

PERCEPATAN WAKTU PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG KEMASAN JUMBO PT SEMEN INDONESIA DENGAN METODE *CRASHING*

Sugiyanto¹, Ahmad Nur Puniadi²

^{1,2}Prodi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sunan Bonang
¹irsugianto6@gmail.com, ²ciptakaryagemilang@ymail.com

Diterima: Juni 2022; Disetujui: September 2022

Abstract. *In implementing accelerated construction projects, one strategy can be applied the crashing method. This study aims to analyze the cost and time of the construction project for constructing a jumbo bag building for the old cargo area of the Tuban factory of PT Semen Indonesia (Persero) Tbk with the crashing method. The data used is sourced from observations of project implementation supported by PT. Mahkota Artha Sejati as the contractor. In this case, the crashing method is used by increasing working hours by working overtime on project implementation. The results of this study get optimization results, namely by accelerating project implementation time with cost increases as efficiently as possible, obtained in the implementation of 2 hours of overtime per day. The result is an acceleration of 22 days so that the project duration becomes 128 days, with the project implementation cost increasing by IDR 8,681,402.40. Based on these findings, it can be suggested that, especially in construction projects that experience delays, applying the crashing method is the right solution.*

Keywords: *cost, crashing, productivity, schedule.*

Abstraksi. *Dalam pelaksanaan proyek konstruksi yang dipercepat salah satunya dapat dilakukan strategi dengan penerapan metode crashing. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa biaya dan waktu pelaksanaan proyek konstruksi pembuatan gedung jumbo bag area cargo lama pabrik Tuban PT Semen Indonesia (Persero) Tbk dengan metode crashing. Data yang digunakan adalah bersumber dari pengamatan pelaksanaan proyek yang didukung oleh PT. Mahkota Artha Sejati selaku kontraktor. Dalam hal ini, metode crashing digunakan dengan menambah jam kerja dengan cara lembur kerja pada pelaksanaan proyek. Hasil penelitian ini mendapatkan hasil optimasi, yaitu dengan percepatan waktu pelaksanaan proyek dengan kenaikan biaya seefisien mungkin, didapatkan pada pelaksanaan lembur 2 jam per hari. Hasilnya adalah didapatkan percepatan 22 hari sehingga durasi proyek menjadi 128 hari dengan biaya pelaksanaan proyek mengalami kenaikan Rp. 8.681.402,40. Berdasarkan temuan tersebut, dapat disarankan khususnya pada proyek konstruksi yang mengalami keterlambatan, penerapan metode crashing menjadi solusi yang tepat.*

Kata kunci: *biaya, crashing, jadwal, produktivitas.*

PENDAHULUAN

Pembangunan infrastruktur merupakan aspek penting dalam peningkatan pertumbuhan ekonomi karena dapat menciptakan lapangan kerja baru, penurunan tingkat kemiskinan dan peningkatan pendapatan perkapita (Panjaitan et al., 2020). Pembangunan infrastruktur yang sangat masif dilakukan untuk mengoneksikan antar daerah di

Indonesia dalam rangka mendongkrak kegiatan ekonomi secara nasional. Sejak tahun 2016 hingga November 2021, Pemerintah Republik Indonesia telah merampungkan 124 proyek strategis nasional dengan total investasi 626,1 triliun rupiah yang melibatkan Badan Usaha Milik Swasta, Badan Usaha Milik Negara dan APBN. Selanjutnya, Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR)

Basuki Hadimuljono memaparkan bahwa pembangunan infrastruktur tahun 2021 difokuskan pada 5 program, disamping prioritas utama program untuk mendukung penanganan pandemi *Covid-19* serta mempercepat upaya pemulihan ekonomi nasional. Diuraikan ke-5 program tersebut adalah penyelesaian proyek strategis nasional, padat karya tunai (PKT), penyelesaian pengembangan 5 destinasi pariwisata super prioritas (DPSP), pengembangan *food estate* dan pengembangan kawasan industri (KI) terpadu Batang di Jawa Tengah (Hadimuljono, 2021).

Ada pula pembangunan jaringan gas bumi untuk rumah tangga sebanyak 120.776 SR serta PLTS Rooftop dan PLTS Cold Storage sebesar 11,8 MWp. Perencanaan berbagai macam kebutuhan proyek konstruksi yang harus segera diwujudkan, mengakibatkan banyak juga perusahaan konstruksi skala nasional yang terlibat dan bersaing dalam memenangkan tender proyek konstruksi tersebut. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik mencatat perusahaan konstruksi Indonesia mencapai 203.403 unit usaha, dengan sebaran 38% berada di Pulau Jawa dan sisanya berada di luar Pulau Jawa (BPS, 2021).

Infrastruktur dalam pandangan pemerintah saat ini merupakan lokomotif yang dapat menggerakkan pembangunan nasional maupun pembangunan daerah. Sudut pandang tersebut sekaligus berorientasi pada konsep pembangunan Indonesia sentris, dimana kegiatan pembangunan diselenggarakan secara merata di seluruh pulau-pulau di wilayah Indonesia dan tidak memusat hanya di Pulau Jawa saja (Jawa sentris). Berdasarkan Paikun (2020) dinyatakan bahwa peranan infrastruktur berpengaruh secara ekonomi makro terhadap *marginal productivity of*

private capital dan secara ekonomi mikro ketersediaan pelayanan infrastruktur berpengaruh terhadap nilai keekonomian suatu produk karena biaya produksi (distribusi) menjadi semakin efisien. PT Semen Indonesia (Persero) Tbk melakukan perubahan kemasan semen yang akan didistribusikan ke luar pulau sehingga membutuhkan infrastruktur berupa proyek konstruksi perubahan gedung kemasan yang menyesuaikan dengan kebutuhan terkini (Divisi Marketing, 2021).

Husen (2011) & Ervianto (2015) menyatakan bahwa proyek konstruksi merupakan kumpulan aktivitas yang kompleks, sifatnya tidak rutin, dalam batasan biaya, jadwal dan sumber daya serta ditetapkan spesifikasi berdasarkan produk atau jasa yang diadakan. Berdasarkan tujuan, sasaran dan faktor pembatas (*constraint factor*) dibutuhkan manajemen yang mumpuni dalam memberdayakan secara optimal berbagai sumber daya yang digunakan sehingga menjadi efektif, efisien dan optimal (Sugiyanto & Kosbiamtoro, 2022). Soeharto (2019) menambahkan bahwa organisasi kerja dalam proyek konstruksi bisa menjamin dengan cermat dan pasti sehingga seluruh pekerjaan bisa diselenggarakan dengan biaya yang hemat (*cost underrun*), jadwal tepat waktu (*on schedule*) serta memenuhi kualitas dan spesifikasi yang telah ditetapkan (*on specification*). Adapun, Dipohusodo (1996) menyatakan bahwa ukuran keberhasilan proyek konstruksi salah satunya ditentukan oleh dampak yang ditimbulkan dengan adanya proyek (risiko) walaupun ada diharapkan seminimal mungkin. Hal yang sama oleh Santoso (2009) ditegaskan bahwa ada 4 (empat) hal pokok dalam mengevaluasi keberhasilan proyek konstruksi meliputi biaya yang dibutuhkan dalam pelaksanaan konstruksi tepat (*on*

budget) atau bahkan hemat (*cost underrun*) dari anggaran, durasi pelaksanaan memenuhi target jadwal yang ditentukan (*on schedule*), hasil pekerjaan memenuhi spesifikasi yang telah ditetapkan dalam kontrak konstruksi (*on specification*) dan dalam pelaksanaan konstruksi mulai dari awal hingga tuntas tidak menimbulkan adanya kecelakaan kerja (*zero accident*). Sementara itu, Pastiarsa (2015) menguraikan bahwa terhadap unsur-unsur yang dinilai dalam mencapai keberhasilan proyek konstruksi yang dikatakan sukses adalah memenuhi target waktu (durasi) yang direncanakan, menggunakan biaya yang direncanakan, memenuhi mutu yang sudah ditentukan, dapat diterima dengan baik oleh pengguna (*user*), tanpa ada perubahan lingkup pekerjaan yang berarti, tanpa mengganggu aliran pekerjaan utama dalam organisasi dan tanpa mengubah budaya (positif) perusahaan

Selanjutnya, Rani (2016) menyatakan bahwa proyek konstruksi dapat digolongkan menjadi konstruksi perumahan (*residential construction*), konstruksi gedung (*building construction*), konstruksi rekayasa berat (*heavy engineering construction*) dan konstruksi industri (*industrial construction*). Berbagai macam sumber daya yang digunakan dalam proyek konstruksi merupakan gabungan dari sumber daya manusia (SDM), material, peralatan dan modal/biaya yang dihimpun dalam suatu wadah organisasi sementara untuk mencapai sasaran dan tujuan (Ervianto, 2015 & Husen, 2011). Seperti kita ketahui bersama, dalam penyelenggaraan proyek konstruksi peranan sumber daya manusia sangat besar dalam tata kelola dan pelaksanaannya (Barrie et al., 1990). Hal ini dikarenakan proyek merupakan rangkaian kegiatan yang disusun dalam pelaksanaan dengan membutuhkan durasi yang ditentukan dengan jadwal yang

pasti kapan dimulai dan kapan selesai, membutuhkan berbagai macam kebutuhan sumber daya yang dilibatkan dan dengan tujuan untuk menghasilkan produk dengan spesifikasi atau mutu yang telah ditetapkan sejak awal (Soeharto, 2019; Sugiyanto & Gondokusumo, 2020; Sugiyanto & Untoko, 2022).

Pelaksanaan percepatan proyek, disamping akan mempengaruhi waktu atau durasi pelaksanaan proyek juga terhadap biaya yang dibutuhkan dalam menyelesaikan proyek (Barrie et al., 1990). Dalam kaitan pelaksanaan metode *crashing*, Ervianto (2015) menjelaskan bahwa dapat dilakukan dengan beberapa cara, salah satunya adalah dengan dilakukan penambahan jam kerja dengan pelaksanaan kerja lembur.

Dalam kaitannya penerapan metode *crashing* dengan cara diadakan lembur kerja, dalam pelaksanaannya dapat dilakukan analisa biaya dan waktu terhadap suatu proyek. Oleh karena itu, pada penelitian ini metode tersebut akan dilakukan pada proyek konstruksi pembuatan gedung semen *jumbo bag* area cargo lama pabrik Tuban PT. Semen Indonesia (Persero) Tbk. Sekilas tentang PT. Semen Indonesia sebagai produsen semen terbesar di Indonesia selain memiliki produk yang kita kenal dengan kemasan 40 Kg/zak dan 50 Kg/zak, juga menggunakan kemasan kapasitas 1 ton semen/kemasan (*jumbo bag*) sehingga disebut juga dengan produk semen jumbo. Adanya perubahan kemasan produk semen dari yang biasanya (konvensional) menjadi semen jumbo tersebut dilakukan untuk tujuan meningkatkan efektivitas dan efisiensi biaya distribusi ke luar pulau. Akhirnya, adanya perubahan kemasan tersebut membutuhkan perubahan konstruksi gedung yang lama dan agar tidak mengganggu jalannya aliran proses produksi

(*bottle neck*), proyek tersebut harus dilakukan dengan pelaksanaan waktu yang dipercepat dengan menggunakan metode *crashing*. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisa biaya dan waktu pelaksanaan proyek konstruksi gedung semen jumbo bag area cargo lama pabrik Tuban PT Semen Indonesia (Persero) Tbk dengan metode *crashing*.

METODE PENELITIAN

Data-data yang digunakan pada penelitian ini, berupa data primer (observasi/pengamatan langsung) dan sekunder (pengamatan tidak langsung) dapat diuraikan sebagai berikut:

1. *Bill of quantity (BOQ)* proyek

Dalam *bill of quantity* proyek diperoleh informasi meliputi kode dan jenis pekerjaan, jumlah dan satuan pekerjaan, harga satuan dan total biaya material, harga satuan dan total upah tenaga kerja serta biaya total secara keseluruhan (PT. Mahkota Artha Sejati, 2022a).

2. Laporan progres mingguan proyek

Dalam laporan progres mingguan proyek diperoleh informasi meliputi volume dan satuan pekerjaan, bobot masing-masing pekerjaan (%), target pencapaian dalam periode mingguan dan kumulatif, dan realisasi pencapaian dalam periode mingguan dan kumulatif serta hasil monitoring intensitas kemajuan proyek secara keseluruhan (PT. Mahkota Artha Sejati, 2022b).

Pada pelaksanaan penelitian ini pengukuran variabel terdiri dari:

1. Biaya pelaksanaan proyek

Biaya pelaksanaan proyek dalam penelitian ini terdiri anggaran proyek (rencana biaya), biaya penyelesaian proyek dalam durasi normal (*normal cost*) dan biaya penyelesaian proyek yang dipercepat dengan metode *crashing* (*crashing cost*). Metode ini

dipilih karena dalam penerapannya dapat dikontrol dengan memadai (akurat) sehingga peluang keberhasilannya menjadi lebih tinggi dibanding metode lainnya seperti *fast track* atau *duration cost trade off*. Dalam kaitan penerapan metode *crashing* pada proyek yang dianalisa dilakukan dengan cara penambahan jam kerja melalui simulasi kerja lembur 1 jam/hari, 2 jam/hari dan 3 jam/hari. Selanjutnya, dalam pembahasan dalam analisa biaya hanya berfokus pada biaya upah tenaga kerja saja dan biaya material dianggap tidak memiliki perubahan baik dari satuan harga maupun jumlahnya dengan proyek diselesaikan dalam durasi normal (*normal duration*) maupun dalam durasi yang dipercepat (*crashing duration*). Dengan demikian, berdasarkan Husen (2011); Sugiyanto (2020) serta Subakir & Sugiyanto (2022) dalam analisa tersebut digunakan perhitungan-perhitungan sebagai berikut:

$$\text{a. Biaya upah tenaga kerja/hari} = \frac{\text{Anggaran jenis pekerjaan (Rp)}}{\text{Durasi (hari)}} \dots\dots\dots(1)$$

$$\text{b. Biaya upah tenaga kerja/jam} = \frac{\text{Biaya upah tenaga/hari (Rp)}}{\sum \text{jam kerja (jam)}} \dots\dots\dots(2)$$

$$\text{c. Biaya lembur tenaga kerja} = [\sum \text{jam lembur} \times \text{tarif upah lembur/jam}] \dots\dots\dots(3)$$

$$\text{d. Biaya yang dipercepat (crashing cost)} = \text{Biaya normal} + \text{Biaya lembur} \dots\dots\dots(4)$$

$$\text{e. Cost slope} = \frac{\text{Crashing cost} - \text{Normal cost}}{\text{Normal duration} - \text{Crash duration}} \dots\dots\dots(5)$$

2. Waktu pelaksanaan proyek

Waktu pelaksanaan proyek berdasarkan kontrak yang dibuat antara PT. Mahkota Artha Sejati selaku penyedia jasa konstruksi (kontraktor) dan PT. Semen Indonesia (Persero) Tbk selaku pemilik proyek

(pengguna), berdurasi 150 hari dimulai pada 1 Desember 2021 dan selesai pada 29 April 2022. Dengan demikian, pada penelitian ini

disusun jadwal pengamatan seperti ditampilkan pada tabel 1.

Tabel 1.
Jadwal Pengamatan Proyek

Minggu ke-	Durasi (hari)	Periode mingguan
I	7	01 - 06 Desember 2021
II	7	07 -13 Desember 2021
III	7	14 - 20 Desember 2021
IV	7	21 - 27 Desember 2021
V	7	28 Desember 2021 - 03 Januari 2022
VI	7	04 - 10 Januari 2022
VII	7	04 - 17 Januari 2022
VIII	7	18 - 24 Januari 2022
IX	7	25 - 31 Januari 2022
X	7	01 - 07 Februari 2022
XI	7	08 - 14 Februari 2022
XII	7	15 - 21 Februari 2022
XIII	7	22 - 28 Februari 2022
XIV	7	01 - 07 Februari 2022
XV	7	08 - 14 Februari 2022
XVI	7	15 - 21 Februari 2022
XVII	7	22 - 28 Februari 2022
XVIII	7	29 Maret - 04 April 2022
XIX	7	05 - 11 April 2022
XX	7	12 - 18 April 2022
XXI	7	19 - 25 April 2022
XXII	7	26 - 29 April 2022

Sumber: PT. Mahkota Artha Sejati (2022b)

Berdasarkan jadwal pengamatan proyek pembuatan gedung jumbo bag area cargo lama pabrik Tuban PT Semen Indonesia (Persero) Tbk seperti ditentukan pada Tabel 1 tersebut di atas, maka waktu pelaksanaan proyek dalam penelitian ini terdiri jadwal rencana proyek, waktu penyelesaian proyek dalam durasi normal (*normal duration*) dan waktu penyelesaian proyek yang dipercepat dengan metode *crashing* (*crashing duration*). Dalam konsep hubungan waktu dan biaya proyek, Husen (2011) menyatakan bahwa dapat diadakan percepatan waktu proyek dengan menggunakan metode

crashing, dengan tujuan terjadi pengurangan durasi kegiatan yang terlibat dalam proyek. Dalam penerapan metode *crashing* dilakukan dengan cara penambahan jam kerja melalui simulasi kerja lembur 1 jam/hari, 2 jam/hari dan 3 jam/hari. Simulasi tersebut dilakukan mempertimbangkan efektivitas dan produktivitas kerja. Pelaksanaan lembur dimulai setelah jam kerja normal berakhir dan durasinya menyesuaikan dengan simulasi yang ditentukan pada penelitian ini. Dalam pelaksanaan lembur, harus diperhitungkan hubungan antara produktivitas dan jam

lembur akibat adanya faktor kelelahan sumber daya manusia (tenaga kerja) sehingga akan menyebabkan penurunan produktivitas kerja (Husen, 2011; Subakir & Sugiyanto, 2022). Adanya faktor kelelahan tersebut, berdasarkan Umyati et al. (2019) ditemukan bahwa hubungan kelelahan dan produktivitas menggunakan uji kolerasi didapatkan pengaruh yang signifikan dengan angka korelasi sebesar -0.807, hal ini mengkonfirmasi tenaga kerja yang mengalami kelelahan akan mengakibatkan penurunan produktivitas kerja. Sementara itu, Safira & Nurdiawati (2020) menjelaskan bahwa uji analisis menunjukkan tidak ada hubungan antara keluhan kelelahan subjektif terhadap produktivitas kerja, terdapat hubungan antara umur dan masa kerja terhadap produktivitas kerja. Selanjutnya, berdasarkan Rosmalina (2019) ditemukan bahwa terdapat hubungan yang nyata antara umur, status kesehatan, waktu kerja dan suhu lingkungan terhadap kelelahan kerja. Hal tersebut dapat dijelaskan dengan adanya koefisien produktivitas kerja seperti disajikan pada tabel 2.

Tabel 2.

Koefisien produktivitas

∑ jam lembur	Koefisien produktivitas	Prestasi kerja
1 jam	0,9	90%
2 jam	0,8	80%
3 jam	0,7	70%

Sumber: Husen (2011)

Selanjutnya, dalam pembahasan dalam analisa waktu pelaksanaan proyek, maka berdasarkan Husen (2011); Sugiyanto (2020) serta Subakir & Sugiyanto (2022) dalam analisa tersebut digunakan perhitungan-perhitungan yang terdiri:

$$a. \text{ Produktivitas normal} = \frac{\text{Volume pekerjaan}}{\text{Durasi normal}} \dots\dots\dots (6)$$

$$b. \text{ Produktivitas/jam} = \frac{\text{Produktivitas normal}}{\text{Jumlah jam kerja normal}} \dots\dots\dots (7)$$

$$c. \text{ Produktivitas crashing} = [(\sum \text{ jam/hari} \times A) + (a \times b \times A)] \dots\dots\dots (8)$$

$$d. \text{ Crashing duration} = \frac{\text{Volume pekerjaan}}{\text{Produktivitas crashing}} \dots\dots\dots (9)$$

Dengan A adalah produktivitas/jam, a adalah lama penambahan jam kerja lembur dan b adalah koefisien produktivitas.

Analisis data yang digunakan pada pelaksanaan penelitian ini, meliputi deskriptif kuantitatif dan kualitatif. Analisa deskriptif kuantitatif digunakan untuk mendapatkan hasil analisa dalam perhitungan variabel biaya dan waktu pelaksanaan proyek, sedangkan analisa deskriptif kualitatif digunakan untuk menggambarkan dalam perbandingan antara perencanaan dan realisasi atas anggaran dalam pelaksanaan proyek.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pelaksanaan Proyek Konstruksi

Proyek konstruksi merupakan suatu serangkaian aktivitas yang berkaitan dengan upaya perwujudan suatu obyek dan fasilitas, melingkupi pekerjaan pokok dalam bidang teknik sipil dan arsitektur, serta umumnya berkolaborasi dengan disiplin ilmu lain (Prasko, 2022). Proyek konstruksi yang dianalisa dalam penelitian ini memiliki data informasi proyek sebagaimana disajikan pada tabel 3.

Pada Tabel 3 diinformasikan proyek yang dianalisa memiliki anggaran Rp 4.463.500.000 dengan jadwal pelaksanaan dimulai pada 1 Desember 2021 dan selesai pada 29 April 2022 (durasi 150 hari) dan dikerjakan oleh PT Mahkota Artha Sejati. Proyek tersebut diadakan dengan tujuan melakukan perubahan kemasan untuk distribusi ke luar pulau dari kemasan 40

Kg/zak menjadi 1 ton/jumbo bag sehingga efektivitas meningkat dan biaya lebih efisien.

Selanjutnya, proyek pembuatan gedung jumbo bag area cargo lama pabrik Tuban

milik PT Semen Indonesia (Persero) Tbk dapat diuraikan dalam aktivitas-aktivitas tiap pekerjaan ditampilkan pada tabel 4.

Tabel 3.
Informasi proyek konstruksi

No	Data Umum Proyek	Informasi proyek
1	Nama proyek	Pembuatan Gedung Jumbo Bag Area Cargo Lama Pabrik Tuban
2	No WO/SP	PO. 641.0000.1453
3	Anggaran proyek	Rp. 4.463.500.000,00
4	Jadwal proyek	01 Desember 2021-29 April 2022 (150 hari)
5	Kontraktor	PT. Mahkota Artha Sejati
6	Pengguna	PT.Semen Indonesia (Persero) Tbk

Sumber: PT. Mahkota Artha Sejati (2022b)

Tabel 4.
Daftar Aktivitas Pekerjaan Proyek

No	Uraian pekerjaan	Bobot (%)	Durasi (hari)	Anggaran (Rp)
1	Persiapan	0,396	28	17.697.000,00
2	Galian dan tanah	9,719	49	433.809.114,72
3	Slabing	20,323	42	907.057.118,54
4	Beton bertulang	11,203	21	500.056.417,55
5	Struktur baja	27,498	133	1.227.443.088,45
6	Pasangan dan <i>finishing</i>	14,947	42	667.149.898,47
7	Utilitas	1,045	21	46.667.189,32
8	Saluran dan bak kontrol	3,860	21	172.254.646,83
9	Elektrikal	9,748	63	435.092.513,25
10	Lain-lain	1,261	14	56.272.250,00
Total		100,000	150	4.463.500.000,00

Sumber: PT. Mahkota Artha Sejati (2022a)

Pada tabel 4, proyek tersebut terdiri 10 jenis pekerjaan dengan masing-masing bobotnya dari urutan tertinggi adalah pada pekerjaan struktur baja (27,948%) dengan anggaran Rp. 1.227.443.088,45; disusul pekerjaan slabing (20,323%) dengan anggaran Rp. 907.057.118,54; pekerjaan pasangan dan *finishing* (14,947%) dengan anggaran Rp. 667.149.898,47; pekerjaan beton bertulang (11,203%) dengan anggaran

Rp. 500.056.417,55 dan terendah pekerjaan persiapan (0,396%) dengan anggaran Rp. 17.697.000,00.

Selanjutnya, berdasarkan daftar aktivitas pekerjaan proyek dapat disusun dalam jadwal pelaksanaan proyek dalam periode mingguan (1 minggu berdurasi 7 hari) dengan ada 22 minggu pelaksanaan kerja seperti dapat diamati pada tabel 5.

Tabel 5.
Jadwal Mingguan Pelaksanaan Proyek

No	Minggu ke-	Bobot (%)			Anggaran	
		Rencana	Aktual	Selisih	Rencana	Aktual
1	I	0,003	0,329	-0,325	133.905	14.684.915
2	II	2,867	0,658	-2,209	127.968.545	29.369.830
3	III	5,929	5,388	-0,541	264.640.915	240.493.380
4	IV	9,966	9,400	-0,566	444.832.410	419.569.000
5	V	11,882	14,213	2,331	530.353.070	634.397.255
6	VI	17,703	21,406	3,703	790.173.405	955.456.810
7	VII	24,722	26,809	2,086	1.103.466.470	1.196.619.715
8	VIII	31,277	37,156	5,879	1.396.048.895	1.658.458.060
9	IX	33,693	45,048	11,356	1.503.887.055	2.010.717.480
10	X	38,087	50,543	12,456	1.700.013.245	2.255.986.805
11	XI	42,987	56,077	13,090	1.918.724.745	2.502.996.895
12	XII	46,706	60,728	14,020	2.084.722.310	2.710.594.280
13	XIII	52,437	64,567	12,130	2.340.525.495	2.881.948.045
14	XIV	58,495	70,969	12,470	2.610.924.325	3.167.701.315
15	XV	66,179	77,606	11,430	2.953.899.665	3.463.943.810
16	XVI	70,256	80,044	9,788	3.135.876.560	3.572.763.940
17	XVII	76,797	80,702	3,904	3.427.834.095	3.602.133.770
18	XVIII	81,249	84,141	2,892	3.626.549.115	3.755.633.535
19	XIX	84,388	87,009	2,620	3.766.658.380	3.883.646.715
20	XX	99,076	90,699	-8,377	4.422.257.260	4.048.349.865
21	XXI	99,282	92,156	-7,126	4.431.452.070	4.113.383.060
22	XXII	100,000	100,000	0,000	4.463.500.000	4.463.500.000

Sumber: PT. Mahkota Artha Sejati (2022b)

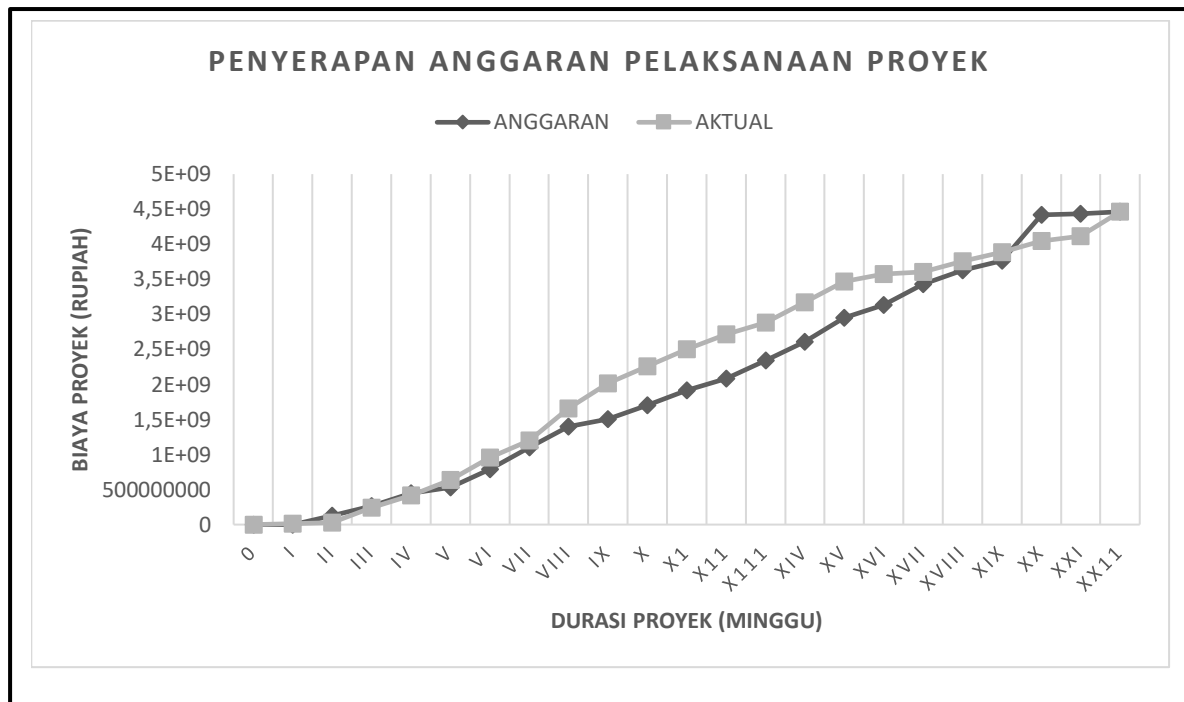
Pada tabel 5 dapat diinformasikan penyelenggaraan proyek ditampilkan dalam jadwal mingguan pelaksanaan proyek, terdiri bobot rencana dan aktual serta anggaran rencana dan aktual. Berdasarkan tabel tersebut dari minggu ke-1 hingga ke-4 terjadi kelambatan intensitas kemajuannya disebabkan karena pada awal pelaksanaan proyek masih mengurus pekerjaan administrasi, selanjutnya pada minggu ke-5 sampai ke-19 terjadi percepatan intensitas kemajuan serta pada minggu ke-20 dan 21 intensitas kemajuannya menurun hingga pada minggu ke-22 proyek tuntas selesai dikerjakan. Selanjutnya adanya dinamika (bobot) dalam pelaksanaan aktivitas proyek,

maka dapat digambarkan dalam bentuk penyerapan anggaran seperti disajikan pada gambar 1.

Pada gambar 1, biaya anggaran pelaksanaan proyek pembuatan gedung jumbo bag area cargo lama pabrik Tuban PT Semen Indonesia (Persero) Tbk ditandai dengan garis bentuk ketupat dan biaya aktual pelaksanaannya ditandai dengan garis bentuk bujur sangkar. Selanjutnya pada gambar tersebut dapat diuraikan penyerapan anggaran pelaksanaan proyek pada awal pelaksanaan proyek pada minggu ke-1 hingga ke-7 membentuk pola garis yang hampir sama dalam kisaran Rp. 1.196.619.715, selanjutnya pada minggu ke-

8 hingga ke-16 terjadi pola selisih yang semakin melebar dari Rp. 1.658.458.060 sampai Rp. 3.572.763.940 dengan terjadi *cost overrun* dan menjelang jadwal penyelesaian proyek dari minggu ke-17

biaya aktual melandai dari Rp. 3.602.133.770 dan akhirnya mencapai posisi tepat anggaran Rp. 4.463.500.000 (*on budget*) pada minggu ke-22.



Gambar 1. Biaya pelaksanaan proyek
Sumber: PT. Mahkota Artha Sejati (2022b)

Dengan pencapaian status kinerja proyek yang tepat anggaran dalam proyek yang dianalisa, berdasarkan PT. Mahkota Artha Sejati (2022b) juga disertai dengan pencapaian status kinerja jadwal *schedule uunderrun*, dimana proyek tuntas dikerjakan dalam kondisi 100% dalam waktu 2 (dua) minggu menjelang batas akhir penyelesaian proyek, sehingga lolos dari adanya denda keterlambatan.

Analisa Waktu Pelaksanaan Proyek Dengan Metode *Crashing*

Metode *crashing* merupakan metode yang digunakan dalam memperpendek durasi kegiatan dalam proyek konstruksi, dengan sasaran aktivitas-aktivitas yang bisa dilakukan percepatan (*crashing*) adalah

aktivitas yang berada pada lintasan kritis. Dalam penerapan metode *crashing* pada proyek digunakan untuk menentukan durasi optimum yang didapat dengan alternatif penambahan jam kerja (lembur) (Armalisa, 2017). Dalam upaya percepatan pelaksanaan proyek konstruksi dengan menggunakan metode *crashing*, maka langkah awal yang harus dilakukan adalah dengan menentukan adanya lintasan kritis. Lintasan kritis adalah merupakan waktu terpanjang yang diperlukan untuk menyelesaikan keseluruhan proyek, dalam lintasan tersebut terdapat aktivitas-aktivitas yang sangat peka (kritis) terhadap terjadinya keterlambatan (Anonymous, 2022). Berdasarkan jenis-jenis pekerjaan pada proyek yang dianalisa dapat disusun seperti ditunjukkan pada tabel 6.

Tabel 6.
Penentuan Lintasan Kritis

Kode	Uraian pekerjaan	Durasi (hari)	Prodesesor	Keterangan
1	Persiapan	28	-	SS
2	Galian dan tanah	49	1	FS
3	Slabing	42	4	SS
4	Beton bertulang	21	2	FS
5	Struktur baja	133	4	FS
6	Pasangan dan <i>finishing</i>	42	5	SS
7	Utilitas	21	6	SS
8	Saluran dan bak kontrol	21	7	SS
9	Elektrikal	63	5	SS
10	Lain-lain	14	7	SS

Sumber: PT. Mahkota Artha Sejati (2022b) & Data diolah, 2022

Berdasarkan penentuan lintasan kritis pada Tabel 6, maka jenis pekerjaan yang mempunyai kode *SS* (*start to start*) sifatnya tidak kritis dan memiliki kelonggaran waktu dalam pelaksanaannya, sedangkan jenis pekerjaan yang mempunyai kode *FS* (*finish to start*) sifatnya kritis dan tidak memiliki kelonggaran waktu dalam pelaksanaannya.

Selanjutnya, dapat diperoleh aktivitas-aktivitas kritis beserta durasinya serta dengan menggunakan persamaan nomor (6) didapatkan perhitungan produktivitas normal dan persamaan nomor (7) didapatkan perhitungan produktivitas/jam, hasilnya disajikan pada tabel 7.

Tabel 7.
Aktivitas kritis dan produktivitas pelaksanaan proyek

Kode	Jenis Pekerjaan	Volume (m ² , m ³ , Kg)	Durasi (hari)	Produktivitas	
				Normal	Per jam
2	Galian dan tanah	1.951,07	49	39,81776	4,977219
4	Beton bertulang	18.488,92	21	880,4248	110,0531
5	Struktur baja	44.541,91	133	334,9016	41,8627

Sumber: Data diolah, 2022

Pada tabel 7, didapatkan hasil perhitungan produktivitas normal (jam kerja normal) dan produktivitas per jam untuk masing-masing jenis pekerjaan yang tergolong sebagai aktivitas kritis pada proyek yang dianalisa. Selanjutnya dengan menggunakan metode *crashing* dengan cara menambah jam kerja untuk mempercepat pelaksanaan proyek, ditentukan skenario dengan pelaksanaan lembur 1 jam/hari, 2 jam/hari dan 3 jam/hari. Akhirnya, akan didapatkan perhitungan produktivitas

crashing dengan menggunakan persamaan nomor (8) dan perhitungan durasi *crashing* dengan menggunakan persamaan nomor (9) serta hasilnya dapat diperlihatkan pada tabel 8.

Pada tabel 8, didapatkan hasil perhitungan produktivitas *crashing* pada pekerjaan galian tanah, beton bertulang dan struktur baja yang terdiri dari kerja lembur 1 jam, 2 jam dan 3 jam; selanjutnya digunakan untuk mendapatkan durasi *crashing* dari kerja lembur 1 jam, 2 jam dan 3 jam. Dalam

menentukan durasi *crashing* yang digunakan perhitungan durasi proyek secara keseluruhan, diperoleh dari durasi terpanjang pada jenis pekerjaan struktur baja, yaitu $119,6 \approx 120$ hari (lebih cepat 13 hari dari durasi normal) untuk lembur 1 jam/hari, $110,8 \approx 111$ hari (lebih cepat 22 hari dari durasi normal) untuk lembur 2 jam/hari dan $105,3 \approx 105,5$ hari (lebih cepat 27,5 hari dari durasi normal) untuk lembur 3 jam/hari. Akibatnya, penerapan metode *crashing* akan menghasilkan percepatan pelaksanaan proyek yang mempengaruhi

durasi secara keseluruhan, sehingga durasi *crashing* dapat diperoleh dari pengurangan jumlah durasi normal (150 hari) dengan jumlah hari percepatan dari penambahan jam kerja (lembur). Dengan demikian, diperoleh durasi *crashing* terdiri 137 hari untuk lembur 1 jam/hari, 128 hari untuk lembur 2 jam/hari dan 122,5 untuk lembur 3 jam/hari. Hasil perhitungan durasi tersebut mengkonfirmasi terjadinya percepatan pelaksanaan proyek menjadi berkurang dibanding durasi normal.

Tabel 8.

Produktivitas dan Durasi *Crashing*

Kode	Jenis Pekerjaan	Produktivitas (volume per hari)				Durasi (hari)			
		Normal	<i>Crashing</i> (Kerja lembur)			Normal	<i>Crashing</i> (Kerja lembur)		
			1 jam	2 jam	3 jam		1 jam	2 jam	3 jam
2	Galian dan tanah	39,82	44,30	47,78	50,27	49	44,0	40,8	38,8
4	Beton bertulang	880,42	979,47	1056,51	1111,54	21	18,9	17,5	16,6
5	Struktur baja	334,90	372,59	401,88	422,81	133	119,6	110,8	105,3

Sumber: Data diolah, 2022

Analisa Biaya Upah Tenaga Kerja Pelaksanaan Proyek Dengan Metode *Crashing*

Penerapan metode *crashing* pada proyek yang dianalisa menghasilkan durasi *crashing* sehingga akan berpengaruh pada biaya pelaksanaan proyek. Perhitungan biaya yang digunakan pada penelitian ini menggunakan sumber data dari pihak kontraktor, yaitu berupa biaya upah tenaga kerja. Adapun untuk biaya material tidak akan berpengaruh dengan diadakannya percepatan pelaksanaan proyek. Dalam pengertian, meskipun pelaksanaan proyek dipercepat tetapi tidak mengurangi volume pekerjaan yang telah tercantum dalam *bill of quantity (BOQ)* sehingga kebutuhan material tetap dianggap sama dan tidak akan

berkurang. Selanjutnya, daftar biaya upah tenaga kerja yang digunakan pada aktivitas kritis pelaksanaan proyek pembuatan gedung jumbo bag area cargo lama pabrik Tuban PT Semen Indonesia (Persero) Tbk dapat ditampilkan pada tabel 9.

Pada tabel 9, diperoleh hasil perhitungan biaya upah tenaga dalam pelaksanaan kerja untuk aktivitas-aktivitas kritis dalam perhitungan per hari dan per jam. Selanjutnya hasil perhitungan tersebut digunakan untuk mendapatkan perhitungan biaya upah tenaga dengan penerapan metode *crashing* dengan cara kerja lembur 1 jam/hari, 2 jam/hari dan 3 jam/hari. Berkaitan dengan tarif upah kerja lembur, ditentukan dengan merujuk pada regulasi yang mengatur kerja lembur dalam

Peraturan Pemerintah Nomor 35 Tahun 2021 tentang perjanjian kerja waktu tertentu (PKWT). Pada pasal 31 dalam regulasi tersebut, perhitungan lembur di hari kerja dinyatakan dengan perhitungan upah lembur pada jam pertama hingga jam ketujuh dibayar upah 2 kali per jam dari upah normal (Idris, 2021). Berdasarkan regulasi tersebut, biaya upah tenaga kerja lembur 1 jam adalah 2 (dua) kali biaya upah tenaga kerja/jam

pada jam normal, biaya upah tenaga kerja lembur 2 jam adalah 4 (empat) kali biaya upah tenaga kerja/jam pada jam normal dan biaya upah tenaga kerja lembur 3 jam adalah 6 (enam) kali biaya upah tenaga kerja/jam pada jam normal. Dengan demikian, hasil perhitungan biaya upah tenaga kerja dengan mengikuti adanya regulasi tersebut, hasil perhitungannya dapat disajikan pada tabel 10.

Tabel 9.

Biaya upah tenaga kerja pelaksanaan proyek pada aktivitas kritis

Kode	Jenis Pekerjaan	Anggaran (Rp)	Durasi (hari)	Biaya (Rp)	
				Per hari	Per jam
2	Galian dan tanah	430.986.086,22	49	8.795.634	1.099.454
4	Beton bertulang	113.397.365,63	21	5.399.875	674.984,3
5	Struktur baja	421.250.644,98	133	3.167.298	395.912,3

Sumber: PT. Mahkota Artha Sejati (2022a) & Data diolah, 2022

Tabel 10.

Biaya upah tenaga kerja

Kode	Pekerjaan	Biaya upah tenaga kerja (Rp)			
		Durasi normal	Lembur 1 jam	Lembur 2 jam	Lembur 3 jam
2	Galian dan tanah	430.986.086,22	433.184.994	435.383.902	437.582.810
4	Beton bertulang	113.397.365,63	114.747.334	116.097.303	117.447.271
5	Struktur baja	421.250.644,98	422.042.470	422.834.294	423.626.119

Sumber: PT. Mahkota Artha Sejati (2022a) & Data diolah, 2022

Pada Tabel 10, diperoleh hasil perhitungan biaya upah tenaga kerja pada pekerjaan galian dan tanah, beton bertulang serta struktur baja untuk masing-masing dengan pelaksanaan lembur 1 jam/hari, 2 jam/hari dan 3 jam/hari. Selanjutnya, untuk

mendapatkan hasil perhitungan biaya upah tenaga kerja seperti ditampilkan pada tabel 10, berikut dicontohkan perhitungannya pada pekerjaan struktur baja pada pelaksanaan lembur 3 jam:

$$\begin{aligned}
 \text{Biaya upah tenaga kerja} &= \text{Biaya normal} + \text{Biaya lembur} \\
 &= \text{Rp. } 421.250.644,98 + (6 \times \text{Rp. } 395.912,3) \\
 &= \text{Rp. } 423.626.119
 \end{aligned}$$

Dalam pelaksanaan lembur kerja membawa konsekuensi naiknya biaya upah tenaga kerja sebagaimana disajikan pada

Tabel 10 tersebut, tetapi manfaat yang didapat durasi pelaksanaan proyek menjadi berkurang (lebih pendek).

Optimasi Percepatan Waktu Pelaksanaan Proyek Dengan Kenaikan Biaya Seefisien Mungkin

Berdasarkan hasil analisa biaya dan waktu pada proyek pembuatan gedung *jumbo bag* area cargo lama pabrik Tuban PT Semen Indonesia (Persero) Tbk dengan menggunakan metode *crashing*, didapatkan durasi *crashing* dan biaya *crashing*. Dengan demikian, penerapan metode *crashing*

menyebabkan perubahan biaya dan waktu pelaksanaan proyek konstruksi gudang semen jumbo di cargo lama PT. Semen Indonesia Tuban. Selanjutnya, adanya perubahan biaya dan waktu pelaksanaan proyek konstruksi yang dianalisa tersebut dapat ditentukan adanya hubungan kedua variabel tersebut dan perhitungan *cost slope* dengan menggunakan persamaan nomor (3) serta hasilnya dapat disajikan pada tabel 11.

Tabel 11.

Hubungan biaya dan waktu pelaksanaan proyek dengan metode <i>crashing</i>					
No	Metode pelaksanaan proyek	Durasi (hari)	Biaya proyek (Rp)	Varian biaya proyek	
				Kenaikan (Rp)	<i>Cost slope</i> (Rp/hari)
1	Normal	150	4.463.500.000,00	-	-
2	<i>Crashing</i> 1 jam	137	4.467.840.701,20	4.340.701,20	333.900
3	<i>Crashing</i> 2 jam	128	4.472.181.402,40	8.681.402,40	394.609
4	<i>Crashing</i> 3 jam	122,5	4.476.522.103,60	13.022.103,60	473.531

Sumber: Data diolah, 2022

Pada tabel 11 dapat dijelaskan jika pada pelaksanaan proyek diterapkan metode *crashing* dengan cara penambahan jam kerja, didapatkan pada lembur 1 jam/hari durasi proyek menjadi 137 hari dan biaya mengalami kenaikan Rp. 4.340.701,20; pada lembur 2 jam/hari durasi proyek menjadi 128 hari dan biaya mengalami kenaikan Rp.

8.681.402,40; serta pada lembur 3 jam/hari durasi proyek menjadi 122,5 hari dan biaya mengalami peningkatan Rp. 13.022.103,60. Selanjutnya untuk mendapatkan hasil perhitungan *cost slope* seperti ditampilkan pada tabel 11 tersebut, berikut ini dicontohkan perhitungannya pada *crashing* 3 jam:

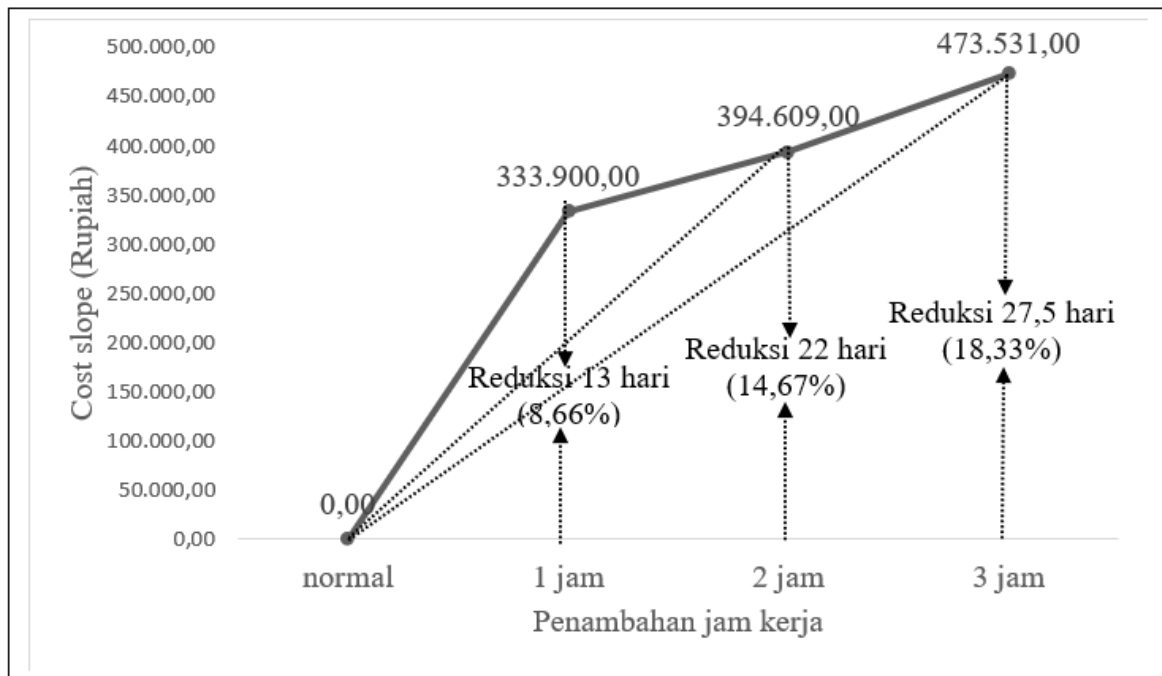
$$\begin{aligned}
 \text{Cost slope} &= \frac{\text{Crashing cost} - \text{Normal cost}}{\text{Normal duration} - \text{crashing duration}} \\
 &= \frac{\text{Rp. 4.476.522.103,60} - \text{Rp. 4.463.500.000,00}}{150 - 122,5 \text{ hari}} \\
 &= \frac{\text{Rp. 13.022.103,60}}{27,5 \text{ hari}} \\
 &= \text{Rp. 473.531 per hari}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil analisa *cost slope* yang didapatkan digunakan sebagai pendekatan untuk mendapatkan optimasi percepatan waktu pelaksanaan proyek dengan kenaikan biaya seefisien mungkin. Pendekatan tersebut dapat diamati pada gambar 2.

Berdasarkan gambar 2, pada lembur 1, 2 dan 3 jam dengan masing-masing *cost slope* Rp. 333.900,00 reduksi durasi 13 hari (8,66%), Rp. 394.609,00 reduksi 22 hari (14,67%) dan Rp. 473.531,00 reduksi 27,5 hari (18,33%). Dengan demikian, hasil optimasi pecepatan waktu pelaksanaan

proyek didapatkan pada lembur 2 jam/hari dengan alasan hasil reduksi jadwal paling optimal sedangkan kenaikan biaya relatif lebih efisien. Hasil ini menjadi alternatif dalam pelaksanaan proyek dengan pilihan strategi yang dianggap paling tepat. Pilihan dapat didasarkan atas kondisi proyek yang

dijalankan dan tujuan penting yang akan dicapai. Dalam beberapa kasus ketika ada kendala tertentu sehingga mengalami keterlambatan, pelaksanaan metode *crashing* dapat menjadi solusi dalam mengejar keterlambatan pelaksanaan proyek.



Gambar 2. Pendekatan optimasi percepatan waktu pelaksanaan proyek
Sumber: Data diolah, 2022

SIMPULAN

Pada penelitian ini dapat dihasilkan optimasi, yaitu dengan percepatan waktu pelaksanaan proyek dengan kenaikan biaya seefisien mungkin, didapatkan pada pelaksanaan lembur 2 jam per hari. Hasilnya adalah didapatkan percepatan 22 hari sehingga durasi proyek menjadi 128 hari

hari dengan biaya pelaksanaan proyek mengalami kenaikan Rp. 8.681.402,40. Berdasarkan temuan tersebut, dapat disarankan khususnya pada proyek konstruksi yang mengalami keterlambatan, penerapan metode *crashing* menjadi solusi yang tepat.

DAFTAR PUSTAKA

- Alika, R. (2019). *Pembangunan Infrastruktur Secara Masif Akan Dongkrak Ekonomi*. <https://katadata.co.id/marthathertina/finansial/5e9a5551ef43c/pembangunan-infrastruktur-masif-akankah-dongkrak-ekonomi>. Diakses 25 Maret 2022
- Annur, C. M. (2021). *Terbesar Dalam Enam Tahun Anggaran Infrastruktur Capai Rp. 4174 Triliun Pada 2021*. <https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2021/08/16/terbesar-dalam-enam-tahun-anggaran-infrastruktur-capai-rp-4174-triliun-pada-2021>. Diakses pada 5 Maret 2022

- Anonimous. (2022). *Apa itu jalur kritis?* <https://experience.dropbox.com/id-id/resources/critical-path#:~:text=Jalur kritis adalah secara istilahnya,tepat waktu dengan biaya minimum..> Diakses pada tanggal 3 Juni 2022.
- Armalisa, A. (2017). Metode Crashing Terhadap Penambahan Jam Kerja Optimum Pada Proyek Konstruksi. *Jurnal Teknik Sipil Serang Raya*, 1(1). <https://e-jurnal.lppmunsera.org/index.php/CIVTECH/article/view/862#:~:text=Metode crashing adalah salah satu,yang didapat dengan alternatif penambahan>
- Barrie, D. S., Paulson, B., & Sudinarto. (1990). *Manajemen Konstruksi Profesional* (Edisi 2). Jakarta: Erlangga.
- Dipohusodo, I. (1996). *Manajemen Proyek Dan Konstruksi*. Jakarta: Kanisius.
- Ervianto, W. I. (2015). *Teori-Aplikasi Manajemen Proyek Konstruksi* (Ed. Revisi). Jogjakarta: Andi Offset.
- Husen, A. (2011). *Manajemen Proyek*. Jogjakarta: Andi Offset.
- Idris, M. (2021). *Ini Aturan Terbaru Perhitungan Uang Lembur dan Kompensasi Makan Gratis*. <https://money.kompas.com/read/2021/03/02/134345826/ini-aturan-terbaru-perhitungan-uang-lembur-dan-kompensasi-makan-gratis?page=all>. Diakses pada tanggal 5 Juni 2022.
- Paikun. (2020). *Peran Teknik Sipil Dalam Pertumbuhan Ekonomi Bangsa*. <https://nusaputra.ac.id/peran-teknik-sipil-dalam-pertumbuhan-ekonomi-bangsa/>
- Pastiarsa, M. (2015). *Manajemen Proyek Konstruksi Bangunan Industri: Perspektif Pemilik Proyek*. Yogyakarta: Teknosain.
- Prasko. (2022). *Pengertian dan Jenis Proyek Konstruksi*. <http://prasko17.blogspot.com/2012/08/pengertian-dan-jenis-proyek-konstruksi.html>. Diakses pada tanggal 5 Juni 2022.
- PT. Mahkota Artha Sejati. (2022a). Bill Of Quantity (BOQ) Pembuatan Gedung Jumbo Bag Area Cargo Lama. *Jasa Pembuatan Gedung Jumbo Bag Area Cargo Lama Pabrik Tuban, PT. Semen Indonesia (Persero) Tbk*.
- PT. Mahkota Artha Sejati. (2022b). Laporan Progress Mingguan Nomor Perintah Kerja :6410001433. *Jasa Pembuatan Gedung Jumbo Bag Area Cargo Lama Pabrik Tuban, PT. Semen Indonesia (Persero) Tbk*.
- Rani, H. (2016). *Manajemen Proyek Konstruksi*. Yogyakarta: Deepublish.
- Rosmalina, H. (2019). Faktor Yang Mempengaruhi Kelelahan Kerja Pada Pekerja Laundry Di Sepanjang Jalan Dr. Mansyur Medan Tahun 2019. *Skripsi Program Studi Kesehatan Masyarakat Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Sumatera Utara, Medan*.
- Safira, R. A. D., & Nurdiawati, E. (2020). Hubungan antara Keluhan Kelelahan Subjektif, Umur dan Masa Kerja terhadap Produktivitas Kerja pada Pekerja. *Faletahan Health Journal*, 7(02), 113–118. <https://doi.org/10.33746/fhj.v7i02.106>
- Santoso, B. (2009). *Manajemen Proyek: Konsep dan Implementasi*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Soeharto, I. (2019). *Manajemen Proyek Dari Konseptual Sampai Operasional*. Jakarta: Erlangga.
- Subakir, A. H., & Sugiyanto. (2022). Analisis Duration Cost Trade Off Untuk Mengejar Keterlambatan Pelaksanaan Proyek (Studi Kasus : Peningkatan Jalan Simorejo – Baureno Kabupaten Bojonegoro Jawa Timur). *Rang Teknik Journal*, 5(1), 8–23.

<http://jurnal.umsb.ac.id/index.php/RANGTEKNIKJOURNAL>

- Sugiyanto. (2020). *Manajemen Pengendalian Proyek*. Surabaya: Scopindo Media Pustaka.
- Sugiyanto, A., & Gondokusumo, O. (2020). Perbandingan Metode Earned Value, Earned Schedule, Dan Kalman Filter Earned Value Untuk Prediksi Durasi Proyek. *JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil*, 3(1), 155–166. <https://doi.org/10.24912/jmts.v3i1.7069>
- Sugiyanto, & Kosbiamtoro, A. (2022). Analisis Kinerja Biaya Pada Proyek Rehabilitasi Drainase Dan Trotoar Jalan Teuku Umar Paket I Dengan Metode Earned Value. *Jurnal Litbang Sukowati*, 5(2), 126–141. <https://doi.org/10.32630/sukowati.v5i2.320>
- Sugiyanto, & Untoko, R. (2022). Evaluasi Sistem Manajemen Pada Pelaksanaan Proyek Pembangunan Saranan Dan Prasarana Tempat Pelelangan Ikan (TPI) Di Tuban Jawa Timur. *Rang Teknik Journal*, 5(1), 24–42. <https://doi.org/10.31869/rtj.v5i1.2706>
- Umiyati, A., Febianti, E., & Kurniawati, A. (2019). Analisis Hubungan Kelelahan Dengan Produktivitas Kerja Di Divisi Teknik Pt. Asdp-Merak. *Journal Industrial Servicess*, 4(2), 106–111. <https://doi.org/10.36055/jiss.v4i2.5159>