berkas akarnya dapat dimanfaatkan sebagai pembersih air sungai yang sangat kotor. Tanaman kayu apu (*PistiastratiotesL.*) mempunyai keunggulan seperti daya berkecambah yang tinggi, pertumbuhan cepat, tingkat absorpsi atau penyerapan unsur hara dan air yang besar, mudah ditemukan, dan daya adaptasi yang tinggi terhadap iklim (Wiweka Arif Wirawan, Ruslan Wirosodarmo , Liliya Dewi Susanawati, 2014 : 63 – 70).

Persamaan (1) digunakan untuk menghitung debit pada proses filtrasi.

$$Q_{\text{Masuk, keluar}} = \frac{V}{t} \quad (1)$$

dengan:

Q : Debit (liter/detik)

V : Volume (liter)

t : Waktu (detik)

Persamaan (2) digunakan untuk menghitung efisiensi model pengolahan air pada setiap step pengolahan air yang pengendapan, filtrasi, fitoremediasi, dan klorinasi.

$$E = \frac{S_o - S_i}{S_o} \times 100\% \quad (2)$$

dengan:

E : Efisiensi (%)

S<sub>o</sub> : Konsentrasi Influen (mg/liter)

S<sub>i</sub> : Konsentrasi Effluen (mg/liter)

## 2. METODE

### Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Sungai Manunggal yang mengalir melewati Kecamatan Gondokusuman Kota Yogyakarta. Posisi pengambilan sampel air dilakukan di aliran sungai yang terletak di Jalan Argolubang dengan titik koordinat -7,790121 LS dan 110,380618 BT.

### Data Penelitian.

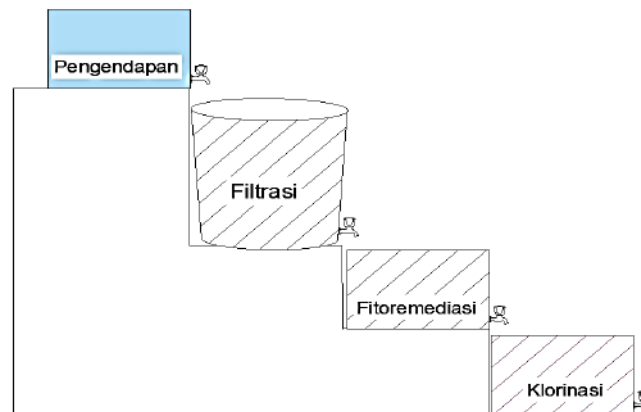
Data pada penelitian ini meliputi sampel air yang telah diambil dari aliran Sungai Manunggal. Pengambilan dilakukan sebanyak 1 (satu) kali dengan mengikuti panduan pengambilan sampel untuk pengujian kualitas air berdasarkan SNI 6989.59:2008. Pengambilan sampel air sungai ini dilakukan dengan metode sampel sesaat (*grab sample*). *Grab sample* adalah sampel yang diambil secara langsung dari badan air yang sedang dipantau, sampel ini hanya menggambarkan karakteristik air pada saat pengambilan sampel yaitu sampel yang diambil secara langsung dari badan air yang sedang diteliti (Effendi, 2003, dalam Charista Dewa,



Liliya Dewi Susanawati, Bambang Rahadi Widiatmono, 2015 : 35 – 43). Sampel air yang sudah diambil kemudian dibawa ke laboratorium pada saat itu juga atau maksimal 24 jam. Pada sampel air Sungai Manunggal kemudian dilakukan pengujian kualitas air di Balai Besar Teknik Kesehatan Lingkungan Dan Pengendalian Penyakit (BBTKPLP) Yogyakarta.

### Model Pengolahan Air

Dalam melakukan pengolahan air, maka dibuat suatu model fisik pengolahan air. Model pengolahan air yang digunakan meliputi pengendapan, filtrasi, fitoremediasi, dan klorinasi. Model pengolahan air sungai disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Model Pengolahan Air Sungai

### Proses pengolahan air meliputi:

#### 1. Pengendapan

Pengendapan berfungsi untuk menurunkan kadar suspended solid dan memperbaiki nilai pH pada air sungai. Air disimpan di ember kapasitas 16 liter, dengan durasi pengendapan minimal 24 jam. Pengendapan dilakukan selama 36 jam di bak yang terbuka. Pengendapan yang lebih lama dapat meningkatkan efisiensi proses pengolahan lanjutan yang mungkin diperlukan, seperti filtrasi.

#### 2. Filtrasi

Filtrasi adalah sistem pengolahan limbah dengan proses pemisahan zat padat dari fluida. Pada proses pengolahan limbah domestik, tujuan filtrasi adalah untuk menghilangkan partikel yang tersuspensi dan koloidal dengan cara menyaringnya dengan media filter (Akhmad Adi Sulianto, Evi Kurniati, Alivia Ayu Hapsari, 2019 : 31 – 39). Media yang ideal untuk filter medium adalah media yang memiliki surface area yang luas per volume bak, harganya murah, tahan lama, dan tidak mudah mengalami penyumbatan (Anis Artiyani, Nano Heri Firmansyah, 2016 : 8 – 15). Susunan media filter dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Susunan Media Filter

Debit aliran air yang masuk ke dalam bak filtrasi adalah 0,017 liter/detik. Sedangkan debit air yang keluar melalui bak filtrasi tersebut adalah 0,013 liter/detik. Waktu yang dibutuhkan oleh air saat mulai masuk sampai

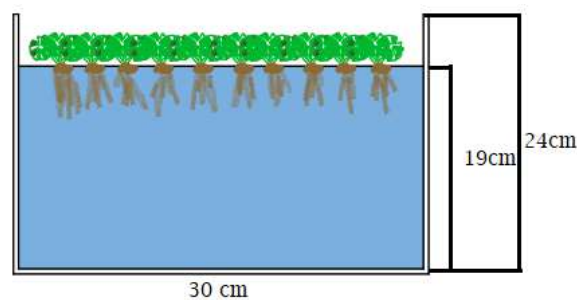
dengan keluar dari filter adalah  $\pm 30$  menit.

### 1) *Fitoremediasi*

Teknik fitoremediasi didefinisikan sebagai teknologi pembersihan, penghilangan atau pengurangan zat pencemar dalam tanah maupun air dengan mediator tumbuhan berfotosintesis (Lailan Ni'mah, Muhammad Adzhari Anshari, Hari Apriyan Saputra, 2019 : 55 – 61)

Fitoremediasi disebut sebagai bioremediasi yang memanfaatkan tanaman untuk remediasi air limbah dan memanfaatkan tanaman untuk menyerap zat kontaminan atau polutan pada air sehingga kadarnya berkurang. Adapun langkah pengujiannya yaitu:

- a) Membersihkan akar tanaman dari lumpur atau kotoran lainnya.
- b) Menyiapkan air yang telah melewati proses filtrasi sebanyak  $\pm 8$  liter.
- c) Aklimatisasi tanaman kayu apu dengan air yang sudah melewati proses filtrasi, kemudian tempatkan di ruang terbuka dengan sinar matahari yang cukup dan ditinjau selama 7 hari pada pagi hari.



Gambar 3. Bak Fitoremediasi

Proses fitoremediasi dilakukan selama  $\pm 7$  hari atau hingga tanaman mengalami kematian. Selama proses fitoremediasi, perlu dilakukan pemantauan terus-menerus terhadap pertumbuhan tanaman dan penurunan konsentrasi pencemar dalam air. Sebelum proses fitoremediasi tanaman harus dibersihkan terlebih dahulu dari kotoran yang menempel pada akar dan daun, agar dapat memudahkan tanaman dalam melakukan penyerapan dan penyesuaian reaksi terhadap lingkungan baru. Tanaman kayu apu yang digunakan untuk proses ini yaitu sebanyak 10 tanaman yang memiliki panjang akar 15 – 25 cm dengan jumlah daun 7 - 10 helai. Kemudian ditempatkan di ruang terbuka yang mendapat sinar matahari, dan diamati perubahannya setiap hari. Proses fitoremediasi terjadi ketika akar tanaman menyerap pencemar dari air melalui mekanisme seperti absorpsi, adsorpsi, dan bioakumulasi. Senyawa pencemar yang diserap oleh tanaman dapat diakumulasi dalam jaringan tanaman seperti daun, batang, atau akar

### 2) *Klorinasi*

Klorinasi merupakan proses mendisinfeksi air yang terkontaminasi dengan tujuan untuk membunuh bakteri, dan mikroba tertentu. Air yang telah melalui proses fitoremediasi kemudian ditambahkan tablet klorin. Untuk proses klorinasi yang efektif, harus menggunakan dosis klorin  $\geq 0.5$  mg/L dengan dosis optimal 6 mg/L dengan waktu kontak minimal 30 menit dan tingkat pH  $< 8.0$  (Muhammad Busyairi, Yodi Prapeta Dewi, Devita Irianti Widodo, 2016 : 156 - 162). Pada penelitian ini digunakan dosis klorin 6 mg/L dan didiamkan 45 menit.

## Analisa Data

Analisa laboratorium yang dilakukan di BBTCLP Yogyakarta meliputi:

#### 1. *Derajat Keasaman (Ph)*

Penentuan nilai derajat keasaman (pH) pada air menggunakan alat pH meter berdasarkan SNI 06-6989.11:2004 adalah melakukan kalibrasi pH meter dengan larutan penyangga sesuai intruksi kerja alat setiap kali akan melakukan pengukuran.

#### 2. *Biochemical Oxygen Demand (BOD)*

Penentuan nilai BOD berdasarkan SNI 6989.72:2009 dimana pengukuran dilakukan dengan menggunakan DO meter, yakni dengan membandingkan kadar oksigen sebelum dan setelah masa inkubasi.

3. *Chemical Oxygen Demand (COD)*  
Penentuan nilai COD dalam air berdasarkan SNI 6989.2:2009 dilakukan dengan metode reflus tertutup pada suhu 150°C selama 120 menit. Pada perairan nilai COD jika tidak tercemar biasanya kurang dari 20 mg/l, sedangkan pada perairan yang tercemar dapat lebih dari 20 mg/l.
4. *Total Suspended Solid (TSS)*  
Penentuan nilai TSS berdasarkan SNI 06-6989.3:2004 yang dilakukan secara gravimetri dalam menentukan padatan yang tersuspensi pada suatu air. Nilai yang menunjukkan TSS adalah nilai dari padatan yang tertahan oleh saringan dengan ukuran partikel maksimal 2µm (mikrometer).
5. *Amonia*  
Penentuan nilai ammonia dalam air dilakukan berdasarkan SNI 06-6989.30:2005. Ammonia merupakan gas yang tidak berwarna dengan titik didih -330°C, bau tajam yang dikeluarkan ammonia memiliki resiko besar jika terhirup oleh manusia yang dapat mengakibatkan iritasi mata, kulit dan juga saluran pernapasan.
6. *Total Coliform*  
*Coliform* dapat menyebabkan infeksi pada saluran pencernaan seperti mual, muntah, diare. Zat etionim yang dihasilkan oleh bakteri coliform juga dapat menyebabkan kanker. Sesuai dengan standar baku mutu air limbah domestic yang diatur dalam Permen LHK No.68 Tahun 2016 untuk kadar total *coliform* adalah 3000/100ml air.

### 3. HASIL

Sampel yang telah diambil dari Sungai Manunggal kemudian dibawa ke BBTkPLP Yogyakarta untuk dilakukan pengujian parameter kualitas air. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui nilai dari parameter kualitas air. Parameter kualitas air yang diuji meliputi pH, BOD, COD, Amonia, Total Coliform dan TSS. Pada setiap tahap pengolahan air yang meliputi pengendapan, filtrasi, fitoremediasi dan klorinasi, juga diambil sampelnya untuk kemudian dilakukan pengujian parameter kualitas air. Hal ini dilakukan untuk mengetahui efektifitas setiap tahap pada proses pengolahan air. Hasil pengukuran parameter kualitas air yang dilakukan oleh BBTkPLP Yogyakarta ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengujian Parameter Kualitas Air

Kondisi Sampel	Konsentrasi Parameter Kualitas Air					
	pH	BOD	COD	Amonia	TSS	Total Coliform
		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	MPN/100 mL
Sebelum dilakukan pengolahan air	7,7	23,5	72,5	2,873	6	940000
Setelah dilakukan pengolahan air						
a. Pengendapan	7,2	16,3	49,8	2	6	4600000
b. Filtrasi	7,4	8,6	45,6	1,1104	4	4300000
c. Fitoremediasi	7,1	7,7	38,3	0,299	25	94000
d. Klorinasi	7,1	3	10,2	0,013	2	1,8

#### Parameter Kualitas Air

Dari Tabel 1, dapat dijelaskan bahwa:

##### 1) pH

Pada proses filtrasi terjadi peningkatan kadar pH dikarenakan pada proses filtrasi terdapat bahan karbon aktif dan zeolite. Karbon aktif merupakan material penyerap yang efektif dan pengikat ion-ion logam dalam larutan. Selain karbon aktif, zeolite yang digunakan pada proses filtrasi ini juga berpengaruh terhadap kenaikan pH, karena zeolite membantu dalam penyeimbangan ion dalam air. Ion H<sup>+</sup> yang diserap oleh karbon aktif dan zeolite menyebabkan terjadinya kenaikan pH pada proses filtrasi tersebut walaupun tidak signifikan (Dan Mugisidi, Oktarina Heriyani, , 2016 : 171 - 175). Kemudian kadar pH mengalami penurunan dari yang sebelumnya 7,4 turun menjadi 7,1 yang berarti

mendekati nilai pH netral yaitu 7. Penurunan ini terjadi setelah proses fitoremediasi menggunakan tanaman kayu apu yang dilakukan selama 7 hari. Penurunan tersebut disebabkan karena unsur-unsur senyawa organik yang berada di air diserap oleh akar tanaman. CO<sub>2</sub> di air akan diserap oleh tanaman pada saat tanaman melakukan fotosintesis. Semakin banyak CO<sub>2</sub> membuat tanaman melepaskan ion H<sup>+</sup>. Hal ini akan menyebabkan terjadinya penurunan pH.

## 2) BOD

Pada proses pengendapan, kadar BOD menurun menjadi 16,3 mg/L. Hal ini dikarenakan proses pengendapan mengunangi senyawa organik. Dengan berkurangnya senyawa organik terlarut dalam air akan menyebabkan berkurangnya oksigen terlarut yang dibutuhkan untuk mengoksidasi senyawa organik tersebut, sehingga nilai BOD akan menurun.

Pada proses filtrasi kadar BOD mengalami penurunan yang cukup signifikan yaitu menjadi 8,6 mg/L. Hal ini menunjukkan bahwa proses filtrasi cukup efektif untuk mengurangi kadar BOD pada air. Penurunan kadar BOD terjadi karena pada proses filtrasi ini menggunakan media karbon aktif (arang), zeolite dan pasir, dimana media ini berfungsi untuk mengoptimalkan aktivitas dari mikroorganisme dalam mendegradasi bahan-bahan organik (Dyah Sulistyanti, Antoniker, Nasrokhah, 2018 : 147 - 156). Penurunan kadar BOD juga dipengaruhi oleh ketebalan media filter, karena waktu kontak sangat penting dalam efektivitas alat. Waktu kontak lebih lama memungkinkan zat-zat organik dan padatan terlarut akan teradsorpsi dengan baik karena aliran air menjadi lambat.

Kemudian pada proses fitoremediasi kadar BOD mengalami penurunan menjadi 7,7 mg/L. Penurunan kadar BOD pada pengujian ini terjadi karena proses fitoremediasi pada tanaman kayu apu yang dimulai pada proses dimana tumbuhan menarik zat kontaminan dari media yang berakumulasi di sekitar akar kemudian zat-zat kontaminan tersebut menempel pada akar tetapi tidak terserap kedalam batang tumbuhan, selanjutnya zat kontaminan yang mempunyai rantai molekul yang kompleks diurai menjadi bahan yang tidak berbahaya menjadi susunan molekul yang lebih sederhana yang dapat berguna bagi tumbuhan itu sendiri, proses terakhir yaitu proses menarik zat kontaminan yang tidak berbahaya yang selanjutnya diuapkan melalui udara.

Proses klorinasi dapat membunuh atau menghilangkan senyawa organik dalam air. Hal ini dapat menyebabkan penurunan kadar BOD menjadi 3 mg/L.

## 3) COD

Pada proses pengendapan kadar COD mengalami penurunan menjadi 49,8 mg/L. Hal ini disebabkan terjadi pengikatan dan pelapukan bakteri atau zat-zat pada air sehingga menjadi berbentuk gumpalan besar yang kemudian mengendap didasar ember.

Pada proses filtrasi kadar COD juga mengalami penurunan menjadi 45,6 mg/L karena pada proses ini menggunakan arang, zeolite, pasir dan kerikil yang berperan memisahkan atau menghilangkan air dari polutan mikro seperti zat organik. Penurunan kadar COD setelah melalui proses filtrasi disebabkan oleh sifat adsorpsi yang dimiliki oleh media filter yang digunakan seperti arang dan zeolite, penurunan kadar COD ini disebabkan oleh optimalnya arang aktif sebagai adsorben, senyawa organik pada air akan teradsorpsi pada pori-pori adsorben, sehingga banyaknya oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat-zat organik menjadi lebih sedikit dan kadar COD menjadi menurun.

Pada proses fitoremediasi, kadar COD juga mengalami penurunan. Hal ini dipengaruhi oleh proses adsorpsi tanaman kayu apu karena pada proses ini tanaman mengalami fotosintesis dan menghasilkan oksigen yang kemudian dilepas ke dalam air sehingga dapat mengoksidasi senyawa organik. Selain itu proses penyerapan yang dilakukan oleh akar tanaman kayu apu dapat mengurangi kandungan senyawa organik atau zat kontaminan pada air. Kadar COD pada proses fitoremediasi mengalami penurunan dari 45,6 mg/L menjadi 38,3 mg/L.

Pada proses klorinasi, kadar COD mengalami penurunan yang sangat signifikan. Klorinasi dapat bekerja dengan efektif dalam membunuh atau menghilangkan senyawa organik dalam air, dan oksigen yang dibutuhkan dalam mengoksidasi senyawa organik sedikit, sehingga kadar COD pada proses klorinasi mengalami penurunan menjadi 10,2 mg/L.

## 4) Amonia

Penurunan kadar Amonia pada proses pengendapan menjadi 2 mg/L, dikarenakan terjadinya pengikatan dan pelapukan bakteri mikrobra hingga berbentuk gumpalan besar di dasar ember.

Kemudian setelah melewati proses filtrasi kadar amonia menurun menjadi 1,1104 mg/L. Hal ini disebabkan oleh karbon aktif yang digunakan pada media filter yaitu arang. Amonia merupakan senyawa yang berbentuk gas dan memiliki bau tajam, Penggunaan karbon aktif seperti arang mampu menyerap bau yang dihasilkan amonia sehingga kadar amonia menjadi menurun.

Pada proses fitoremediasi menggunakan tanaman kayu apu, kadar ammonia mengalami penurunan yang cukup besar yaitu menjadi 0,299 mg/L. Hal tersebut disebabkan oleh kemampuan akar kayu apu dalam menyerap senyawa polutan dalam air. Penurunan kadar amonia juga berkaitan dengan pH air, semakin rendah kadar amonia akan diikuti oleh penurunan pH air. Hal tersebut disebabkan oleh nilai kebasaaan yang dimiliki oleh amonia.

Setelah dilakukan proses klorinasi kadar amonia mengalami penurunan yaitu 0,013 mg/L. Hal ini disebabkan oleh penambahan larutan klorin yang mampu mengurangi bau dengan mengoksidasi senyawa organik sehingga dapat menurunkan atau menghilangkan kadar amonia.

#### 5) TSS

Setelah air melewati proses filtrasi kadar TSS mengalami penurunan menjadi 4 mg/L. Hal ini dikarenakan media filter seperti pasir, kerikil dan kain kasa yang mampu menyaring kotoran atau partikel-partikel kecil dalam air. Selain itu penggunaan zeolite juga berperan dalam penjernihan air sehingga kadar TSS air berkurang. Kemudian penggunaan pasir dan kerikil bersifat sebagai filter, sehingga air yang keluar lebih jernih. Filtrasi dapat mengubah warna air yang keruh menjadi lebih bening dan dapat menghilangkan bau yang tidak sedap pada air yang keruh (Intan dan Sunita, 2013 dalam Dyah Sulistyanti, Antoniker, Nasrokhah, 2018 : 147 - 156). Penurunan kadar TSS juga dipengaruhi oleh ketebalan media filter, karena waktu kontak sangat penting dalam efektivitas alat. Waktu kontak lebih lama memungkinkan zat-zat organik dan padatan terlarut akan teradsorpsi dengan baik karena aliran air menjadi lambat.

Kadar TSS mengalami peningkatan yang cukup besar setelah melewati proses fitoremediasi. Kadar TSS meningkat menjadi 25 mg/L. Hal ini disebabkan oleh pembusukan beberapa tanaman dan akar tanaman yang mati dan mengendap di dasar ember, hingga akhirnya tercampur dengan air dan membuat air menjadi keruh. Kemudian setelah dilakukan klorinasi kadar TSS mengalami penurunan menjadi 2 mg/L. Penurunan kadar TSS ini dikarenakan penggunaan tablet klorin yang juga berfungsi untuk menjernihkan air.

#### 6) Total Coliform

Pada proses pengendapan kadar Total Coliform menjadi meningkat hingga  $46 \times 10^5$  MPN/100ml. Hal ini disebabkan karena pada proses ini terjadi pengikatan dan pelapukan bakteri mikrobra hingga berbentuk gumpalan besar berwarna hitam di dasar ember. Penurunan dimulai setelah air melewati proses filtrasi. Hal ini disebabkan karena pada proses filtrasi terjadi pemisahan zat-zat organik, serta mereduksi bakteri, menghilangkan warna, rasa, bau besi, dan mangan, sehingga kadar Total Coliform menurun menjadi  $43 \times 10^3$  MPN/100ml.

Pada proses fitoremediasi kadar Total Coliform mengalami penurunan yang sangat besar yaitu  $94 \times 10^3$  MPN/100ml. Penurunan Total Coliform tersebut disebabkan banyaknya tanaman kayu apu yang mati sehingga menyebabkan mikroorganisme menjadi aktif untuk mendegradasi senyawa organik, karena selain mendegradasi senyawa organik dari tanaman, mikroorganisme akan mendegradasi senyawa organik dari kotoran manusia dan hewan sehingga bakteri coliform dalam air akan menurun.

Penambahan larutan klorin pada proses klorinasi terbukti mampu menurunkan kadar Total Coliform dalam air. Hal ini dikarenakan fungsi utama dari klorinasi adalah menghambat pertumbuhan serta memusnahkan bakteri dan berbagai jenis mikroba. Penambahan larutan Klorin ini akan membentuk senyawa klorin yang dapat membunuh bakteri, virus, dan kuman lainnya.

### Efisiensi Pengolahan Air

Efisiensi setiap tahap pengolahan air dihitung dengan menggunakan persamaan 2. Hasil perhitungan efisiensi setiap tahap pengolahan air ditampilkan pada Tabel 2.



Tabel 2. Efisiensi Setiap Tahap Pengolahan Air.

Proses	Efisiensi Setiap Tahap Pengolahan Air (%)					
	pH	BOD	COD	Amonia	TSS	Total Coliform
a. Pengendapan	6,49	30,64	31,31	30,39	0,00	-389,36
b. Filtrasi	-2,78	47,24	8,43	44,48	33,33	6,52
c. Fitoremediasi	4,05	10,47	16,01	73,07	-525,00	97,81
d. Klorinasi	0,00	61,04	73,37	95,65	92,00	100,00

Dari hasil perhitungan efisiensi setiap tahap pengolahan air dapat dijelaskan bahwa efisiensi terbesar pada proses pengendapan terjadi pada proses penurunan kadar BOD yaitu sebesar 30,64 %. Pada proses filtrasi, efisiensi terbesar yaitu pada penurunan kadar BOD yaitu sebesar 47,24 %. Pada proses fitoremediasi efisiensi terbesar terjadi pada proses penurunan Total Coliform yaitu sebesar 97,81 %. Sedangkan pada proses klorinasi, efisiensi terbesar terjadi pada proses penurunan Total Coliform yaitu sebesar 100 %.

Untuk proses fitoremediasi dengan menggunakan tanaman kayu apu, mampu meningkatkan mutu dari kualitas air pada parameter pH, BOD, COD, Amonia dan Total Coliform. Pada parameter TSS, terjadi penurunan kualitas air. Hal ini disebabkan oleh pembusukan yang terjadi pada tanaman kayu apu. Selain itu, adanya akar tanaman yang mati. Hasil pembusukan serta akar tanaman yang mati menyebabkan air menjadi keruh.

Efisiensi proses fitoremediasi pada penelitian ini mengalami perbedaan dengan penelitian sebelumnya. Hal ini disebabkan oleh proses fitoremediasi yang diterapkan. Hasil penelitian Dodit Ardiatma, dkk (2023) menunjukkan bahwa efektifitas penurunan parameter BOD mencapai 90,2 % sedangkan pada penelitian ini sebesar 10,47 %.

#### 4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa: Efisiensi terbesar pada proses pengendapan terjadi pada proses penurunan kadar BOD yaitu sebesar 30,64 %. Pada proses filtrasi, efisiensi terbesar yaitu pada penurunan kadar BOD yaitu sebesar 47,24 %. Pada proses fitoremediasi efisiensi terbesar terjadi pada proses penurunan Total Coliform yaitu sebesar 97,81 %. Sedangkan pada proses klorinasi, efisiensi terbesar terjadi pada proses penurunan Total Coliform yaitu sebesar 100 %. Pengaruh tanaman kayu apu dalam proses fitoremediasi pada proses pengolahan air yaitu mampu meningkatkan mutu kualitas air pada parameter pH, BOD, COD, Amonia dan Total Coliform dengan tingkat efisiensi mulai 4,05 % sampai dengan 97,81 %. Sedangkan pada parameter TSS, terjadi penurunan kualitas air dengan prosentase penurunan sebesar 525 %.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. Ardiatma, N. I. Ilyas, N.U. Sara, Jurnal Sains dan Teknologi Lingkungan, 15, 2, 121-133 (2023).
- [2] R. A. Priska Tampubolon, L. Febrina, I. Mulyawati, Jurnal SEOI, 2, 1, 56 -67(2020).
- [3] W. A. Wirawan, R. Wirosedarmo, L. D. Susanawati, Jurnal Sumber Daya Alam dan Lingkungan, 1,2, 63-70(2014)
- [4] C. Dewa, L. D. Susanawati, B. R. Widiatmono, Jurnal Sumber Daya Alam dan Lingkungan, 2, 1, 35-43(2015).
- [5] A. A. Sulianto, E. Kurniati, A. A. Hapsari, Jurnal Sumber Daya Alam dan Lingkungan, 6, 3, 31-39(2019).
- [6] A. Artiyani, N. H. Firmansyah, Industri Inovatif, 6, 1, 8-15(2016).
- [7] L. Ni'mah, M. A. Anshari, H. A. Saputra, Jurnal Konversi, 8, 1, 55-61(2019).
- [8] M. Busyairi, Y. P. Dewi, D. I. Widodo, Jurnal Manusia dan Lingkungan, 23, 2, 156-162(2016).
- [9] D. Mungisidi, O. Heriyani, Pemanfaatan Teknologi Untuk Indonesia Berkemajuan, Seminar Nasional TEKNOKA, Jakarta, Indonesia, 2016, 1, 171-175(2016).
- [10] D. Sulistyanti, Antoniker, Nasrokhah, EduChemia (Jurnal Kimia dan Pendidikan), 3, 2, 147-156(2018).