Research Review
Jurnal Ilmiah Multidisiplin
Vol. 4, No. 1, April 2025 ISSN: 29622743

Analisis Percepatan Waktu dengan Menggunakan Metode *Crashing* (Studi Kasus: Pekerjaan Jembatan Owata pada Proyek Paket III Bendungan Bolango Ulu)

(Analysis of Time Acceleration using the Crashing Method (Case Study: Owata Bridge Construction Work on The Bolango Ulu Dam Package Iii Project))

Silva Nurhikma Bonde[1], Mohamad Yusuf Tuloli[2], Arfan Usman Sumaga[3]
[1,2,3]Teknik Sipil, Fakuklas Teknik, Universitas Negeri Gorontalo
silvabonde11@gmail.com[1], mohammad.tuloli@ung.ac.id[2], arfan.sumaga@ung.ac.id[3]

Article Info

Article history:

Received: 16 April 2025
Revised: 30 April 2025
Accepted: 30 April 2025

Keywords:

Construction project
Crashing method
Project duration

Kata Kunci:
Proyek konstruksi
Metode *crashing*
Durasi proyek

Abstract

A project is a series of activities aimed at achieving specific objectives within limited time, resources, and constraints. In complex construction projects, such as dam and bridge construction, proper planning, execution, control, and monitoring are crucial to ensure timely completion. Delays in such projects can lead to increased costs and missed targets. This study focuses on the time acceleration of the Owata Bridge construction, which is part of the Bolango Ulu Dam Package III Project. The method used in this research is the crashing method, a project management technique used to shorten project duration at the lowest possible cost. The analysis was carried out on the foundation and abutment work components of the bridge. Based on the crashing analysis through the addition of workforce on critical path activities, the total project duration was successfully reduced by 17 days or 9.39%, from an initial duration of 181 days to 164 days. However, this acceleration led to an increase in total project cost from Rp. 4,125,666,382.00 to Rp. 4,153,661,940.15, resulting in a cost difference of Rp. 27,995,558.15, or an increase of approximately 0.7%. These findings indicate that time efficiency can be achieved with minimal cost implications using the crashing method. This research contributes to better project planning and decision-making in infrastructure development, especially in projects with tight deadlines and significant social-economic impacts.

Abstrak

Proyek adalah serangkaian kegiatan yang bertujuan untuk mencapai tujuan tertentu dalam batasan waktu, sumber daya, dan persyaratan yang terbatas. Dalam proyek konstruksi yang kompleks seperti pembangunan bendungan dan jembatan, perencanaan, pelaksanaan, pengendalian, dan pemantauan yang tepat sangat penting untuk menjamin penyelesaian tepat waktu. Keterlambatan dalam proyek seperti ini dapat menyebabkan peningkatan biaya dan kegagalan pencapaian target. Penelitian ini difokuskan pada percepatan waktu pekerjaan konstruksi Jembatan Owata yang merupakan bagian dari Proyek Paket III Bendungan Bolango Ulu. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode crashing, yaitu teknik manajemen

proyek untuk mempercepat durasi proyek dengan biaya seminimal mungkin. Analisis dilakukan pada komponen pekerjaan pondasi dan abutment jembatan. Berdasarkan hasil analisis crashing melalui penambahan tenaga kerja pada aktivitas jalur kritis, durasi proyek berhasil dipersingkat 17 hari atau 9,39%, dari 181 hari menjadi 164 hari. Namun, percepatan ini menyebabkan peningkatan biaya proyek dari Rp. 4.125.666.382,00 menjadi Rp. 4.153.661.940,15, dengan selisih biaya sebesar Rp. 27.995.558,15 atau peningkatan sekitar 0,7%. Temuan ini menunjukkan bahwa efisiensi waktu dapat dicapai dengan implikasi biaya yang minimal melalui penerapan metode crashing. Penelitian ini berkontribusi terhadap perencanaan dan pengambilan keputusan yang lebih baik dalam pengembangan infrastruktur, terutama pada proyek dengan tenggat waktu yang ketat dan dampak sosial-ekonomi yang signifikan.

Corresponding Author:

Silva Nurhikma Bonde
Fakultas Teknik
Universita Negeri Gorontalo
silvabonde11@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Proyek adalah sejumlah kegiatan yang dilakukan untuk mencapai tujuan tertentu dalam waktu, sumber daya, dan ketentuan yang telah ditetapkan (Sukowardhani, 2022; Wismantoro, 2022; Alviani, 2023). Dalam pelaksanaannya, proyek konstruksi memiliki karakteristik kompleks dan dinamis, karena terdiri dari berbagai aktivitas yang saling bergantung satu sama lain (Rochmah, 2022; Nugroho & Kirana, 2024). Oleh karena itu, perencanaan, pelaksanaan, pengendalian, dan pemantauan yang terstruktur menjadi sangat penting agar proyek dapat berjalan secara efisien dan tepat waktu (Karim et al., 2022; Iskandar, 2024; Merdana & Fauziah, 2025).

Perencanaan dalam proyek konstruksi berperan krusial untuk meminimalkan kesalahan dan risiko (Kimsan, 2024). Proses ini mencakup identifikasi lingkup pekerjaan, estimasi kebutuhan sumber daya, penjadwalan pelaksanaan, serta pengaturan aktivitas lainnya secara sistematis (Sholehudin, 2022; Belferik et al., 2023). Semakin tinggi tingkat kompleksitas proyek, semakin besar pula tantangan yang dihadapi, baik dalam hal teknis maupun manajemen waktu. Keberhasilan proyek sangat bergantung pada pencapaian tiga parameter utama, yaitu waktu, biaya, dan mutu (Soeharto, 1999). Penyimpangan terhadap salah satu dari ketiga parameter tersebut dapat mempengaruhi kinerja keseluruhan proyek, sehingga diperlukan pengendalian proyek yang efektif dan berbasis data.

Berbagai penelitian sebelumnya telah dilakukan terkait efisiensi waktu dalam proyek konstruksi. Misalnya, studi oleh Rahman dan Wicaksana (2024) menggunakan metode *Program Evaluation and Review Technique* (PERT) untuk meramalkan durasi proyek, sementara Mar'aini dan Akbar (2022) menerapkan metode *Critical Path Method* (CPM) untuk menentukan jalur kritis sebagai dasar perencanaan percepatan. Namun, pendekatan yang lebih fokus pada perbandingan antara durasi normal dan durasi hasil percepatan melalui metode *crashing* masih terbatas, terutama pada proyek infrastruktur berskala besar seperti jembatan yang merupakan bagian dari pembangunan bendungan.

Berdasarkan latar belakang dan studi terdahulu tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menerapkan metode *crashing* dalam upaya percepatan waktu pelaksanaan proyek Jembatan Owata yang merupakan bagian dari Proyek Pembangunan Bendungan Bolango Ulu Paket III. Penelitian ini secara khusus bertujuan untuk: (1) menentukan durasi tercepat yang dapat dicapai melalui metode *crashing*, dan (2) membandingkan total biaya pelaksanaan antara durasi normal dengan durasi percepatan. Dengan demikian, hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi dalam perencanaan percepatan proyek yang efisien dan ekonomis, khususnya dalam proyek infrastruktur strategis.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di Desa Tlo'a, Kecamatan Bulango Utara, Kabupaten Bone Bolango, menggunakan Microsoft Excel untuk meghitung dan merencanakan penjadwalan proyek. Data penelitian terdiri dari dari data primer, berupa informasi lansung seperti jumlah tenaga kerja dan alat, serta data sekunder, seperti volume pekerjaan fondasi dan abutment Jembatan Owata 1, RAB, dan jumlah pekerja.

Gambar 1. Lokasi Penelitian

2.2 Metode Pengolahan Data

2.2.1 Membuat Network Planning untuk Menganalisis Lintasan Kritis

Langkah awal pengolahan data adalah menyusun *network planning* untuk menganalisis jalur kritis (*critical path*) dalam pelaksanaan proyek. Jalur kritis merupakan serangkaian aktivitas yang menentukan durasi terpendek proyek secara keseluruhan (Dwiretnani et al., 2023). Dengan mengidentifikasi lintasan kritis, maka aktivitas yang memiliki dampak langsung terhadap keterlambatan proyek dapat ditentukan, dan pengalokasian sumber daya dapat dilakukan secara optimal.

2.2.2 Menerapkan Metode *Crashing*

Langkah selanjutnya adalah menerapkan metode crashing, yaitu metode percepatan durasi proyek dengan menambahkan sumber daya, khususnya tenaga kerja, pada aktivitas-aktivitas yang berada dalam jalur kritis. Penerapan metode crashing dilakukan secara bertahap dengan terlebih dahulu mengidentifikasi aktivitas pada jalur kritis, kemudian menghitung durasi dan biaya normal dari masing-masing aktivitas tersebut. Setelah itu, ditentukan durasi minimum yang dapat dicapai beserta biaya percepatannya. Selanjutnya, dihitung nilai *crash cost per day* untuk menentukan aktivitas mana yang paling ekonomis untuk dipercepat terlebih dahulu. Proses crashing dilanjutkan secara bertahap hingga durasi proyek mencapai waktu tercepat yang mungkin dicapai tanpa melebihi batas anggaran yang wajar. Setelah proses percepatan selesai dilakukan, maka dihitung ulang total durasi dan biaya proyek.

2.3 Analisis Data

Analisis data dalam penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi perbedaan antara kondisi proyek dalam durasi normal dan setelah dilakukan percepatan menggunakan metode crashing. Analisis dilakukan dengan membandingkan total waktu pelaksanaan proyek dan total biaya proyek pada kedua kondisi tersebut. Selain itu, dilakukan pula evaluasi efisiensi dari metode crashing dengan melihat sejauh mana peningkatan biaya yang terjadi sebanding dengan penghematan waktu yang dicapai. Hasil dari analisis ini diharapkan dapat menjadi referensi dalam pengambilan keputusan untuk pengelolaan waktu dan biaya pada proyek-proyek konstruksi yang memiliki karakteristik serupa.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Gambaran Umum Proyek

Pembangunan Jembatan Owata 1 adalah bagian dari Proyek Relokasi Jalan Terdampak Bendungan Bulango Ulu, mencakup Jembatan Owata (40 m) dan Jembatan Ilomata (60 m). penelitian ini menganalisis metode crashing untuk mempercepat durasi pekerjaan Jembatan Owata dengan menambah jumlah pekerja. Metode ini memengaruhi perubahan biaya dan durasi pekerjaan.

3.2 Pengumpulan Data

Rencana Anggaran Biaya (RAB) digunakan untuk menghitung biaya normal proyek. Dari total anggaran Rp. 154.573.492.800, penelitian ini fokus pada pekerjaan sumuran dan abutment dengan anggaran Rp.4.125.666.382.

Tabel 1. Durasi dan Volume Pekerjaan

No	Uraian pekerjaan	Volume	Harga satuan		Durasi hari
1	Pekerjaan (sumuran)				
	Baju tul U32 ulir	30.513,17	Rp.	22.539,00	6

	SPT	2	Rp.	23.654.200,00	7
	Baja tul U32 polos	1.059,23	Rp.	22.189,00	7
	Baja tul U32 ulir	20.370,15	Rp.	22.539,00	7
	Galian tanah biasa	7.346,95	Rp.	50.094,00	37
	Bekisting non *expose*	248,76	Rp.	223.245,00	10
	Baja tul U32 ulir	19.227,28	Rp.	22.539,00	17
h	Baja U32 polos	341,27	Rp.	22.189,00	3
i	Bekisting *expose*	180,96	Rp.	410.498,00	7
j	Beton Fc 25 Mpa	381,70	Rp.	1.961.159,00	3
h	Beton Fc 15 Mpa	56,55	Rp.	1.731.942,00	2
2	Pekerjaan (Abutment)				
a	Timbunan Tanah Biasa	889,17	Rp.	54.172,00	2
b	Bekisting Non Expose	298,51	Rp.	223.245,00	9
c	Baja tul U32 ulir	19.227,28	Rp.	22.539,00	17
d	Baja tul U32 polos	341,27	Rp.	22.189,00	5
e	Bekisting *expose*	182,69	Rp.	410.498,00	9
f	Beton Fc 25 Mpa	190,85	Rp.	1.961.159,00	2
g	Beton Fc 15 Mpa	28,27	Rp.	1.731.942,00	1
h	Beton Fc 10 Mpa	17,97	Rp.	1.261.574,00	1
i	Beton Fc 20 Mpa	24,63	Rp.	1.868.822,00	3

3.3 Analisis Item Pekerjaan dengan *Network Planning*

Network Planning adalah tahap penting untuk menganalisis jalur kritis dalam suatu proyek. Pada tahap ini, analisis dilakukan untuk mengidentifikasi aktivitas di jalur kritis yang dapat dipercepat. Hasil dari pembuatan network planning ini diterapkan pada pekerjaan sumuran dan abutment.

Tabel 2. Item Pekerjaan yang akan Dipercepat

No	Uraian pekerjaan	Volume	Durasi hari
1	Pekerjaan Sumuran		
	a Bekisting non *expose*	248,76	10
	b Baja tul U32 ulir	19.227,28	17
	c Bekisting *expose*	180,96	7
2	Pekerjaan Abutment		
	a Bekisting non *expose*	298,51	9
	b Baja tul U32 ulir	19.227,28	17
	c Bekisting *expose*	182,69	9

3.4 Analisa Percepatan Durasi dan Penambahan Biaya

Percepatan durasi proyek dilakukan dengan melakukan penambahan tenaga kerja. Berikut jumlah tenaga kerja dan penambahan biaya untuk pekerjaan sumuran.

3.4.1 Analisa Penambahan Tenaga Kerja

a. Pekerjaan bekisting non expose pada sumuran, jumlah pekerja normal pada pekerjaan bekisting non expose, waktu yang dibutuhkan dalam pekerjaan bekisting non expose adalah 9,33 hari atau dibulatkan menjadi 10 hari. Untuk mempercepat waktu pekerjaan bekisting non expose, jumlah pekerja dan ditambah dengan menggunakan metode coba-coba.

Tabel 3. Penambahan Tenaga Kerja Pekerjaan Bekisting *Non Ekspose*

Uraian	Normal	Percobaan Ke-1	Percobaan Ke-2	Percobaan Ke-3	Percobaan Ke-4
Pekerja	4	10	15	16	20
Tukang kayu	4	7	8	10	11
Kepala Tukang	1	1	1	1	1
Mandor	1	1	1	1	1

1) Percepatan pada percobaan pertama
   a) Pekerja $= \frac{Volume\ x\ Koefisien\ pekerja}{Jumlah\ pekerja} = \frac{248,76\ x\ 0,150}{10}$ = 3,73 hari = 4 hari
   b) Tukang kayu $= \frac{Volume\ x\ Koefisien\ tukang\ kayu}{Jumlah\ tukang\ kayu} = \frac{248,76\ x\ 0,150}{7}$ = = 5,33 hari = 6 hari
   c) Kepala tukang $= \frac{Volume\ x\ Koefisien\ kepala\ tukang}{Jumlah\ kepala\ tukang} = \frac{248,76\ x\ 0,015}{1}$ = = 3,73 hari = 4 hari
   d) Mandor $= \frac{Volume\ x\ Koefisien\ mandor}{Jumlah\ mandor} = \frac{248,76\ x\ 0,015}{1}$ = 3,73 hari = 4 hari
2) Percepatan pada percobaan kedua
   a) Pekerja $= \frac{Volume\ x\ Koefisien\ pekerja}{Jumlah\ pekerja} = \frac{248,76\ x\ 0,150}{15}$ = 2,49 hari = 3 hari

b) Tukang kayu $= \frac{Volume\ x\ Koefisien\ tukang\ kayu}{Jumlah\ tukang\ kayu} = \frac{248{,}76\ x\ 0{,}150}{8}$ = 4,66 hari = 5 hari

c) Kepala tukang $= \frac{Volume\ x\ Koefisien\ kepala\ tukang}{Jumlah\ kepala\ tukang} = \frac{248{,}76\ x\ 0{,}015}{1}$ = 3,73 hari = 4 hari

d) Mandor $= \frac{Volume\ x\ Koefisien\ mandor}{Jumlah\ mandor} = \frac{248{,}76\ x\ 0{,}015}{1}$ = 3,73 hari = 4 hari

3) Percepatan pada percobaan ketiga

a) Pekerja $= \frac{Volume\ x\ Koefisien\ pekerja}{Jumlah\ pekerja} = \frac{248{,}76\ x\ 0{,}150}{16}$ = 2,33 hari = 3 hari

b) Tukang kayu $= \frac{Volume\ x\ Koefisien\ tukang\ kayu}{Jumlah\ tukang\ kayu} = \frac{248{,}76\ x\ 0{,}150}{10}$ = 3,73 hari = 4 hari

c) Kepala tukang $= \frac{Volume\ x\ Koefisien\ kepala\ tukang}{Jumlah\ kepala\ tukang} = \frac{248{,}76\ x\ 0{,}015}{1}$ = 3,73 hari = 4 hari

d) Mandor $= \frac{Volume\ x\ Koefisien\ mandor}{Jumlah\ mandor} = \frac{248{,}76\ x\ 0{,}015}{1}$ = 3,73 hari = 4 hari

4) Pecepatan pada percobaan keempat

a) Pekerja $= \frac{Volume\ x\ Koefisien\ pekerja}{Jumlah\ pekerja} = \frac{248{,}76\ x\ 0{,}150}{20}$ = 1,87 hari = 2 hari

b) Tukang kayu $= \frac{Volume\ x\ Koefisien\ tukang\ kayu}{Jumlah\ tukang\ kayu} = \frac{248{,}76\ x\ 0{,}150}{11}$ = 3,79 hari = 4 hari

c) Kepala tukang $= \frac{Volume\ x\ Koefisien\ kepala\ tukang}{Jumlah\ kepala\ tukang} = \frac{248{,}76\ x\ 0{,}015}{1}$ = 3,73 hari = 4 hari

d) Mandor $= \frac{Volume\ x\ Koefisien\ mandor}{Jumlah\ mandor} = \frac{248{,}76\ x\ 0{,}015}{1}$ = 3,73 hari = 4 hari

b. Pekerjaan besi U32 ulir, dibutuhkan dalam pekerjaan besi U32 ulir pada pekerjaan sumuran ini adalah 16,82 hari atau dibulatkan menjadi 17 hari. Untuk mempercepat waktu pekerjaan besi U32 ulir, jumlah pekerja ditambah dengan menggunakan metode coba-coba.

Tabel 4. Penambahan Tenaga Kerja Pekerjaan Besi U32 Ulir

Uraian	Normal	Percobaan Ke-1	Percobaan Ke-2	Percobaan Ke-3	Percobaan Ke-4
Pekerja	8	14	18	19	25
Tukang Besi	8	10	12	13	14
Kepala Tukang	1	1	1	1	1
Mandor	1	1	1	1	1

c. Pekerjaan bekisting *expose*, Berdasarkan jumlah pekerja normal pada pekerjaan bekisting expose, waktu yang dibutuhkan dalam pekerjaan bekisting expose adalah 6,43 hari atau dibulatkan menjadi 7 hari. Untuk mempercepat waktu pekerjaan bekisting expose, jumlah pekerja dan tukang kayu ditambah dengan menggunakan metode coba-coba.

Tabel 5. Penambahan Tenaga Kerja Pekerjaan Bekisting *Expose*

Uraian	Normal	Percobaan Ke-1	Percobaan Ke-2	Percobaan Ke-3	Percobaan Ke-4
Pekerja	9	13	16	20	25
Tukang Kayu	9	10	12	15	16
Kepala Tukang	1	1	1	1	1
Mandor	1	1	1	1	1

3.4.2 Analisa penambahan biaya

Penambahan biaya yang terjadi akibat percepatan terdapat pada tenaga kerja pada item pekerjaan bekisting *non expose*, besi U32 ulir, besi U32 polos, dan juga bekisting *expose*.

a. Bekisting *non expose*

1) Biaya normal untuk pekerjaan bekisting *non expose*

Tabel 6. Biaya Normal Pekerjaan Bekisting *Non Expose*

No	Uraian	Jumlah Pekerja	Biaya Total
1	Pekerja	4	Rp. 4.649.324,40
2	Tukang kayu	4	Rp. 6.007.554,00
3	Kepala Tukang	1	Rp. 632.099,16
4	Mandor	1	Rp. 676.502,82
	Total		Rp. 11.965.480,38

2) Biaya dipercepat untuk pekerjaan bekisting *non expose*, Biaya percepatan dipengaruhi oleh jumlah pekerja, harga satuan dan jumlah durasi berapa lama pekerjaan itu akan diselesaikan.

Tabel 7. Biaya Dipercepat Untuk Pekerjaan Bekisting *Non Expose* Percobaan Pertama

No	Uraian	Jumlah Pekerja	Biaya Total

1	Pekerja	10	Rp.	7.476.000,00
2	Tukang kayu	7	Rp.	6.762.000,00
3	Kepala Tukang	1	Rp.	1.016.400,00
4	Mandor	1	Rp.	1.087.800,00
	Total		Rp.	16.342.200,00

Tabel 8. Biaya Dipercepat Untuk Pekerjaan Bekisting *Non Expose* Percobaan Kedua

No	Uraian	Jumlah Pekerja	Biaya Total	
1	Pekerja	15	Rp.	9.345.000,00
2	Tukang kayu	8	Rp.	6.440.000,00
3	Kepala Tukang	1	Rp.	847.000,00
4	Mandor	1	Rp.	906.500,00
	Total		Rp.	17.538.500,00

Tabel 9. Biaya Dipercepat Untuk Pekerjaan Bekisting Non *Expose* Percobaan Ketiga

No	Uraian	Jumlah Pekerja	Biaya Total	
1	Pekerja	16	Rp.	7.974.400,00
2	Tukang kayu	10	Rp.	6.440.000,00
3	Kepala Tukang	1	Rp.	677.600,00
4	Mandor	1	Rp.	725.200,00
	Total		Rp.	15.817.200,00

Tabel 10. Biaya Dipercepat Untuk Pekerjaan Bekisting *Non Expose* Percobaan Pertama

No	Uraian	Jumlah Pekerja	Biaya Total	
1	Pekerja	20	Rp.	9.968.000,00
2	Tukang kayu	11	Rp.	7.084.000,00
3	Kepala Tukang	1	Rp.	677.600,00
4	Mandor	1	Rp.	725.200,00
	Total		Rp.	18.454.800,00

Berikut merupakan perhitungan biaya untuk pekerjaan yang dipercepat pada percobaan pertama.

a) Pekerja
Harga satuan x jumlah pekerja x durasi pekerjaan = total biaya
= Rp.124.600,00 x 10 x 6 = Rp. 7.476.000,00

b) Tukang kayu
Harga satuan x jumlah pekerja x durasi pekerjaan = total biaya
= Rp. 161.000,00 x 7 x 6 = Rp. 6.762.000,00

c) Kepala tukang
Harga satuan x jumlah pekerja x durasi pekerjaan = total biaya
= Rp 169.400,00 x 1 x 6 = Rp 1.016.400,00

d) Mandor
Harga satuan x jumlah pekerja x durasi pekerjaan = total biaya
= Rp 181.300,00 x 1 x 6 = Rp 1.087.800,00

b. Besi U32 ulir

1) Biaya normal untuk pekerjaan U32 ulir

Tabel 11. Biaya Normal Pekerjaan Besi U32 Ulir

No	Uraian	Jumlah Pekerja		Biaya Total
1	Pekerja	8	Rp	16.770.033,62
2	Tukang besi	8	Rp	21.669.144,56
3	Kepala Tukang	1	Rp	2.279.970,86
4	Mandor	1	Rp	1.045.771,76
	Total		Rp	41.764.920,80

2) Biaya dipercepat untuk pekerjaan besi U32 ulir

Tabel 12. Biaya Dipercepat Untuk Pekerjaan Besi U32 Ulir Percobaan Pertama

No	Uraian	Jumlah Pekerja	Biaya Total	
1	Pekerja	14	Rp.	24.421.600,00
2	Tukang besi	10	Rp.	22.540.000,00
3	Kepala Tukang	1	Rp	2.371.600,00
4	Mandor	1	Rp.	2.538.200,00
	Total		Rp.	51.871.400,00

Tabel 13. Biaya Dipercepat Untuk Pekerjaan Besi U32 Ulir Percobaan Kedua

No	Uraian	Jumlah Pekerja	Biaya Total
1	Pekerja	18	Rp. 26.913.600,00
2	Tukang besi	12	Rp. 23.184.000,00
3	Kepala Tukang	1	Rp. 2.032.800,00
4	Mandor	1	Rp. 2.175.600,00
	Total		Rp. 54.306.000,00

Tabel 14. Biaya Dipercepat Untuk Pekerjaan Besi U32 Ulir Percobaan Ketiga

No	Uraian	Jumlah Pekerja	Biaya Total
1	Pekerja	19	Rp. 26.041.400,00
2	Tukang besi	13	Rp. 23.023.000,00
3	Kepala Tukang	1	Rp. 1.863.400,00
4	Mandor	1	Rp. 1.994.300,00
	Total		Rp. 52.922.100,00

Tabel 15. Biaya Dipercepat Untuk Pekerjaan Besi U32 Ulir Percobaan Keempat

No	Uraian	Jumlah Pekerja	Biaya Total
1	Pekerja	25	Rp. 31.150.000,00
2	Tukang besi	14	Rp. 22.540.000,00
3	Kepala Tukang	1	Rp. 1.694.000,00
4	Mandor	1	Rp. 1.813.000,00
	Total		Rp. 57.197.000,00

c. Bekisting *expose*

1) Biaya normal untuk pekerjaan bekisting *expose*

Tabel 16. Biaya Normal Untuk Pekerjaan Bekisting *Expose*

No	Uraian	Jumlah Pekerja	Biaya Total
1	Pekerja	9	Rp. 7.215.237,12
2	Tukang kayu	9	Rp. 9.614.404,80
3	Kepala Tukang	1	Rp. 1.011.602,59
4	Mandor	1	Rp. 196.848,29
	Total		Rp. 18.038.092,80

2) Biaya dipercepat untuk pekerjaan bekisting *expose*

Tabel 17. Biaya Dipercepat Untuk Pekerjaan Bekisting *Expose* Percobaan Pertama

No	Uraian	Jumlah Pekerja	Biaya Total
1	Pekerja	13	Rp 9.718.800,00
2	Tukang kayu	10	Rp 9.660.000,00
3	Kepala Tukang	1	Rp 1.016.400,00
4	Mandor	1	Rp 1.087.800,00
	Total		Rp. 21.483.000,00

Tabel 18. Biaya Dipercepat Untuk Pekerjaan Bekisting *Expose* Percobaan Kedua

No	Uraian	Jumlah Pekerja	Biaya Total
1	Pekerja	16	Rp. 9.968.000,00
2	Tukang kayu	12	Rp. 9.660.000,00
3	Kepala Tukang	1	Rp. 847.000,00
4	Mandor	1	Rp. 906.500,00
	Total		Rp. 21.381.500,00

Tabel 19. Biaya Dipercepat Untuk Pekerjaan Bekisting *Expose* Percobaan Ketiga

No	Uraian	Jumlah Pekerja	Biaya Total
1	Pekerja	19	Rp. 26.041.400,00
2	Tukang kayu	13	Rp. 23.023.000,00
3	Kepala Tukang	1	Rp. 1.863.400,00
4	Mandor	1	Rp. 1.994.300,00
	Total		Rp. 52.922.100,00

Tabel 20. Biaya Dipercepat Untuk Pekerjaan Bekisting *Expose* Percobaan Keempat

No	Uraian	Jumlah Pekerja	Biaya Total
1	Pekerja	25	Rp. 9.345.000,00
2	Tukang kayu	20	Rp. 9.660.000,00

3	Kepala Tukang	1	Rp.	508.200,00
4	Mandor	1	Rp.	543.900,00
	Total		Rp.	20.057.100,00

3.5 Total Perbedaan Biaya Pada Tiap Percobaan

3.5.1 Perbedaan biaya dan durasi pada pekerjaan sumuran

Tabel 21. Perbandingan Biaya Tiap Percobaan Pekerjaan Sumuran

No	Uraian pekerjaan	Biaya Normal	Percobaan Ke-1	Percobaan Ke-2	Percobaan Ke-3	Percobaan Ke-4
1	Bekisting *non expose*	Rp. 11.965.480,38	Rp.16.342.200,00	Rp.17.538.500,00	Rp.15.817.200,00	Rp.18.454.800,00
2	Baja Tul U32 ulir	Rp.41.764.920.80	Rp.51.871.400,00	Rp.54.306.000,00	Rp.52.922.100,00	Rp.57.197.000,00
3	Bekisting *expose*	Rp.18.038.092.80	Rp.21.483.000,00	Rp.21.381.500,00	Rp.21.030.800,00	Rp.20.057.100,00

Tabel 22. Durasi Pekerjaan Tiap Percobaan Pekerjaan Sumuran

No	Uraian pekerjaan	Normal	Percobaan Ke-1	Percobaan Ke-2	Percobaan Ke-3	Percobaan Ke-4
1	Bekisting *non expose*	10	6	5	4	4
2	Baja Tul U32 ulir	17	14	12	11	10
3	Bekisting *expose*	7	6	5	4	3

3.5.2 Perbedaan Biaya dan Durasi pada Pekerjaan Abutment

Tabel 23. Perbedaan Biaya Tiap Percobaan Pekerjaan Abutment

No	Uraian pekerjaan	Biaya Normal	Percobaan Ke-1	Percobaan Ke-2	Percobaan Ke-3	Percobaan Ke-4
1	Bekisting *non expose*	Rp.14.358.480,26	Rp.18.508.000,00	Rp.16.474.500,00	Rp.16.108.400,00	Rp.19.742.800,00
2	Baja Tul U32 ulir	Rp.41.764.920.80	Rp.50.127.000,00	Rp.59.868.200,00	Rp.45.076.500,00	Rp.50.909.600,00
3	Bekisting *expose*	Rp.18.210.539,20	Rp.23.944.200,00	Rp.27.371.400,00	Rp.24.237.500,00	Rp.36.250.200,00

Tabel 24. Durasi Pekerjaan Tiap Percobaan Pekerjaan Abutment

No	Uraian pekerjaan	Normal	Percobaan Ke-1	Percobaan Ke-2	Percobaan Ke-3	Percobaan Ke-4
1	Bekisting *non expose*	9	8	5	4	4
2	Baja Tul U32 ulir	17	14	11	9	8
4	Bekisting *expose*	9	6	5`	5	4

3.6 Rekapan Durasi dan Biaya Pada Pekerjaan Sumuran dan Abutment

Rekapan durasi dan biaya pada pekerjaan sumuran ditujukan pada tabel 25.

Tabel 25. Rekapan Durasi dan Biaya Sumuran dan Abutment

No	Percepatan	Sumuran		Abutment		Total Durasi	Total Biaya
		Durasi	Biaya	Durasi	Biaya		
1	Normal	137	Rp3.081.842.326,32	44	Rp1.017.593.360,41	181	Rp.4.099.435.686,72
2	Percobaan Ke-1	129	Rp3.113.038.509,17	37	Rp1.023.242.382,39	166	Rp.4.136.280.891,55
3	Percobaan Ke-2	125	Rp2.962.461.955,53	30	Rp1.124.424.942,79	155	Rp.4.086.886.898,32
4	Percobaan Ke-3	122	Rp3.018.350.217,54	27	Rp 956.389.946,96	149	Rp.3.974.740.164,50
5	Percobaan Ke-4	120	Rp3.019.751.017,54	25	Rp 973.332.146,96	145	Rp.3.993.083.164,50

3.7 Perhitungan Biaya Tidak Lansung Pada Kondisi Normal dan Kondisi Dipercepat untuk Setiap Percobaan

Biaya tidak langsung dari pekerjaan jembatan Owata 1 adalah biaya yang mencakup semua biaya yang mendukung operasional proyek namun tidak dapat dialokasikan secara langsung ke pekerjaan tertentu. Total biaya tidak langsung dari pekerjaan fondasi dan sumuran pada kondisi normal ditunjukan pada table 26.

Tabel 26. Total Biaya Tidak Lansung Kondisi Normal

No	Biaya Tidak langsung	Sat	Vol	Durasi	Harga	Total Harga

1	Supir	Hari	1	181	Rp.	117.000,00	Rp.	21.177.000,00
2	Tenaga Administrasi	Hari	1	181	Rp.	133.000,00	Rp.	24.073.000,00
3	*Security*	Hari	1	181	Rp.	117.000,00	Rp.	21.177.000,00
4	*Cleaning Service*	Hari	1	181	Rp.	117.000,00	Rp.	21.177.000,00
5	Biaya listrik	Hari	1	181	Rp.	14.000,00	Rp.	2.534.000,00
6	Biaya Internet	Hari	1	181	Rp.	12.000,00	Rp.	2.172.000,00
7	Biaya Air	Hari	1	181	Rp.	7.000,00	Rp.	1.267.000,00
8	Biaya Transportasi	Hari	1	181	Rp.	34.000,00	Rp.	6.154.000,00
9	Tempat Tinggal	Hari	1	181	Rp.	200.000,00	Rp.	36.200.000,00
10	Tenaga Quantity	Hari	1	181	Rp.	217.000,00	Rp.	39.277.000,00
11	Tenaga Quality	Hari	1	181	Rp.	217.000,00	Rp.	39.277.000,00
12	SOM	Hari	1	181	Rp.	267.000,00	Rp.	48.327.000,00
13	SEM	Hari	1	181	Rp.	267.000,00	Rp.	48.327.000,00
14	Drafter	Hari	2	181	Rp.	250.000,00	Rp.	45.250.000,00
15	Catring	Hari	1	181	Rp.	300.000,00	Rp.	54.300.000,00
			Total				Rp.	410.689.000,00

Total biaya tidak langsung dari pekerjaan jembatan Owata 1 pada kondisi dipercepat untuk percobaan 1,2 dan 3 ditunjukan pada tabel 27.

Tabel 27. Total Biaya Tidak Lansung Kondisi Dipercepat

No	Percoban Ke	Satuan	Durasi	Total Harga	
1	Percobaan Ke-1	Hari	166	Rp.	376.654.000,00
2	Percobaan Ke-2	Hari	155	Rp.	351.695.000,00
3	*P*ercobaan Ke-3	Hari	149	Rp.	338.081.000,00
4	Percobaan Ke-4	Hari	145	Rp	329.005.000,00

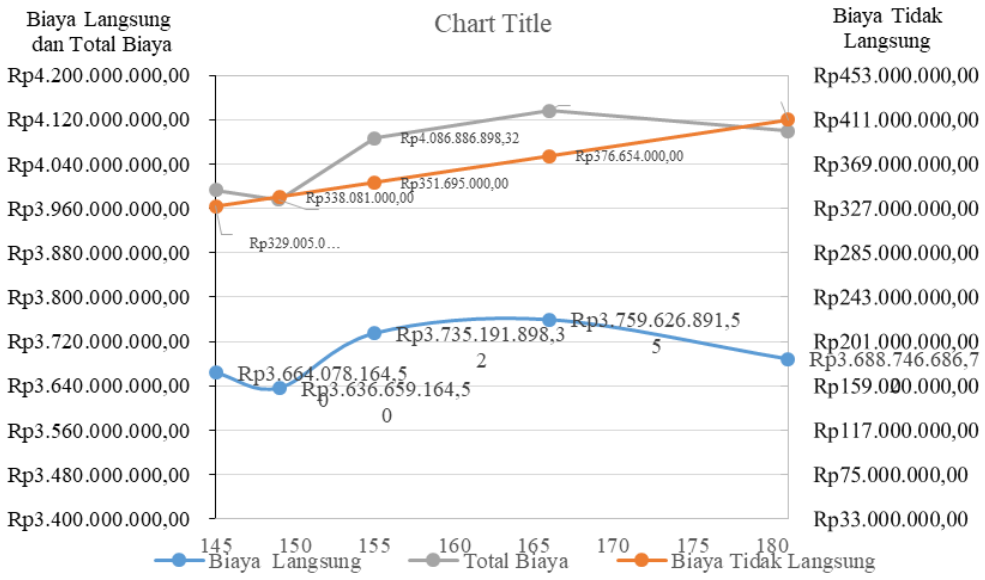
3.8 Biaya Laansung dan Total Biaya Pada Kondisi Normal dan Dipercepat Tiap Percobaan

Biaya langsung pada kondisi normal dan dipercepat ditunjukan pada Tabel 28.

Tabel 28. Durasi, Biaya Lansung, dan Biaya Tidak Lansung Pada Kondisi Normal dan Dipercepat

No	Percepatan Ke	Durasi	Biaya Langsung	Biaya Tidak langsung	Total Biaya
1	Normal	181	Rp3.688.746.686,72	Rp.410.689.000,00	Rp.4.099.435.686,72
2	Percepatan Ke-1	166	Rp3.759.626.891,55	Rp.376.654.000,00	Rp.4.136.280.891,55
3	Percepatan Ke-2	155	Rp3.735.191.898,32	Rp.351.695.000,00	Rp.4.086.886.898,32
4	Percepatan Ke-3	149	Rp3.636.659.164,50	Rp.338.081.000,00	Rp.3.974.740.164,50
5	Percepatan Ke-4	145	Rp3.664.078.164,50	Rp.329.005.000,00	Rp.3.993.083.164,50

Grafik biaya tidak langsung terhadap biaya langsung dan total biaya ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik Biaya Tidak Lansung Terhadap Biaya Lansung dan Total Biaya

4. KESIMPULAN DAN SARAN/REKOMENDASI

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis data dan pembahasan yang telah dilakukan pada pekerjaan fondasi sumuran dan abutment Jembatan Owata dalam proyek relokasi jalan masyarakat terdampak Bendungan Bulango Ulu Paket III, dapat disimpulkan bahwa penerapan metode crashing melalui penambahan tenaga kerja mampu mempercepat durasi pelaksanaan proyek secara signifikan. Dari empat kali percobaan yang dilakukan, didapatkan hasil bahwa durasi proyek yang semula direncanakan selama 181 hari dapat dipersingkat menjadi 166 hari pada percobaan pertama, 155 hari pada percobaan kedua, 149 hari pada percobaan ketiga, dan 145 hari pada percobaan keempat. Di antara keempat percobaan tersebut, percobaan ketiga dengan durasi 149 hari dipilih sebagai durasi paling optimum karena menghasilkan efisiensi waktu yang baik tanpa menimbulkan lonjakan biaya yang signifikan.

Dari sisi biaya, total anggaran proyek dalam kondisi normal adalah sebesar Rp 4.099.435.686,72. Setelah dilakukan percepatan, percobaan pertama menghasilkan anggaran sebesar Rp 4.136.280.891,55, percobaan kedua sebesar Rp 4.086.886.898,32, percobaan ketiga sebesar Rp 3.974.740.164,50, dan percobaan keempat sebesar Rp 3.993.083.164,50. Berdasarkan hasil tersebut, percobaan ketiga juga menjadi pilihan paling optimum dari sisi anggaran, karena tidak hanya mempercepat durasi pelaksanaan proyek tetapi juga menurunkan total biaya proyek dibandingkan dengan kondisi normal.

4.2 Saran/Rekomendasi

Berdasarkan temuan dalam penelitian ini, disarankan kepada pelaksana proyek konstruksi, khususnya yang memiliki keterbatasan waktu penyelesaian, untuk mempertimbangkan penggunaan metode crashing sebagai strategi percepatan proyek. Metode ini terbukti efektif dalam menekan durasi tanpa meningkatkan biaya secara signifikan, bahkan dalam beberapa kasus seperti percobaan ketiga pada penelitian ini, mampu menurunkan biaya proyek. Selain itu, penerapan metode crashing sebaiknya didukung dengan analisis jalur kritis yang akurat dan perencanaan tenaga kerja yang matang agar hasil yang diperoleh benar-benar optimal dan tidak mengganggu kualitas pelaksanaan proyek.

REFERENSI

Alviani, E., Putra, A. D., Siregar, A. M., & Usman, K. (2023). Manajemen Penjadwalan Menggunakan Microsoft Project dan Analisis Risiko pada Proyek Pembangunan RSPTN Universitas Lampung. *Jurnal Rekayasa Sipil dan Desain*, *11*(2), 255-264.

Belferik, R., Andiyan, A., Zulkarnain, I., Munizu, M., Samosir, J. M., Afriyadi, H., ... & Prasetyo, A. (2023). *Manajemen Proyek: Teori & Penerapannya*. PT. Sonpedia Publishing Indonesia.

Dwiretnani, A., Handayani, E., & Saputra, N. (2023). Evaluasi Penjadwalan Waktu Proyek Pembangunan Gedung Menggunakan Critical Path Method (CPM). *Jurnal Talenta Sipil*, *6*(2), 391-400.

Iskandar, S. W., Nurkomala, S. S., Sulistia, S., Aliansyah, M. R., & Daeli, J. S. (2024, November). Literatur Riview: Analisis Penggunaan Critical Path Method dalam Manajemen Proyek Operasional Perusahaan Manufaktur. In *Prosiding Seminar Nasional Manajemen dan Bisnis* (Vol. 4, pp. 26-33).

Karim, P. T. A., Utiarahman, A., & Tuloli, M. Y. (2022). Analisis Penerapan Manajemen Waktu Dan Biaya (Studi Kasus Rekonstruksi Jalan Ruas Kota Gorontalo-Biluhu Barat). *Jurnal Penelitian Jalan dan Jembatan*, *2*(2).

Kimsan, M. (2024). Rekayasa Elektrikal dan Konstruksi: A Preliminary Review. *Jurnal Fokus Elektroda: Energi Listrik, Telekomunikasi, Komputer, Elektronika dan Kendali)*, *9*(3), 147-154.

Mar'aini, M. A., & Akbar, Y. R. (2022). Penentuan jalur kritis untuk manajemen proyek (studi kasus pembangunan Jalan Selensen-Kota Baru-Bagan Jaya). *Jurnal Pustaka Manajemen (Pusat Akses Kajian Manajemen)*, *2*(1), 6-13.

Merdana, S. V., & Fauziah, S. (2025). Optimalisasi Peran Project Administration Dalam Pengelolaan Data Lpj Proyek Di Pt. Pln Nusantara Power Services. *Jurnal Media Akademik (JMA)*, *3*(1).

Nugroho, A., & Kirana, K. C. (2024). Skema Pengupahan Karyawan Pada Perusahaan Konstruksi Berdasarkan Risiko Keselamatan Kerja. *Jurnal Teknologi dan Manajemen Industri Terapan*, *3*(I), 67-77.

Rahman, M. A., & Wicaksana, B. (2024). Analisa Manajeman Waktu Menggunakan Metode Cpm (Critical Path Method) Dan Pert (Program Evaluation And Review Technique) Pada Proyek Pembangunan Ruang Kelas Baru Institut Agama Islam Nazhatut Thullab Pulau Madura. *Jurnal Review Pendidikan dan Pengajaran (JRPP)*, *7*(3), 9206-9213.

Rochmah, S. (2022). *Buku Ajar Manajemen Operasi 1*. Penerbit Nem.

Sholehudin, S. (2022). *Analisis Perbandingan Metode Fast Track Dan Metode Crashing Terhadap Efisiensi Biaya Dan Aktivitas Waktu Pelaksanaan Pada Pembangunan Gedung Sglc Di Universitas Gadjah Mada* (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Surabaya).

Soeharto, I. (1999). *Manajemen Proyek Dari Konsepsual Sampai Operasional Jilid I Edisi Kedua*.

Jakarta: Erlangga.
Sukowardhani, D. (2022). Analisis Tingkat Efisiensi Dan Efektivitas Realisasi Anggaran Biaya Proyek. *Media Riset Akuntansi*, *8*(1), 1-26.
Wismantoro, B. D. (2022). *Manajemen Konstruksi Profesional*. Deepublish.