

# Penerapan Inovasi Mandiri Energi Pada Bangunan Kantor Sewa di Jakarta Pusat

Muhamad Ichsan Kurniawan<sup>1\*</sup> dan M. Andri Febru<sup>2</sup>

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

<sup>2</sup>Dosen Program Studi Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila, Jakarta

**Abstrak.** Indonesia menyumbang lebih dari 35% dari total permintaan energi di kawasan Asia Tenggara, dan sekitar 40% dari konsumsi energi global. Jakarta, sebagai pusat bisnis Indonesia, terus berkembang dengan proyeksi luas lantai bangunan mencapai 268 km<sup>2</sup> pada tahun 2050, yang berpotensi menimbulkan tantangan energi yang signifikan. Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi penerapan inovasi mandiri energi pada bangunan kantor sewa di Jakarta Pusat melalui konsep *Nearly-Zero Energy Building* (nZEB) untuk mengimbangi kebutuhan energi yang meningkat. Metode penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif dengan menganalisis studi preseden pada gedung Bloomberg's New European Headquarters di London dan mengadaptasi elemen tersebut untuk diterapkan pada bangunan kantor sewa di Jakarta Pusat. Hasil penelitian menunjukkan terdapat elemen-elemen yang mendukung inovasi mandiri energi dengan konsep nZEB, pada gedung Bloomberg's Headquarters seperti desain fasad yang responsif terhadap cahaya dan suhu sebagai kontrol pencahayaan alami dan sirkulasi gedung melalui sistem *smart airflow*, penghematan air hingga 25 juta liter setiap tahunnya menggunakan sistem *rainwater harvesting*, serta *Combined Heat and Power* (CHP) yang berhasil mengurangi emisi CO<sup>2</sup> sebanyak 500-750 ton per tahun. Semua elemen tersebut dapat diadaptasi untuk memenuhi kebutuhan bangunan perkantoran di Jakarta Pusat yang berorientasi pada efisiensi energi.

**Kata kunci**—energi; inovasi; nZEB; jakarta pusat; kantor sewa

## 1. PENDAHULUAN

Lebih dari 35% dari total permintaan energi di negara-negara Asia Tenggara berasal dari Indonesia [1]. Hal ini menunjukkan besarnya peran Indonesia dalam konsumsi energi di kawasan, sehingga upaya pengurangan emisi menjadi semakin penting. Salah satu faktor pendukung yang memiliki peran signifikan dalam konsumsi energi adalah sektor bangunan seperti industri dan konstruksi, yang menyumbang sekitar 40% dari total konsumsi energi global [2][3].

Jakarta sebagai ibu kota negara Indonesia yang juga merupakan pusat bisnis dan komersial di Indonesia, saat ini tengah mengalami pembangunan besar-besaran dengan total luas lantai bangunan yang diproyeksikan mencapai 268 km<sup>2</sup> pada tahun 2050, dengan peningkatan tahunan sekitar 1% hingga 2%[4]. Perkembangan pesat Jakarta sebagai pusat bisnis dan komersial mencerminkan kemajuan ekonomi sekaligus memperkuat peran vitalnya dalam perekonomian nasional, dengan menarik investasi besar, khususnya di sektor bisnis dan komersial.[5]. Hal ini memperkuat posisi Jakarta sebagai pusat ekonomi strategis, sehingga permintaan akan ruang bisnis termasuk kantor sewa terus meningkat seiring dengan bertambahnya perusahaan yang beroperasi di Jakarta, khususnya Jakarta Pusat yang merupakan pusat kota Jakarta serta wilayah metropolitan Jabodetabek [6][7][8].

Mengetahui meningkatnya permintaan akan bangunan termasuk ruang bisnis seperti kantor sewa, potensi masalah konsumsi energi perlu diantisipasi. Sebagai langkah nyata, Indonesia berkomitmen untuk mencapai *Net-Zero Emission* (NZE), yaitu keadaan dimana emisi gas rumah kaca diseimbangkan dengan jumlah yang dihilangkan atau dihapus, dengan tujuan mencapai ekonomi yang terdekarbonisasi, paling lambat pada tahun 2060 [9]. Selain itu, Pemerintah Indonesia juga telah menetapkan komitmen untuk memperkuat target pengurangan emisi gas rumah kaca (GRK) sebesar 31,89% dari skenario *Business as Usual* (BaU), yang setara dengan 915 juta ton CO<sub>2</sub>e, atau mencapai 43,2% dengan dukungan internasional pada tahun 2030[10].

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

Komitmen ini tercantum dalam dokumen *Nationally Determined Contribution* (NDC) yang disampaikan pada COP21 dan diperbarui melalui *Enhanced NDC* [9][11]. Dalam *Enhanced NDC* untuk 2030, diharapkan sektor energi dapat mengurangi emisi hingga 358 juta ton CO<sub>2</sub>e[9]. Jakarta sendiri, sebagai ibu kota sekaligus kawasan aglomerasi perkotaan terbesar kedua di dunia [12][6], menargetkan pengurangan 30% emisi bangunan pada tahun 2030 sebagai bagian dari upaya efisiensi energi.

Untuk mencapai semua target tersebut, diperlukan pendekatan inovatif dalam penggunaan energi secara efisien, salah satunya melalui penerapan prinsip bangunan hemat energi melalui gedung bangunan hijau yang menerapkan inovasi mandiri energi [13][14][15]. Pendekatan ini merupakan salah satu komponen utama dalam strategi efisiensi energi sekaligus upaya untuk mencapai target penurunan emisi pada sektor energi, khususnya di subsektor bangunan[15]. Mandiri energi disini diartikan sebagai pendekatan berbasis *Nearly-Zero Energy Building* (nZEB)[16][17], yang memungkinkan bangunan memiliki efisiensi energi yang sangat tinggi, di mana kebutuhan energinya mendekati nol atau sangat rendah, dan pasokan energinya sebagian besar berasal dari sumber energi terbarukan yang berada di lokasi atau dekat dengan lokasi bangunan tersebut [18]. Inovasi mandiri energi dalam bangunan kantor bertujuan untuk mengurangi ketergantungan terhadap sumber energi eksternal melalui pemanfaatan teknologi terbarukan. Salah satu bangunan yang telah sukses dalam menerapkan pendekatan mandiri energi berbasis gedung bangunan hijau dengan konsep nZEB adalah Bloomberg's New European Headquarters di London [19][20][21]. Bangunan tersebut telah berhasil menunjukkan bagaimana konsep mandiri energi dapat mengurangi kebutuhan energi dan emisi dengan hasil yang signifikan pada efisiensi energi dan keberlanjutan lingkungan.

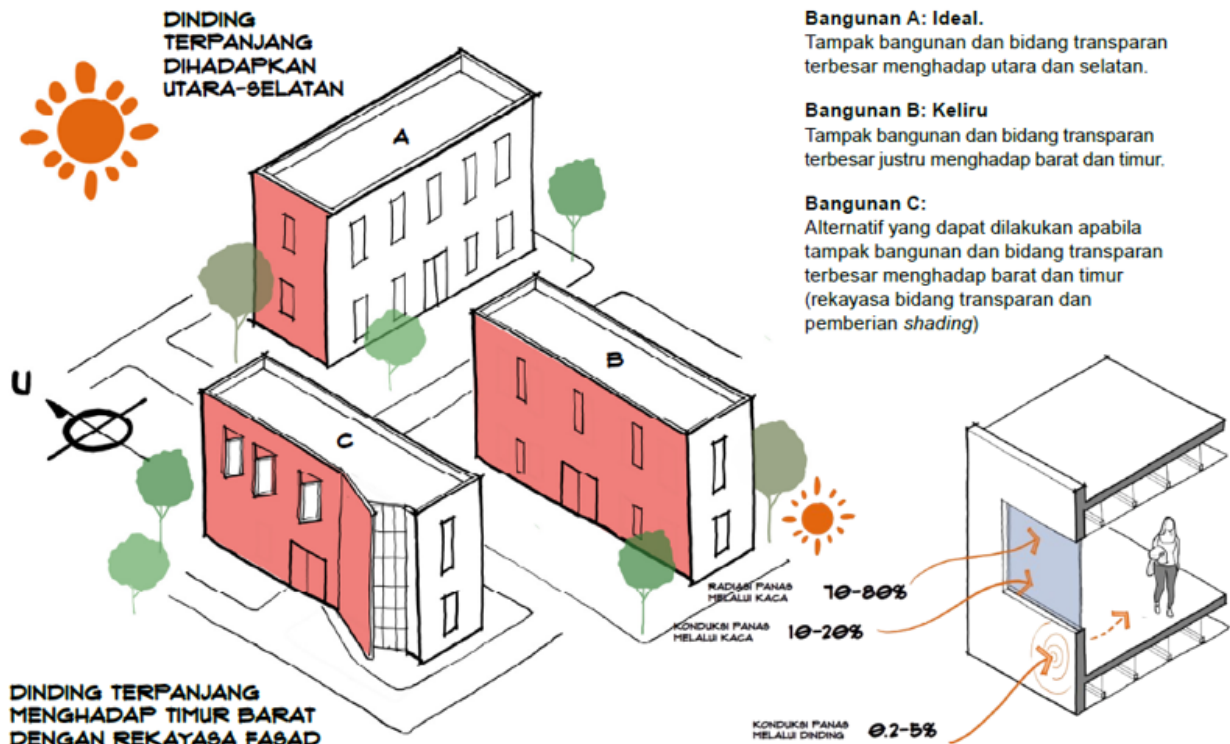
Penerapan bangunan hijau yang mengusung mandiri energi dengan konsep nZEB pada gedung Bloomberg's New European Headquarters di London dapat dijadikan acuan dalam merancang kantor sewa di Jakarta Pusat yang ingin menekankan pada inovasi mandiri energi, khususnya konsep nZEB. Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi elemen-elemen inovasi mandiri energi dari gedung tersebut yang nantinya disesuaikan untuk bisa diadaptasi pada gedung kantor sewa di Jakarta Pusat. Hasil studi ini diharapkan memberikan rekomendasi bagi pemangku kepentingan dan pengembang untuk menerapkan inovasi mandiri energi dengan konsep nZEB di kawasan perkotaan.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

Meningkatnya permintaan akan bangunan komersial seperti kantor sewa menjadikan penerapan prinsip bangunan hijau dan inovasi mandiri energi semakin penting untuk mendukung efisiensi energi dan pengurangan emisi [22]. Konsep nZEB menawarkan pendekatan yang memungkinkan bangunan memiliki efisiensi energi tinggi dengan memanfaatkan sumber energi terbarukan secara optimal. Berikut adalah uraian beberapa parameter dan kriteria yang dapat diterapkan untuk pembangunan kantor sewa di Jakarta yang ingin mengusung bangunan hijau dengan inovasi mandiri energi berkonsep nZEB.

### a. Kriteria Orientasi Bangunan Gedung

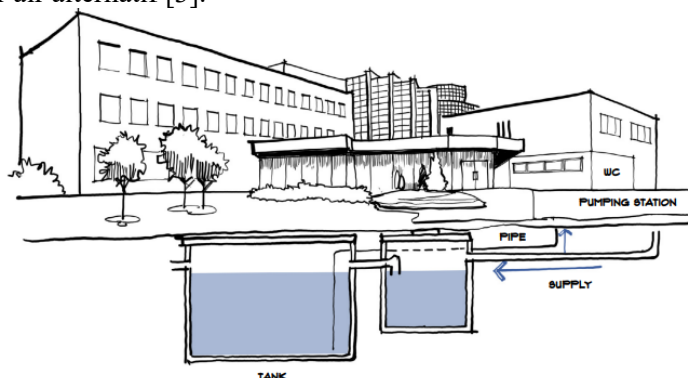
Penentuan orientasi bangunan dirancang untuk mengoptimalkan masuknya cahaya alami sekaligus mengurangi paparan radiasi matahari dengan mempertimbangkan jalur pergerakan matahari. Hal ini bisa dilakukan dengan menyesuaikan arah dinding terpanjang ke utara-selatan untuk memaksimalkan pencahayaan alami dan meminimalkan radiasi matahari [3]. Radiasi matahari yang tertinggi berada pada arah barat dan timur. Sebab itu, bukaan dan bidang transparan perlu diutamakan pada bangunan yang menghadap utara dan selatan, dan diminimalkan pada arah barat dan timur.



Gambar 1 Ilustrasi arah orientasi bangunan yang ideal terhadap arah sinar matahari sumber: [3]

### b. Kriteria Pengolahan Air Limpasan Dalam Tapak

*Zero Runoff* merujuk pada upaya untuk mengoptimalkan penyerapan atau pengelolaan air hujan di dalam area tapak bangunan, dengan tujuan mengurangi volume air limpasan yang masuk ke sistem drainase kota. Salah satu cara untuk memastikan limpasan air khususnya air hujan agar dapat diserap atau diolah di dalam tapak adalah dengan menerapkan sistem pengolahan air hujan/*rainwater harvesting*, yaitu dengan menggunakan tangki penampungan air hujan, yang kemudian air hujan yang tertampung dapat diolah dan digunakan sebagai sumber air alternatif [3].



Gambar 2 Ilustrasi sistem pengolahan air hujan/*rainwater harvesting* sumber: [3]

### c. Kriteria Perancangan Ruang Terbuka Hijau Privat

Ruang Terbuka Hijau (RTH) berperan dalam menurunkan suhu di area tapak bangunan (iklim mikro). RTH privat juga dapat berfungsi sebagai ruang peralihan antara area publik dan bangunan [3]. Kehadiran RTH di dalam tapak tidak hanya menciptakan lingkungan yang lebih sejuk, tetapi juga mendukung peningkatan biodiversitas. Salah satu syarat yang biasa digunakan untuk RTH adalah menyediakan minimal 20% dari luas tapak sebagai area hijau [23].

#### d. Kriteria Pengendalian CO<sub>2</sub> dan CO

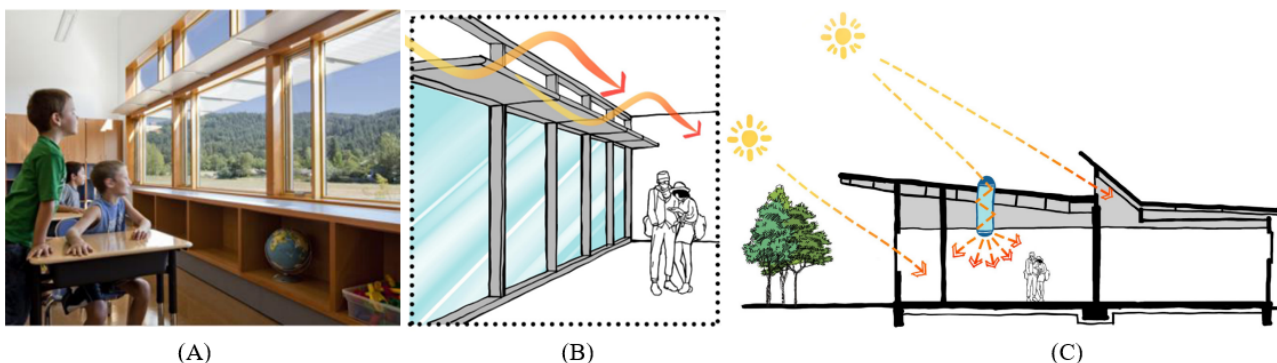
Untuk mengontrol kadar CO<sub>2</sub> dan CO yang baik pada suatu ruang, perlu diperhatikan untuk merancang sistem ventilasi sesuai SNI 03-6572-2001 dan SNI 6390-2020 (atau edisi terbaru) untuk memastikan kebutuhan udara segar terpenuhi serta mencegah keracunan gas. Penempatan alat pantau kualitas udara dan sensor CO<sub>2</sub>, terutama di ruang padat seperti kelas atau ruang pertemuan, juga direkomendasikan untuk memonitor kualitas udara secara efektif [3]. Salah satu contoh alat yang biasa digunakan untuk memantau kualitas udara adalah *Low-Cost Sensors (LCS)*: yang mampu memantau berbagai polutan, termasuk PM<sub>2.5</sub>, CO<sub>2</sub>, CO, O<sub>3</sub> (ozon), dan NO<sub>2</sub> (nitrogen dioksida). Sensor ini menggunakan teknologi seperti sel elektrokimia dan inframerah *non-dispersif* (NDIR) [24].

#### e. Kriteria Sistem Ventilasi

Memastikan setiap ruangan di dalam bangunan dilengkapi dengan ventilasi alami maupun mekanis untuk menjaga kenyamanan termal bagi pengguna di dalamnya. Penilaian kriteria ini mencakup kelengkapan ventilasi pada ruangan-ruangan pasif, seperti lobi, lift, dan toilet, sehingga meskipun tidak menggunakan sistem pengondisian penuh, ruangan tetap memenuhi standar kenyamanan termal [3].

#### f. Kriteria Sistem Pencahayaan

Sistem pencahayaan bangunan, baik alami maupun buatan, harus dirancang secara optimal untuk mendukung kenyamanan, produktivitas, dan efisiensi energi. Pencahayaan buatan mengacu pada SNI 6197:2020, melibatkan desain sesuai standar, pemasangan saklar untuk ruangan kecil, dan penggunaan sensor otomatis. Pencahayaan alami mengacu pada SNI 03-2396-2001, dengan pengelompokan lampu berdasarkan akses cahaya alami dan pemanfaatan sensor intensitas cahaya. Inovasi seperti *light shelves*, *light tubes*, dan aplikasi analisis seperti Dialux dapat digunakan untuk meningkatkan efisiensi dan kenyamanan pencahayaan dalam bangunan [3].



Gambar 3 Sistem Pencahayaan : (A) Light Shelves di *Thurston Elementary School* (b) Prinsip Light Shelves (c) Prinsip Light tube.

Sumber : [3]

### 3. METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan metode kualitatif dengan pendekatan deskriptif, memanfaatkan data primer dan sekunder untuk mengkaji elemen-elemen arsitektural bangunan hijau berbasis konsep nZEB. Proses analisis dilakukan dengan mengkaji studi preseden gedung Bloomberg's New European Headquarters untuk mengidentifikasi elemen desain yang sesuai dengan parameter dan kriteria bangunan hijau. Elemen tersebut kemudian disesuaikan dengan kondisi lokal di Jakarta Pusat dan diterapkan pada bangunan perkantoran di wilayah tersebut.

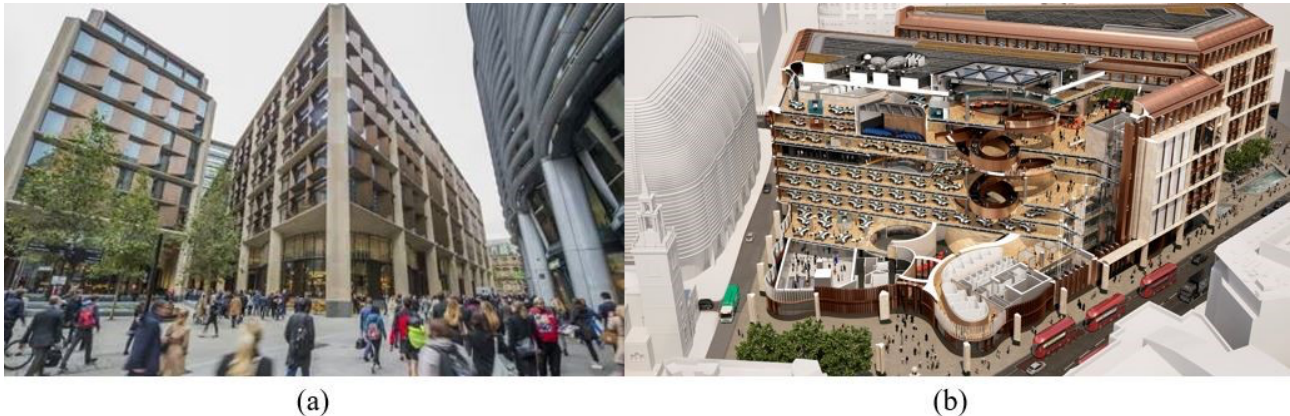
### 4. HASIL

#### a. Studi Preseden

Bloomberg' New European Headquarters, digunakan sebagai studi preseden dikarenakan bangunan ini merupakan gedung perkantoran paling berkelanjutan di dunia dengan mendapatkan peringkat dengan status 'Outstanding' menurut penilaian *sustainable development* BREEAM dengan skor 98,5%, yang mana skor tersebut merupakan tertinggi yang pernah diraih oleh bangunan kantor besar mana pun di Dunia sampai saat



ini [20][25][26][27]. Gedung ini memanfaatkan teknologi yang dapat meningkatkan efisiensi energi seperti sistem ventilasi alami, daur ulang air, pengontrol sirkulasi udara, dan panas serta listrik yang terintegrasi [28]. Dibandingkan dengan bangunan gedung perkantoran pada umumnya, Bangunan ini menghasilkan penghematan konsumsi air sebesar 73% dan penghematan konsumsi energi dan emisi CO<sub>2</sub> sebesar 35% [20].

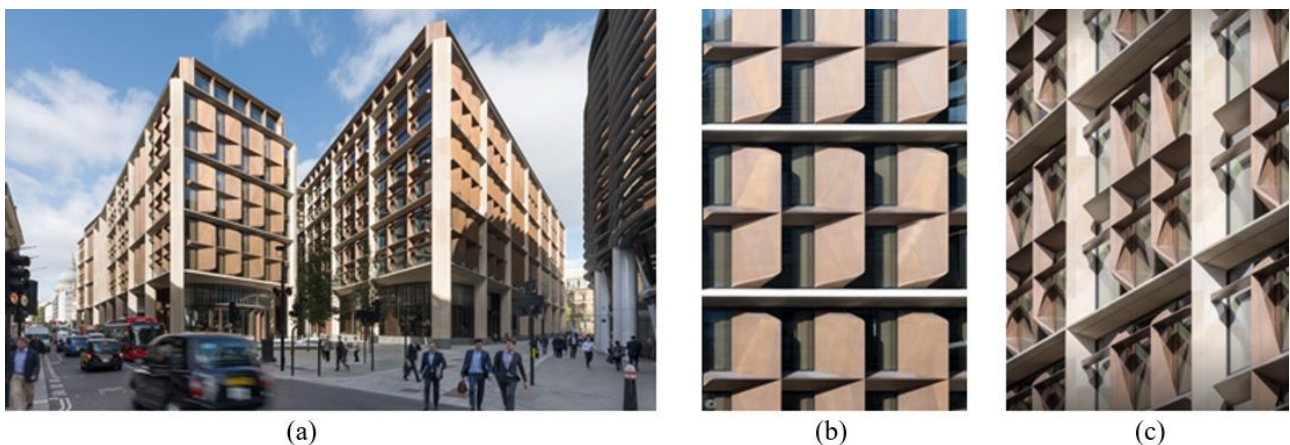


Gambar 4 Bloomberg's European Headquarters: (a) Perspektif Eksterior; (b) Isometri Perspektif  
sumber: [28]

Berikut beberapa Inovasi yang terdapat pada gedung Bloomberg's Headquarters yang bisa dijadikan sebagai referensi elemen-elemen desain yang mengusung inovasi mandiri energi dengan konsep nZEB untuk Gedung Kantor Sewa di Jakarta Pusat, antara lain:

### 1) Fasad Bangunan

Fasad Bangunan pada gedung ini dicover dengan struktur bingkai besar yang terbuat dari bingkai batu pasir, bingkai ini dipadukan dengan serangkaian bilah berfinishing perunggu dengan ukuran besar. Bilah-bilah ini membantu menghalangi sinar matahari supaya ruangan di dalam bangunan tidak terlalu panas yang sekaligus dibuat dengan ritme dan pola berbeda pada setiap sisi gedung sesuai dengan arah sinar matahari terhadap gedung dan difungsikan sebagai kontrol pencahayaan alami dalam gedung.[20][21][28].



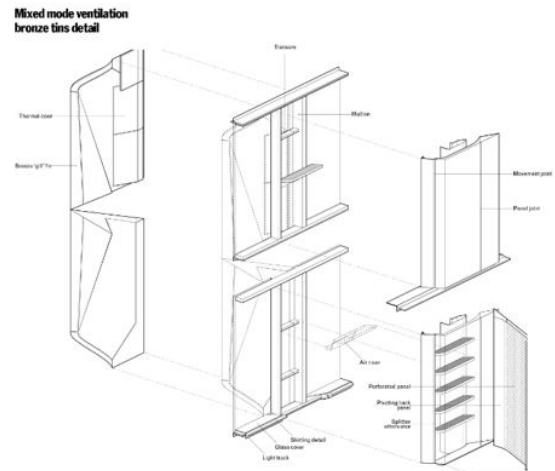
Gambar 5 Fasad Bloomberg's Headquarters: (a) Perspektif Eksterior; (b) Detail fasad tipe 1; (c) Detail fasad tipe 2.  
sumber : [28]

Bilah-bilah perunggu yang terdapat pada bagian fasad bangunan berfungsi juga sebagai pengontrol sirkulasi udara alami. Ketika kondisi cuaca di luar sedang sejuk, bilah perunggu pada bangunan ini dapat terbuka dan tertutup secara otomatis melalui sensor, sehingga sirkulasi alami pada gedung dapat beroperasi dengan maksimal. Cara ini dapat mengurangi ketergantungan pada penggunaan mesin pendingin sehingga gedung ini menjadi lebih hemat energi [20][27]. Hal ini sejalan dengan 3 parameter dan kriteria bangunan untuk mandiri energi, yaitu kriteria orientasi bangunan gedung, yang menekankan pengoptimalan masuknya cahaya alami serta meminimalkan radiasi matahari melalui bilah-bilah sebagai secondary facade tersebut, sekaligus kriteria sistem pencahayaan yang pada bangunan ini menerapkan prinsip light shelves, dan kriteria ventilasi alami,

yang memastikan setiap ruangan di dalam bangunan dilengkapi dengan ventilasi alami maupun mekanis untuk menjaga kenyamanan termal bagi pengguna di dalamnya.



(a)



(b)

Gambar 6 Ventilasi Udara Alami: (a) Foto Ventilasi Udara Alami; (b) Detail Gambar Ventilasi Udara Alami. sumber: [27]

## 2) Penghematan Air

Sistem pengairan untuk toilet didapatkan hanya dengan menggunakan air yang diolah kembali. Air ini di dapat dari air hujan yang berasal dari atap, air sisa dari Menara pendingin, dan sisa-sisa air wastafel dan shower yang di olah dan di daur ulang untuk digunakan kembali pada toilet, sehingga toilet pada gedung ini sama sekali tidak menggunakan air utama yang biasanya digunakan pada bangunan gedung konvensional lainnya untuk pembilasan. Dengan cara ini, gedung bisa menghemat hingga 25 juta liter air setiap tahunnya[20][21][27]. Sitem inovasi penghematan air ini sejalan dengan parameter dan kriteria pengolahan limpasan air pada tapak melalui sistem pengolahan air hujan/*rainwater harvesting*[3].



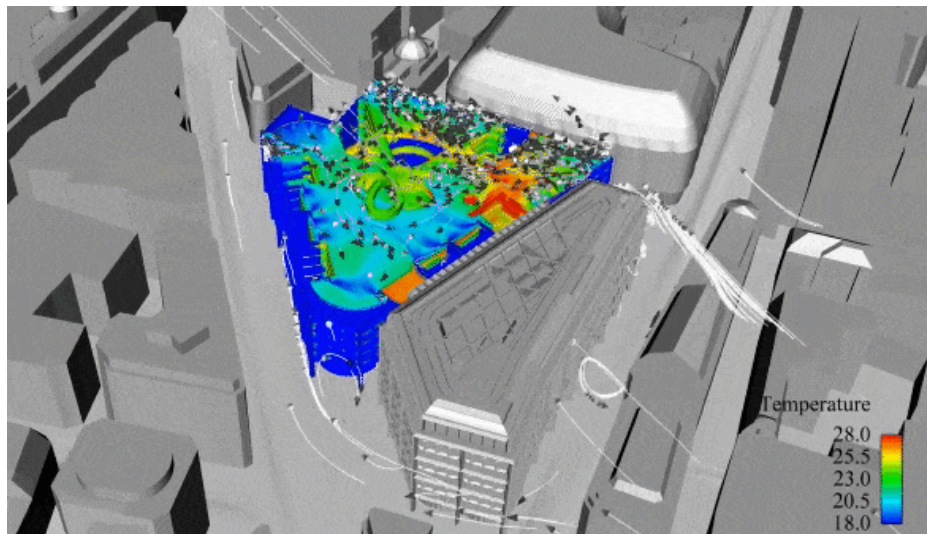
Gambar 7 Sistem Penghematan Air pada Bloomberg's European Headquarter. sumber : [27]

## 3) Sistem Pengontrol Sirkulasi Udara (Smart Airflow)

Pada bangunan ini terdapat kontrol otomatis yang menggunakan sensor  $CO_2$ , yang memungkinkan udara di dalam ruangan didistribusikan sesuai dengan perkiraan jumlah orang di setiap zona gedung pada waktu tertentu [20][27]. Dengan sistem yang menyesuaikan volume udara berdasarkan waktu dan jumlah pengguna, bangunan ini bisa menghemat energi hingga 600-750 *Megawatt-hour* (MWhr) energi pertahun, sekaligus mengurangi emisi  $CO_2$  sekitar 300 ton setiap tahunnya [20][27]. Sistem ini sejalan dengan parameter dan



kriteria pengendalian CO<sup>2</sup> dan CO yang dapat diterapkan untuk pembangunan kantor sewa di Jakarta yang ingin mengusung bangunan hijau dengan inovasi mandiri energi berkonsep nZEB.



Gambar 8 Gambar Simulasi Smart Airflow pada Gedung Bloomberg's European Headquarters. sumber: [27]

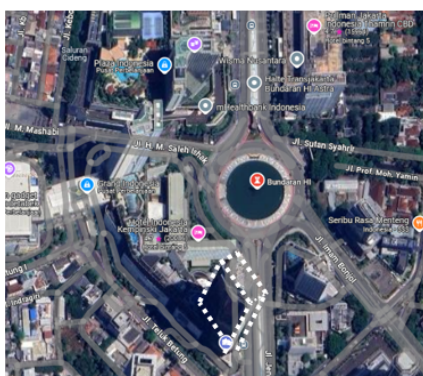
#### 4) Sistem Panas dan Listrik yang Terintegrasi

Gedung ini menggunakan sistem terintegrasi yang menghasilkan panas dan listrik dalam satu proses sistem yang efisien dengan emisi karbon yang lebih rendah dengan menggunakan Pusat Pembangkit Panas dan Daya Terpadu atau *Combined Heat and Power (CHP)* [20]. Panas sisa yang dihasilkan dari proses ini digunakan lagi melalui proses daur ulang untuk keperluan pendinginan dan pemanasan. Dengan cara ini, diperkirakan bangunan tersebut dapat mengurangi emisi CO<sup>2</sup> sebanyak 500-750 ton per tahun [20].

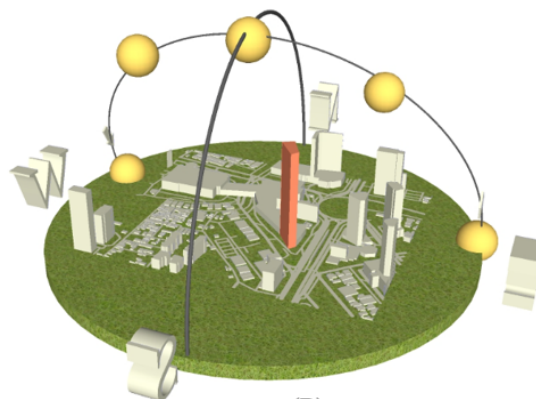
#### b. Penerapan Konsep nZEB Pada Banguna Kantor Sewa di Jakarta Pusat

Jakarta Pusat sebagai pusat bisnis memiliki konsentrasi tinggi gedung perkantoran dengan kebutuhan energi yang besar. Penerapan konsep nZEB di kantor sewa dapat membantu mengurangi konsumsi energi dan meningkatkan keberlanjutan, terutama di kawasan padat seperti Jalan MH Thamrin dan sekitarnya. Untuk mendukung penerapan ini, sejumlah prinsip desain yang diadaptasi dari studi preseden Bloomberg's Headquarters dapat menjadi acuan dalam merancang bangunan kantor sewa berbasis nZEB di Jakarta Pusat. Berikut di antaranya

##### 1) Penerapan Orientasi Fasad Bangunan dan Sistem Pencahayaan Alami



(A)



(B)



(C)

Gambar 9 Orientasi Fasad Menara BCA: (a) Posisi Site; (b) Orientasi Matahari Menara BCA ; (c) Perspektif Menara BCA

Mengacu pada kriteria orientasi bangunan, fasad gedung kantor sewa di Jakarta Pusat sebaiknya mengarah utara-selatan untuk memaksimalkan pencahayaan alami dan mengurangi radiasi matahari. Jika tidak memungkinkan, desain fasad dapat mengadopsi bilah perunggu atau material lokal seperti aluminium perforated panels, yang dipilih karena ketersediaannya di pasar domestik, biaya yang lebih ekonomis, serta kemampuannya untuk mendukung efisiensi energi dan mengurangi emisi karbon dari transportasi material. Solusi ini efektif untuk mengurangi paparan panas matahari, terutama di sisi timur dan barat. Menara BCA, meskipun tidak berorientasi utara-selatan, gedung tersebut menerapkan konsep responsif dengan memanfaatkan kaca Low E yang dirancang untuk menyerap dan mendistribusikan panas secara merata untuk menjaga suhu di dalam ruangan tetap nyaman. Selain itu, material ini juga sangat efektif dalam mendukung mendukung pencahayaan alami melalui penggunaan kaca ganda pada jendela [29]

## 2) Penerapan Sistem Penghematan Air

Jakarta sering mengalami curah hujan tinggi terutama dimusim penghujan. Sistem *rainwater harvesting* dapat diintegrasikan dengan teknologi daur ulang air untuk memenuhi kebutuhan non-potable seperti pembilasan toilet dan penyiraman tanaman. Salah satu gedung perkantoran di Jakarta Pusat yang menerapkan sistem penghematan air sejenis ini adalah Menara BCA. Menara BCA mengadopsi prinsip energi terbarukan dalam pengelolaan air limbah, dengan menerapkan sistem daur ulang air. Air bekas penggunaan wastafel, keran wudhu, serta air hujan diolah kembali untuk keperluan flush toilet dan penyiraman tanaman. Sistem ini menjadikan efisiensi penggunaan air sebagai salah satu indikator utama dalam penerapan prinsip energi terbarukan [29].

## 3) Penerapan Sistem Pengontrol Sirkulasi Udara

Kantor sewa di Jakarta Pusat memiliki jumlah pengguna yang bervariasi sepanjang hari, sehingga sistem pengontrol udara berbasis *smart airflow* menjadi pilihan efisien untuk mengurangi konsumsi energi. Teknologi serupa diterapkan di Bloomberg's Headquarters dengan sensor CO<sub>2</sub> yang mengatur aliran udara berdasarkan jumlah orang dalam suatu ruang dan menghemat hingga 750 MWhr energi dan mengurangi emisi CO<sub>2</sub> sebesar 300 ton per tahun. Sistem ini dapat diadaptasi di Jakarta dengan mengintegrasikan teknologi pendinginan lokal seperti *Variable Refrigerant Volume* (VRV) [30][31] atau *Variable Refrigerant Flow* (VRF) [32], yang merupakan sistem pendingin udara canggih yang mampu mengatur aliran refrigeran secara efisien ke berbagai zona dalam gedung sesuai kebutuhan, mengoptimalkan efisiensi energi sekaligus kenyamanan pengguna. Teknologi ini yang efisien dalam mengatur aliran refrigeran ke berbagai zona sesuai kebutuhan, meningkatkan efisiensi energi dan kenyamanan pengguna [30].

## 5. KESIMPULAN

Penerapan inovasi mandiri energi berbasis konsep nZEB pada gedung kantor sewa di Jakarta Pusat berpotensi meningkatkan efisiensi energi dan keberlanjutan melalui adaptasi prinsip desain dari Bloomberg's New European Headquarters serta penerapan berbagai parameter dan kriteria dari nZEB. Teknologi seperti fasad multifungsi untuk memaksimalkan pencahayaan alami, sistem daur ulang air hujan untuk kebutuhan non-potable, dan smart airflow berbasis sensor CO<sub>2</sub> dapat diadaptasi sesuai kondisi Jakarta Pusat. Inovasi ini tidak hanya mengurangi konsumsi energi dan air, tetapi juga meningkatkan kenyamanan, dan keberlanjutan di kawasan bisnis utama Jakarta Pusat.

Penelitian ini menunjukkan potensi besar penerapan konsep nZEB pada bangunan perkantoran di Jakarta Pusat. Namun, diperlukan penelitian lebih lanjut untuk mengkaji efektivitas elemen desain ini dalam kondisi iklim tropis Indonesia serta potensi integrasinya dengan regulasi dan kebijakan energi lokal. Langkah ini penting untuk mengoptimalkan implementasi nZEB di seluruh Indonesia.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak M. Andri Febru, S.T., M.Ars., IAI. dan Bu Ir. Anedya Wardhani, M.T. atas bimbingan dan masukan yang sangat berarti selama penyusunan paper ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Universitas Pancasila atas fasilitas dan dukungan yang diberikan, serta kepada rekan-rekan yang telah membantu dengan saran dan dorongan. Tak lupa, penulis berterima kasih kepada keluarga atas dukungan moral yang diberikan. Semoga paper ini bermanfaat dan memberikan kontribusi bagi pengembangan ilmu pengetahuan.



## DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. A. Wayan G. Santika, Tania Urmee, Yeliz Simsek, Parisa A. Bahri, "An assessment of energy policy impacts on achieving Sustainable Development Goal 7 in Indonesia," *Energy Sustain. Dev.*, vol. Volume 59, no. ISSN 0973-0826, p. Pages 33-48, 2020, [Online]. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0973082620302921>
- [2] R. K. Jaysawal, S. Chakraborty, D. Elangovan, and S. Padmanaban, "Concept of net zero energy buildings (NZE) - A literature review," *Clean. Eng. Technol.*, vol. 11, no. May 2021, p. 100582, 2022, doi: 10.1016/j.clet.2022.100582.
- [3] IKATAN ARSITEK INDONESIA JAKARTA, *Panduan Ilustratif Regulasi Bangunan Kawasan Jakarta BANGUNAN HIJAU*, Edisi pert. Jakarta, 2024.
- [4] H. Hanif, A. Z. Khan, M. I. Alhamid, and Y. Yamaguchi, "Building Stock and Emission Models for Jakarta," *Resilient Cities Struct.*, vol. 3, no. 4, pp. 63–82, 2024, doi: 10.1016/j.rcns.2024.10.002.
- [5] F. A. Rudiawarni, D. Sulistiawan, and B. S. Sergi, "The role of the net purchase of stocks by foreign investors in boosting stock returns: Evidence from the Indonesian stock market," *Econ. Model.*, vol. 135, p. 106730, 2024.
- [6] R. Martinez and I. N. Masron, "Jakarta: A city of cities," *Cities*, vol. 106, no. August, 2020, doi: 10.1016/j.cities.2020.102868.
- [7] Novi, "Permintaan Ruang Kantor Kelas Premium di Jakarta Meningkatkan Signifikan," *Inews Depok*. Accessed: Nov. 07, 2024. [Online]. Available: <https://depok.inews.id/read/513067/permintaan-ruang-kantor-kelas-premium-di-jakarta-meningkat-signifikan>
- [8] M. F. Ruhlessin, "Permintaan Ruang Kantor Naik Sepanjang Tahun 2023," *Kompas.com*. [Online]. Available: <https://www.kompas.com/properti/read/2023/12/09/193000521/permintaan-ruang-kantor-naik-sepanjang-tahun-2023>
- [9] Government of Indonesia, "ENHANCED NATIONALLY DETERMINED CONTRIBUTION REPUBLIC OF INDONESIA," p. 47, 2022.
- [10] Kementerian Koordinator Bidang Perekonomian Republik Indonesia, "Akselerasi Net Zero Emissions, Indonesia Deklarasikan Target Terbaru Penurunan Emisi Karbon," <https://ekon.go.id/>. Accessed: Nov. 24, 2024. [Online]. Available: <https://ekon.go.id/publikasi/detail/4652/akselerasi-net-zero-emissions-indonesia-deklarasikan-target-terbaru-penurunan-emisi-karbon>
- [11] J. Qiu, S. Seah, and M. Martinus, "Examining climate ambition enhancement in ASEAN countries' nationally determined contributions," *Environ. Dev.*, vol. 49, no. May 2023, p. 100945, 2024, doi: 10.1016/j.envdev.2023.100945.
- [12] T. Sarker, P. Fan, J. P. Messina, N. Mujahid, E. Aldrian, and J. Chen, "Impact of Urban built-up volume on Urban environment: A Case of Jakarta," *Sustain. Cities Soc.*, vol. 105, no. November 2023, p. 105346, 2024, doi: 10.1016/j.scs.2024.105346.
- [13] Z. E. Olsson and P. Mattsson, "Development and Validation of the Motivation for Electricity Saving Behaviour Scale (Mesbs) Among Residents in Energy-Efficient Buildings in Sweden," *Energy Build.*, vol. 325, no. October, p. 114978, 2024, doi: 10.1016/j.enbuild.2024.114978.
- [14] J. Wu and X. Ying, "Development trend of green residential buildings in China under the guidance of the low-carbon concept: A policy review and analysis," *J. Urban Manag.*, vol. 13, no. 2, pp. 246–261, 2024, doi: 10.1016/j.jum.2024.02.003.
- [15] Y. Sun, C. Yan, and H. Xing, "Can green buildings reduce carbon dioxide emissions?," *Energy*, vol. Volume 312, p. 133613, 2024.
- [16] K. Handayani, P. Anugrah, F. Goembira, I. Overland, B. Suryadi, and A. Swandaru, "Moving beyond the NDCs: ASEAN pathways to a net-zero emissions power sector in 2050," *Appl. Energy*, vol. 311, no. February, p. 118580, 2022, doi: 10.1016/j.apenergy.2022.118580.
- [17] C. J. Yen, H. Te Lin, and K. P. Lee, "Cost-Effectiveness Analysis of Nearly Zero-Carbon Office Buildings in Taiwan," *Build. Environ.*, vol. 267, no. PA, p. 112270, 2025, doi: 10.1016/j.buildenv.2024.112270.
- [18] C.-Q. L. Yaolin Lin, Shengli Zhong, Wei Yang, Xiaoli Hao, "Towards zero-energy buildings in China: A systematic literature review," *J. Clean. Prod.*, vol. Volume 276, p. 123297, 2020, [Online]. Available: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123297>
- [19] J. Stühlinger, "The world's most sustainable office building?," *ubm magazine*. Accessed: Nov. 11, 2024. [Online]. Available: <https://www.ubm-development.com/magazin/en/bloombergs-european-headquarters-the-worlds-most-sustainable-office-building/>
- [20] Bloomberg, "Bloomberg's New European Headquarters Rated World's Most Sustainable Office Building," *bloomberg.com*. Accessed: Nov. 11, 2024. [Online]. Available: <https://www.bloomberg.com/company/press/bloomberg-most-sustainable-office-building/>
- [21] dezeen awards, "Foster + Partner's Bloomberg headquarters is the 'world's most sustainable office,'" *dezeen.com*. Accessed: Nov. 07, 2024. [Online]. Available: <https://www.dezeen.com/2017/10/04/norman-fosters-bloomberg-european-headquarters-london-worlds-most-sustainable-office/>
- [22] E. Setyowati, A. R. Harani, and Y. N. Falah, "Green Building Design Concepts of Healthcare Facilities on the

- Orthopedic Hospital in the Tropics,” *Procedia - Soc. Behav. Sci.*, vol. 101, pp. 189–199, 2013, doi: 10.1016/j.sbspro.2013.07.192.
- [23] T. Sihombing and D. Hutapea, “Implementation of Green Open Space Policy in the Utilization of Public Space in City of Medan,” *Proc. Second Int. Conf. Public Policy, Soc. Comput. Dev. (ICOPOSDEV 2021)*, vol. 642, no. Icoposdev 2021, pp. 363–369, 2022, doi: 10.2991/assehr.k.220204.055.
- [24] H. Chojer, P. T. B. S. Branco, F. G. Martins, and S. I. V. Sousa, “A novel low-cost sensors system for real-time multipollutant indoor air quality monitoring – Development and performance,” *Build. Environ.*, vol. 266, no. May, p. 112055, 2024, doi: 10.1016/j.buildenv.2024.112055.
- [25] foster+partners, “Bloomberg’s New European headquarters launched in the City of London,” <https://www.fosterandpartners.com/>. Accessed: Nov. 11, 2024. [Online]. Available: <https://www.fosterandpartners.com/news/bloomberg-s-new-european-headquarters-launched-in-the-city-of-london>
- [26] O. Wainwright, “Bloomberg HQ: a £1bn building that looks like a regional department store,” [theguardian.com](https://www.theguardian.com/artanddesign/2017/oct/25/bloomberg-london-hq-norman-foster-architecture-review). Accessed: Nov. 11, 2024. [Online]. Available: <https://www.theguardian.com/artanddesign/2017/oct/25/bloomberg-london-hq-norman-foster-architecture-review>
- [27] Bloomberg, “5 Eco-Friendly Features at Bloomberg’s Sustainable New European Headquarter,” [bloomberg.com](https://www.bloomberg.com/company/stories/eco-friendly-features-bloombergs-new-european-headquarters/). Accessed: Nov. 11, 2024. [Online]. Available: <https://www.bloomberg.com/company/stories/eco-friendly-features-bloombergs-new-european-headquarters/>
- [28] Archdaily, “Bloomberg’s European HQ / Foster + Partners,” [Archdaily.com](https://www.archdaily.com/882263/bloombergs-european-hq-foster-plus-partners). Accessed: Nov. 11, 2024. [Online]. Available: <https://www.archdaily.com/882263/bloombergs-european-hq-foster-plus-partners>
- [29] A. F. S. Muhammad Rizky Fadil, “Kajian Konsep Arsitektur Zero Carbon pada Bangunan Menara BCA,” *J. Compr. Sci.*, vol. Vol. 3. No, 2024.
- [30] X. S. Deyin Zhao, Ming Zhong, Xu Zhang, “Energy consumption predicting model of VRV (Variable refrigerant volume) system in office buildings based on data mining,” *Energy*, vol. Volume 102, p. Pages 660-668, 2016, doi: <https://doi.org/10.1016/j.energy.2016.02.134>.
- [31] M. Z. Deyin Zhao, Xu Zhang, “Variable evaporating temperature control strategy for VRV system under part load conditions in cooling mode,” *Energy Build.*, vol. 91, pp. 180–186, 2015, doi: <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2015.01.039>.
- [32] J. H. J. Jaedeok Ko, Siyoung Choi, “Investigation of two-phase flow distribution in the vertical annular distribution header of a variable refrigerant flow heat pump system,” *Appl. Therm. Eng.*, vol. Volume 257, p. 124248, 2024, doi: <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2024.124248>.