

ANALISIS PERCEPATAN PADA PROYEK PENGEMBANGAN FASILITAS PELABUHAN LAUT LIKUPANG DENGAN METODE *CRASHING* DAN *LEAST COST ANALYSIS*

Friska Amelia Sampul¹, Arthur Harris Thambas², Grace Yoyce Malingkas³

Universitas Sam Ratulangi, Indonesia^{1,2,3}

Email: fasampul@gmail.com¹, arthur.thambas@unsrat.ac.id², grace3967@yahoo.co.id³

Abstrak

Penelitian ini bertujuan mengevaluasi dan mengatasi keterlambatan proyek Rehabilitasi Fasilitas Pelabuhan Laut Likupang di Kabupaten Minahasa Utara, Sulawesi Utara, yang disebabkan oleh berbagai permasalahan teknis, termasuk perubahan desain dan ruang lingkup pekerjaan. Dengan metode kualitatif, penelitian ini menggunakan Crashing Program dan Least Cost Analysis sebagai upaya percepatan proyek. Data dikumpulkan melalui observasi langsung dan pengkajian data proyek, diikuti eksperimen rancangan skenario percepatan dengan penambahan waktu kerja dan tenaga kerja. Identifikasi awal menunjukkan adanya perubahan desain yang menyebabkan keterlambatan hingga -29,46%, mengakibatkan pemutusan kontrak dengan kontraktor awal. Melalui penerapan metode Crashing Program, skenario penambahan waktu lembur 3 jam per hari mempersingkat durasi proyek menjadi 424 hari dengan peningkatan biaya sebesar 0,39%. Penambahan shift kerja mempercepat pelaksanaan menjadi 399 hari dengan kenaikan biaya 0,05%, sementara skenario penambahan tenaga kerja mempercepat proyek menjadi 370 hari dengan tambahan biaya sebesar 0,01%, menjadikannya opsi paling efisien. Kesimpulannya, penerapan metode Crashing Program dan Least Cost Analysis terbukti efektif mempercepat proyek dengan tambahan biaya minimal, dan diharapkan dapat diintegrasikan sejak perencanaan awal hingga tahap monitoring di proyek konstruksi. Penelitian ini menunjukkan pentingnya perencanaan percepatan berbasis analisis biaya dan waktu dalam proyek strategis untuk mencapai efisiensi waktu dan anggaran.

Kata Kunci: pengembangan fasilitas pelabuhan laut, metode crashing, least cost analysis

Abstract

This research aims to evaluate and overcome delays in the Likupang Sea Port Facility Rehabilitation project in North Minahasa Regency, North Sulawesi, which were caused by various technical problems, including changes to the design and scope of work. Using qualitative methods, this research uses Crashing Program and Least Cost Analysis as an effort to accelerate projects. Data was collected through direct observation and study of project data, followed by experimental design of acceleration scenarios with additional working time and labor. Initial identification showed that there were design changes that caused delays of up to -29.46%, resulting in termination of the contract with the original contractor. Through the application of the Crashing Program method, the scenario of adding 3 hours of overtime per day shortens the project duration to 424 days with a cost increase of 0.39%. Adding work shifts accelerates implementation to 399 days with a cost increase of 0.05%, while the additional workforce scenario accelerates the project to 370 days with an additional cost of 0.01%, making it the most efficient option. In conclusion, the application of the Crashing Program and Least Cost Analysis methods has proven to be effective in speeding up projects with minimal additional costs, and it is hoped that they can be integrated from the initial planning to the monitoring stage in construction

projects. This research shows the importance of accelerated planning based on cost and time analysis in strategic projects to achieve time and budget efficiency.

Keyword: *development of sea port facilities, crashing method, least cost analysis*

Pendahuluan

Seperti pada umumnya, setiap proyek konstruksi pasti memiliki tingkat permasalahan yang berbeda-beda sehingga menimbulkan dampak yang beragam pula. Hal ini menimbulkan keinginan untuk mempelajari lebih dalam dan meneliti rangkaian kasus dalam setiap pelaksanaan proyek sehingga dapat menemukan solusi terkait pelaksanaan manajemen pengendalian waktu, mutu, dan biaya dalam pelaksanaan proyek (Paramata & Utiahman, 2019; Putra & Hartati, 2017; Rizal et al., 2022; Stefanus et al., 2017). Rencana penelitian berlokasi pada Proyek Pengembangan Fasilitas Pelabuhan Laut Likupang Multi Years Contract (MYC), Desa Munte, Kabupaten Minahasa Utara, Provinsi Sulawesi Utara, yang merupakan salah satu proyek strategis nasional.

Tujuan pembangunannya, selain untuk menunjang kegiatan transportasi penumpang, bongkar muat barang, atau kegiatan nelayan setempat, juga ditujukan untuk mendukung kegiatan pariwisata, mengingat Kabupaten Minahasa Utara menjadi salah satu destinasi wisata nasional. Proyek ini mengalami rangkaian permasalahan, baik pada tahap perencanaan desain awal maupun pada tahap pelaksanaan (Asghari et al., 2022; Dwijono, 2017; Oetomo et al., 2017; Wijanarko & Oetomo, 2019). Terdapat kekurangan pada kontraktor pelaksana, PT. Lalanta Waya, dalam penerapan manajemen konstruksi yang berdampak pada keterlambatan pelaksanaan pekerjaan proyek dengan deviasi -29,46% pada minggu ke-45. Hal ini mengakibatkan cut-off (pemutusan kontrak) pekerjaan oleh Pejabat Pembuat Komitmen (PPK), dengan pertimbangan bahwa pihak kontraktor pelaksana tidak dapat menyelesaikan sisa pekerjaan dalam waktu yang tersisa (Belferik et al., 2023; Kharisma & Santoso, 2020; Saputra, 2016).

Penelitian sebelumnya telah membahas penerapan metode Crashing Program dan Least Cost Analysis dalam upaya percepatan proyek konstruksi. Misalnya, studi oleh Iramutyn (2010) menyoroti optimasi waktu dan biaya dengan metode crash pada proyek konstruksi, sementara penelitian oleh Malifa et al. (2019) menganalisis percepatan waktu dan biaya proyek konstruksi menggunakan metode crashing. Namun, penelitian ini menawarkan kebaruan dengan fokus pada proyek rehabilitasi fasilitas Pelabuhan Laut Likupang di Kabupaten Minahasa Utara, yang merupakan proyek strategis nasional. Studi ini tidak hanya mengidentifikasi penyebab keterlambatan proyek akibat perubahan desain, tetapi juga mengembangkan skenario percepatan spesifik melalui penambahan jam kerja, shift kerja, dan tenaga kerja. Pendekatan ini memberikan kontribusi praktis dalam manajemen proyek infrastruktur maritim, khususnya dalam konteks proyek strategis nasional yang memiliki kompleksitas dan tantangan tersendiri.

Dalam penelitian ini, penulis akan mengidentifikasi permasalahan penyebab keterlambatan proyek, kemudian menyusun program percepatan dengan menerapkan metode *Crashing Program* dan *Least Cost Analysis* (LCA) dengan skenario percepatan melalui penambahan jam kerja (lembur), penambahan shift kerja, dan penambahan tenaga kerja.

Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penyusunan penelitian ini adalah sebagai berikut; Metode Kualitatif, merupakan metode penelitian dengan pengamatan secara langsung berupa metode penelitian untuk meneliti melalui observasi dan pengamatan

terhadap objek, serta mengambil data-data pendukung yang diperlukan. Dan metode penelitian eksperimental adalah metode penelitian yang bertujuan untuk melakukan suatu percobaan guna mengetahui hubungan sebab-akibat yang tercipta dalam suatu variabel dan dibandingkan dengan variabel lain (Sugiyono, 2015).

Data Penelitian berupa deskripsi suatu objek atau kejadian (Creswell & Creswell, 2017). Penelitian dilakukan dengan mengelola data primer dan sekunder. Data primer yang digunakan dalam penelitian ini adalah data proyek berupa *Time Scheduler* atau kurva S, rencana metode kerja, Rencana Anggaran Biaya (RAB) dan Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP), serta laporan progres. Kemudian, data sekunder diperoleh melalui proses observasi secara sistematis. Observasi adalah teknik pengumpulan data yang dilakukan melalui pengamatan, disertai dengan pengambilan kesimpulan terhadap keadaan atau perilaku objek sasaran. Observasi melibatkan pengamatan dan pencatatan yang sistematis terhadap gejala-gejala yang diteliti. Data hasil observasi lebih berfokus pada peristiwa atau kejadian yang terjadi dalam pelaksanaan proyek yang kemudian disusun kembali secara sistematis.

Analisis data dalam penelitian ini dilakukan sebagai berikut:

1. Persiapan Data Tahapan awal dari pengolahan penelitian ini adalah dengan mempersiapkan data yang akan menjadi dasar analisis. Data primer yang ada ditinjau kembali dengan memfokuskan pada bagian yang akan ditinjau, seperti:
 - a) Rencana Anggaran Biaya (RAB): RAB yang akan digunakan adalah RAB kontrak yang disepakati bersama Pejabat Pembuat Komitmen (PPK) dan di dalamnya turut terlampir Analisis Harga Satuan (AHS) dan harga satuan upah dan bahan.
 - b) Kurva S / Jadwal Pelaksanaan: Jadwal pelaksanaan yang ditinjau merupakan data valid revisi terupdate yang relevan dengan pekerjaan yang telah berlangsung.
 - c) Laporan Progres Pekerjaan: Tinjauan dalam penelitian adalah percepatan pada sisa pekerjaan. Laporan progres pekerjaan yang digunakan harus laporan terakhir, yaitu pada minggu ke-45 periode 23–29 Mei 2022, dengan posisi realisasi 45,23% dan deviasi -29,46%.
 - d) Hasil Observasi: Mengutamakan pada kondisi lapangan selama masa pelaksanaan dan menyusun permasalahan penyebab keterlambatan berdasarkan hasil pengamatan dan poin-poin dalam rapat evaluasi bersama Pejabat Pembuat Komitmen dan Konsultan Supervisi.
2. Mengidentifikasi Risiko serta Akar Permasalahan Penyebab Keterlambatan Pelaksanaan Pekerjaan.
3. Melakukan Analisis Jaringan Kerja dengan Durasi Normal menggunakan Program Microsoft Project, sehingga diperoleh daftar pekerjaan yang berada dalam lintasan kritis.
4. Merencanakan Percepatan dengan Penerapan Metode Crash Program dan Analisis Biaya dengan Metode Least Cost Analysis (LCA) pada item pekerjaan dalam lintasan kritis.
5. Jika seluruh hasil perhitungan telah rampung, dilanjutkan dengan membuat perbandingan skenario percepatan *Crashing Program* (Penambahan waktu lembur 3 jam/hari dan penambahan jumlah tenaga kerja) terbaik yang relevan dengan hasil perhitungan efisiensi biaya sesuai metode Least Cost Analysis (LCA), yaitu dengan durasi tersingkat dan penambahan biaya paling rendah.

Hasil dan Pembahasan

Pekerjaan yang masuk dalam lintasan kritis dilakukan perhitungan percepatan (*crashing*) dengan cara penambahan tenaga kerja dan penambahan jam kerja (lembur) 3 jam dan penambahan shift kerja, dari tiga alternatif tersebut akan diperoleh percepatan waktu suatu proyek dan biaya seoptimal mungkin.

Data Proyek

Data proyek studi kasus penelitian :

Nomor Kontrak	: PL.106/01/06/UPP.LKG-21
Tanggal Kontrak	: 23 Juli 2021
Nilai Kontrak	: Rp. 30.433.847.000,-
Pekerjaan	: Pengembangan Faspel Laut Likupang Multiyears 2021-2022
Lokasi Pekerjaan	: Pelabuhan Laut Likupang
Jangka Waktu Pelaksanaan	: 487 Hari Kalender
Tahun Anggaran	: 2021 – 2022

Dimana status progress pekerjaan terakhir pada minggu ke-45 yaitu sebesar 45,23%.

Pembahasan

Identifikasi Permasalahan Proyek

Proyek Pengembangan Fasilitas Pelabuhan Laut Likupang yang merupakan study kasus pada penelitian ini mengalami permasalahan lapangan yang mengakibatkan keterlambatan pelaksanaan pekerjaan dengan deviasi -29,46% yang mengakibatkan pemutusan (*cut off*) pekerjaan terhadap kontraktor pelaksana PT. Lalanta Waya. Berdasarkan hasil observasi dan pengumpulan data primer disimpulkan beberapa permasalahan yang terjadi;

1) Perencanaan yang tidak memadai

Salah satu penyebab keterlambatan proyek konstruksi adalah kurangnya perencanaan yang matang sebelum memulai proyek. Perencanaan yang buruk mengakibatkan kesalahan dalam estimasi waktu, sumber daya yang tidak mencukupi atau tidak mempertimbangkan resiko yang mungkin terjadi.

2) Perubahan design atau ruang lingkup

Faktor lainnya adalah terjadinya perubahan design atau ruang lingkup proyek, yang dilakukan ketika proyek sedang berjalan sehingga dapat menyebabkan keterlambatan. Perubahan ini dapat membutuhkan waktu tambahan untuk perencanaan ulang, koordinasi dengan pihak terkait, dan mempengaruhi jadwal pelaksanaan proyek.

3) Cuaca buruk dan kondisi lingkungan

Faktor eksternal seperti cuaca buruk, bencana alam, atau kondisi lingkungan yang sulit juga dapat menyebabkan keterlambatan proyek konstruksi. Cuaca buruk dapat mengganggu pekerjaan lapangan, sedangkan kondisi lingkungan yang buruk mungkin memerlukan langkah-langkah tambahan untuk menyelesaikan proyek.

Penyusunan Jaringan Kerja

1) Daftar Harga Upah

Upah tenaga kerja yang digunakan disesuaikan dengan upah yang digunakan pada Proyek Pengembangan Fasilitas Pelabuhan Laut Likupang.

Tabel 1. Daftar Harga Satuan Upah Pekerja Harian

Daftar Harga Upah	
Uraian	Harga/Hari
Mandor	Rp150.000,00
Kepala Tukang	Rp130.000,00
Tukang	Rp105.000,00
Pekerja	Rp90.000,00

(Sumber: Data Proyek)

2) Durasi Normal Kegiatan (Dn)

Durasi normal adalah 8jam/hari dan bekerja setiap hari, perkerjaan dimulai dari pukul 08.00 – 12.00 kemudian dilanjutkan lagi pukul 13.00 – 17.00.

Durasi normal diperkirakan berdasarkan produktifitas dan sumber daya yang dimiliki. Durasi normal diperkirakan berdasarkan *time schedule* yang dibuat oleh pihak perencana.

3) Lintasan Kritis

Langkah awal adalah membuat jaringan kerja dengan menggunakan durasi normal sehingga didapatkan waktu normal penyelesaian proyek. Dalam hal ini jaringan kerja yang didapatkan adalah *Network Planning* dengan menggunakan *Software MS. Project*. Dari hasil jaringan kerja pekerjaan normal juga diperoleh kegiatan-kegiatan yang kritis, yang membentuk sebuah lintasan kritis (*critical path*) yang kemudian menjadi item pekerjaan tinjauan penelitian. kegiatan-kegiatan yang akan di *crashing* dengan penambahan jam kerja (lembur) 3 jam dan penambahan tenaga kerja ditunjukkan pada Tabel berikut.

Tabel 2. Pekerjaan-pekerjaan yang di *Crashing*

No	Kode Pek.	Pekerjaan	Durasi (Hari)
1	5.1	PEKERJAAN DERMAGA APUNG	
	5.1.1	Pemasangan dock bumper karet sintetis, bentuk DD Fender diamter min 20cm.	14
	5.1.2	Bollard Stainless Steel	14
	5.1.4	Pemasangan holder tiang pandang HDPE diameter 600mm	31
	5.1.5	Pemasangan dermaga apung, alat apung silindris HDPE anti UV, OD 450mm, tebal 14mm. Papan WPC tebal min 30mm. Baut Stainless steel grade 304 dengan ring dan mur kategori nylon lock nut	45
	5.1.6	Pemasangan holder tiang pancang HDPE diameter 400mm	30
	5.1.8	Beton Penutup Tiang Pancang Dermaga Apung	21
	5.1.10	Pemasangan WF 250x250x9x14	21
	5.1.11	Pemasangan Besi Siku L 60x60x6 mm	21
2	6	POS JAGA	
	6.2.2	Pek. Ring Balok Beton Bertulang 15/20, K-275	14
	6.3.2	Pemasangan Dinding Bata Merah	14
	6.3.7	Pas. Rangka Plafond Hollow, tebal 0,25 mm	14
	6.3.8	Pas. Plafond GRC	14
	6.3.15	Pek. Keramik 30/30 cm	14
	6.3.17	Pekerjaan Pengecatan Dinding	14

(Sumber: Hasil analisis jaringan kerja)

Menentukan Jumlah Resource Dan Upah Pada Pekerjaan Normal

Contoh perhitungan jumlah *resource* perhari pada pekerjaan Pemasangan dinding bata merah.

Pos Jaga

Volume pekerjaan = 77,58 m²

Durasi normal (Dn) = 14 hari

Jumlah *resource* perhari (volume x koef)/Dn

Upah perhari (Jumlah pekerja perhari x upah harian pekerja)

a. Pekerja = Rp 124.682,14

b. Tukang Kayu = Rp 8.727,75

c. Kepala Tukang = Rp 7.203,86

d. Mandor = Rp 8.727,75

Total = Rp 223.735,18

Total upah pekerjaan normal pada item Pemasangan dinding bata merah.

Pos Jaga = Σ upah perhari x durasi normal pekerjaan

= Rp 223.735,18 x 14

= Rp 3.132.292,50

Dengan cara perhitungan yang sama untuk jumlah *resource* dan upah pada pekerjaan normal dalam lintasan kritis lainnya.

Analisis Percepatan Proyek Dengan Tambah Jam Kerja

1) Durasi Crash (Dc)

Skenario percepatan pertama yang diambil yaitu penambahan waktu lembur 3 jam setiap hari kerja. Dalam perhitungan percepatan dengan menambahkan jam kerja (lembur) dapat menurunkan efisiensi kerja. Perhitungan penurunan produktivitas pekerjaan Pemasangan dinding bata merah Pos Jaga sebagai berikut:

Volume pekerjaan = 77,58 m²

Jumlah tenaga kerja = 2 orang

Durasi normal = 14 hari

Jam kerja normal perhari = 8 jam

Produktivitas perhari = $\frac{\text{Volume}}{\text{Durasi}}$

Produktivitas normal perjam = $\frac{2.771 \text{ m}^2/\text{OH}}{8 \text{ Jam}}$

= 0,346 m²/jam/orang

a. Produktivitas Normal 3 Jam

Produktivitas normal 3 jam = 0,346 x 3

= 1,039 m²/orang

b. Produktivitas Lembur 3 Jam

Produktivitas normal perjam = 0,346 m²/jam/orang

(Tiap penambahan lembur berkurang 10%)

Produktivitas lembur 3 jam = lembur jam ke 1 + lembur jam ke 2 +
lembur jam ke 3

$$= 0,315 + 0,289 + 0,266$$

$$= 0,870 \text{ m}^2/\text{orang}$$

$$\text{Efektifitas tenaga kerja} = \frac{\text{produktivitas lembur 3 jam} \times 100}{\text{produktivitas normal 3 jam}}$$

$$= \frac{0,870 \times 100}{1,039}$$

$$= 84\%$$

$$\text{Penurunan produktivitas} = 16 \%$$

Penurunan produktivitas untuk kerja lembur ini disebabkan oleh kelelahan pekerja, keterbatasan pandangan pada malam hari, serta keadaan cuaca yang dingin. Setelah mendapatkan presentasi efektivitas tenaga kerja dalam kondisi penambahan jam lembur 3 jam, maka dapat ditentukan jumlah durasi *crash* (Dc). Perhitungan durasi *crash* dengan lembur 3 jam perhari pada pekerjaan Pemasangan dinding bata merah Pos Jaga sebagai berikut:

$$\text{Dc} = \frac{(n \times h)}{(h + (h_o \times e))}$$

$$= \frac{(14 \times 8)}{(8 + (3 \times 0,84))}$$

$$= 10,65 \text{ hari} \approx 11 \text{ hari}$$

Dari contoh perhitungan diatas, didapatkan durasi *crash* maksimum pada pekerjaan pemasangan dinding bata merah pos jaga adalah 11 hari atau dapat dipercepat 3 hari dari durasi normal.

Pekerjaan normal sehari bekerja 8 jam dengan istirahat selama 1 jam (08.00-17.00), sedangkan kerja lembur 3 jam dilakukan setelah waktu kerja normal dan istirahat setengah jam (17.30-20.30). Menurut keputusan Menteri Tenaga Kerja Nomor KEP.102/MEN/VI/2004 pasal 3, pasal 7 dan pasal

Berikut contoh perhitungan biaya *crash* pekerjaan pemasangan dinding bata merah pos jaga.

$$\text{Biaya Normal (Cn) Pekerjaan} = \text{Rp } 3.132.292,50$$

$$\text{Durasi Normal (Dn)} = 14 \text{ hari}$$

$$\text{Durasi Crash (Dc)} = 11 \text{ hari}$$

$$\text{Biaya Crash (Cc) Pekerjaan}$$

1. Upah normal perjam

2. Total *cost* perhari (upah harian + upah lembur jam ke 1 + upah lembur jam ke 2 dan jam ke 3)

$$\text{a. Pekerja} = \text{Rp } 196.875,00$$

$$\text{b. Mandor} = \text{Rp } 328.125,00$$

3. Biaya *Cost on time* (jumlah pekerja x total *cost* perhari)

$$\text{a. Pekerja} = 1 \text{ orang} \times \text{Rp } 196.875,00$$

$$= \text{Rp } 196.875,00$$

$$\text{b. Mandor} = 1 \text{ orang} \times \text{Rp } 328.125,00$$

$$= \text{Rp. } 328.125,00 + \text{Rp. } 525.000,00$$

Total Biaya Tambah Jam Kerja = $\Sigma \text{ cost on time} \times \text{durasi crash}$

$$= \text{Rp } 525.000,00 \times 11$$

$$= \text{Rp } 5.589.353,61$$

$$\text{Cost Slope (Rp/jam)} = \frac{\text{cash cost} - \text{normal cost}}{\text{normal duration} - \text{cash duration}}$$

$$= \frac{\text{Rp } 5.589.353,61 - \text{Rp. } 3.132.292,50}{14 - 11}$$

$$= \text{Rp } 732.661,08$$

Dengan cara perhitungan yang sama untuk hasil analisis penambahan biaya upah tenaga kerja akibat percepatan durasi proyek dengan penambahan jam kerja (lembur) 3 jam perhari pada pekerjaan-pekerjaan yang berada pada lintasan kritis lainnya didapatkan slope duration 63 hari dengan Cost Slope **Rp 12.314.555,22**.

Penambahan Biaya Akibat Tambah Jam Kerja Lembur 3 Jam/Hari

Perhitungan untuk tambahan biaya dilakukan karena percepatan durasi proyek ini menggunakan sistem penambahan jam kerja (lembur) selama 3 jam mulai pukul 17:30-20.30. Perhitungan untuk tambahan biaya lembur dengan durasi percepatan yaitu 424 hari atau dipercepat selama 63 hari dari durasi normal. Berikut perhitungan penambahan biaya akibat kerja lembur berdasarkan asumsi- asumsi.

Tambahan Biaya Penerangan

a. Data yang dibutuhkan :

1) Lampu Sorot 250 – 400 watt Jumlah = 4 buah

Harga = Rp 1.100.000,00

2) Kabel Suprime (NYM 2 x 2,5)

Panjang 150 m

Harga = Rp 984.000,00

b. Total Biaya Untuk Penerangan

1) Biaya Lampu = Rp 4.400.000,00

2) Biaya Kabel = Rp 984.000,00 +

Total Biaya = Rp 5.384.000,00

Tambahan Biaya Manajemen

a. Data yang dibutuhkan:

1) Jumlah = 1 orang/hari (wawancara dengan pelaksana)

2) Upah lembur/jam = Rp 15.000,00

3) Lembur = 3 jam/hari

4) Durasi percepatan = 63 hari

b. Perhitungan:

Upah lembur /hari = Rp.15.000,00 x 3

= Rp 45.000,00 (upah/hari)

Total Biaya = Rp 2.835.000,00

Tabel 3. Penambahan Biaya Akibat Tambah Jam Kerja

Tambahan Biaya Penerangan	Rp. 5.384.000,00
Tambahan Biaya Manajemen Proyek	Rp. 2.835.000,00
Total Biaya Tambahan Akibat Lembur	Rp. 8.219.000,00

Tabel 4. Total Biaya Percepatan Tambah Jam Kerja

Biaya Percepatan Upah Tenaga Kerja	Rp 12.314.555,22
Biaya Manajemen Proyek dan Penerangan Malam Hari	Rp 8.219.000,00
Total Biaya Percepatan Proyek	Rp 20.533.555,22

Analisis Percepatan Proyek Tambah Shift Kerja (Lembur 4 Jam/Hari)

1) Durasi Crash (DC)

Perhitungan crash dengan skenario penambahan shift kerja lembur dilakukan dengan tahapan awal menghitung produktivitas crushing, dengan cara sebagai berikut;
Produktivitas pekerjaan Pemasangan dinding bata merah
Pos Jaga =

$$\frac{\text{Volume}}{\text{Durasi Normal}} = \frac{77,58}{14} = 5,541 \text{ m}^2/\text{hari} \approx 0,693 \text{ m}^2/\text{jam}$$

Produktivitas sesudah crashing = Produktivitas harian normal x jumlah shift

Dalam perhitungan skenario ini shift kerja dibagi menjadi 2, yaitu shift 1 pekerja dengan jam normal (pukul 08.00 – 17.00) dan shift 2 dengan jumlah pekerja yang sama bekerja masuk pada jam lembur selama 4 jam perhari (pukul 17.00 – 21.00). Jadi perhitungan produktivitas yang di gunakan adalah sebagai berikut;

Produktivitas sesudah crashing = Produktivitas harian normal + produktivitas 4 jam kerja = 8,312 m²/hari

$$\begin{aligned} \text{Crash Duration} &= \frac{\text{Volume}}{\text{Produktivitas sesudah crash}} \\ &= \frac{77,58}{8,312} \\ &= 9,33 \approx 9 \text{ hari} \end{aligned}$$

Dari sample perhitungan diatas, didapatkan durasi *crash* maksimum pada pekerjaan pemasangan dinding bata merah pos jaga adalah 9 hari atau dapat dipercepat 5 hari dari durasi normal.

2) Biaya Crash (Cc) Penambahan Shift Kerja

Dalam perhitungan skenario ini shift kerja dibagi menjadi 2, yaitu shift 1 pekerja dengan jam normal (pukul 08.00 – 17.00) dan shift 2 dengan jumlah pekerja yang sama bekerja masuk pada jam lembur selama 4 jam perhari (pukul 17.00 – 21.00).

Berikut contoh perhitungan biaya *crash* pekerjaan pemasangan dinding bata merah pos jaga.

$$\begin{aligned} \text{Biaya Normal (Cn) Pekerjaan} &= \text{Rp } 3.132.292,50 \\ \text{Durasi Normal (Dn)} &= 14 \text{ hari} \\ \text{Durasi Crash (Dc)} &= 9 \text{ hari} \\ \text{Biaya Crash (Cc) Pekerjaan} & \end{aligned}$$

Upah harian Pekerja Shift 1

a. Pekerja

$$= \text{Rp } 90.000,00 \times 1,39$$

$$= \text{Rp } 124.682,14$$

b. Mandor

$$= \text{Rp } 150.000,00 \times 0,554$$

$$= \text{Rp } 83.121,43$$

Upah harian Pekerja Shift 2

Perhitungan harga upah pekerja shift 2 menggunakan harga upah harian yang sama dengan pekerja normal (shift 1).

1. Biaya *Cost on time* (jumlah pekerja x total *cost* perhari)

a. Pekerja $= 1 \text{ orang} \times \text{Rp } 124.682,14 = \text{Rp } 124.682,14$

b. Mandor $= 1 \text{ orang} \times \text{Rp } 83.121,43 = \text{Rp } 83.121,43 + \text{Rp } 207.803,57$

Ditotalkan untuk 2 Shift kerja $= \text{Rp } 207.803,57 \times 2 = \text{Rp } 415.607,14$

Total Biaya Tambah Shift Kerja $= \Sigma \text{ cost on time} \times \text{durasi crash}$

$$= \text{Rp } 415.607,14 \times 9$$

$$= \text{Rp } 3.879.000,00$$

$$\text{Cost Slope (Rp/jam)} = \frac{\text{cash cost} - \text{normal cost}}{\text{normal duration} - \text{cash duration}}$$

$$= \frac{\text{Rp } 5.589.353,61 - \text{Rp } 3.879.000,00}{14 - 9}$$

$$= \text{Rp } 160.008,75$$

Dengan cara perhitungan yang sama untuk hasil analisis penambahan biaya upah tenaga kerja akibat percepatan durasi proyek dengan penambahan shift kerja pada pekerjaan-pekerjaan yang berada pada lintasan kritis lainnya didapatkan slope duration 88 hari dan Cost Slope Rp 2.740.716,31.

Penambahan Biaya Akibat Tambah Shift Kerja

Perhitungan untuk tambahan biaya dilakukan karena percepatan durasi proyek ini menggunakan sistem penambahan shift kerja dengan jam kerja (lembur) selama 4 jam mulai pukul 17:00-21.00. Perhitungan untuk tambahan biaya lembur dengan durasi percepatan yaitu 399 hari atau dipercepat selama 88 hari dari durasi normal. Berikut perhitungan penambahan biaya akibat kerja lembur berdasarkan asumsi- asumsi.

1. Tambahan Biaya Penerangan

2. Tambahan Biaya Manajemen

c. Data yang dibutuhkan :

1) Jumlah $= 1 \text{ orang/hari (wawancara dengan pelaksana)}$

2) Upah lembur/jam $= \text{Rp } 15.000,00$

3) Lembur $= 4 \text{ jam/hari}$

4) Durasi percepatan $= 88 \text{ hari}$

d. Perhitungan :

Upah lembur /hari $= \text{Rp } 15.000,00 \times 3$

$$= \text{Rp } 45.000,00 \text{ (upah/hari)}$$

Total Biaya $= \text{Rp } 5.280.000,00$

Tabel 5. Penambahan Biaya Akibat Tambah Jam Kerja

Tambahan Biaya Penerangan	Rp. 5.384.000,00
Tambahan Biaya Manajemen Proyek	Rp. 5.280.000,00
Total Biaya Tambahan Akibat Lembur	Rp. 10.664.000,00

Tabel 6. Total Biaya Percepatan Tambah Shift Kerja

Biaya Percepatan Upah Tenaga Kerja	Rp 2.740.716,31
Biaya Manajemen Proyek dan Penerangan Malam Hari	Rp 10.664.000,00
Total Biaya Percepatan Proyek	Rp 13.404.716,31

Analisa Percepatan Proyek Tambah Tenaga Kerja

1) Durasi Crash (Dc)

Perhitungan kepadatan tenaga kerja dengan produktivitas pada pekerjaan pekerjaan Pemasangan dinding bata merah Pos Jaga, dimana diketahui data dari proyek sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Luas area pekerjaan} &= 77,58 \text{ m}^2 \\
 \text{Jumlah Tenaga Kerja} &= 2 \text{ orang} \\
 \text{Luas area pekerjaan per tenaga kerja} &= \frac{77,58 \text{ m}^2}{2} \\
 &= 38,79 \text{ m}^2/\text{orang} \\
 \text{Efektivitas tenaga kerja} &= \frac{1}{1,3} \times 100 \\
 &= 77\% \\
 \text{Penurunan produktivitas} &= 23\%
 \end{aligned}$$

Contoh perhitungan Durasi *crash* pada pekerjaan Pemasangan dinding bata merah Pos Jaga adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Volume pekerjaan} &= 77,58 \text{ m}^2 \\
 \text{Jumlah tenaga kerja} &= 2 \text{ orang} \\
 \text{Durasi normal} &= 14 \text{ hari} \\
 \text{Produktivitas perhari} &= \frac{77,58 \text{ m}^2}{14} \\
 &= 5,541 \text{ m}^2/\text{hari}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 D_c &= \frac{V}{P} \\
 &= \frac{77,58}{\left(\frac{2 \times 2}{2} \times 5,541 \times 0,77\right)} \\
 &= 9,09 \text{ hari} \approx 9 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

Biaya Crash (Cc)

Contoh perhitungan biaya *crash* pekerjaan Pemasangan dinding bata merah Pos Jaga.

$$\begin{aligned}
 \text{Biaya Normal (Cn) Pekerjaan} &= \text{Rp } 3.132.292,50 \\
 \text{Durasi Normal (Dn)} &= 14 \text{ hari} \\
 \text{Durasi Crash (Dc)} &= 9 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

2. Kebutuhan tenaga durasi *crash* perhari (S_c) = (volume x koef)/ D_c
3. Penambahan tenaga kerja per hari = $S_c - S_n$
4. Biaya penambahan upah tenaga kerja (X) = $S_c \times \text{Upah harian}$
 - a. Pekerja = $2,133 \times \text{Rp } 90.000,00 = \text{Rp } 192.010,50$
 - b. Tukang = $0,237 \times \text{Rp } 105.000,00 = \text{Rp } 24.890,25$

Kepala Tukang = $0,085 \times \text{Rp } 130.000,00 = \text{Rp } 11.093,94 + \text{Rp } 356.001,69$
 Total biaya tambah tenaga kerja
 = $\Sigma X \times \text{durasi } crash$
 = $\text{Rp } 356,001,69 \times 9,09$
 = $\text{Rp } 3.236.379,00$

$$\text{Cost Slope (Rp/jam)} = \frac{\text{cash cost} - \text{normal cost}}{\text{normal duration} - \text{cash duration}}$$

$$= \text{Rp } 26.943,18$$

Dengan cara perhitungan yang sama untuk hasil analisis percepatan dengan penambahan tenaga kerja pada pekerjaan-pekerjaan yang berada pada lintasan kritis lainnya dapat di peroleh Slope Duration 117 hari dan Cost Slope **Rp 576.369,63**

Analisis proses Least Cost Analysis (LCA)

1) Pekerjaan Normal dan Biaya Normal

Pekerjaan normal merupakan pekerjaan yang sesuai dengan perencanaan dan data dilapangan. Untuk menentukan koefisien biaya langsung (*direct cost*) bahan dan upah dibutuhkan data rencana anggaran biaya dari pekerjaan normal. Koefisien biaya bahan dan upah digunakan untuk mencari *direct cost* biaya bahan dan upah pada pekerjaan ini. Sebelum menghitung koefisien biaya bahan dan upah dicari terlebih dahulu harga satuan pekerjaan. Berikut hasil perhitungan harga satuan pekerjaan berdasarkan Rincian Koefisien Analisa Harga Satuan (AHS) dalam lampiran Rencana Anggaran Biaya (RAB) yang disusun oleh pihak kontraktor pelaksana PT. Lalanta Waya dengan mengambil dasar referensi SNI.DT 91-0012-2007.

Berdasarkan perhitungan harga satuan pekerjaan Pemasangan dinding bata merah Pos Jaga, didapat hasil sebagai berikut:

1. Volume pekerjaan : $77,58 \text{ m}^2$
2. Biaya bahan : $\text{Rp } 98.700,00$
3. Biaya upah : $\text{Rp } 40.375,00$
4. Biaya bahan dan upah : $\text{Rp } 139.075,00$

Dari hasil perhitungan diatas dapat diketahui biaya langsung yang dikeluarkan adalah sebesar $\text{Rp } 139.075,00$ sehingga koefien biaya langsung bahan dan upah dapat dihitung dengan.

$$\text{Koefisien bahan} = \frac{\text{Biaya bahan}}{\text{Biaya upah dan bahan}} = \frac{\text{Rp.}98.700,00}{\text{Rp.}139.075,00} = 0,710$$

$$\text{Koefisien Upah} = \frac{\text{Biaya upah}}{\text{Biaya upah dan bahan}} = \frac{\text{Rp.}40.375,00}{\text{Rp.}139.075,00} = 0,290$$

Setelah mendapatkan nilai koefisien bahan dan upah, pada perhitungan selanjutnya dapat dicari total *normal cost* bahan pada pekerjaan Pemasangan dinding bata merah Pos Jaga.

Biaya langsung

Normal cost bahan = volume x biaya upah dan bahan x koef bahan

Dengan cara perhitungan yang sama untuk mencari biaya Total (*Total cost*) pada tiap pekerjaan sehingga didapatkan bahwa total *Total cost* sebesar Rp 5.215.688.177,23.

2) Rekapitulasi Perbandingan Waktu Dan Biaya Proyek

Untuk memberikan gambaran yang jelas mengenai perbandingan waktu dan biaya hasil analisis waktu dan biaya yang dilakukan percepatan dengan penambahan jam kerja (lembur) 3 jamn shif kerja dan penambahan tenaga kerja pada item yang mengalami percepatan ditunjukkan pada tabel berikut.

Tabel 7. Perbandingan Waktu dan Biaya Normal dan *Crashing* (Pada item pekerjaan percepatan)

Kegiatan	Durasi (hari)	Penambahan Biaya		Total Cost	Rasio
		<i>Direct Cost</i>	<i>Indirect Cost</i>		
Normal	264	Rp 5.215.688.177,23		Rp. 5.215.688.177,23	1,000
Tambah Jam Kerja	202	Rp 5.228.002.732,44	Rp. 8.219.000,00	Rp 5.236.221.732,44	1,003
Tambah Shift Kerja	177	Rp. 5.218.428.893,53	Rp. 10.664.000,00	Rp. 5.229.092.893,53	1,002
Tambah Tenaga Kerja	148	Rp 5.216.264.546,85	-	Rp 5.216.264,85	1,0001

(Sumber : Hasil Penelitian)

3) Analisis Percepatan Penambahan Jam Kerja dan Penambahan Tenaga Kerja

Analisis Waktu dan Biaya Penambahan Jam Kerja

Hasil *Crashing* percepatan dengan skenario penambahan waktu kerja (8 jam kerja normal + 3 jam kerja lembur) diperoleh waktu penyelesaian proyek dipercepat 63 hari dari durasi normal dengan biaya chash sebesar Rp 12.314.555,22. Selain itu juga menyebabkan muncul biaya-biaya lain diluar upah tenaga kerja yaitu biaya operasional lapangan dan manajemen proyek sehingga. total biaya untuk percepatan dengan jam kerja lembur adalah sebesar Rp. 20.533.555,22. Dampak dari skenario percepatan ini adalah naiknya biaya langsung (*direct cost*) proyek yang semula hanya Rp 5.215.688.177,23 menjadi Rp Rp 5.223.775.203,84 atau naik sebesar 0,39% sehingga berpengaruh terhadap biaya total proyek yang semula hanya Rp 28.613.500.204,41 naik menjadi Rp 28.634.033.759,63 atau naik sebesar 0,072% dari biaya total proyek.

Analisis Waktu dan Biaya Penambahan Shift Kerja

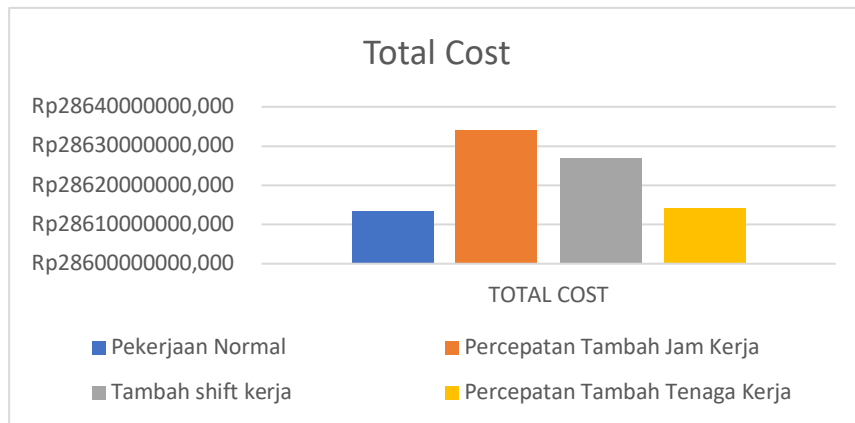
Hasil dari *crashing program* dengan skenario percepatan penambahan shift kerja yaitu waktu pelaksanaan dipercepat 88 hari dari durasi normal. Biaya *crash* pada penambahan tenaga kerja untuk upah tenaga kerja yang dikeluarkan akibat adanya penambahan tenaga kerja adalah biaya langsung (*direct cost*) sebesar Rp 2.740.716,31 dan biaya tidak langsung (*indirect cost*) sebesar Rp. 10.664.000,00. Berdampak pada naiknya biaya langsung (*direct cost*) proyek yang semula hanya Rp 5.215.688.177,23 menjadi 5.229.092.893,53 atau naik sebesar 0,26%, sehingga berpengaruh terhadap biaya total proyek yang semula hanya Rp 28.613.500.204,41 naik 0,05% menjadi Rp. 28.626.904.920,72.

Analisis Waktu dan Biaya Penambahan Tenaga Kerja

Hasil dari *crashing program* dengan skenario percepatan penambahan tenaga kerja yaitu waktu pelaksanaan dipercepat 117 hari dari durasi normal sengab biaya *crash* sebesar Rp 576.369,63. Dampak atau pengaruh dari perubahan waktu dan biaya sebelum dilakukan percepatan proyek dibandingkan dengan ketika proyek dipercepat dengan penambahan tenaga kerja adalah naiknya biaya langsung (*direct cost*) proyek yang semula hanya Rp 5.215.688.177,23 menjadi 5.216.264.546,85 atau naik sebesar 0,01%, sehingga berpengaruh terhadap biaya total proyek yang semula hanya Rp 28.613.500.204,41 menjadi Rp. 28.614.076.574,04.

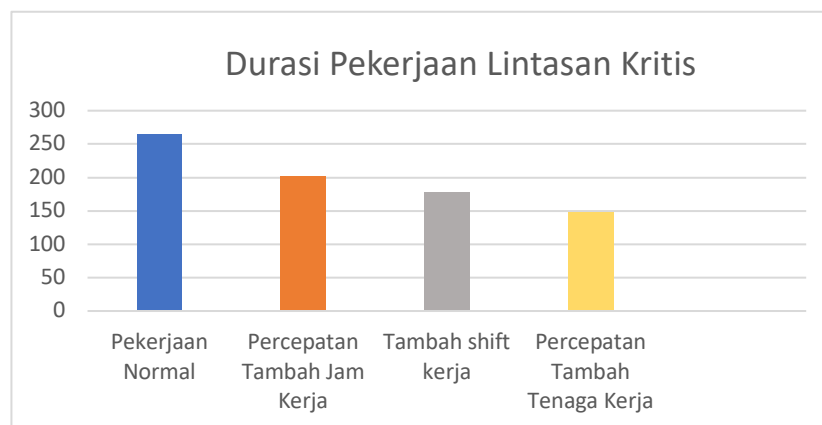
Analisis Perbandingan Hasil Skenario Percepatan

Berdasarkan hasil pengolahan data pada penelitian ini dengan cara penerapan metode crashing program dan *Least Cost Analysis* (LCA), diperoleh kesimpulan ke 3 (tiga) skenario percepatan, yaitu dapat sama-sama mempersingkat durasi waktu pelaksanaan pekerjaan dan di lain pihak mengakibatkan *overcost* atau penambahan biaya direct cost yang berdampak pada total cost pelaksanaan pekerjaan. Untuk perbandingan total cost dapat di lihat pada gambar 1.



Gambar 1. Perbandingan Total Cost Pekerjaan

Selanjutnya untuk perbandingan yang ditinjau dari durasi pelaksanaan pekerjaan, skenario percepatan sesuai crashing program dapat mereduksi durasi pelaksanaan pekerjaan, dan perbandingannya dapat di lihat pada gambar 2 di bawah ini.



Gambar 2. Perbandingan Durasi Pekerjaan

Sesuai dengan tujuan metode *Least Cost Analysis* (LCA) yang di gunakan untuk mengelola biaya akibat *crashing* pekerjaan (Practice, 2000; Syara et al., 2023), demi memperoleh durasi proyek yang paling optimal dengan biaya proyek yang minimum dimana hasil *crashing* pekerjaan dengan *slope cost* terendah adalah opsi yang paling sesuai. Hasil Analisa percepatan tersebut kemudian di susun kembali dalam jaringan kerja baru untuk kemudian dilanjutkan dengan proses kompersi waktu pelaksanaan sampai diperoleh biaya yang paling optimal atau item pada lintasan kritis tidak dapat lagi di tekan. Berdasarkan Analisa hasil perhitungan biaya total (*total cost*) skenario percepatan penambahan shift kerja dan penambahan tenaga kerja, didapat biaya total cost lebih rendah dibandingkan total cost pekerjaan normal, untuk itu perhitungan tahapan kompersi lanjut tidak perlu lagi di lakukan.

Kesimpulan

Berdasarkan tujuan penelitian, berikut kesimpulan yang dapat diambil dari hasil penelitian tersebut: (1) Setelah dilakukan identifikasi permasalahan dalam pelaksanaan pekerjaan Proyek Pengembangan Fasilitas Pelabuhan Laut Likupang, disimpulkan bahwa faktor eksternal, yaitu permasalahan perubahan desain dan ruang lingkup kegiatan pada lebih dari satu item pekerjaan, menyebabkan penundaan pekerjaan. Penundaan ini terjadi sambil dilakukan peninjauan kembali oleh Pejabat Pembuat Komitmen (PPK), yang juga melibatkan konsultan perencana. (2) Hasil penerapan metode *Crashing Program* dan *Least Cost Analysis* pada tinjauan terhadap 14 item pekerjaan dalam lintasan kritis menunjukkan bahwa skenario percepatan melalui penambahan tenaga kerja dinilai efektif sebagai opsi yang dapat diterapkan pada studi kasus ini. Berdasarkan hasil penelitian, skenario ini mempercepat waktu pelaksanaan menjadi 370 hari atau dipercepat 117 hari. Dengan *slope cost* sebesar Rp 576.369,63 dan efisiensi biaya tidak langsung sebesar Rp 34.968.818,46, total biaya yang semula Rp 28.613.500.204,00 mengalami efisiensi menjadi Rp 28.579.107.755,58.

BIBLIOGRAFI

- Asghari, V., Wang, Y., Biglari, A. J., Hsu, S.-C., & Tang, P. (2022). Reinforcement Learning in Construction Engineering and Management: A Review. *Journal of Construction Engineering and Management*, 148(11). [https://doi.org/10.1061/\(asce\)co.1943-7862.0002386](https://doi.org/10.1061/(asce)co.1943-7862.0002386)
- Belferik, R., Andiyan, A., Zulkarnain, I., Munizu, M., Samosir, J. M., Afriyadi, H., Rusmiatmoko, D., Adhicandra, I., Syamil, A., & Ichsan, M. (2023). *Manajemen Proyek: Teori & Penerapannya*. PT. Sonpedia Publishing Indonesia.
- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2017). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. Sage publications.
- Dwijono, D. (2017). Optimalisasi Waktu Percepatan Dan Biaya Kegiatan Di Dalam Metode Jalur Kritis Dengan Pemrograman Linier. *Jurnal Terapan Teknologi Informasi*, 1(1).
- Iramutyn, E. V. (2010). Optimasi Waktu dan Biaya dengan Metode Crash. Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret Surakarta.
- Kharisma, B., & Santoso, N. (2020). Pengembangan Aplikasi Manajemen Proyek Perangkat Lunak Kolaboratif Menggunakan Scrum. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer (J-PTIHK) Universitas Brawijaya*, 4(3).

- Malifa, Y., Dundu, A. K., & Malingkas, G. Y. (2019). Analisis Percepatan Waktu dan Biaya Proyek Konstruksi Menggunakan Metode Crashing (Studi Kasus: Pembangunan Rusun IAIN Manado). *Jurnal Sipil Statik*, 7(7), 643–652.
- Oetomo, W., Priyoto, P., & Uhad, U. (2017). Analisis Waktu dan Biaya dengan Metode Crash Duration pada Keterlambatan Proyek Pembangunan Jembatan Sei Hanyu Kabupaten Kapuas. *Media Ilmiah Teknik Sipil*, 6(1). <https://doi.org/10.33084/mits.v6i1.262>
- Paramata, F. A., & Utiahman, A. (2019). Optimalisasi Biaya dan Waktu Pelaksanaan Proyek Pembangunan Kantor Dinas Peternakan Kabupaten Bone Bolango dengan Metode Least Cost Analysis. *Jurnal Teknik*, 17(1). <https://doi.org/10.37031/jt.v17i1.41>
- Practice, S. (2000). Least Cost (Life Cycle) Analysis of Concrete Culvert, Storm Sewer, and Sanitary Sewer Systems 1. *Current*, 95(Reapproved).
- Putra, Y., & Hartati, S. (2017). Optimalisasi Waktu Dan Biaya Menggunakan Metode Least Cost Analysis Pada Proyek Peningkatan Jalan Lingkar Kota Dumai. *Jurnal Saintis*, 17(1), 100–113.
- Rizal, R., Juwono, P. T., & Haribowo, R. (2022). Studi Manajemen Konstruksi Proyek Rehabilitasi Bendungan Simo di Kabupaten Grobogan dengan Menggunakan Program Microsoft Project Manager 2016. *Jurnal Teknologi Dan Rekayasa Sumber Daya Air*, 2(1). <https://doi.org/10.21776/ub.jtresda.2022.002.01.03>
- Saputra, M. A. (2016). Kerangka Kerja Manajemen Proyek. *Masyarakat Telematika Dan Informasi*, 7(1).
- Stefanus, Y., Wijatmiko, I., Andi Suryo, E., Teknik Sipil, J., Brawijaya Jl Haryono No, U. M., & Timur Alamat Korespondensi, J. (2017). Analisis Percepatan Waktu Penyelesaian Proyek Menggunakan Metode Fast-Track Dan Crash Program Analysis Of Acceleration Time Of Project Solving Using Fast-Track And Crash Program Method. *Media Teknik Sipil*.
- Sugiyono, P. (2015). Metode penelitian kombinasi (mixed methods). *Bandung: Alfabeta*, 28(1), 12.
- Syara, E., Ashad, H., & Bachmid, S. (2023). Analisis Metode Least Cost Analysis dan Metode Fast Tracking pada Pembangunan Kantor Kejaksaan Negeri Makassar. *Jurnal Flyover*, 3(1). <https://doi.org/10.52103/jfo.v3i1.1468>
- Wijanarko, B., & Oetomo, W. (2019). Analisis Percepatan Waktu Penyelesaian Proyek Dengan Metode Crashing Dan Fast Tracking Pada Pelebaran Jalan Dan Jembatan. *Jurnal Penelitian*, 1(1).

Copyright holder:

Friska Amelia Sampul, Arthur Harris Thambas, Grace Yoyce Malingkas (2025)

First publication right:

Syntax Literate: Jurnal Ilmiah Indonesia

This article is licensed under:

