

Pengendalian Proyek Dengan Menggunakan Metode *Crash Program* (Studi Kasus Pembangunan Bendungan Bulango Ulu Paket 1, Item Pekejaan Maindam, Provinsi Gorontalo) ***(Project Control Using the Crash Program Method (Case Study of The Construction of The Bulango Ulu Dam Package 1, Maindam Fishing Item, Gorontalo Province))***

Mudatsir¹, Arfan Usman Sumaga³, Mohammad Yusuf Tuloli³

^{1,2,3}Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Gorontalo

Mudatsirachil@gmail.com¹, arfan.sumaga@ung.ac.id², mohammad.tuloli@ung.ac.id³

Article Info	Abstract
Article history: Received: 10 Juni 2025 Revised: 26 Juni 2025 Accepted: 27 Juni 2025 Keywords: Project Risk Risk Management Data Analysis Kata Kunci: Risiko Proyek Manajemen Risiko Analisis Data	<i>The implementation of infrastructure development in Indonesia has grown rapidly in recent years, particularly in the context of its status as a developing country. One major project receiving attention in Gorontalo Province is the construction of the Bulango Ulu Dam. However, this project has faced delays in completion, which necessitates an in-depth analysis to optimize both time and cost. This study aims to analyze the project's work network to identify the critical path and evaluate time and cost efficiency through the application of a crash program using additional overtime hours. The research was conducted at several project locations: Tulova Village, Owata Village, and Mongiilo Village in Bone Bolango Regency, Gorontalo Province. The study employed the crash program method and utilized Microsoft Project and Microsoft Excel for data processing. These tools supported the identification of critical tasks and the analysis of overtime productivity, crash duration, cost slope, and post-crash program time and cost efficiency. The analysis revealed that critical tasks in the Bulango Ulu Dam construction include drilling and grouting, stockpile work, dam top miscellaneous work, cleaning, and jetty trash boom installation. Time efficiency resulting from overtime additions was found to be: 10% (1 hour), 16.90% (2 hours), 22.62% (3 hours), 26.67% (4 hours), and 30% (5 hours). Meanwhile, cost efficiency peaked at 2.58% with 4 hours of overtime. These findings suggest that the optimal scenario for time and cost efficiency in hoarding work is achieved by adding 4 hours of overtime.</i> Abstrak Pelaksanaan pembangunan infrastruktur di Indonesia mengalami peningkatan yang sangat pesat, terutama karena statusnya sebagai negara berkembang. Salah satu proyek pembangunan infrastruktur yang menjadi perhatian di Provinsi Gorontalo adalah pembangunan Bendungan Bulango Ulu. Namun, proyek ini menghadapi kendala keterlambatan penyelesaian, sehingga diperlukan analisis mendalam untuk mengoptimalkan efisiensi waktu dan biaya. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis jaringan kerja proyek guna menentukan lintasan kritis, kemudian mengevaluasi efisiensi waktu dan biaya melalui penerapan metode crash program dengan penambahan jam kerja lembur. Penelitian dilakukan di beberapa lokasi proyek, yaitu Desa Tulova, Desa Owata, dan Desa Mongiilo di Kabupaten Bone Bolango, Provinsi Gorontalo. Metode yang digunakan adalah metode crash program, dengan bantuan aplikasi Microsoft Project dan Microsoft Excel dalam pengolahan data. Aplikasi ini membantu dalam identifikasi pekerjaan kritis serta analisis produktivitas lembur, crash duration, cost slope, dan efisiensi waktu serta biaya setelah program crash diterapkan. Hasil analisis menunjukkan bahwa pekerjaan yang

berada pada lintasan kritis meliputi pekerjaan pengeboran dan grouting, timbunan (stockpile), pekerjaan tambahan (dam top), pembersihan, dan pemasangan pelampung sampah (jetty trash boom). Efisiensi waktu dari penambahan lembur berturut-turut adalah 10% (1 jam), 16,90% (2 jam), 22,62% (3 jam), 26,67% (4 jam), dan 30% (5 jam). Sementara efisiensi biaya tertinggi dicapai pada penambahan 4 jam lembur sebesar 2,58%. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan 4 jam lembur merupakan pilihan optimal untuk efisiensi waktu dan biaya pada pekerjaan timbunan.

Corresponding Author:

Mudatsir
Fakultas Teknik
Universitas Negeri Gorontalo
mudatsirachil@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Pembangunan infrastruktur merupakan salah satu indikator penting dalam kemajuan suatu negara, terutama bagi negara berkembang seperti Indonesia (Mamahit et al., 2021; Wadana & Prijanto, 2021; Amaliyah et al., 2023). Dalam beberapa tahun terakhir, pelaksanaan pembangunan infrastruktur di Indonesia mengalami peningkatan yang sangat pesat sebagai bagian dari upaya pemerataan pembangunan di seluruh wilayah. Infrastruktur yang dibangun diharapkan tidak hanya menjadi penunjang kegiatan ekonomi, tetapi juga mampu meningkatkan kesejahteraan masyarakat secara langsung. Salah satu proyek infrastruktur strategis yang sedang dibangun di Provinsi Gorontalo adalah pembangunan Bendungan Bulango Ulu. Proyek ini memiliki nilai strategis karena berpotensi menjadi aset daerah yang mendukung ketahanan air, pengairan pertanian, dan pengendalian banjir di wilayah sekitarnya.

Namun, seperti halnya proyek konstruksi besar lainnya, pembangunan Bendungan Bulango Ulu juga menghadapi tantangan, salah satunya adalah keterlambatan dalam pelaksanaan pekerjaan. Keterlambatan proyek dapat menimbulkan berbagai dampak negatif, baik secara materiil berupa pembengkakan biaya, maupun immateriil berupa penurunan kepercayaan publik dan terganggunya pelayanan masyarakat (Megawati, 2021; Winoto et al., 2023; Dwiantoro et al., 2024). Oleh karena itu, diperlukan suatu sistem pengendalian proyek yang tidak hanya mampu memantau progres pekerjaan, tetapi juga dapat memberikan solusi teknis dalam mengatasi potensi keterlambatan. Salah satu metode yang dapat diterapkan adalah crash program, yaitu metode percepatan proyek melalui penambahan jam kerja lembur pada pekerjaan-pekerjaan yang berada di lintasan kritis (critical path), disertai analisis terhadap efisiensi waktu dan biaya yang dihasilkan (Suseno et al., 2021; Salasa et al., 2023; Oli'i & Bumulo, 2024).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis jaringan kerja proyek Bendungan Bulango Ulu, mengidentifikasi pekerjaan-pekerjaan yang berada di lintasan kritis, serta mengevaluasi efisiensi waktu dan biaya apabila dilakukan percepatan proyek melalui crash program. Penelitian ini menggunakan bantuan perangkat lunak Microsoft Project dan Microsoft Excel untuk membantu pengolahan data dalam menentukan durasi crash, produktivitas lembur, dan cost slope dari pekerjaan yang dianalisis. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan mampu memberikan gambaran mengenai waktu dan biaya optimal yang diperlukan untuk menyelesaikan proyek apabila dilakukan intervensi percepatan.

Urgensi dari penelitian ini terletak pada pentingnya pengelolaan waktu dalam proyek konstruksi skala besar, yang seringkali dihadapkan pada risiko keterlambatan (Pattiraja et al., 2024). Proyek pemerintah seperti Bendungan Bulango Ulu memiliki target waktu penyelesaian yang ketat dan pengaruh luas terhadap masyarakat, sehingga pengendalian proyek yang efektif menjadi suatu keharusan. Berdasarkan studi terdahulu, seperti Regel dan Waskito (2022), metode crash program terbukti efektif dalam menganalisis keterlambatan dan meningkatkan efisiensi proyek. Studi mereka pada proyek Hotel Shafira Surabaya menunjukkan adanya efisiensi waktu sebesar 1,12% dan efisiensi biaya sebesar 0,0045% melalui penambahan jam lembur. Selain itu, penelitian oleh Gerung et al. (2016) pada pembangunan jaringan irigasi Sangkup Kiri juga menunjukkan bahwa manajemen waktu yang baik melalui metode Critical Path Method (CPM) dapat mempercepat kemajuan proyek hingga 16,23% dibandingkan rencana.

Dengan mengacu pada temuan-temuan tersebut, penelitian ini hadir sebagai upaya untuk menerapkan dan mengembangkan metode crash program dalam konteks proyek bendungan di daerah, khususnya untuk meningkatkan efektivitas pengendalian proyek dan memastikan penyelesaiannya tepat waktu dan efisien secara biaya.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode Snowball Sampling dalam pengumpulan data, di mana responden diperoleh secara bertahap dari satu narasumber ke narasumber berikutnya berdasarkan rekomendasi. Responden yang dianggap berkompeten untuk mengisi kuesioner dalam penelitian ini adalah pihak-pihak yang terlibat langsung dalam proyek, khususnya kontraktor dan konsultan. Lokasi penelitian berada di Desa Tuloa, Kecamatan Bulango Ulu, Kabupaten Bone Bolango, Provinsi Gorontalo, dengan fokus pada proyek pembangunan Bendungan Bulango Ulu Paket 1.

2.1 Tahapan Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan secara sistematis melalui beberapa tahapan utama, yaitu: identifikasi proyek, pengumpulan data, pengolahan data, analisis, dan pelaporan hasil. Pada tahap awal, peneliti terlebih dahulu mengidentifikasi proyek yang akan dianalisis serta mempelajari referensi-referensi yang relevan, baik dari jurnal ilmiah maupun penelitian terdahulu, yang membahas metode Crash Program. Metode Crash Program dalam konteks penelitian ini mengacu pada penambahan jam kerja lembur guna mempercepat durasi pelaksanaan pekerjaan proyek (Nurazizah et al., 2023).

Proses pengumpulan data dilakukan dengan menggabungkan data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui wawancara langsung dengan pihak-pihak terkait untuk mendapatkan informasi mengenai jumlah pekerja, jam kerja harian, serta jadwal rencana dan realisasi pelaksanaan proyek. Sementara itu, data sekunder dikumpulkan dalam bentuk dokumen proyek seperti Rencana Anggaran Biaya (RAB) perencanaan dan pelaksanaan, data kurva S, serta data biaya langsung dan tidak langsung yang terkait dengan pelaksanaan proyek.

2.2 Analisis Data

Analisis data dalam penelitian ini dilakukan setelah seluruh data, baik primer maupun sekunder, berhasil dikumpulkan. Langkah pertama dalam analisis adalah mengidentifikasi dan menyusun urutan aktivitas proyek berdasarkan data Rencana Anggaran Biaya (RAB) dan kurva S, kemudian memetakan hubungan antar aktivitas menggunakan aplikasi Microsoft Project untuk membentuk jaringan kerja proyek (network planning). Dari jaringan kerja ini akan diperoleh informasi penting seperti lintasan kritis (critical path) dan durasi awal pelaksanaan proyek.

Selanjutnya, dilakukan simulasi Crash Program dengan menambahkan jam kerja lembur pada aktivitas-aktivitas yang berada di lintasan kritis untuk mempercepat penyelesaian proyek. Pada tahap ini, dihitung waktu produktif lembur, crash duration, dan cost slope masing-masing aktivitas. Cost slope dihitung untuk mengetahui tambahan biaya yang dibutuhkan dalam setiap percepatan waktu (Prabowo et al., 2023; Fauzan & Ratnayanti, 2024). Analisis ini bertujuan untuk menentukan kombinasi aktivitas yang dapat dipercepat dengan biaya tambahan yang paling efisien.

Perbandingan antara durasi dan biaya proyek sebelum dan sesudah penerapan crash program menjadi inti dari analisis akhir. Dari hasil ini dapat dilihat sejauh mana penambahan jam kerja lembur memberikan pengaruh terhadap percepatan proyek, serta dampaknya terhadap peningkatan biaya proyek secara keseluruhan. Analisis dilakukan secara menyeluruh untuk memastikan bahwa penerapan crash program memberikan manfaat optimal dalam konteks waktu dan biaya, tanpa mengorbankan kualitas dan efisiensi pelaksanaan proyek.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Tinjauan Umum

Aspek yang akan dibahas pada bab ini meliputi: Aspek-aspek yang akan dibahas dalam bagian ini meliputi beberapa langkah penting dalam analisis pengendalian proyek menggunakan metode crash program. Pertama, dilakukan penyusunan jaringan kerja (network planning) untuk menggambarkan urutan aktivitas dalam proyek secara sistematis serta hubungan ketergantungan antar kegiatan. Setelah jaringan kerja terbentuk, langkah selanjutnya adalah menentukan lintasan kritis (critical path) menggunakan metode Critical Path Method (CPM), guna mengidentifikasi aktivitas-aktivitas yang memiliki pengaruh langsung terhadap durasi keseluruhan proyek. Aktivitas yang berada pada lintasan kritis inilah yang kemudian menjadi fokus utama dalam penerapan crash program, yaitu percepatan durasi proyek dengan cara menambahkan jam kerja lembur pada aktivitas-aktivitas terpilih yang memiliki potensi untuk dipercepat.

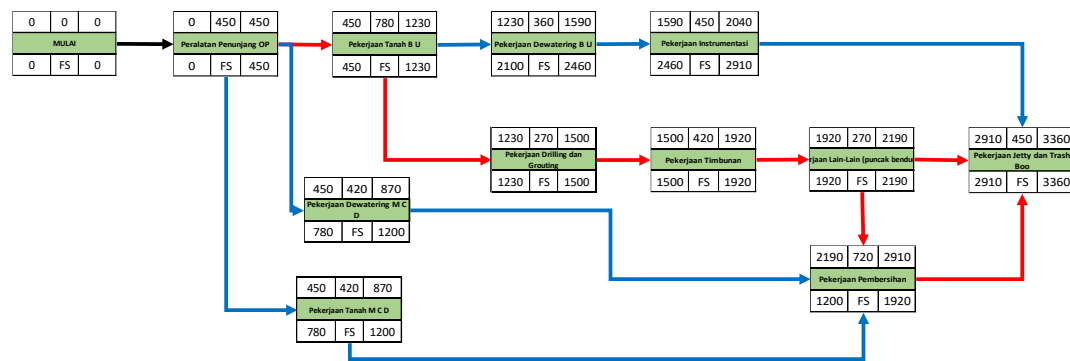
Selanjutnya, dilakukan perhitungan biaya langsung dan tidak langsung setelah proses crashing, untuk mengetahui dampak penambahan jam kerja terhadap total biaya proyek. Perhitungan ini meliputi analisis cost slope untuk setiap aktivitas, yang menunjukkan peningkatan biaya akibat percepatan waktu. Tahapan akhir dari analisis ini adalah mengevaluasi efisiensi waktu dan tambahan biaya sebagai hasil dari crash program, dengan tujuan menemukan kombinasi percepatan yang optimal, yaitu percepatan waktu maksimum dengan penambahan biaya minimum. Melalui tahapan-tahapan ini, diharapkan diperoleh

gambaran yang komprehensif mengenai efektivitas crash program dalam meningkatkan kinerja waktu dan biaya proyek pembangunan Bendungan Bulango Ulu.

3.2 Penyusunan Jaringan Kerja

Tabel 1. Penjadwalan Bendungan Utama Maindam

Task Name	Duration	Start	Finish	Predecessors
Bendungan Utama Main Dam	1440 days	Wed 01/09/21	Sun 10/08/25	
Bendungan Utama	1440 days	Wed 01/09/21	Sun 10/08/25	
Peralatan Penunjang OP	450 days	Wed 01/09/21	Thu 24/11/22	
Pekerjaan Tanah B U	780 days	Wed 01/09/21	Fri 20/10/23	3SS
Pekerjaan Dewatering B U	360 days	Wed 01/09/21	Fri 26/08/22	4SS
Pekerjaan Drilling dan Grouting	270 days	Wed 01/09/21	Sat 28/05/22	4SS
Pekerjaan Timbunan	420 days	Sun 29/05/22	Sat 22/07/23	6
Pekerjaan Instrumentasi	450 days	Wed 01/09/21	Thu 24/11/22	5SS
Pekerjaan Jetty dan Trash Boo	450 days	Sat 18/05/24	Sun 10/08/25	10;14;8
Pekerjaan Lain-Lain (puncak bendungan)	270 days	Sun 29/05/22	Wed 22/02/23	7SS
Main Coffor Dam	420 days	Wed 01/09/21	Tue 25/10/22	
Pekerjaan Dewatering M C D	420 days	Wed 01/09/21	Tue 25/10/22	3SS
Pekerjaan Tanah M C D	420 days	Wed 01/09/21	Tue 25/10/22	3SS
Pekerjaan Pembersihan	720 days	Sun 29/05/22	Fri 17/05/24	10SS;12SS;13SS



Gambar 1. Jalur Kritis Bendungan Utama Maindam

3.3 Crash Program

Tabel 2. Pekerjaan Timbunan Bendungan Utama Maindam

Task Name	Duration	Start	Finish	Predecessors
NWP Timbunan	420 days	Sun 29/05/22	Sat 22/07/23	
PEKERJAAN TIMBUNAN	420 days	Sun 29/05/22	Sat 22/07/23	
Timbunan inti tanah kedap air	70 days	Sun 29/05/22	Sat 06/08/22	
Timbunan filter halus	50 days	Sun 07/08/22	Sun 25/09/22	2
Timbunan filter kasar	50 days	Mon 26/09/22	Mon 14/11/22	3
Timbunan batu	200 days	Tue 15/11/22	Fri 02/06/23	4
Timbunan Rip-rap	50 days	Sat 03/06/23	Sat 22/07/23	5



Gambar 2. Jalur Kritis Pekerjaan Timbunan Bendungan Utama Manidam

3.4 Perhitungan Percepatan Durasi

Penambahan 1 jam kerja lembur

a. Pekerjaan timbunan inti tanah kedap air

- Volume = 433357,56 m³
- Durasi normal = 70 hari
- Jam kerja = 8 jam/hari
- Produktivitas harian normal = $\frac{\text{Volume}}{\text{Durasi normal}} = \frac{433357,56}{70}$

$$= 6190,822 \text{ m/hari}$$

• Produktivitas per jam	$\frac{\text{produktivitas harian}}{\text{jam kerja}} = \frac{6190,882}{8}$
	$= 773,85 \text{ m/jam}$
• Produktivitas jam lembur	$= a \times \text{produktivitas per jam} \times b$
	$= 1 \times 773,85 \times 0,9$
	$= 696,468 \text{ m/jam}$
• Produktivitas harian percepatan	$= \text{produktivitas harian normal} + \text{jam lembur}$
	$= 6190,822 + 696,468$
	$= 6887,29 \text{ m/hari}$
• <i>Crashing duration</i>	$= \frac{\text{Volume}}{\text{produktivitas harian percepatan}} = \frac{433357,56}{6887,29}$
	$= 62,9213 \text{ dibulatkan menjadi } 63 \text{ hari}$
• Maka maksimal <i>crashing</i>	$= 70 - 63 = 7 \text{ hari}$
b. Pekerjaan timbunan filter halus	
• Volume	$= 202566,31 \text{ m}^3$
• Durasi normal	$= 50 \text{ hari}$
• Jam kerja	$= 8 \text{ jam/hari}$
• Produktivitas harian normal	$= \frac{\text{Volume}}{\text{Durasi normal}} = \frac{202566,31}{50}$
	$= 4051,33 \text{ m/hari}$
• Produktivitas per jam	$\frac{\text{produktivitas harian}}{\text{jam kerja}} = \frac{4051,33}{8}$
	$= 506,42 \text{ m/jam}$
• Produktivitas jam lembur	$= a \times \text{produktivitas per jam} \times b$
	$= 1 \times 506,42 \times 0,9$
	$= 455,774 \text{ m/jam}$
• Produktivitas harian percepatan	$= \text{produktivitas harian normal} + \text{jam lembur}$
	$= 4051,33 + 455,774$
	$= 4507,1 \text{ m/hari}$
• <i>Crashing duration</i>	$= \frac{\text{Volume}}{\text{produktivitas harian percepatan}} = \frac{202566,31}{4507,1}$
	$= 44,9438 \text{ dibulatkan menjadi } 45 \text{ hari}$
• Maka maksimal <i>crashing</i>	$= 50 - 45 = 5 \text{ hari}$
c. Pekerjaan timbunan filter kasar	
• Volume	$= 213801,03 \text{ m}^3$
• Durasi normal	$= 50 \text{ hari}$
• Jam kerja	$= 8 \text{ jam/hari}$
• Produktivitas harian normal	$= \frac{\text{Volume}}{\text{Durasi normal}} = \frac{213801,03}{50}$
	$= 4276,02 \text{ m/hari}$
• Produktivitas per jam	$\frac{\text{produktivitas harian}}{\text{jam kerja}} = \frac{4276,02}{8}$
	$= 534,50 \text{ m/jam}$
• Produktivitas jam lembur	$= a \times \text{produktivitas per jam} \times b$
	$= 1 \times 534,50 \times 0,9$
	$= 475,707 \text{ m/jam}$
• Produktivitas harian percepatan	$= \text{produktivitas harian normal} + \text{jam lembur}$
	$= 4051,33 + 455,774$
	$= 4757,07 \text{ m/hari}$
• <i>Crashing duration</i>	$= \frac{\text{Volume}}{\text{produktivitas harian percepatan}} = \frac{213801,03}{4757,07}$
	$= 44,9438 \text{ dibulatkan menjadi } 45 \text{ hari}$
• Maka maksimal <i>crashing</i>	$= 50 - 45 = 5 \text{ hari}$
d. Pekerjaan timbunan batu	
• Volume	$= 2834216,56 \text{ m}^3$
• Durasi normal	$= 200 \text{ hari}$
• Jam kerja	$= 8 \text{ jam/hari}$
• Produktivitas harian normal	$= \frac{\text{Volume}}{\text{Durasi normal}} = \frac{2834216,56}{200}$
	$= 14171,08 \text{ m/hari}$
• Produktivitas per jam	$\frac{\text{produktivitas harian}}{\text{jam kerja}} = \frac{14171,08}{8}$

- Produktivitas jam lembur = 1771,39 m/jam
= a x produktivitas per jam x b
= 1 x 1771,39 x 0,9
= 1594,25 m/jam
- Produktivitas harian percepatan = produktivitas harian normal + jam lembur
= 14171,08 + 1594,25
= 15765,3 m/hari
- *Crashing duration* =
$$\frac{\text{Volume}}{\text{produktivitas harian percepatan}} = \frac{2834216,56}{15765,3}$$

= 179,775 dibulatkan menjadi 180 hari
- Maka maksimal *crashing* = 200 – 180 = 20 hari

e. Pekerjaan timbunan rip-rap

- Volume = 287010,02 m³
- Durasi normal = 50 hari
- Jam kerja = 8 jam/hari
- Produktivitas harian normal =
$$\frac{\text{Volume}}{\text{Durasi normal}} = \frac{287010,02}{50}$$

= 5740,20 m/hari
- Produktivitas per jam =
$$\frac{\text{produktivitas harian}}{\text{jam kerja}} = \frac{5740,20}{8}$$

= 717,53 m/jam
- Produktivitas jam lembur = a x produktivitas per jam x b
= 1 x 717,53 x 0,9
= 645,773 m/jam
- Produktivitas harian percepatan = produktivitas harian normal + jam lembur
= 5740,20 + 645,773
= 6385,97 m/hari
- *Crashing duration* =
$$\frac{\text{Volume}}{\text{produktivitas harian percepatan}} = \frac{287010,02}{6385,97}$$

= 44,9438 dibulatkan menjadi 45 hari
- Maka maksimal *crashing* = 50 – 45 = 5 hari

3.5 Perhitungan Crash Duration, Crash Cost, dan Cost Slope

Biaya Lembur 1 Jam

a. Timbunan inti

- Jam kerja normal/hari = 8 Jam
- Volume = 433357,56 m³
- Durasi normal = 70 hari
- Durasi percepatan = 62,92 hari dibulatkan menjadi 63 hari
- Normal *cost* = Rp 49.612.073.541,48
- Harga Upah =
$$\frac{\text{Upah}}{\text{Jam Kerja/hari}}$$

=
- 1) Pekerja:
$$\frac{\text{Rp. 85.500,00}}{8} = \text{Rp. 10.687,50/jam}$$
- 2) Tukang:
$$\frac{\text{Rp. 118.800,00}}{8} = \text{Rp. 14.850,00/jam}$$
- 3) Kep. Tukang:
$$\frac{\text{Rp. 190.000,00}}{8} = \text{Rp. 23.750,00/jam}$$
- 4) Mandor:
$$\frac{\text{Rp. 142.500,00}}{8} = \text{Rp. 17.812,50/jam}$$
- 5) Operator:
$$\frac{\text{Rp. 228.000,00}}{8} = \text{Rp. 28.500,00/jam}$$
- 6) Supir:
$$\frac{\text{Rp. 99.100,00}}{8} = \text{Rp. 12.387,50/jam}$$
- Upah Lembur = Jumlah tenaga kerja x durasi normal x 1,5 x upah/jam
= 1) Pekerja = 50 x 70 x 1,5 x Rp. 10.687,50
= Rp56.109.375,00
2) Tukang = 8 x 70 x 1,5 x Rp. 14.850,00
= Rp12.474.000,00
3) Kepala tukang = 1 x 70 x 1,5 x Rp. 23.750,00
= Rp2.493.750,00
4) Mandor = 3 x 70 x 1,5 x Rp. 17.812,50

		= Rp5.610.937,50
	5) Operator	= 8 x 70 x 1,5 x Rp. 28.500,00
		= Rp5.610.937,50
	6) Supir	= 35 x 70 x 1,5 x Rp. 12.387,50
		= Rp23.940.000,00
		= Rp45.524.062,50
	Total upah lembur	= Biaya normal + Total upah lembur
•	Biaya Percepatan	= Rp49.612.073.541,48 + Rp45.524.062,50
		= Rp49.758.225.666,48
•	Cost Slope	= $\frac{\text{crash cost} - \text{normal cost}}{\text{durasi normal} - \text{durasi percepatan}}$
		= $\frac{\text{Rp}49.758.225.666,48 - \text{Rp}49.612.073.541,48}{70 \text{ hari} - 62,92 \text{ hari}}$
		= Rp20.642.955,51
b. Timbunan filter halus		
•	Jam kerja normal/hari	= 8 Jam
•	Volume	= 202566,31m ³
•	Durasi normal	= 50 hari
•	Durasi percepatan	= 44,94 hari dibulatkan menjadi 45 hari
•	Normal cost	= Rp25.118.222.440,00
•	Harga Upah	= $\frac{\text{Upah}}{\text{Jam Kerja/hari}}$
		= 1) Pekerja: $\frac{\text{Rp. 85.500,00}}{8} = \text{Rp. 10.687,50/jam}$
		2) Tukang: $\frac{\text{Rp. 118.800,00}}{8} = \text{Rp. 14.850,00/jam}$
		3) Kep. Tukang: $\frac{\text{Rp. 190.000,00}}{8} = \text{Rp. 23.750,00/jam}$
		4) Mandor: $\frac{\text{Rp. 142.500,00}}{8} = \text{Rp. 17.812,50/jam}$
		5) Operator: $\frac{\text{Rp. 228.000,00}}{8} = \text{Rp. 28.500,00/jam}$
		6) Supir: $\frac{\text{Rp. 99.100,00}}{8} = \text{Rp. 12.387,50/jam}$
•	Upah Lembur	= Jumlah tenaga kerja x durasi normal x 1,5 x upah/jam
		= 1) Pekerja = 50 x 50 x 1,5 x Rp. 10.687,50
		= Rp40.078.125,00
		2) Tukang = 8 x 50 x 1,5 x Rp. 14.850,00
		= Rp8.910.000,00
		3) Kepala tukang = 1 x 50 x 1,5 x Rp. 23.750,00
		= Rp1.781.250,00
		4) Mandor = 3 x 50 x 1,5 x Rp. 17.812,50
		= Rp4.007.812,50
		5) Operator = 8 x 50 x 1,5 x Rp. 28.500,00
		= Rp17.100.000,00
		6) Supir = 35 x 50 x 1,5 x Rp. 12.387,50
		= Rp32.517.187,50
		= Rp104.394.375,00
•	Total upah lembur	= Biaya normal + Total upah lembur
•	Biaya Percepatan	= Rp25.118.222.440,00 + Rp104.394.375,00
		= Rp25.222.616.815,00
•	Cost Slope	= $\frac{\text{crash cost} - \text{normal cost}}{\text{durasi normal} - \text{durasi percepatan}}$
		= $\frac{\text{Rp}25.222.616.815,00 - \text{Rp}25.118.222.440,00}{50 \text{ hari} - 44,94 \text{ hari}}$
		= Rp20.631.299,11
c. Timbunan filter kasar		
•	Jam kerja normal/hari	= 8 Jam
•	Volume	= 213801,03m ³
•	Durasi normal	= 50 hari
•	Durasi percepatan	= 44,94 hari dibulatkan menjadi 45 hari
•	Normal cost	= Rp26.511.327.720,00

- Harga Upah

$$= \frac{\text{Upah}}{\text{Jam Kerja/hari}}$$

$$= 1) \text{ Pekerja: } \frac{\text{Rp. 85.500,00}}{8} = \text{Rp. 10.687,50/jam}$$

$$2) \text{ Tukang: } \frac{\text{Rp. 118.800,00}}{8} = \text{Rp. 14.850,00/jam}$$

$$3) \text{ Kep. Tukang: } \frac{\text{Rp. 190.000,00}}{8} = \text{Rp. 23.750,00/jam}$$

$$4) \text{ Mandor: } \frac{\text{Rp. 142.500,00}}{8} = \text{Rp. 17.812,50/jam}$$

$$5) \text{ Operator: } \frac{\text{Rp. 228.000,00}}{8} = \text{Rp. 28.500,00/jam}$$

$$6) \text{ Supir: } \frac{\text{Rp. 99.100,00}}{8} = \text{Rp. 12.387,50/jam}$$
- Upah Lembur

$$= \text{Jumlah tenaga kerja} \times \text{durasi normal} \times 1,5 \times \text{upah/jam}$$

$$= 1) \text{ Pekerja} = 50 \times 50 \times 1,5 \times \text{Rp. 10.687,50}$$

$$= \text{Rp}40.078.125,00$$

$$2) \text{ Tukang} = 8 \times 50 \times 1,5 \times \text{Rp. 14.850,00}$$

$$= \text{Rp}8.910.000,00$$

$$3) \text{ Kepala tukang} = 1 \times 50 \times 1,5 \times \text{Rp. 23.750,00}$$

$$= \text{Rp}1.781.250,00$$

$$4) \text{ Mandor} = 3 \times 50 \times 1,5 \times \text{Rp. 17.812,50}$$

$$= \text{Rp}4.007.812,50$$

$$5) \text{ Operator} = 8 \times 50 \times 1,5 \times \text{Rp. 28.500,00}$$

$$= \text{Rp}17.100.000,00$$

$$6) \text{ Supir} = 35 \times 50 \times 1,5 \times \text{Rp. 12.387,50}$$

$$= \text{Rp}32.517.187,50$$
- Total upah lembur

$$= \text{Rp}104.394.375,00$$
- Biaya Percepatan

$$= \text{Biaya normal} + \text{Total upah lembur}$$

$$= \text{Rp}26.511.327.720,00 + \text{Rp}104.394.375,00$$

$$= \text{Rp}26.615.722.095,00$$
- *Cost Slope*

$$= \frac{\text{crash cost} - \text{normal cost}}{\text{durasi normal} - \text{durasi percepatan}}$$

$$= \frac{\text{Rp}26.615.722.095,00 - \text{Rp}26.511.327.720,00}{50 \text{ hari} - 44,94 \text{ hari}}$$

$$= \text{Rp}20.469.485,29$$

d. Timbunan batu

- Jam kerja normal/hari

$$= 8 \text{ Jam}$$
- Volume

$$= 2834216,56\text{m}^3$$
- Durasi normal

$$= 200 \text{ hari}$$
- Durasi percepatan

$$= 179,78 \text{ hari dibulatkan menjadi } 180 \text{ hari}$$
- Normal cost

$$= \text{Rp}372.699.477.640,00$$
- Harga Upah

$$= \frac{\text{Upah}}{\text{Jam Kerja/hari}}$$

$$= 1) \text{ Pekerja: } \frac{\text{Rp. 85.500,00}}{8} = \text{Rp. 10.687,50/jam}$$

$$2) \text{ Tukang: } \frac{\text{Rp. 118.800,00}}{8} = \text{Rp. 14.850,00/jam}$$

$$3) \text{ Kep. Tukang: } \frac{\text{Rp. 190.000,00}}{8} = \text{Rp. 23.750,00/jam}$$

$$4) \text{ Mandor: } \frac{\text{Rp. 142.500,00}}{8} = \text{Rp. 17.812,50/jam}$$

$$5) \text{ Operator: } \frac{\text{Rp. 228.000,00}}{8} = \text{Rp. 28.500,00/jam}$$

$$6) \text{ Supir: } \frac{\text{Rp. 99.100,00}}{8} = \text{Rp. 12.387,50/jam}$$
- Upah Lembur

$$= \text{Jumlah tenaga kerja} \times \text{durasi normal} \times 1,5 \times \text{upah/jam}$$

$$= 1) \text{ Pekerja} = 50 \times 200 \times 1,5 \times \text{Rp. 10.687,50}$$

$$= \text{Rp}160.312.500,00$$

$$2) \text{ Tukang} = 8 \times 50 \times 1,5 \times \text{Rp. 14.850,00}$$

$$= \text{Rp}35.640.000,00$$

$$3) \text{ Kepala tukang} = 1 \times 200 \times 1,5 \times \text{Rp. 23.750,00}$$

$$= \text{Rp}7.125.000,00$$

$$4) \text{ Mandor} = 3 \times 200 \times 1,5 \times \text{Rp. 17.812,50}$$

$$= \text{Rp}16.031.250,00$$

$$5) \text{ Operator} = 8 \times 200 \times 1,5 \times \text{Rp. 28.500,00}$$

$$= \text{Rp}68.400.000,00$$

	6) Supir	= 35 x 200 x 1,5 x Rp. 12.387,50 =Rp130.068.750,00 = Rp417.577.500,00
	Total upah lembur	
•	Biaya Percepatan	= Biaya normal + Total upah lembur = Rp372.699.477.640,00 + Rp417.577.500,00 = Rp373.117.055.140,00
•	Cost Slope	= $\frac{\text{crash cost}-\text{normal cost}}{\text{durasi normal}-\text{durasi percepatan}}$ = $\frac{\text{Rp373.117.055.140,00} - \text{Rp372.699.477.640,00}}{200 \text{ hari}-179,78 \text{ hari}}$ = Rp20.672.153,47
e. Timbunan rip-rap		
•	Jam kerja normal/hari	= 8 Jam
•	Volume	= 287010,02m ³
•	Durasi normal	= 50 hari
•	Durasi percepatan	= 44,94 hari dibulatkan menjadi 45 hari
•	Normal cost	= Rp38.114.930.656,00
•	Harga Upah	= $\frac{\text{Upah}}{\text{Jam Kerja/hari}}$ 1) Pekerja: $\frac{\text{Rp. 85.500,00}}{8} = \text{Rp. 10.687,50/jam}$ 2) Tukang: $\frac{\text{Rp. 118.800,00}}{8} = \text{Rp. 14.850,00/jam}$ 3) Kep. Tukang: $\frac{\text{Rp. 190.000,00}}{8} = \text{Rp. 23.750,00/jam}$ 4) Mandor: $\frac{\text{Rp. 142.500,00}}{8} = \text{Rp. 17.812,50/jam}$ 5) Operator: $\frac{\text{Rp. 228.000,00}}{8} = \text{Rp. 28.500,00/jam}$ 6) Supir: $\frac{\text{Rp. 99.100,00}}{8} = \text{Rp. 12.387,50/jam}$
•	Upah Lembur	= Jumlah tenaga kerja x durasi normal x 1,5 x upah/jam 1) Pekerja = 50 x 50 x 1,5 x Rp. 10.687,50 = Rp40.078.125,00 2) Tukang = 8 x 50 x 1,5 x Rp. 14.850,00 = Rp8.910.000,00 3) Kepala tukang = 1 x 50 x 1,5 x Rp. 23.750,00 = Rp1.781.250,00 4) Mandor = 3 x 50 x 1,5 x Rp. 17.812,50 = Rp4.007.812,50 5) Operator = 8 x 50 x 1,5 x Rp. 28.500,00 = Rp17.100.000,00 6) Supir = 35 x 50 x 1,5 x Rp. 12.387,50 = Rp32.517.187,50 = Rp104.394.375,00
	Total upah lembur	
•	Biaya Percepatan	= Biaya normal + Total upah lembur = Rp38.114.930.656,00 + Rp104.394.375,00 = Rp38.219.325.031,00
•	Cost Slope	= $\frac{\text{crash cost}-\text{normal cost}}{\text{durasi normal}-\text{durasi percepatan}}$ = $\frac{\text{Rp38.219.325.031,00} - \text{Rp38.114.930.656,00}}{50 \text{ hari}-44,94 \text{ hari}}$ = Rp20.469.485,29

3.5 Perhitungan Biaya Langsung dan Tidak Langsung Setelah Crashing

3.5.1 Kondisi Normal

Kondisi normal dianalisis sebagai berikut:

1. Durasi normal = 420 hari
2. Total biaya proyek = Rp511.586.705.760,00
3. Biaya tidak langsung = Rp51.158.670.576,00
4. Biaya langsung = Rp460.428.035.184,00
5. Biaya tidak langsung/hari = Rp460.428.035.184,00/420 hari
= Rp1.096.257.226,63
6. Total biaya = biaya langsung + biaya tidak langsung

$$= \text{Rp}460.428.035.184,00 + \text{Rp}51.158.670.576,00$$

$$= 511.586.705.760,00$$

3.5.2 Kondisi Setelah Penambahan Jam Kerja 1 Jam

Kondisi setelah penambahan jam kerja lembur 1 jam pada item pekerjaan timbunan inti, timbunan filter halus, timbunan filter kasar, timbunan batu, dan timbunan rip-rap dianalisis sebagai berikut:

1. Total durasi = 378 hari
2. Cost Slope = Rp. 102.885.378,67
3. Biaya langsung = biaya langsung normal + cost slope
= Rp. 460.428.035.184,00 + Rp. 102.885.378,67
= Rp. 460.530.920.562,67
4. Biaya tidak langsung = (biaya tidak langsung normal/durasi normal) x durasi baru
= (Rp51.158.670.576,00 / 420 hari) x 378 hari
= Rp. 46.042.803.518,40
5. Total cost = biaya langsung + biaya tidak langsung
= Rp. 460.530.920.562,67 + Rp. 46.042.803.518,40
= Rp. 506.573.724.081,07

3.6 Efisiensi Waktu dan Biaya

1. Efisiensi waktu dan biaya proyek (lembur 1 jam)

- a. Efisiensi Waktu

$$= \frac{\text{Durasi normal} - \text{Durasi crash}}{\text{Durasi normal}} \times 100\%$$

$$= \frac{420 \text{ hari} - 378 \text{ hari}}{420 \text{ hari}} \times 100\%$$

$$= 10\%$$
- b. Efisiensi Biaya

$$= \frac{\text{biaya normal} - \text{Total biaya lembur 1 jam}}{\text{Biaya normal}} \times 100\%$$

$$= \frac{\text{Rp. 511.586.705.760,00} - \text{Rp. 506.573.724.081,07}}{\text{Rp. 511.586.705.760,00}} \times 100\%$$

$$= 0,98\%$$

2. Efisiensi waktu dan biaya proyek (lembur 2 jam)

- a. Efisiensi Waktu

$$= \frac{\text{Durasi normal} - \text{Durasi crash}}{\text{Durasi normal}} \times 100\%$$

$$= \frac{420 \text{ hari} - 349 \text{ hari}}{420 \text{ hari}} \times 100\%$$

$$= 16,90\%$$
- b. Efisiensi Biaya

$$= \frac{\text{biaya normal} - \text{Total biaya lembur 2 jam}}{\text{Biaya normal}} \times 100\%$$

$$= \frac{\text{Rp. 511.586.705.760,00} - \text{Rp. 503.078.962.835,68}}{\text{Rp. 511.586.705.760,00}} \times 100\%$$

$$= 1,66\%$$

3. Efisiensi waktu dan biaya proyek (lembur 3 jam)

- a. Efisiensi Waktu

$$= \frac{\text{Durasi normal} - \text{Durasi crash}}{\text{Durasi normal}} \times 100\%$$

$$= \frac{420 \text{ hari} - 325 \text{ hari}}{420 \text{ hari}} \times 100\%$$

$$= 22,62\%$$
- b. Efisiensi Biaya

$$= \frac{\text{biaya normal} - \text{Total biaya lembur 3 jam}}{\text{Biaya normal}} \times 100\%$$

$$= \frac{\text{Rp. 511.586.705.760,00} - \text{Rp. 500.251.775.193,84}}{\text{Rp. 511.586.705.760,00}} \times 100\%$$

$$= 2,22\%$$

4. Efisiensi waktu dan biaya proyek (lembur 4 jam)

- a. Efisiensi Waktu

$$= \frac{\text{Durasi normal} - \text{Durasi crash}}{\text{Durasi normal}} \times 100\%$$

$$= \frac{420 \text{ hari} - 308 \text{ hari}}{420 \text{ hari}} \times 100\%$$

$$= 26,67\%$$
- b. Efisiensi Biaya

$$= \frac{\text{biaya normal} - \text{Total biaya lembur 4 jam}}{\text{Biaya normal}} \times 100\%$$

$$= \frac{\text{Rp. 511.586.705.760,00} - \text{Rp. 498.394.890.599,36}}{\text{Rp. 511.586.705.760,00}} \times 100\%$$

$$= 2,58\%$$

5. Efisiensi waktu dan biaya proyek (lembur 5 jam)

- a. Efisiensi Waktu

$$= \frac{\text{Durasi normal} - \text{Durasi crash}}{\text{Durasi normal}} \times 100\%$$

$$= \frac{420 \text{ hari} - 294 \text{ hari}}{420 \text{ hari}} \times 100\%$$

$$= 30\%$$

b. Efisiensi Biaya

$$= \frac{\text{biaya normal} - \text{Total biaya lembur 3 jam}}{\text{Biaya normal}} \times 100\%$$

$$= \frac{\text{Rp. 511.586.705.760,00} - \text{Rp. 500.116.675.591,06}}{\text{Rp. 511.586.705.760,00}} \times 100\%$$

$$= 2,24\%$$

4 KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis penelitian tentang pengendalian proyek dengan menggunakan metode *crash program* pembangunan bendungan Bulango Ulu paket 1 item pekerjaan *Maindam* maka *crashing dilakukan pada pekerjaan timbunan*. Efisiensi waktu optimum dengan penambahan jam kerja lembur yaitu dengan penambahan 5 jam kerja, sebesar 30%, dan efisiensi biaya pelaksanaan optimum dengan penambahan 4 jam kerja lembur, sebesar 2.58 %.

4.2 Saran

Berdasarkan hasil analisis dan kesimpulan, maka dapat disarankan untuk menggunakan alternatif penambahan jam kerja lembur 4 jam guna mempercepat progres pelaksanaan pekerjaan ataupun mengatasi masalah keterlambatan penyelesaian proyek pekerjaan. Dapat disarankan juga untuk mencoba alternatif lain yang dapat mengatasi permasalahan keterlambatan penyelesaian proyek pekerjaan seperti penambahan tenaga kerja ataupun alat penunjang dalam pelaksanaan pekerjaan.

REFERENSI

- Amaliyah, H., Prayogie, F. A., Islamiyah, K., & Sujianto, A. E. (2023). Perkembangan Instrumen Sukuk Negara Dalam Pembangunan Infrastruktur Di Indonesia. *Digital Bisnis: Jurnal Publikasi Ilmu Manajemen Dan E-Commerce*, 2(2), 131-144.
- Dwiantoro, D., Yoansa, A. Y., Indrayana, D. V., Mentari, S., & Widyatami, F. S. (2024). Analisis Faktor Penyebab Keterlambatan Proyek “XYZ”. *Jurnal Talenta Sipil*, 7(1), 388-403.
- Gerung, J. O., Dundu, A. K. T., & Mangare, J. B. (2016). Analisa Penerapan Manajemen Waktu Pada Pembangunan Jaringan Daerah Irigasi Sangkup Kiri. *Jurnal Sipil Statik*, 4(7), 130817.
- Fauzan, F., & Ratnayanti, K. R. (2024). Kajian Percepatan Proyek Dengan Menambah Jam Kerja Lembur. *Prosiding FTSP Series*, 388-393.
- Mamahit, V. S., Singkoh, F., & Sampe, S. (2021). Pengaruh Pembangunan Infrastruktur (Jalan) Terhadap Efektivitas Distribusi Pupuk Bersubsidi Kabupaten Bolaang Mongondow Timur (Studi kasus di Kecamatan Mooat). *GOVERNANCE*, 1(1).
- Megawati, L. A. (2021). Analisis faktor keterlambatan proyek konstruksi bangunan gedung. *Jurnal Teknik Majalah Ilmiah Fakultas Teknik UNPAK*, 21(2).
- Nurazizah, N., Firdasari, F., & Purwandito, M. (2023). Penerapan Metode Time-Cost Trade-Off dalam Optimalisasi Biaya dan Jadwal Proyek Laboratorium Dasar Universitas Samudra. *Jurnal Ilmiah Telsinas Elektro, Sipil dan Teknik Informasi*, 6(1), 94-103.
- Oli'i, F. R., & Bumulo, R. (2024). Analisa Waktu Dan Biaya Percepatan Pembangunan Rumah Sakit Pratama Gorontalo Utara Dengan Metode Fast Track Dan Crash Program: Percepatan pembangunan Rumah Sakit. *Jurnal Vokasi Sains dan Teknologi*, 3(2), 83-90.
- Prabowo, P. P., Apriliano, D. D., & Mulyono, T. (2023). Analisis Percepatan Waktu dan Biaya Konstruksi dengan Penambahan Jam Kerja (Lembur) Menggunakan Metode Time Cost Trade Off (Studi Kasus Proyek Pembangunan Rumah Tinggal di Jalan Salak Kota Tegal). *Era Sains: Jurnal Penelitian Sains, Keteknikan Dan Informatika*, 1(3), 122-132.
- Regel, N., & Waskito, J. P. H. (2022). Penerapan Metode Crash Program Untuk Menganalisa Keterlambatan Waktu Penyelesaian Proyek (Studi Kasus HOTEL SHAFIRA SURABAYA). *axial: jurnal rekayasa dan manajemen konstruksi*, 10(1), 035-041.
- Pattiraja, A. H., Gai, A. M., Pontan, I. D., Se, M. T., Mm, I. P. M., Eng, A., & Sahrullah, S. T. (2024). Manajemen proyek teknik sipil strategi dan taktik untuk proyek konstruksi: buku referensi.
- Salasa, B. S., Sari, D. P., Sudibyo, A., Nur, A. R., & Dosen, J. T. S. (2023). Optimasi Waktu Dan Biaya Pelaksanaan Proyek Jalan Dengan Metode Crash Program (Studi Kasus: Pemeliharaan Jalan Kecamatan Tenggarong Seberang Dan Tenggarong). *Rekayasa Sipil*, 17(1), 47-53.
- Suseno, B. R., Sari, S. N., & Maulana, R. (2021). Analisis percepatan waktu penyelesaian proyek menggunakan metode crash program dengan penambahan jam kerja dan penerapan sistem kerja shift. *Prosiding Nasional Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi XVI, 2021*, 135-145.

- Wadana, R. K., & Prijanto, W. J. (2021). Analisis pengaruh infrastruktur, tingkat kemiskinan dan indeks pembangunan manusia terhadap pertumbuhan ekonomi Provinsi Bali 2015-2020. *Jurnal Syntax Transformation*, 2(06), 875-885.
- Winoto, M. C., Guwinarto, K., & Limanto, S. (2023). Faktor Penyebab dan Dampak Keterlambatan Pelaksanaan Proyek Konstruksi Menurut Kontraktor Terhadap Indikator Performa Proyek. *Jurnal Dimensi Pratama Teknik Sipil*, 12(1), 56-63.