

Analisis Faktor Keterlambatan Dan Percepatan Proyek Terhadap Pekerjaan Variation Order Menggunakan Metode Crash (Studi Kasus: Proyek Sekolah XYZ)

Sitab Kurniawati Manao¹, Azaria Andreas^{1*}

¹Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila, Jakarta

Abstrak. Proyek konstruksi sering mengalami keterlambatan maupun percepatan pekerjaan, terutama akibat perubahan pekerjaan (variation order) yang mempengaruhi jadwal pelaksanaan proyek. Penelitian ini bertujuan menganalisis faktor-faktor penyebab keterlambatan dan percepatan pada pekerjaan variation order menggunakan metode crash dengan studi kasus pada Proyek Sekolah XYZ. Metode penelitian yang digunakan adalah pendekatan kuantitatif melalui pengumpulan data primer berupa observasi lapangan, wawancara, dan penyebaran kuesioner kepada pihak-pihak yang terlibat dalam proyek. Analisis data dilakukan untuk mengidentifikasi faktor dominan penyebab keterlambatan dan percepatan, serta mengevaluasi efektivitas metode crash dalam menangani pekerjaan variation order. Hasil penelitian menunjukkan bahwa faktor internal seperti kesalahan perencanaan, kurangnya koordinasi, dan perubahan desain, serta faktor eksternal seperti cuaca dan ketersediaan material, merupakan penyebab utama keterlambatan. Sementara, percepatan dapat dicapai melalui penambahan sumber daya, kerja lembur, dan penjadwalan ulang pekerjaan. Penerapan metode *crash* terbukti efektif dalam mengidentifikasi aktivitas kritis yang dapat dipercepat melalui penambahan sumber daya. Dengan metode tersebut, durasi pekerjaan dapat dipersingkat dari 97 hari menjadi 74 hari tanpa mengubah ruang lingkup pekerjaan yang telah direncanakan. Meskipun terjadi peningkatan biaya proyek dari Rp635.268.392 menjadi Rp700.972.929, percepatan ini tetap memberikan keuntungan karena mampu meminimalisasi keterlambatan dan memastikan proyek selesai sesuai target waktu.

Kata kunci. Keterlambatan Proyek, Percepatan Proyek, Variation Order, Metode Crash, Manajemen Konstruksi

1. PENDAHULUAN

Dalam industri konstruksi, sering kali terjadi beberapa perintah perubahan selama siklus hidup proyek. Hal ini terutama disebabkan oleh adanya persyaratan klien yang ambigu yang tercantum dalam kontrak, ketidaklengkapan dokumen kontrak tender, serta kesalahan dalam desain [1]. Namun, perubahan perintah yang signifikan dapat mengakibatkan berbagai dampak negatif, antara lain kelebihan biaya, keterlambatan jadwal, penurunan produktivitas, serta munculnya konflik. Dampak-dampak tersebut sering kali berujung pada proses arbitration dan litigation. Proyek konstruksi melibatkan analisis berbagai aspek, termasuk geografi, kondisi lokasi, komunitas, lingkungan fisik, infrastruktur yang tersedia, serta beragam persyaratan dari pemangku kepentingan [2]. Proyek konstruksi melibatkan berbagai organisasi, termasuk pemilik, konsultan untuk pekerjaan desain, kontraktor utama, subkontraktor, konsultan pengawasan, pemasok, produsen, serta lembaga administratif. Dalam beberapa kasus, lembaga pemerintah juga turut terlibat. Semua pihak ini berinteraksi melalui dokumen penawaran, kondisi kontrak, gambar, spesifikasi, dan tagihan kuantitas [3].

* Corresponding author: azaria.andrea@univpancasila.ac.id

Variation Order merupakan modifikasi kontraktual yang dilakukan oleh tim pemilik terkait dengan proyek. Instrumen ini merupakan salah satu dari sedikit alat yang secara kontraktual wajib diakomodasi oleh manajer proyek. Variation order mencakup kejadian-kejadian yang tidak direncanakan yang muncul setelah proyek mulai dibangun [4]. Hal ini melibatkan perubahan dan penyimpangan dari ruang lingkup kontrak asli, yang sering kali menimbulkan perselisihan serta ketidakpuasan di antara pihak-pihak yang terlibat [4] [5]. Variation order melibatkan perubahan, penambahan, penghilangan, dan penggantian dalam hal kualitas, kuantitas, dan jadwal kerja, yang secara signifikan mempengaruhi biaya dan waktu berlebih [6].

Salah satu proyek konstruksi yang menjadi objek penelitian dalam penelitian ini adalah proyek pembangunan Sekolah XYZ. Proyek ini melibatkan berbagai pihak, termasuk pemilik proyek, kontraktor, konsultan desain, dan subkontraktor. Dalam pelaksanaan proyek Sekolah XYZ, telah terjadi beberapa Variation Order yang berpengaruh terhadap waktu dan biaya. Oleh karena itu, diperlukan analisis mendalam untuk memahami dampak dari setiap Variation Order yang terjadi dalam proyek ini. Analisis ini akan membantu dalam pengambilan keputusan yang lebih baik untuk mengelola Variation Order di masa depan.

Dengan demikian, penggunaan metode analisis faktor keterlambatan dan percepatan proyek terhadap pekerjaan Variation Order dengan pendekatan metode crash pada Proyek Sekolah XYZ bertujuan untuk mengidentifikasi dan mengurangi keterlambatan, serta memperlancar pelaksanaan proyek secara keseluruhan. Penelitian ini juga diarahkan untuk menganalisis pengaruh percepatan proyek melalui penerapan metode crash terhadap waktu pelaksanaan dan biaya konstruksi yang bersifat tinggi pada Proyek Sekolah XYZ. Diharapkan hasil penelitian ini dapat memberikan kontribusi dalam pengelolaan waktu dan biaya proyek sehingga meningkatkan efisiensi serta efektivitas pelaksanaan konstruksi.

Variation Order

Variation order adalah perubahan terhadap ruang lingkup pekerjaan dalam kontrak awal, baik berupa penambahan maupun pengurangan item pekerjaan. Kondisi ini umum terjadi pada proyek konstruksi dan dapat memicu klaim konstruksi maupun sengketa apabila tidak ditangani secara tepat. [7]. Perubahan ini berimplikasi pada penjadwalan proyek konstruksi dan dapat menyebabkan pembengkakan biaya.

Faktor penyebab keterlambatan terhadap variation order

Merujuk pada Pasal 1320 KUH Perdata serta klausa 13 FIDIC (*Federation Internationale Des Ingenieurs Counsels*), menunjukkan bahwasanya rangkaian proses variation order memiliki asas-asas yang harus dipenuhi, yaitu terjadinya suatu perubahan didalam kontrak proyek konstruksi haruslah berlandaskan dari perintah atau persetujuan dari masing-masing pihak yang terlibat, disebabkan oleh faktor eksisting/real di lapangan. Banyak faktor yang dapat melatar belakangi terjadinya variation order pada proyek konstruksi. Terdapat beberapa kelompok penyebab terjadinya variation order menurut para ahli seperti yang tersaji pada tabel berikut:

Tabel 1. Faktor penyebab *Variation Order* menurut para ahli

No	Faktor Penyebab Variation Order
1	Konflik di antara dokumen-dokumen kontrak
2	Perubahan spesifikasi oleh konsultan
3	Masalah keuangan pemilik
4	Kekurangan tenaga kerja terampil
5	Kesulitan keuangan kontraktor
6	Perubahan jadwal
7	Tidak tersedianya peralatan
8	Proses pengadaan yang buruk
9	Perubahan ruang lingkup proyek
10	Hambatan untuk mempercepat proses pengambilan keputusan
11	Perubahan spesifikasi oleh pemilik
12	Perubahan dalam desain
13	Desain yang tidak memadai
14	Kurangnya perencanaan strategis

15	Pengerjaan yang asal-asalan
16	Kompleksitas desain
17	Detail gambar kerja yang tidak memadai

Produktivitas Pekerja

Produktivitas tenaga kerja dapat diartikan sebagai kemampuan tenaga kerja, baik individu maupun kelompok, dalam menyelesaikan sejumlah volume pekerjaan dalam periode waktu tertentu. Tingkat produktivitas tersebut menunjukkan efisiensi penggunaan tenaga kerja serta menjadi salah satu parameter dalam mengevaluasi kinerja pelaksanaan proyek konstruksi. [8].

Uji Reliabilitas

Reliabilitas merupakan konsep yang berkaitan dengan tingkat konsistensi suatu instrumen pengukuran. Instrumen penelitian yang reliabel dapat dipercaya sebagai alat pengumpulan data karena mampu menghasilkan informasi yang sesuai dengan kondisi sebenarnya di lapangan [9]. Dalam penelitian berbasis kuesioner, reliabilitas digunakan untuk menilai keandalan butir pertanyaan sebagai indikator dari variabel atau konstruk yang diteliti [10]. Suatu kuesioner dinyatakan reliabel apabila jawaban responden terhadap pernyataan yang diberikan relatif konsisten atau stabil dalam waktu yang berbeda.

Uji Validitas

Validitas merupakan tingkat ketepatan suatu instrumen dalam mengukur variabel yang seharusnya diukur [9]. Dalam penelitian, uji validitas digunakan untuk menilai apakah alat ukur yang digunakan telah sesuai dengan tujuan pengukuran. Pengujian ini juga menentukan apakah kuesioner yang digunakan valid sebagai alat pengumpulan data. Suatu kuesioner dinyatakan valid apabila setiap pertanyaan mampu merepresentasikan variabel yang ingin diukur.

Metode Crashing

Metode crashing adalah strategi dalam manajemen proyek yang bertujuan mempercepat waktu penyelesaian proyek melalui penambahan sumber daya pada aktivitas kritis. Dengan metode ini, durasi total proyek dapat dipersingkat sehingga proyek dapat selesai lebih cepat dari jadwal awal tanpa mengabaikan kualitas dan tujuan proyek [11].

2. METODE

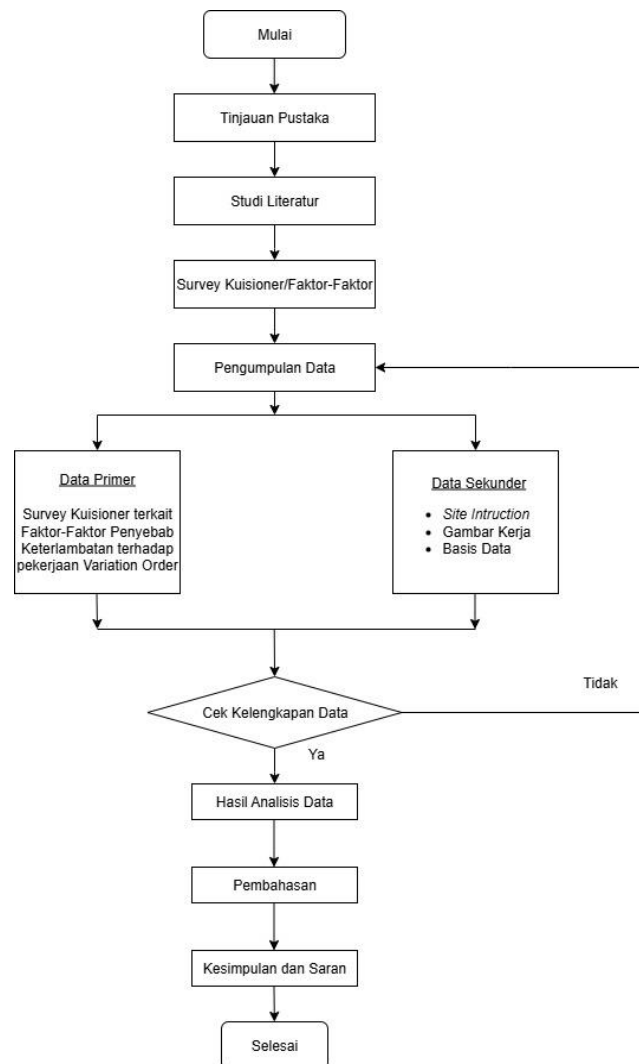
Dalam melakukan penelitian pekerjaan Variation Order pada proyek Sekolah XYZ ini peneliti melakukan dua metode yaitu metode kualitatif dengan menggunakan kuesioner yang bertujuan untuk menentukan faktor dari pekerjaan Variation Order pada proyek Sekolah dan metode kuantitatif untuk menganalisis perhitungan durasi dan biaya pekerjaan akibat pekerjaan Variation Order dengan menggunakan metode crash.

Data Proyek

Berdasarkan data proyek yang didapatkan Proyek Sekolah XYZ bahwa proyek sedang berada pada tahap pekerjaan arsitektur. Dimana memiliki jumlah lantai ± 3 Lantai dengan luas bangunan (GFA) $\pm 3,600$ m² dan waktu pelaksanaan proyek ± 4 Bulan.

Diagram Alir Penelitian

Berikut adalah bagan alir penelitian ini:



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

Data Penelitian

Berikut data-data yang digunakan untuk menyusun penelitian ini yaitu data primer dan data sekunder:

- Data primer diperoleh dari hasil kuisisioner yang disebarakan kepada tim pelaksana. Survei ini bertujuan untuk mengamati faktor penyebab keterlamabatan akibat dari pekerjaan Variation Order terhadap paket pekerjaan arsitektur. Kuisisioner ini akan dibuat dalam format elektronik (Google Form) dan didistribusikan kepada pihak-pihak yang terlibat dalam proyek Sekolah XYZ.
- Data sekunder merupakan data pendukung yang diperoleh atau dikumpulkan dari berbagai sumber yang ada untuk melengkapi penelitian ini. Metode penelitian tersebut bersifat kuantitatif yang bertujuan menentukan kenaikan biaya pekerjaan dan penambahan durasi pelaksanaan terhadap pekerjaan Variation Order.

Untuk data-data yang diperlukan dalam penelitian adalah:

- Instruksi Lapangan (Site Instruction/Si) Yang Diterbitkan Oleh Konsultan Manajemen Konstruksi.
- Dokumentasi Kegiatan Di Lapangan.

- Gambar Kontrak Sebagai Acuan Perencanaan Awal Proyek.
- Gambar Pelaksanaan (For Construction Drawing).
- Pemetaan Gambar Yang Mengalami Perubahan Pekerjaan.
- Berita Acara Perubahan Pekerjaan, Seperti Pekerjaan Pembongkaran Maupun Pemasangan Baru.
- Rincian Perhitungan Volume Pekerjaan.
- Bill Of Quantity (Boq) Kontrak.
- Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP).

3. HASIL

Analisis Faktor Keterlambatan Variation Order

Hasil penelitian menunjukkan adanya permasalahan yang berkaitan dengan faktor keterlambatan akibat variation order. Penelitian tersebut menjelaskan bahwa faktor keterlambatan variation order dapat berasal dari berbagai pihak yang terlibat dalam proyek, seperti pemilik proyek, perusahaan konstruksi, maupun konsultan. Temuan ini mendukung berbagai aspek yang sering terjadi dalam proyek konstruksi terkait perubahan pekerjaan, yang berhubungan dengan tujuan proyek, pengendalian biaya yang telah ditetapkan, serta jadwal pelaksanaan kegiatan yang telah direncanakan secara rinci dari awal hingga akhir proyek dalam jangka waktu tertentu.

Responden

Responden yang dituju dalam penelitian ini adalah pelaksana yang terlibat langsung dalam pelaksanaan proyek Sekolah XYZ. Responden memiliki pengetahuan dan pengalaman langsung terkait Pekerjaan Variation Order, sehingga tanggapan mereka diharapkan dapat memberikan wawasan yang berharga dalam mengidentifikasi faktor-faktor penyebab keterlambatan terhadap Pekerjaan Variation Order pada proyek tersebut.

Tabel 2. Profil Responden

No	Responden	Asal Instansi	Pengalaman kerja	Pendidikan Terakhir
1	R1	Kontraktor	5-10 tahun	S2 Teknik Sipil
2	R2	Kontraktor	5-10 tahun	S1 Teknik Sipil
3	R3	Owner Proyek	11-20 tahun	S1 Teknik Sipil
4	R4	Owner Proyek	5-10 tahun	S1 Teknik Sipil
5	R5	Kontraktor	11-20 tahun	S1 Teknik Sipil
6	R6	Konsultan Manajemen Konstruksi	5-10 tahun	S2 Teknik Sipil
7	R7	Konsultan Perencana	11-20 tahun	S1 Teknik Sipil
8	R8	Kontraktor	5-10 tahun	S1 Teknik Sipil
9	R9	Kontraktor	11- 20 tahun	S2 Teknik Sipil
10	R10	Kontraktor	5- 10 tahun	S1 Teknik Sipil
11	R11	Owner Proyek	11- 20 tahun	S1 Teknik Sipil
12	R12	Konsultan Perencana	11- 20 tahun	S1 Teknik Sipil
13	R13	Konsultan Perencana	5- 10 tahun	S1 Teknik Sipil
14	R14	Konsultan Perencana	5 -10 tahun	S1 Teknik Sipil
15	R15	Owner Proyek	5-10 tahun	S1 Teknik Sipil
16	R16	Kontraktor	5- 10 tahun	S1 Teknik Sipil
17	R17	Konsultan Manajemen Konstruksi	5- 10 tahun	S1 Teknik Sipil
18	R18	Konsultan Manajemen Konstruksi	5-10 tahun	S2 Teknik Sipil
19	R19	Konsultan Manajemen Konstruksi	5-10 tahun	D3 Teknik Sipil
20	R20	Konsultan Perencana	5-10 tahun	S1 Teknik Sipil
21	R21	Konsultan Perencana	5 -10 tahun	S1 Teknik Sipil

Analisis Uji Validitas

Tabel berikut memperlihatkan hasil uji validitas yang dilaksanakan untuk setiap pernyataan pada kuesioner yang telah diisi oleh responden.

Tabel 3. Uji Validitas Faktor Variabel Penyebab Keterlambatan Variation Order

No.	Pernyataan	Nilai r Tabel	Nilai r Hitung	Ket
Administrasi Proyek (Persetujuan, Perubahan & Dokumen Kontrak)				
1	Perubahan desain selama konstruksi	0.433	0.642	<i>Valid</i>
2	Keterlambatan dalam proses pengambilan keputusan oleh teknisi lapangan.	0.433	0.584	<i>Valid</i>
3	Konflik antara dokumen kontrak.	0.433	0.644	<i>Valid</i>
4	Keterlambatan persetujuan gambar.	0.433	0.653	<i>Valid</i>
5	Hambatan dalam proses pengambilan keputusan.	0.433	0.590	<i>Valid</i>
6	Keputusan sepihak yang dibuat oleh owner tanpa pertimbangan yang tepat untuk kontrak.	0.433	0.716	<i>Valid</i>
Manajemen Biaya dan Waktu Proyek Konstruksi				
7	Meningkatnya biaya proyek.	0.433	0.507	<i>Valid</i>
8	Perubahan Harga Material.	0.433	0.631	<i>Valid</i>
9	Keterlambatan pembayaran.	0.433	0.547	<i>Valid</i>
10	Durasi kontrak yang tidak realistis yang ditetapkan oleh klien.	0.433	0.588	<i>Valid</i>
11	Kurangnya minat pada jadwal dan pembaruan secara terus-menerus.	0.433	0.574	<i>Valid</i>
12	Perubahan tak terduga dalam tingkat inflasi.	0.433	0.679	<i>Valid</i>
Material dan Spesifikasi Proyek Konstruksi				
13	Meningkatkan Pengadaan yang tidak perlu.	0.433	0.560	<i>Valid</i>
Material dan Spesifikasi Proyek Konstruksi				
14	Keterlambatan pengiriman material.	0.433	0.801	<i>Valid</i>
Penanggung Jawab/Pemangku Proyek Konstruksi (Owner, Konsultan, Kontraktor dan Staff Pekerja)				
15	Kurangnya pertimbangan dan pengalaman konsultan.	0.433	0.623	<i>Valid</i>
16	Pengalaman kontaktor yang tidak memadai.	0.433	0.667	<i>Valid</i>
17	Beban kerja dan tekanan yang berlebihan pada kontraktor.	0.433	0.613	<i>Valid</i>
18	Manajemen lokasi dan koordinasi kontraktor yang buruk.	0.433	0.771	<i>Valid</i>
19	Penanganan kemajuan proyek yang tidak tepat oleh kontraktor.	0.433	0.730	<i>Valid</i>
20	Manajemen resiko yang buruk oleh kontraktor.	0.433	0.682	<i>Valid</i>
21	Pemberian proyek kepada kontraktor yang melebihi potensi finansial dan teknisinya.	0.433	0.744	<i>Valid</i>
22	Sering terjadi pergantian subkontraktor.	0.433	0.573	<i>Valid</i>
23	Ketidakstabilan tim proyek.	0.433	0.636	<i>Valid</i>
24	Kekurangan tenaga kerja konstruksi.	0.433	0.671	<i>Valid</i>
25	Subkontrak yang berlebihan.	0.433	0.624	<i>Valid</i>
Manajemen dan Pengawasan di lapangan Proyek Konstruksi				
26	Konflik selama pelaksanaan pekerjaan.	0.433	0.508	<i>Valid</i>
27	Tujuan Proyek tidak memadai.	0.433	0.658	<i>Valid</i>
28	Manajemen dan pengawasan lokasi yang buruk.	0.433	0.734	<i>Valid</i>
29	Kecelakaan dilokasi proyek.	0.433	0.526	<i>Valid</i>
30	Pengerjaan yang buruk dan kesalahan konstruksi yang menyebabkan pengerjaan ulang.	0.433	0.663	<i>Valid</i>
31	Produktivitas rendah.	0.433	0.757	<i>Valid</i>

Analisis Uji Reliabilitas

Uji reabilitas pada penelitian ini menggunakan alat bantu software SPSS, adapun metode yang digunakan adalah metode Cronbach's Alpha, dimana suatu kuisisioner dikatakan reliabel jika nilai Cronbach's Alpha lebih besar dari 0.6 maka data dinyatakan realible.

Tabel 4. Proses Jumlah Data yang diolah Case Processing Summary

Case Processing Summary		N	%
Cases	Valid	21	100.0
	Excluded ^a	0	.0
	Total	21	100.0

Analisis Produktivitas dan Durasi Pekerjaan

Setelah melakukan perhitungan dan mengumpulkan data analisis produktivitas dan durasi pekerjaan, langkah selanjutnya adalah melakukan rekapitulasi data tersebut guna mempermudah pelaksanaan analisis pada tahapan berikutnya. Berikut ini hasil rekapitulasi perhitungan produktivitas dan durasi pekerjaan sebagai dasar dalam pelaksanaan analisis percepatan:

Tabel 5. Rekapitulasi Hasil Perhitungan Produktivitas dan Durasi Pekerjaan

No	Uraian Pekerjaan	Volume Pekerjaan	Koefisien	Jumlah Pekerja	Produktivitas per Hari	Durasi
1	SI 001 Penambahan Reng Area MPR Roof					
	Reng Area MPR Roof	544,23 m ²	0,20	8	40 m ² / hari	14

Analisis Crashing dengan Penambahan Jam Kerja (Lembur)

Tahapan Selanjutnya yaitu Crashing dengan menambahkan jam kerja akan mempengaruhi efisiensi proyek. Contoh Perhitungan crash duration pada pekerjaan Penambahan Reng Area MPR Roof:

- Produktivitas per Hari = Volume Pekerjaan ÷ Durasi Normal
= 544,23 ÷ 14 = 40,00 m²/hari
- Produktivitas per Jam = Produktivitas Harian ÷ Jam Kerja Normal
= 40,00 m/hari ÷ 7 = 5,714 m²/hari/jam
- Produktivitas sesudah crashing
= Produktivitas Harian + (Total Waktu Lembur x Produktivitas/ jam x % produktivitas jam lembur)
= 40,00 + (3 x 5,714 x 70 %) = 52,00 m²/hari
- *Crash Duration* = Volume ÷ Produktivitas sesudah *Crash*
= 544,23 ÷ 52,00 = 10,46 ≈ 10 Hari

Tabel 1. Hasil Perhitungan Crash Duration pada Alternatif Penambahan Jam Kerja

No	Uraian Pekerjaan	Produktivitas per Hari	Produktivitas per Jam	Produktivitas Crashing	Crash Duration
1	SI 001 Penambahan Reng Area MPR Roof				
	Reng Area MPR Roof	40 m ² / hari	5,714 m ² / jam	52 m ² / hari	10

Selain itu dalam crashing juga diperlukan crash cost dimana crash cost itu sendiri berarti biaya langsung pada kondisi waktu terpendek yang paling mungkin untuk menyelesaikan aktivitas. Contoh Perhitungan crash cost pada pekerjaan Penambahan Reng Area MPR Roof:

Biaya Lembur: Pekerja = Jumlah Pekerja x (Jam Lembur x Total *Crash*) x [(1,5 x gaji 1 jam upah normal) + (2 x 2 x gaji 1 jam upah normal)].

- Pekerja = 4 x (3 x 10) x [(1,5 x Rp. 5.750) + (2 x 2 x Rp. 5.750)] = Rp. 3.971.836

- $Tukang = 2 \times (3 \times 10) \times [(1,5 \times \text{Rp. } 6.250) + (2 \times 2 \times \text{Rp. } 6.250)] = \text{Rp. } 2.158.606$
- $Kepala Tukang = 1 \times (3 \times 10) \times [(1,5 \times \text{Rp. } 6.875) + (2 \times 2 \times \text{Rp. } 6.875)] = \text{Rp. } 1.187.233$
- $Mandor = 1 \times (3 \times 10) \times [(1,5 \times \text{Rp. } 6.875) + (2 \times 2 \times \text{Rp. } 6.875)] = \text{Rp. } 1.187.233$
- $\text{Total Biaya} = \text{Rp. } 3.971.836 + \text{Rp. } 2.158.606 + \text{Rp. } 1.187.233 + \text{Rp. } 1.187.233 = \text{Rp. } 8.504.909$
- $\text{Crash Cost} = \text{Rp. } 48.817.473 + \text{Rp. } 8.504.909 = \text{Rp. } 57.322.383$

Tabel 2. Hasil Perhitungan *Crash Cost* pada Alternatif Penambahan Jam Kerja (Lembur) dalam Rp.

No	Uraian Pekerjaan	Pekerja	Tukang	Kepala Tukang	Mandor	Total Biaya	Crash Cost
1	SI 001 Penambahan Reng Area MPR Roof						
	Reng Area MPR Roof	3.971.835	2.158.606	1.187.233	1.187.233	8.504.909	57.322.382

Cost slope merupakan biaya langsung untuk menyelesaikan aktivitas pada kondisi waktu terpendek dalam satuan waktu terkecil yang ditentukan. Contoh Perhitungan cost slope pada pekerjaan Penambahan Reng Area MPR Roof:

$$\text{Cost Slope} = (\text{Rp. } 57.322.383 - \text{Rp. } 48.817.473) : 6 \text{ hari} = \text{Rp. } 2.708.750/\text{hari}$$

Tabel 3. Hasil Perhitungan *Cost Slope* pada Alternatif Penambahan Jam Kerja (Lembur) dalam Rp.

No	Uraian Pekerjaan	Durasi Normal	Crash Duration	Crash Cost	Normal Cost	Cost Slope
1	SI 001 Penambahan Reng Area MPR Roof					
	Reng Area MPR Roof	14	10	57.322.382	48.817.473	2.708.750

Perbandingan Durasi dan Biaya Normal dengan Setelah Percepatan (*crashing*)

Perbandingan durasi dan biaya setelah percepatan (*crashing*) pada pekerjaan variation order proyek Sekolah XYZ bertujuan untuk menilai efektivitas metode percepatan yang telah diterapkan. Analisis ini membandingkan waktu penyelesaian dan total biaya proyek antara kondisi normal dengan kondisi setelah penambahan jam kerja lembur. Hasilnya menunjukkan bahwa metode crashing dapat mempercepat durasi pekerjaan, namun disertai peningkatan biaya, khususnya dari tambahan upah lembur. Oleh karena itu, perbandingan ini memberikan gambaran objektif mengenai trade-off antara penghematan waktu dan tambahan biaya yang dibutuhkan, sehingga menjadi dasar penting dalam pengambilan keputusan untuk pengendalian jadwal dan anggaran proyek secara optimal.

Tabel 4. Perbandingan Waktu dan Biaya dengan setelah Percepatan (*Crashing*) dalam Hari dan Rp.

Uraian	Durasi	Biaya	Cost Slope
Kerja Normal	97	635.268.392	37.047.500
Kerja Lembur (<i>Crashing</i>)	74	700.972.929	

4. KESIMPULAN

Setelah dilakukan analisis faktor keterlambatan dan percepatan proyek terhadap pekerjaan *Variation Order* dengan metode crash pada proyek Sekolah XYZ, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Faktor penyebab keterlambatan pada pekerjaan variation order meliputi perubahan desain, keterlambatan material, kurangnya koordinasi antar pihak, serta keterbatasan tenaga kerja. Sementara itu, faktor percepatan yang mendukung proyek antara lain penambahan jam kerja, penambahan tenaga kerja, serta optimalisasi penggunaan peralatan.
2. Penerapan metode *crash* terbukti efektif dalam menganalisis serta menentukan aktivitas kritis yang dapat dipercepat dengan penambahan sumber daya. Melalui metode ini diperoleh alternatif percepatan durasi pekerjaan dari 97 hari menjadi 74 hari tanpa mengubah lingkup kegiatan yang ada.
3. Penerapan metode *crash* dapat meminimalisasi keterlambatan dan mempercepat penyelesaian pekerjaan variation order. Walaupun membutuhkan tambahan biaya dari Rp. 635.268.392 menjadi 700.972.929, percepatan proyek tetap memberikan keuntungan karena mampu mengurangi risiko keterlambatan yang lebih besar dan memastikan proyek dapat selesai sesuai target waktu.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih diberikan sebesar-besarnya atas bantuan dana publikasi yang diberikan oleh Fakultas Teknik Universitas Pancasila pada Semrestek 2025.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] P. M. Institute, A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide)-Seventh Edition and The Standard for Project Management., USA: Project Management Institute., 2021.
- [2] A. Balbaa, O. El-Nawawy, K. El-Dash and M. El-Mageed Badawy, "Risk," *assessment for causes of variation orders for residential projects. J. Eng. Appl. Sci.*, pp. 701-708, 2019.
- [3] K. Naji, M. Gunduz and A. Naser, "The effect of change-order management factors on construction project success: A structural equation modeling approach.," *J. Constr. Eng. Manag.*, p. 148, 2022.
- [4] M. Msallam, M. Abojaradeh, B. Jrew and I. Zaki, "Controlling of variation orders in highway," *J. Eng. Archit.*, pp. 95-104, 2015.
- [5] M. Khanzadi, F. Nasirzadeh and M. F. Dashti, "cognitive map approach to analyze ca of change orders in construction projects.," *J. Constr. Eng. Manag.*, p. 144, 2018.
- [6] K. Mohammad, N. Ali and B. Najm, " Assessment of the cost and time impact of variation orders on construction projects in Sulaimani governorate.," *J. Eng.*, p. 106–125. , 2021.
- [7] M. Nurhidayat, "NALISIS PERBANDINGAN PEKERJAAN PELAT ANTARA METODE KONVENSIONAL DAN PRECAST DITINJAU DARI SEGI WAKTU DAN BIAYA PADA PROYEK STASIUN LIGHT RAIL TRANSIT (LRT) JABODEBEK," (*Doctoral dissertation, Universitas Mercu Buana Jakarta*), 2021.
- [8] R. R. S. B. F. & S. M. D. Rumimper, "Analisis resiko pada proyek konstruksi perumahan di Kabupaten Minahasa Utara," *Jurnal Ilmiah Media Engineering*, vol. 5(2), p. 97547, 2015.
- [9] S. & C. U. Kiswati, "nalisis konsultan manajemen konstruksi terhadap penerapan manajemen waktu pada pembangunan rumah sakit di Jawa Tengah," *Neo Teknika*, vol. 5(1), 2019.
- [10] Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia. , " Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 22/PRT/M/2018 tentang Pembangunan Bangunan Gedung Negara," Jakarta, 2018.
- [11] C. & T. J. S. Alverina, "Analisis biaya pelaksanaan proyek konstruksi gedung bertingkat dengan konsep konstruksi hijau.," *MTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil.*, Vols. 3(2),, pp. 245-254., 2020.
- [12] N. A. U. A. & M. D. Alami, "Studi komparasi perbandingan rencana anggaran biaya antara metode analisa harga satuan pekerjaan (AHSP) dan standar nasional indonesia (SNI).," *Surya Beton: Jurnal Ilmu Teknik Sipil.*, Vols. 5(1), , pp. 10-19., 2021.