JOURNAL FLYOVER (JFO)
Magister Teknik Sipil Program Pascasarjana UMI

Vol. 05, No. 01 Tahun 2025
E-ISSN: 2829-5684

Kajian Optimalisasi Waktu dan Biaya dengan Metode Crashing pada Proyek Preservasi Jalan Batas Prov. Sulteng - Asera – Belalo - Lasolo (Longsoran)

Andi Hari Surya Firdausi H. Poke [1*], Sofyan Bachmid [2], Sudarman Supardi [3]

1*) PT. Surya Perkasa Raya, Kota Kendari, uyairyax.02@gmail.com
2) Teknik Sipil, Universitas Muslim Indonesia, Kota Makassar
3) Teknik Sipil, Universitas Muslim Indonesia, Kota Makassar

Abstract

The road preservation project on the Batas Provinsi Sulawesi Tengah – Asera – Belalo – Lasolo corridor, affected by severe landslides, represents a critical infrastructure intervention due to its role as a strategic artery for logistics distribution and community mobility. The urgency to restore this route lies not only in preventing further economic disruption, but also in safeguarding public safety. This research seeks to deliver an effective time–cost optimization strategy through the implementation of the crashing method grounded in the Critical Path Method (CPM). Employing comprehensive project data—comprising the Bill of Quantity (BOQ), baseline schedules, and critical activity durations—three acceleration scenarios (10%, 20%, and 30%) were rigorously evaluated. Cost slope analysis was applied to systematically identify the most economically efficient activities for acceleration. The findings demonstrate that targeted crashing can successfully reduce the project's duration from 240 days to a significantly shorter optimal timeline, with additional direct costs maintained within acceptable limits and effectively counterbalanced by reduced indirect expenditures. The resulting optimized time–cost configuration underscores the method's practicality for high-urgency infrastructure projects, offering a robust decision-making framework for similar road preservation efforts in disaster-prone regions.

Keyword: Crashing, Critical Path Method, Project Cost, Road Preservation, Time Optimization.

Abstrak

Proyek preservasi jalan pada koridor Batas Provinsi Sulawesi Tengah – Asera – Belalo – Lasolo yang terdampak longsor berat merupakan intervensi infrastruktur yang sangat krusial mengingat fungsinya sebagai jalur strategis distribusi logistik dan mobilitas masyarakat. Urgensi pemulihan jalur ini tidak hanya bertujuan mencegah gangguan ekonomi yang lebih luas, tetapi juga untuk menjamin keselamatan pengguna jalan. Penelitian ini bertujuan merumuskan strategi optimalisasi waktu–biaya yang efektif melalui penerapan metode crashing berbasis Critical Path Method (CPM). Dengan memanfaatkan data proyek secara komprehensif—meliputi Bill of Quantity (BOQ), jadwal dasar, dan durasi aktivitas kritis—dilakukan evaluasi terhadap tiga skenario percepatan (10%, 20%, dan 30%). Analisis cost slope digunakan untuk mengidentifikasi aktivitas yang paling efisien secara ekonomi untuk dipercepat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan crashing terarah mampu memangkas durasi proyek dari 240 hari menjadi waktu optimal yang secara signifikan lebih singkat, dengan tambahan biaya langsung yang terkendali dan diimbangi oleh pengurangan biaya tidak langsung. Konfigurasi waktu–biaya optimal ini membuktikan efektivitas metode crashing pada proyek infrastruktur berurgensi tinggi, sekaligus menyediakan kerangka pengambilan keputusan yang andal untuk proyek preservasi jalan di wilayah rawan bencana.

Kata kunci: Biaya Proyek, *Crashing*, *Critical Path Method*, Optimalisasi Waktu, Preservasi Jalan.

1. PENDAHULUAN

Infrastruktur jalan memegang peranan penting dalam mendukung konektivitas antar wilayah, khususnya di daerah yang memiliki aktivitas sosial dan ekonomi tinggi. Jalan nasional yang menghubungkan wilayah Batas Provinsi Sulawesi Tengah hingga Lasolo

melalui Asera dan Belalo merupakan jalur vital yang tidak hanya menjadi sarana distribusi logistik, tetapi juga jalur utama mobilitas masyarakat. Oleh karena itu, kondisi fungsional jalan harus senantiasa terjaga agar aktivitas ekonomi dan sosial masyarakat tidak terganggu.

Namun demikian, proyek konstruksi jalan seringkali menghadapi tantangan yang kompleks. Salah satunya adalah kejadian longsor yang menyebabkan kerusakan fisik infrastruktur dan mengganggu kelancaran lalu lintas. Penanganan kondisi darurat seperti ini memerlukan pelaksanaan pekerjaan yang cepat, efektif, dan efisien. Keterlambatan dalam menyelesaikan proyek preservasi jalan akibat longsoran tidak hanya meningkatkan biaya proyek akibat akumulasi biaya tidak langsung, tetapi juga memperbesar risiko terhadap keselamatan pengguna jalan dan kerugian ekonomi akibat terhambatnya arus barang dan jasa.

Dalam konteks ini, pengendalian waktu dan biaya menjadi aspek yang sangat krusial. Perencanaan dan pengendalian proyek tidak cukup hanya mengandalkan jadwal pelaksanaan konvensional, tetapi perlu didukung dengan pendekatan teknik manajemen proyek yang memungkinkan percepatan pelaksanaan tanpa mengorbankan mutu dan efisiensi biaya. Salah satu pendekatan yang relevan adalah penerapan metode crashing yaitu suatu teknik percepatan jadwal yang dilakukan melalui penambahan sumber daya atau perubahan strategi pelaksanaan pada aktivitas-aktivitas yang berada di jalur kritis proyek.

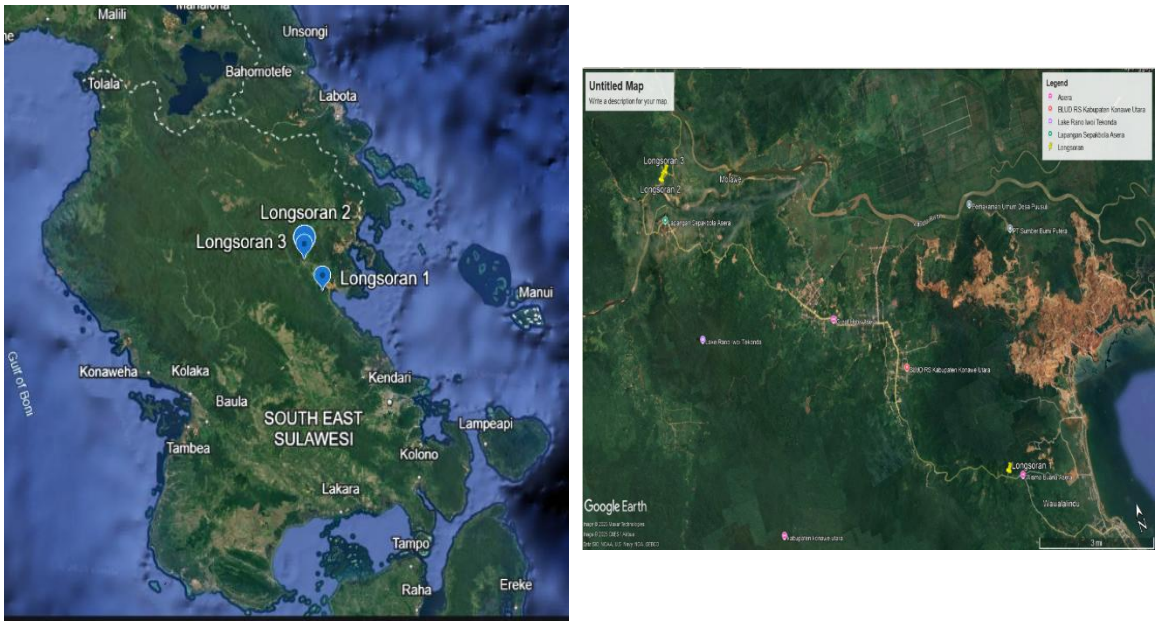
Dengan menggunakan metode Critical Path Method (CPM) sebagai dasar identifikasi aktivitas kritis dan analisis jalur proyek, metode crashing memungkinkan perhitungan yang rasional terhadap durasi minimum proyek dan biaya tambahan yang diperlukan untuk mencapai percepatan tersebut. Pendekatan ini menawarkan keseimbangan antara efisiensi waktu dan biaya, serta memberikan dasar pengambilan keputusan yang lebih tepat dalam penanganan proyek-proyek dengan tingkat urgensi tinggi seperti preservasi jalan akibat bencana longsor.

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengkaji dan menganalisis penerapan metode crashing dalam proyek preservasi jalan Batas Prov. Sulteng – Asera – Belalo – Lasolo, dengan fokus pada upaya optimalisasi waktu dan biaya pelaksanaan. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi rujukan dalam pelaksanaan proyek sejenis, khususnya dalam mempercepat durasi pekerjaan konstruksi tanpa menyebabkan pembengkakan anggaran yang tidak terkendali.

2. METODE

A. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian Kajian Optimalisasi Waktu Dan Biaya Dengan Metode Crashing Pada Proyek Preservasi Jalan Batas Provinsi Sulawesi Tengah - Asera - Belalo/Lasolo (Longsoran) ini berada di ruas jalan Nasional Wilayah II Provinsi Sulawesi Tenggara tepatnya di Kabupaten Konawe Utara. Lokasi pekerjaan berada di tiga titik longsoran yang dapat di lihat pada **Gambar 1**.



Gambar 1 Titik Lokasi pekerjaan Longsoran

B. Jenis dan Sumber Data

Jenis dan sumber data dalam penelitian ini terdiri dari data primer dan data sekunder. Data primer merupakan data utama yang diperoleh secara langsung melalui observasi lapangan untuk mendapatkan informasi aktual sesuai dengan kondisi di lokasi penelitian. Sementara itu, data sekunder berfungsi sebagai data pendukung yang diperoleh dari berbagai sumber tambahan, baik dari lapangan maupun hasil studi literatur. Data sekunder ini mencakup dokumen teknis seperti Rencana Anggaran Biaya (RAB), time schedule, laporan bulanan proyek, serta berbagai referensi akademik berupa buku, jurnal, dan bahan bacaan lainnya yang relevan untuk memperkuat analisis penelitian.

C. Metode Analisis Data

Analisis waktu Proyek berdasarkan data – data yang diperoleh dari lapangan dan juga studi literatur baik dari RAB, time schedule, laporan bulanan.:

1. Menyusun komponen – komponen kegiatan sesuai urutan logika ketergantungan.
2. Membuat network planning (jaringan kerja) dengan menggunakan metode Critical Path Method (CPM) berdasarkan Time Schedule perencanaan awal untuk menentukan jalur kritis.
3. Melakukan perhitungan percepatan waktu proyek pada item pekerjaan yang berada pada jalur kritis dengan menggunakan Crash Program.
4. Analisis biaya Proyek Preservasi Jalan Batas Provinsi Sulawesi Tengah - Asera - Belalo/Lasolo :
   - Menghitung biaya proyek pada waktu normal.
   - Menghitung besar biaya tambahan setelah dilakukan percepatan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Data Umum Proyek

Proyek preservasi jalan Batas Provinsi Sulawesi Tengah – Asera – Belalo – Lasolo merupakan kegiatan penanganan longsoran sekaligus upaya preventif jalan dengan total

panjang penanganan sekitar 690 meter. Proyek ini berada di bawah tanggung jawab Satuan Kerja Pelaksanaan Jalan Nasional Wilayah II Provinsi Sulawesi Tenggara dengan nilai kontrak sebesar Rp 10.567.800.000 dan masa pelaksanaan selama 240 hari kalender. Lokasi longsoran yang ditangani tersebar pada beberapa ruas jalan, antara lain ruas Jalan Landawe – Kota Maju – Asera pada Sta. 2+066–2+221 dan 2+315–2+350, serta ruas Andowia – Belalo/Lasolo pada Sta. 12+939–13+375. Selain itu, penanganan preventif jalan dilakukan pada ruas Batas Sulteng (Buleleng) – Lamonae – Landawe pada Sta. 11+440–11+829 dan 12+268–13+379. Ruas-ruas tersebut merupakan bagian penting dari jaringan jalan provinsi yang memiliki tingkat kerentanan tinggi terhadap potensi longsoran.

Adapun jenis pekerjaan dalam proyek ini meliputi berbagai lingkup konstruksi yang terbagi ke dalam beberapa divisi. Pada Divisi Umum mencakup mobilisasi, penyusunan dokumen teknis, penerapan keselamatan konstruksi, serta penyediaan perlengkapan K3. Divisi Drainase meliputi pembangunan gorong-gorong beton, saluran U, dan penggunaan material filter. Divisi Pekerjaan Tanah dan Geosintetik terdiri atas pekerjaan galian, timbunan biasa maupun pilihan. Divisi Pekerjaan Preventif meliputi penghamparan lapis penutup aspal emulsi. Divisi Perkerasan mencakup pondasi agregat, lapis resap pengikat, laston asbuton, hingga beton semen. Pada Divisi Struktur dilaksanakan pekerjaan beton bertulang dengan mutu bervariasi, pemasangan baja tulangan, tiang bor beton, serta pasangan batu. Sedangkan pada Divisi Pekerjaan Harian dan Lain-Lain meliputi pemasangan marka jalan, patok pengarah, dan kerb pracetak

B. Analisis Jaringan Kerja dan Jalur Kritis (CPM)

Analisis jaringan kerja proyek dilakukan dengan metode Critical Path Method (CPM) menggunakan bantuan Microsoft Project dan Microsoft Excel untuk menyusun network diagram serta menentukan jalur kritis. Hasil analisis menunjukkan terdapat sejumlah aktivitas yang berada pada lintasan kritis, yaitu aktivitas dengan durasi terpanjang tanpa adanya kelonggaran waktu (slack), sehingga keterlambatan pada salah satu aktivitas tersebut akan langsung berdampak pada keterlambatan keseluruhan proyek. Berdasarkan data penjadwalan awal pekerjaan yang disusun dari BOQ, diperoleh enam belas item pekerjaan yang termasuk ke dalam jalur kritis. Aktivitas-aktivitas ini selanjutnya akan menjadi fokus utama dalam analisis percepatan proyek dengan metode crashing agar durasi pelaksanaan dapat lebih optimal tanpa mengurangi mutu pekerjaan.

C. Analisis Alternatif Crashing dan Analisis Biaya Tambahan

Crashing dilakukan terhadap aktivitas-aktivitas di jalur kritis. Aktivitas dengan nilai cost slope terendah menjadi prioritas percepatan. Perhitungan cost slope dilakukan untuk menentukan efisiensi biaya percepatan aktivitas dalam jalur kritis proyek. Cost slope menunjukkan tambahan biaya per hari untuk mempercepat suatu aktivitas dari durasi normal ke durasi crash.

Perhitungan cost slope dilakukan untuk menentukan efektivitas percepatan waktu pelaksanaan pada masing-masing aktivitas yang berada di jalur kritis. Cost slope menunjukkan besarnya biaya tambahan yang dibutuhkan untuk mengurangi satu hari durasi aktivitas, semakin kecil nilai cost slope maka semakin ekonomis untuk dilakukan crashing.

a) Penentuan Durasi Crash

Durasi crash adalah waktu tercepat yang mungkin dicapai untuk menyelesaikan suatu aktivitas tanpa menurunkan kualitas pekerjaan. Dalam studi ini, untuk mengevaluasi perubahan selisih waktu berdasarkan kondisi durasi setelah crashing dengan durasi

pekerjaan normal. Berdasarkan hasil Analisa jalur kritis maka diperoleh item pekerjaan yang menjadi item pekerjaan dipercepat ditampilkan pada **Gambar 2**.

NOTASI	DESKRIPSI KEGIATAN	Durasi (hari)	Durasi Crash (hari)		
		Normal	10%	20%	30%
a	b	c	d	e	f
A	UMUM	30	27	24	21
B	Galian Biasa	6	5	5	4
E	Galian Struktur dengan kedalaman 0 - 2 meter	21	19	17	15
H	Beton , fc'15 Mpa	21	19	17	15
I	Tiang Bor Beton, diameter 400 mm	21	19	17	15
K	Beton, fc'10 Mpa	47	42	38	33
M	Baja Tulangan Sirip BjTS 420A	47	42	38	33
0	Beton struktur, fc'30 MPa	47	42	38	33
P	Pipa Penyalur PVC	47	42	38	33
S	Timbunan Biasa dari hasil galian	6	5	5	4
V	Timbunan Biasa dari hasil galian (termasuk plastik)	14	12	11	10
Y	Marka Jalan Termoplastik	6	5	5	4
Z	Timbunan Pilihan dari sumber galian	14	12	11	10
AA	Beton strukur, fc'20 Mpa	14	12	11	10
AB	Patok Pengarah	7	6	6	5
AC	Kereb Pracetak Jenis 4 (Penghalang Berparit / Barrier Gutter) t = 20 cm	7	6	6	5

Gambar 2 Durasi Crash Pada Item pekerjaan

b) Penentuan Biaya Crash

Biaya crash adalah estimasi biaya pelaksanaan pekerjaan jika durasi dipercepat (crash). Untuk mendapatkan estimasi biaya crash yang realistis, digunakan analisis perhitungan dengan memisahkan harga satuan material dan harga satuan upah tenaga kerja serta peralatan kemudian dilakukan penambahan biaya tambahan pada harga satuan upah tenaga kerja dan peralatan sesuai dengan kondisi crashing untuk mengevaluasi besar penambahan biaya yang terjadi.

Sebagai contoh, berikut disajikan data hasil perhitungan analisis penentuan biaya crashing yang dihitung berdasarkan harga satuan dari setiap item pekerjaan untuk item pekerjaan umum

- Harga satuan normal = Rp. 333.333.333,333.- (karena ini merupakan pekerjaan persiapan dan mobilisasi denga satuan LumpSum maka harga satuan yang dinaikkan sebesar 10 % secara keseluruhan)
- Harga satuan Crash 10 % = 1,1 x Harga Satuan Normal
  Harga satuan Crash 10 % = 1,1 x Rp. 333.333.333,-
  Harga satuan Crash 10 % = Rp. 366.666.666,66.-
- Harga satuan Crash 20 % = 1,2 x Harga Satuan Normal
  Harga satuan Crash 20 % = 1,2 x Rp. 333.333.333,-
  Harga satuan Crash 20 % = Rp. 400.000.000,00.-
- Harga satuan Crash 30 % = 1,3 x Harga Satuan Normal
  Harga satuan Crash 30 % = 1,3 x Rp. 333.333.333,-
  Harga satuan Crash 30 % = Rp. 433.333.333,33.-

No.	NOTASI	DESKRIPSI KEGIATAN	VOLUME	SATUAN	HARGA SATUAN Biaya Normal (Rp)	Harga Satuan Crash 10 % dari harga Satuan Tenaga dan Alat (Rp)	Harga Satuan Crash 20 % dari harga Satuan Tenaga dan Alat (Rp)	Harga Satuan Crash 30 % dari harga Satuan Tenaga dan Alat (Rp)
1	A	UMUM	1.00	Ls	333,333,333.33	366,666,666.66	400,000,000.00	433,333,333.33
2	B	Galian Biasa	3,171.03	M3	24,594.59	27,054.05	29,513.51	31,972.97
3	E	Galian Struktur dengan kedalaman 0 - 2 meter	662.40	M3	281,644.14	309,793.66	337,956.71	366,119.77
4	H	Beton , fc'15 Mpa	5.33	M3	1,256,756.76	1,271,970.06	1,287,183.35	1,302,396.65
5	I	Tiang Bor Beton, diameter 400 mm	492.00	M1	1,825,675.68	1,840,616.87	1,855,558.07	1,870,499.26
6	K	Beton, fc'10 Mpa	118.67	M3	1,065,135.14	1,090,556.74	1,115,978.35	1,141,399.95
7	M	Baja Tulangan Sirip BjTS 420A	36,479.13	Kg	20,495.50	20,817.74	21,139.97	21,462.21
8	0	Beton struktur, fc'30 MPa	311.71	M3	2,155,180.18	2,218,528.05	2,281,875.91	2,345,223.78
9	P	Pipa Penyalur PVC	186.00	M1	62,612.61	65,082.01	67,551.41	70,020.81
10	S	Timbunan Biasa dari hasil galian	163.26	M3	50,855.86	55,941.45	61,027.03	66,112.62
11	V	Timbunan Biasa dari hasil galian (termasuk plastik)	425.00	M3	50,855.86	55,941.45	61,027.03	66,112.62
12	Y	Marka Jalan Termoplastik	189.53	M2	259,009.01	260,520.62	262,032.24	263,543.85
13	Z	Timbunan Pilihan dari sumber galian	1,555.30	M3	232,432.43	243,676.98	254,921.53	266,166.09
14	AA	Beton strukur, fc'20 Mpa	435.00	M3	1,355,405.41	1,382,905.70	1,410,405.99	1,437,906.28
15	AB	Patok Pengarah	24.00	Buah	497,747.75	511,086.41	524,425.06	537,763.72
16	AC	Kereb Pracetak Jenis 4 (Penghalang Berparit / Barrier Gutter) t = 20 cm	650.00	M1	184,234.23	186,621.14	189,008.06	191,394.97

Gambar 3 Data Hasil Analisis Harga Satuan Crashing

c) Perhitungan Biaya Cost Slope

$$\textbf{\textit{biaya cost slope}} = \frac{(\textbf{\textit{Biaya Pekerjaan Crash} - \textbf{\textit{Biaya Pekerjaan Normal}}})}{(\textbf{\textit{Durasi Normal} - \textbf{\textit{Durasi Crash}}})} \quad (1)$$

- Jumlah Biaya Cost Slope Pekerjaan Crash 10 %

$$= \frac{(\text{Rp.}366.666.666{,}66 - \text{Rp.}333.333.333{,}333.)}{(30\ hari - 27\ hari)}$$

= Rp. 11.111.111,111 / hari

- Jumlah Biaya Cost Slope Pekerjaan Crash 20 %

$$= \frac{(Rp.400.000.000{,}00. - \text{Rp.}333.333.333{,}333.-)}{(30\ hari - 24\ hari)}$$

= Rp. 11.111.111,111 / hari

- Jumlah Biaya Cost Slope Pekerjaan Crash 30 %

$$= \frac{(Rp.433.333.333{,}33. - \text{Rp.}333.333.333{,}333.-)}{(30\ hari - 21\ hari)}$$

= Rp. 11.111.111,111 / hari

Dengan cara yang sama, perhitungan Cost Slope dengan variasi durasi crashing sebesar 10%, 20%, dan 30% juga diterapkan pada berbagai item pekerjaan lainnya. Beberapa pekerjaan yang dihitung meliputi galian biasa, galian struktur dengan kedalaman 0–2 meter, beton dengan mutu fc' 10 MPa, fc' 15 MPa, fc' 20 MPa, hingga beton struktur fc' 30 MPa. Selain itu, perhitungan juga dilakukan pada item pekerjaan tiang bor beton berdiameter 400 mm, baja tulangan sirip BJTS 420A, serta pipa penyalur PVC.

Tidak hanya itu, pekerjaan timbunan juga dianalisis, baik berupa timbunan biasa dari hasil galian, timbunan biasa termasuk plastik, maupun timbunan pilihan dari sumber galian. Untuk pekerjaan pendukung jalan, perhitungan mencakup marka jalan termoplastik, patok pengarah, serta kerb pracetak jenis 4 (barrier gutter). Hasil analisis perhitungan cost slope

untuk seluruh item pekerjaan tersebut dapat dilihat secara rinci pada **Gambar 4**, yang menggambarkan perbandingan antara durasi crashing dengan biaya tambahan yang diperlukan pada masing-masing variasi percepatan.

Analisis perhitungan Cost Slope Crash 10 %

COST SLOPE = (Biaya Crash - Biaya Normal) / (Durasi Normal - Durasi Crash)

No.	NOTASI	DESKRIPSI KEGIATAN	VOLUME	SATUAN	Durasi (hari)	Durasi Crash (hari)	HARGA SATUAN Biaya Normal (Rp)	JUMLAH HARGA Biaya Normal (Rp)	Harga Satuan Crash 10 % dari harga Satuan Tenaga dan Alat (Rp)	Harga Biaya Crash (Rp)	Cost Slope (Rp)
a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l
1	A	UMUM	1.00	Ls	30	27	333,333,333.33	333,333,333.33	366,666,666.66	366,666,666.66	11,111,111.11
2	B	Galian Biasa	3,171.03	M3	6	5	24,594.59	77,990,182.73	27,054.05	85,789,201.00	7,799,018.27
3	E	Galian Struktur dengan kedalaman 0 - 2 meter	662.40	M3	21	19	281,644.14	186,561,078.34	309,793.66	205,207,317.31	9,323,119.49
4	H	Beton , fc'15 Mpa	5.33	M3	21	19	1,256,756.76	6,698,513.53	1,271,970.06	6,779,600.40	40,543.43
5	I	Tiang Bor Beton, diameter 400 mm	492.00	M1	21	19	1,825,675.68	898,232,434.56	1,840,616.87	905,583,502.34	3,675,533.89
6	K	Beton, fc'10 Mpa	118.67	M3	47	42	1,065,135.14	126,399,587.06	1,090,556.74	129,416,368.72	603,356.33
7	M	Baja Tulangan Sirip BjTS 420A	36,479.13	Kg	47	42	20,495.50	747,658,008.92	20,817.74	759,412,927.12	2,350,983.64
8	O	Beton struktur, fc'30 MPa	311.71	M3	47	42	2,155,180.18	671,791,213.91	2,218,528.05	691,537,377.01	3,949,232.62
9	P	Pipa Penyalur PVC	186.00	M1	47	42	62,612.61	11,645,945.46	65,082.01	12,105,254.02	91,861.71
10	S	Timbunan Biasa dari hasil galian	163.26	M3	6	5	50,855.86	8,302,727.70	55,941.45	9,133,000.47	830,272.77
11	V	Timbunan Biasa dari hasil galian (termasuk plastik)	425.00	M3	14	12	50,855.86	21,613,740.50	55,941.45	23,775,114.55	1,080,687.03
12	Y	Marka Jalan Termoplastik	189.53	M2	6	5	259,009.01	49,089,977.67	260,520.62	49,376,473.67	286,496.01
13	Z	Timbunan Pilihan dari sumber galian	1,555.30	M3	14	12	232,432.43	361,502,158.38	243,676.98	378,990,810.55	8,744,326.09
14	AA	Beton strukur, fc'20 Mpa	435.00	M3	14	12	1,355,405.41	589,601,353.35	1,382,905.70	601,563,979.42	5,981,313.03
15	AB	Patok Pengarah	24.00	Buah	7	6	497,747.75	11,945,946.00	511,086.41	12,266,073.77	320,127.77
16	AC	Kereb Pracetak Jenis 4 (Penghalang Berparit / Barrier Gutter) t = 20 cm	650.00	M1	7	6	184,234.23	119,752,249.50	186,621.14	121,303,744.04	1,551,494.54

Gambar 4 Perhitungan Analisis Cost Slope dengan Durasi dan biaya Crashing 10 % Terhadap Pekerjaan Normal

d) Simulasi Crashing Waktu dan Biaya

Simulasi crashing dilakukan dengan mengurutkan aktivitas berdasarkan nilai cost slope terkecil dan mempercepat durasi sesuai dengan batas maksimum pengurangan yang diperbolehkan. Tujuan simulasi ini adalah untuk meminimalkan waktu pelaksanaan proyek dengan tambahan biaya serendah mungkin. Perhitungan Hasil simulasi yang dilakukan berdasarkan uji coba tiga kondisi crashing yang dapat dievaluasi menunjukkan bahwa total waktu dapat dikurangi dari waktu rencana pelaksanaan.

Dari hasil perhitungan didapatkan untuk crashing sebesar 10 % didapatkan pengurangan waktu sebesar 28 hari menjadi 212 hari dari waktu rencana awal 240 hari dengan biaya bertambah sebesar Rp.134.627.586,08 menjadi Rp. 9.655.168.863,75 dari biaya proyek awal sebesar Rp. 9.520.541.277,67. Untuk analisis crashing sebesar 20 % didapatkan pengurangan waktu sebesar 46 hari menjadi 194 hari dari waktu rencana awal 240 hari dengan biaya bertambah sebesar Rp. 269.264.143,85 menjadi Rp. 9.789.805.421,52 dari biaya proyek awal sebesar Rp. 9.520.541.277,67 . Untuk analisis crashing sebesar 30 % didapatkan pengurangan waktu sebesar 71 hari menjadi 169 hari dari waktu rencana awal 240 hari dengan biaya bertambah sebesar Rp. 403.900.701,62 menjadi Rp. 9.924.441.979,30 dari biaya proyek awal sebesar Rp. 9.520.541.277,67. **Gambar 5** merupakan hasil simulasi crashing pada aktivitas jalur kritis dengan crashing sebesar 10%.

NOTASI		DESKRIPSI PEKERJAAN	Kritis / NON KRITIS	VOLUME	SATUAN	HARGA SATUAN	JUMLAH HARGA BIAYA NORMAL (Rp)	Durasi Normal (hari)	Durasi Crash (hari)	Harga Satuan Crash (Rp)	Biaya Setelah Crash (Rp)	Harga Cost Slope (Rp)
a		b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l
A	(1 - 2)	UMUM	*Kritis*	1.00	Ls	333,333,333.33	333,333,333.33	30	27	366,666,666.66	366,666,666.66	11,111,111.11
B	(2 - 3)	Galian Biasa	*Kritis*	3,171.03	M3	24,594.59	77,990,182.73	6	5	27,054.05	85,789,201.00	7,799,018.27
C	(2 - 23)	Penghamparan lapis penutup bubur aspal emulsi, tipe 3, CQS-1h / QS-1h	Non Kritis	3,000.00	M2	59,972.97	179,918,910.00	13	13	59,972.97	179,918,910.00	-
D	(3 - 25)	Bahan Drainase Porous atau Penyaring (Filter)	Non Kritis	255.00	M3	382,657.66	97,577,703.30	33	33	382,657.66	97,577,703.30	-
E	(3 - 11)	Galian Struktur dengan kedalaman 0 - 2 meter	Kritis	662.40	M3	281,644.14	186,561,078.34	21	19	309,793.66	205,207,317.31	9,323,119.49
F	(3 - 26)	Saluran berbentuk U Tipe DS 3	Non Kritis	675.00	M1	2,027,342.34	1,368,456,079.50	33	33	2,027,342.34	1,368,456,079.50	-
G	(3 - 4)	Gorong-gorong Kotak Beton Bertulang, ukuran dalam 100 cm x 100 cm	Non Kritis	11.00	M1	6,306,306.31	69,369,369.41	13	13	6,306,306.31	69,369,369.41	-
H	(11 - 12)	Beton , fc'15 Mpa	Kritis	5.33	M3	1,256,756.76	6,698,513.53	21	19	1,271,970.06	6,779,600.40	40,543.43
I	(11 - 13)	Tiang Bor Beton, diameter 400 mm	Kritis	492.00	M1	1,825,675.68	898,232,434.56	21	19	1,840,616.87	905,583,502.34	3,675,533.89
J	(4 - 5)	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	Non Kritis	1,801.36	M3	786,216.22	1,416,258,450.06	33	33	786,216.22	1,416,258,450.06	-
K	(13 - 14)	Beton, fc'10 Mpa	Kritis	118.67	M3	1,065,135.14	126,399,587.06	47	42	1,090,556.74	129,416,368.72	603,356.33
L	(5 - 6)	Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair/Emulsi	Non Kritis	4,627.00	Liter	25,900.90	119,843,464.30	27	27	25,900.90	119,843,464.30	-
M	(13 - 15)	Baja Tulangan Sirip BjTS 420A	Kritis	36,479.13	Kg	20,495.50	747,658,008.92	47	42	20,817.74	759,412,927.12	2,350,983.64
N	(6 - 7)	Laston Lapis Fondasi Asbuton (AC-Base Asb)	Non Kritis	431.30	Ton	1,557,882.88	671,914,886.14	27	27	1,557,882.88	671,914,886.14	-
O	(15 - 17)	Beton struktur, fc'30 MPa	Kritis	311.71	M3	2,155,180.18	671,791,213.91	47	42	2,218,528.05	691,537,377.01	3,949,232.62
P	(15 - 16)	Pipa Penyalur PVC	Kritis	186.00	M1	62,612.61	11,645,945.46	47	42	65,082.01	12,105,254.02	91,861.71
Q	(8 - 9)	Lapis Perekat - Aspal Cair/Emulsi	Non Kritis	532.00	Liter	24,099.10	12,820,721.20	20	20	24,099.10	12,820,721.20	-
R	(7 - 8)	Laston Lapis Antara Asbuton Butir (AC-BC Asb Butir)	Non Kritis	315.05	Ton	1,601,396.40	504,519,935.82	20	20	1,601,396.40	504,519,935.82	-
S	(17 - 18)	Timbunan Biasa dari hasil galian	Kritis	163.26	M3	50,855.86	8,302,727.70	6	5	55,941.45	9,133,000.47	830,272.77
T	(11 - 24)	Pasangan Batu Kosong	Non Kritis	13.00	M3	462,162.16	6,008,108.08	8	8	462,162.16	6,008,108.08	-
U	(9 - 20)	Laston Lapis Aus Asbuton Butir (AC-WC Asb Butir)	Non Kritis	496.70	Ton	1,687,837.84	838,349,055.13	20	20	1,687,837.84	838,349,055.13	-
V	(18 - 19)	Timbunan Biasa dari hasil galian (termasuk plastik)	Kritis	425.00	M3	50,855.86	21,613,740.50	14	12	50,855.86	21,613,740.50	-
W	(24 - 18)	Pasangan Batu	Non Kritis	3.00	M3	832,432.43	2,497,297.29	8	8	832,432.43	2,497,297.29	-
X	(9 - 10)	Bahan anti pengelupasan	Non Kritis	105.56	Kg	103,153.15	10,888,846.51	27	27	103,153.15	10,888,846.51	-
Y	(23 - 27)	Marka Jalan Termoplastik	*Kritis*	189.53	M2	259,009.01	49,089,977.67	6	5	260,520.62	49,376,473.67	286,496.01
Z	(19 - 20)	Timbunan Pilihan dari sumber galian	*Kritis*	1,555.30	M3	232,432.43	361,502,158.38	14	12	243,676.98	378,990,810.55	8,744,326.09
AA	(20 - 21)	Beton strukur, fc'20 Mpa	*Kritis*	435.00	M3	1,355,405.41	589,601,353.35	14	12	1,382,905.70	601,563,979.42	5,981,313.03
AB	(22 - 23)	Patok Pengarah	*Kritis*	24.00	Buah	497,747.75	11,945,946.00	7	6	511,086.41	12,266,073.77	320,127.77
AC	(21 - 22)	Kereb Pracetak Jenis 4 (Penghalang Berparit / Barrier Gutter) t = 20 cm	*Kritis*	650.00	M1	184,234.23	119,752,249.50	7	6	186,621.14	121,303,744.04	1,551,494.54
							9,520,541,277.67				**9,655,168,863.75**	
		JUMLAH BIAYA NORMAL	**Rp 9,520,541,277.67**									
		JUMLAH BIAYA SETELAH CRASH	**Rp 9,655,168,863.75**									
		SELISIH HARGA PELAKSANAAN SEBELUM DAN SESUDAH CRASH	**Rp 134,627,586.08**									
		JUMLAH WAKTU PELAKSANAAN NORMAL	**240**	**HARI**								
		JUMLAH WAKTU PELAKSANAAN SETELAH CRASH	**212**	**HARI**								
		SELISIH WAKTU PELAKSANAAN SETELAH CRASH	**28**	**HARI**								

Gambar 5 Hasil Simulasi Crashing Pada Aktivitas Jalur Kritis dengan Crashing sebesar 10%

4. PENUTUP

Berdasarkan hasil analisis, metode Crashing terbukti mampu mempercepat durasi pelaksanaan proyek secara signifikan meskipun berdampak pada peningkatan biaya langsung. Pada skenario percepatan 10%, waktu proyek dapat dipangkas 28 hari dari rencana awal 240 hari menjadi 212 hari dengan tambahan biaya sebesar Rp134.627.586,08 atau naik 1,41% dari anggaran awal. Pada skenario 20%, proyek dapat dipercepat 46 hari menjadi 194 hari dengan tambahan biaya Rp269.264.143,85 atau naik 2,83%. Sedangkan pada skenario percepatan 30%, proyek dipersingkat 71 hari menjadi 169 hari dengan konsekuensi kenaikan biaya sebesar Rp403.900.701,62 atau 4,24% dari anggaran semula.

Dari perbandingan ketiga skenario, terlihat adanya trade-off yang jelas antara waktu percepatan dan penambahan biaya. Meskipun skenario 30% memberikan percepatan waktu terbesar, konsekuensi finansialnya juga paling tinggi. Sebaliknya, skenario 10% menjadi pilihan yang paling efisien karena mampu mempercepat proyek sebesar 11,67% hanya dengan tambahan biaya relatif kecil, yaitu 1,41%. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa skenario Crashing 10% adalah alternatif yang paling optimal karena menghasilkan keseimbangan terbaik antara efisiensi waktu dan efektivitas biaya.

5. DAFTAR PUSTAKA

Aditya, B. (2023). Pengaruh Penambahan Shift Kerja terhadap Durasi dan Biaya Proyek Jalan [Tesis, Universitas Negeri Malang].

Afandhy Hamid, M., Karim Hadi, A., & Musa, R. (2021). Manajemen Resiko Terhadap Aspek Legal Dan Bisnis Dalam Pekerjaan Konstruksi Jembatan Penyeberangan Di Jalan Tol. Jurnal Flyover, 1(1), 12–20. https://doi.org/10.52103/JFO.V1I1.657

Al Ahmad, M. H. (2023). Kajian Perbandingan Besi Beton dan Baja Ringan Terhadap Biaya. Jurnal Flyover, 3(2), 77–84. https://doi.org/10.52103/JFO.V3I2.1546

Alwi, M., Supardi, S., & Watono. (2024). Peran Konsultan Manajemen Konstruksi Terhadap Waktu Pelaksanaan Proyek Rehabilitasi dan Rekonstruksi Gedung Kantor DPRD Provinsi Sulawesi Barat. Jurnal Flyover, 4(2), 333–342. https://doi.org/10.52103/JFO.V4I2.2201

Amir, A., Ashad, H., & Watono. (2024). Evaluasi Metode Kerja Terhadap Waktu pada Pelaksanaan Konstruksi Jalan. Jurnal Flyover, 4(2), 343–350. https://doi.org/10.52103/JFO.V4I2.2202

Apituley, M. D., Ashad, H., & Bachmid, S. (2024). Evaluasi Durasi Pelaksanaan Proyek Dengan Menggunakan Critical Path Method (CPM). Jurnal Flyover, 4(1), 25–34. https://doi.org/10.52103/JFO.V4I1.2155

Basiri, S., Ashad, H., & Hadi, A. K. (2023). Analisis Ketersediaan Fasilitas Umum terhadap Kepuasan Penghuni Komplek Perumahan Antara Residence Kota Makassar. Jurnal Flyover, 3(1), 19–28. https://doi.org/10.52103/JFO.V3I1.1498

Direktorat Jenderal Bina Marga. (2020). Petunjuk Teknis Pelaksanaan Preservasi Jalan dan Jembatan. Kementerian PUPR.

Fatmawati, H. (2022). Integrasi Kurva S-Curve dan Crashing dalam Manajemen Proyek. Jurnal Ilmiah Rekayasa Konstruksi.

Firnawaty, F., Ashad, H., & Hadi, A. K. (2021). Penentuan Pemenang Kontrak Kontruksi dengan Metode Penugasan (Assignment Model) pada Proyek Konstruksi Jalan. Jurnal Flyover, 1(2), 28–37. https://doi.org/10.52103/JFO.V1I2.748

Hadi, A. K., Musa, R., & Sadar, A. R. N. R. (2022). Manfaat Program Padat Karya Revitalisasi Drainase di Waktu Covid-19. Jurnal Flyover, 2(1), 39–47. https://doi.org/10.52103/JFO.V2I1.870

Hardiyanti, S., Hadi, A. K., & Musa, R. (2022). Perbandingan Fast Tracking dengan Least Cost Analysis pada Proyek Peningkatan Jalan Ruas Beroanging – Bungung-Bungung Kabupaten Jeneponto. Jurnal Flyover, 2(1), 56–65. https://doi.org/10.52103/JFO.V2I1.872

Heizer, J. (2014). Operations Management (11th ed.). New Jersey: Pearson Education.

Hendrickson, C., & Au, T. (2008). Project Management for Construction: Fundamental Concepts for Owners, Engineers, Architects, and Builders (Versi 2.2). Carnegie Mellon University.

Herald Pradana Bima, M., Supardi, S., Husni Maricar, M., Jasa Konstruksi Wilayah Makassar, B. V., Jenderal Bina Konstruksi, D., & Pekerjaan Umum, K. (2024). Pengaruh Faktor Internal dan Eksternal terhadap Kinerja Pekerjaan Konstruksi Provinsi Sulawesi Selatan. Jurnal Flyover, 4(1), 78–86. https://doi.org/10.52103/JFO.V4I1.2167

Indonesia National Standard (SNI). (2017). SNI 1735: Metode Pelaksanaan Jalan dan Jembatan. Badan Standardisasi Nasional.

Kerzner, H. (2017). Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling. John Wiley & Sons.

Latada, H., Ashad, H., & Musa, R. (2022). Analisis Penyelesaian Sengketa Jasa Konstruksi pada Proyek Pembangunan Pasar Rakyat Pontolo Kabupaten Gorontalo. Jurnal Flyover, 2(1), 10–20. https://doi.org/10.52103/JFO.V2I1.867

Lestari, A. (2019). Studi Kasus Crashing pada Proyek Rehabilitasi Jalan di Jawa Timur. Jurnal Teknik Sipil Universitas Brawijaya.

Levin, R. I., & Kirkpatrick, C. A. (1977). Quantitative Approaches to Management (4th ed.). New York: McGraw-Hill.

Mubarak, S. (2015). Construction Project Scheduling and Control. John Wiley & Sons.

Nurdin, M. (2021). Penerapan Metode Crashing pada Proyek Perbaikan Longsoran di Sulawesi. Jurnal Teknik Sipil Tadulako.

Pamilangan, D., Maryam, S., & Syafei, I. (2021). Identifikasi dan Upaya Mitigasi Faktor yang Berpengaruh dalam Proyek Peningkatan Jalan di Provinsi Sulawesi Selatan. Jurnal Flyover, 1(2), 8–16. https://doi.org/10.52103/JFO.V1I2.746

PMI (Project Management Institute). (2017). A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide) (6th ed.). Pennsylvania: PMI.

Pratiwi, E., Ashad, H., & Bachmid, S. (2022). Kajian Kinerja Sistem Kontrak Konstruksi Perusahaan Listrik Negara Unit Induk Pembangunan Sulawesi. Jurnal Flyover, 2(1), 29–38. https://doi.org/10.52103/JFO.V2I1.869

Prawira, M. (2020). Optimasi Waktu dan Biaya Menggunakan Metode CPM dan Crashing. Jurnal Teknik Sipil Universitas Gadjah Mada.

Rahman, D. (2019). Evaluasi Efisiensi Biaya Percepatan Proyek Jalan Nasional. Jurnal Rekayasa Sipil Unhas.

Rijal, S., Hadi, A. K., & Musa, R. (2022). Analisis Efektifitas Penerapan Fast Tracking pada Pelaksanaan Pembangunan Gedung Kantor Walikota Kendari. Jurnal Flyover, 2(2), 123–135. https://doi.org/10.52103/JFO.V2I2.1349

Saleh, A., Supardi, S., & Watono. (2024). Kajian kelayakan Investasi Proyek Pembangunan Perumahan Socia Garden, Kabupaten Karawang Jawa Barat. Jurnal Flyover, 4(1), 99–110. https://doi.org/10.52103/JFO.V4I1.2169

Sedarmayanti. (2009). Manajemen Sumber Daya Manusia: Reformasi Birokrasi dan Manajemen Pegawai Negeri Sipil. Bandung: Refika Aditama.

Siregar, S. A. (2021). Analisis Percepatan Proyek Jalan dengan Metode Crashing pada Proyek XYZ [Tesis, Universitas Sumatera Utara].

Soamole, A. M., Hadi, A. K., & Watono. (2022). Analisis Penerapan Sistem Manajemen Mutu ISO 9001 pada PT. Semen Tonasa. Jurnal Flyover, 2(1), 1–9. https://doi.org/10.52103/JFO.V2I1.866

Suparta, Karim Hadi, A., & Musa, R. (2021). Studi Komponen Struktur Pembangunan Jalan Tol dengan Metode Sewa Lahan. Jurnal Flyover, 1(1), 59–69. https://doi.org/10.52103/JFO.V1I1.662

Supriyono, E. (2022). Strategi Crashing untuk Proyek Infrastruktur di Wilayah Terpencil. Jurnal Rekayasa Sipil ITN Malang.

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), 1–10. https://doi.org/10.52103/JFO.V3I1.1468

Wijaya, T. (2023). Cost Optimization in Road Construction using Crashing and Fast Tracking. Jurnal Inovasi Teknik Sipil UI.

Yulianti, F. D., Ashad, H., & Bachmid, S. (2024). Aplikasi Teknologi Kecerdasan Buatan (Artificial Intelligence) dalam Perencanaan Durasi Pelaksanaan. Jurnal Flyover, 4(2), 275–286. https://doi.org/10.52103/JFO.V4I2.2196

Zulfahmi. (2023). Analisis Penerapan Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) Terhadap Kinerja Proyek Pembangunan Hunian Tetap Pasca Bencana di Balaroa Kota Palu. Jurnal Flyover, 3(2), 109–119. https://doi.org/10.52103/JFO.V3I2.1636