

Analisis Waktu Dan Biaya Proyek Sistem Sie Water Menggunakan Metode CPM DAN PERT (Studi Kasus: PT.Swadaya Graha)

Nur Fitria Lauriska¹, Yanuar Pandu Negoro², Efta Dhartikasari Priyana³

^{1,2,3} Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Gresik

Jl. Sumatera No. 101 GKB Gresik 61121, Jawa Timur

Email: nurfitrialauriska@gmail.com, yanuar.pandu@umg.ac.id, eftadhartikasari@umg.ac.id

ABSTRAK

Proyek fabrikasi baja memerlukan perencanaan yang komprehensif untuk memastikan pelaksanaan berjalan efektif dalam aspek waktu, biaya, dan mutu. Penelitian ini menganalisis keterkaitan antara waktu dan biaya pada proyek sistem side water di PT Swadaya Graha dengan menggunakan metode Critical Path Method (CPM) dan Program Evaluation and Review Technique (PERT). Kedua metode digunakan untuk mengidentifikasi jalur kritis, memperkirakan durasi penyelesaian proyek, serta mengevaluasi aktivitas yang berpotensi menyebabkan keterlambatan. Sebagai pengembangan dari analisis utama, penelitian ini juga menambahkan variabel biaya yang dihitung berdasarkan durasi aktivitas dan estimasi biaya per hari pada kondisi normal, percepatan (crashing), dan keterlambatan. Hasil menunjukkan bahwa sebagian besar biaya proyek terkonsentrasi pada aktivitas di jalur kritis, sehingga pengawasan dan pengendalian pada jalur tersebut menjadi prioritas utama. Integrasi analisis waktu dan biaya menunjukkan bahwa percepatan proyek mampu menurunkan total biaya sebesar Rp209.400.000 dibandingkan dengan skenario keterlambatan. Temuan ini memberikan kontribusi praktis bagi manajemen proyek dalam mengoptimalkan efisiensi sumber daya serta meminimalkan risiko keterlambatan dan pemborosan anggaran.

Kata kunci: Biaya Proyek , Metode Jalur Kritis , Teknik Evaluasi dan Tinjauan Program , Manajemen Proyek , Fabrikasi Baja, PT. Swadaya Graha

ABSTRACT

*Steel fabrication projects require comprehensive planning to ensure effective implementation in terms of time, cost, and quality. This study analyzes the relationship between time and cost in the side water system project at PT Swadaya Graha using the **Critical Path Method (CPM)** and **Program Evaluation and Review Technique (PERT)**. These methods are employed to identify the project's critical path, estimate completion duration, and evaluate activities with potential delay risks. As an extension of the main analysis, this study also incorporates cost variables calculated based on activity duration and daily cost estimates under normal, accelerated (crashing), and delayed conditions. The results indicate that most project costs are concentrated along the critical path, highlighting the importance of monitoring and cost control in these activities. The integrated time-cost analysis demonstrates that accelerating the project can reduce the total cost by IDR 209,400,000 compared to the delay scenario. These findings provide practical insights for project management in optimizing resource efficiency and minimizing the risks of delays and budget overruns.*

Keywords: Project Costs , Critical Path Method , Program Evaluation and Review Technique , Project Management , Steel Fabrication , PT. Swadaya Graha

Pendahuluan

Pada era globalisasi tuntutan untuk berkembang di berbagai sektor semakin nyata, Banyak kemajuan yang perlu dicapai. dari keteringgalan di berbagai bidang di sebuah organisasi untuk memberikan pelayanan dan manfaat yang lebih baik bagi karyawan, lembaga, dan masyarakat. Organisasi mungkin perlu melengkapi berbagai fasilitas sarana dan prasarana menyesuaikan dengan kebutuhan organisasi yang semakin berkembang [1]. Semakin maju peradaban manusia, semakin besar dan kompleks proyek yang dikerjakan dengan melibatkan penggunaan bahan-bahan (material), tenaga kerja, dan teknologi yang makin canggih, serta menentukan jadwal proyek. Sedangkan manajemen proyek adalah aplikasi pengetahuan (knowledges), keterampilan (skills), alat (tools) dan teknik (techniques) dalam aktifitas-aktifitas proyek untuk memenuhi kebutuhan kebutuhan proyek [2]. Salah satu jenis proyek konstruksi adalah proyek dermaga, dan industri konstruksi berkembang dengan cepat saat ini. Dalam rangka meningkatkan dan mengembangkan sektor ekonomi suatu daerah, pembangunan akan terus dikembangkan. Partisipasi perusahaan konstruksi dalam pengembangan suatu daerah berdasarkan sumber daya yang terlibat di dalamnya sangat penting untuk keberhasilan sektor industri konstruksi. Kesuksesan proyek

merupakan sasaran utama bagi perusahaan yang berfokus pada layanan konstruksi [3]. Mengingat pertumbuhan sektor ini yang sangat pesat, tidak diragukan lagi terdapat aspek penting yang menentukan kelancaran proyek di industri konstruksi. Hal ini didukung dengan adanya dorongan dari sisi ekonomi dan memastikan bahwa proyek dapat dilaksanakan, selesai, dan terus tumbuh secara signifikan.

Potensi ekonomi sebagai penggerak dalam Kemajuan memerlukan bantuan dari sarana dan prasarana [4]. Proyek adalah kumpulan aktivitas yang dilakukan dalam waktu tertentu untuk mencapai suatu tujuan tertentu. Karena proyek memiliki karakteristik yang berbeda dan tidak bersifat rutin, pengelolannya memerlukan perhatian ekstra. Dalam konteks bisnis dan ilmiah, proyek sering dianggap sebagai usaha kolaboratif yang sering melibatkan penelitian atau desain untuk meraih sasaran tertentu [5]. Selain itu, proyek dapat dilihat sebagai suatu usaha yang bersifat sementara yang tidak bersifat permanen dan memiliki target tertentu [6]. Proyek adalah serangkaian aktivitas yang saling berhubungan, di mana setiap bagian berinteraksi dengan bagian lainnya [7]. Proyek dapat mengalami perubahan dalam kecepatan pelaksanaan, baik itu percepatan maupun perlambatan, yang dipicu oleh berbagai hal seperti jadwal, pengadaan material, alat berat, serta efisiensi kerja dari para pegawai [8]. Manajemen proyek merupakan pengelolaan yang menyeluruh terhadap seluruh proses konstruksi yang mencakup semua tahap, mulai dari inisiatif proyek yang pertama.

Tahapan ini mencakup identifikasi kebutuhan dan konsep proyek, Penyusunan anggaran dan perencanaan jadwal pembangunan keseluruhan sampai proyek selesai dilaksanakan. Manajemen proyek merupakan cara atau pendekatan untuk Mengatur proyek secara tepat dan optimal. Untuk memastikan proyek berjalan tanpa hambatan, harus diarahkan ke sasaran yang telah ditentukan di awal, serta membutuhkan pengelolaan proyek yang efektif. [9]. Dalam metode CPM dan PERT, komunikasi terjalin dengan baik karena di CPM, diagram jaringan proyek menunjukkan hubungan antar kegiatan. Di sisi lain, pada PERT, diagram jaringan yang menggunakan panah menggambarkan alur dari proyek tersebut. Diagram ini membantu tim proyek untuk memahami urutan kegiatan dan keterkaitannya dengan lebih mudah, sehingga mendukung komunikasi serta kolaborasi dalam proyek [10].

Metode CPM dan PERT pun memanfaatkan diagram panah untuk menggambarkan jalur proyek. Dalam hal pemahaman dan penghitungan, aktivitas penting tetap konsisten, di mana jalur kritis atau keberhasilan dalam PERT dikenal dengan istilah slack. Perbedaan utama antara CPM dan PERT terletak pada cara perkiraan waktu untuk setiap aktivitas. Selain itu, salah satu kegunaan PERT adalah untuk memprediksi lama pekerjaan [11][12]. Kelancaran serta kesuksesan sebuah proyek sangat dipengaruhi oleh jadwal yang disusun dengan baik dan upaya untuk meminimalkan risiko. Risiko proyek diartikan sebagai tindakan, kejadian, atau kegiatan yang berpotensi memberikan dampak negatif terhadap jadwal [13]. Hal ini dapat menyebabkan keterlambatan signifikan dalam penyelesaian proyek karena inisiatif sebelumnya tidak berhasil mencapai target waktu. Untuk memastikan proyek tetap sesuai rencana dalam hal waktu, biaya, dan mutu, pengelolaan waktu yang efisien adalah aspek yang sangat krusial [14]. Untuk meraih sasaran manajemen, perlu ada kontrol terhadap kualitas, biaya, dan durasi. Maka dari itu, harus dilakukan pengawasan terhadap mutu, anggaran, dan waktu secara bersamaan [15].

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan *Critical Path Method* (CPM) sebagai teknik utama dalam merancang jaringan kerja, mengidentifikasi jalur kritis, serta menghitung durasi minimum untuk menyelesaikan proyek. Di samping itu, *Program Evaluation and Review Technique* (PERT) diterapkan sebagai alat tambahan untuk memperkirakan ketidakpastian dalam waktu penyelesaian tiap aktivitas proyek [16].

Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah dilakukan melalui observasi langsung di area kerja selama kegiatan kerja praktik. Beberapa permasalahan yang ditemukan antara lain tekanan percepatan dari pemilik proyek, ketidaksesuaian jadwal pelaksanaan dengan rencana, dan pemindahan tenaga kerja tanpa koordinasi. Masalah-masalah tersebut berdampak pada keterlambatan dan potensi pembengkakan biaya proyek, sehingga diperlukan analisis lebih lanjut untuk mengatasinya.

Pengumpulan Data

Informasi yang diperoleh dalam studi ini bersumber dari dokumen proyek PT Swadaya Graha, termasuk Jadwal proyek, Durasi tiap aktivitas, Urutan ketergantungan aktivitas, Estimasi biaya sebagai Berikut ini:

Tabel 1. Jadwal Proyek

		MASTER SCHEDULE							
		REPLACE 54IN SEA WATER LINE AT CONCENTRATOR AREA							
		PT. AMMAN MINERAL NUSA TENGGARA							
		WEEKS							
NO	Nama	W-1	W-2	W-3	W-4	W-5	W-6	W-7	W-8
		30 Jan - 5 Feb	6 Feb - 12 Feb	13 Feb - 19 Feb	20 Feb - 26 Feb	27 Feb - 5 Mar	6 Mar - 12 Mar	13 Mar - 19 Mar	20 Mar - 26 Mar

1	Shop Drawing & Mito	
2	Received Material	
3	Manhole	
4	Saddle Fabrication	
5	Platform Fabrication	

Tabel 2. Durasi Proyek

Kode	Jadwal Proyek	Durasi (Hari)
A	Shop Drawing & Mito	10
B	Received Material	15
C	Manhole	40
D	Saddle Fabrication	40
E	Platform Fabrication	40
	Total Durasi	145

Tabel 3. Ketergantungan tiap aktivitas

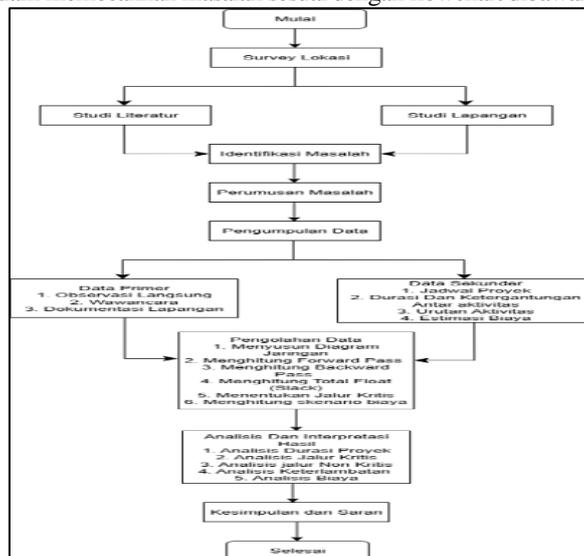
Kode	Jadwal Proyek	Ketergantungan
A	Shop Drawing & Mito	-
B	Received Material	A
C	Manhole	A
D	Saddle Fabrication	B
E	Platform Fabrication	C

Tabel 4. Estimasi Biaya

Aktivitas	Biaya per Hari (Rp)
Shop Drawing & Mito	Rp. 1.000.000
Received Material	Rp. 1.200.000
Manhole	Rp. 2.500.000
Saddle Fabrication	Rp. 2.300.000
Platform Fabrication	Rp. 2.000.000

Skenario Penyelesaian

Langkah yang diambil dalam memecahkan masalah sesuai dengan flowchart dibawah ini:



Gambar 1. Skenario Penyelesaian

Critical Path Method (CPM)

CPM memberikan keuntungan saat digunakan dalam perencanaan proyek. Dengan CPM, kita dapat menilai durasi yang diperlukan untuk menyelesaikan sebuah proyek [17]. CPM merupakan cara yang menentukan keterkaitan langsung antara sumber daya yang digunakan dan durasi yang dibutuhkan untuk menyelesaikan sebuah proyek, dan durasi masing-masing tahap proyek [18]. Ketika proyek dijalankan, CPM dapat membantu menghemat waktu [19]. Metode Jalur Kritis diperkenalkan pertama kali dalam proyek pembangunan oleh perusahaan di tahun 1957. Pendekatan ini sangat bermanfaat dalam hal perencanaan, pengawasan, dan pelaksanaan proyek. Dengan menggunakan teknik ini, pengembangan jaringan kerja difokuskan pada kegiatan yang mengandalkan "perhitungan waktu dasar" sebagai durasi pelaksanaan. Jalur kritis berfungsi sebagai dasar yang kokoh untuk memprediksi waktu yang dibutuhkan dalam pelaksanaan aktivitas [20]. Penerapan CPM juga bisa menemukan aktivitas yang harus diperhatikan untuk menjaga agar proyek tetap berjalan lancar [21]. Dalam menganalisis CPM, penting untuk memahami hubungan antar pekerjaan, karena satu pekerjaan tidak bisa dimulai sebelum pekerjaan sebelumnya selesai [22]. Untuk mengetahui hubungan dari aktivitas yang satu ke yang lain Setiap aktivitas memiliki aktivitas pendahulu dan aktivitas yang menyusul [23].

Program Evaluation and Review Technique (PERT)

Strategi perencanaan dan Manajemen proyek dibuat untuk mengenali aktivitas proyek sekaligus memperkirakan waktu yang dibutuhkan. Metode ini ditujukan untuk meminimalkan penundaan dalam kegiatan yang berjalan. Studi ini juga memperkuat proses tawar-menawar dengan para pihak yang terlibat dalam proyek dan bermanfaat untuk meningkatkan ketepatan prediksi dalam periode waktu tertentu [24]. PERT (Teknik Evaluasi dan Tinjauan Proyek) adalah pendekatan dalam manajemen proyek yang digunakan untuk merencanakan, mengorganisir, dan menyelaraskan elemen-elemen pekerjaan dalam sebuah proyek. Selain itu, PERT juga bertujuan untuk menghindari penundaan dalam kegiatan proyek serta hambatan, dan menyatukan berbagai elemen sebagai satu kesatuan pekerjaan guna mempercepat proses penyelesaian proyek [25]. Ada tiga estimasi durasi untuk kegiatan dalam sebuah proyek, yaitu:

- Waktu Optimis (O): estimasi waktu aktivitas yang paling baik dapat dicapai dalam keadaan opera yang ideal
- Waktu Realistis (R): Ini merupakan estimasi waktu paling akurat, yang ditentukan menggunakan mode waktu.
- Waktu Pesimis (P): Ini menunjukkan skenario terburuk terkait waktu.
- Rata-rata durasi yang diprediksi (Te) untuk setiap Kegiatan bisa diidentifikasi melalui penyebaran data statistik.

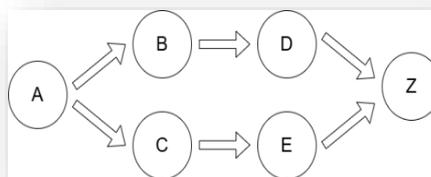
$$T_e = \frac{a + 4m + b}{6} \tag{1}$$

Hasil Dan Pembahasan

Di bawah ini adalah langkah-langkah dalam pengolahan data yang telah dilaksanakan:

Diagram Jaringan

Model jaringan yang digunakan dalam penelitian ini mengadopsi gagasan AON (Activity On Node). Struktur jaringannya terlihat seperti pada gambar berikut



Gambar 2. Diagram Jaringan

Critical Path Method (CPM)

• **Forward Pass**

Forward pass adalah proses perhitungan ke depan yang digunakan dalam manajemen proyek, khususnya dalam teknik *Critical Path Method* (CPM) Tujuan utamanya adalah untuk menghitung Waktu Paling awal waktu dimulainya sebuah aktivitas dan waktu paling awal berakhirnya setiap aktivitas dalam suatu proyek.

Tabel 5. Forward Pass Metode CPM

Kode	Jadwal Proyek	Durasi (Hari)	Ketergantungan	Forward Pass		Keterangan
				ES	EF	

A	Shop Drawing & Mito	10	-	0	10	Aktifitas awal proyek tidak memiliki ketergantungan
B	Received Material	15	A	10	25	B tidak bisa dimulai sebelum A selesai
C	Manhole	40	A	10	50	C tidak dapat dimulai hingga A telah selesai.
D	Saddle Fabrication	40	B	25	65	D tidak bisa dimulai sebelum B selesai
E	Platform Fabrication	40	C	50	90	E tidak bisa dimulai sebelum C selesai

• **Backward Pass**

Backward pass adalah proses perhitungan mundur yang digunakan dalam manajemen proyek, khususnya dalam metode *Critical Path Method* (CPM). Tujuan utama *backward pass* adalah menghitung Waktu Paling Akhir Aktivitas dimulai (*Latest Start Time*) dan Waktu paling Akhir Aktivitas selesai (*Latest Finish Time*) untuk setiap aktivitas dalam proyek. Hal ini membantu menentukan fleksibilitas (*slack*) dan memastikan proyek selesai tepat waktu

Tabel 6. *Backward Pass* Metode CPM

Kode	Jadwal Proyek	Durasi (Hari)	Ketergantungan	Backward Pass		Keterangan
				LS	LF	
E	Platform Fabrication	40	-	50	90	E adalah Akhir Proyek D tidak punya penerus, boleh selesai sampai proyek berakhir
D	Saddle Fabrication	40	-	50	90	C harus selesai sebelum E dimulai
C	Manhole	40	E	10	50	B harus selesai sebelum D mulai
B	Received Material	15	D	35	50	A harus selesai sebelum B dan C mulai
A	Shop Drawing & Mito	10	B, C	0	10	

• **Total Float**

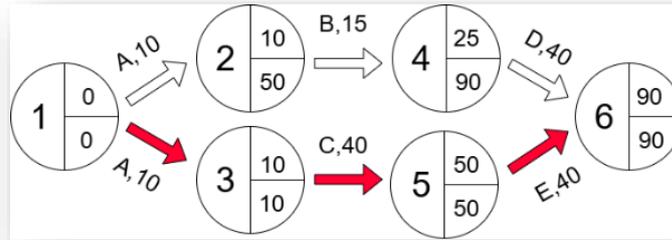
Total Float (*Slack*) adalah total waktu yang dapat digunakan secara fleksibel oleh suatu kegiatan dalam sebuah proyek tanpa menghambat waktu total yang diperlukan untuk menyelesaikan proyek. Dengan kata lain ini menunjukkan seberapa lama suatu aktivitas dapat ditunda tanpa memengaruhi jadwal akhir proyek.

Tabel 7. Total *Float* Metode CPM

Kode	Jadwal Proyek	Total Float	Keterangan
A	Shop Drawing & Mito	0	Kritis
B	Received Material	25	Tidak Kritis
C	Manhole	0	Kritis
D	Saddle Fabrication	25	Tidak Kritis
E	Platform Fabrication	0	Kritis

• **Jalur Kritis**

Jalur kritis merupakan serangkaian kegiatan dalam sebuah proyek yang menentukan total waktu penyelesaian proyek tersebut. Jalur kritis terdiri dari kegiatan-kegiatan yang memiliki total float sama dengan nol., yang menandakan bahwa aktifitas-aktifitas tersebut tidak memiliki waktu cadangan dan harus selesai tepat waktu agar proyek tidak terlambat.



Gambar 3. Jalur Kritis

Program Evaluation and Review Technique (PERT)

• **Estimasi Tiga Waktu**

Perkiraan tiga waktu adalah pendekatan untuk memperkirakan lamanya aktivitas proyek dengan memperhitungkan tiga nilai yaitu: waktu optimis (paling cepat), waktu paling mungkin (paling sering terjadi), dan waktu pesimis (paling lambat). Nilai-nilai ini kemudian digunakan untuk menghitung durasi yang diharapkan serta deviasi standar, yang sangat berguna untuk analisis dan perencanaan proyek.

Tabel 8. Estimasi Tiga Waktu

Kode	Jadwal Proyek	Optimis	Realistis	Pesimis	TE (Hari)
A	Shop Drawing & Mito	7	10	15	10,33
B	Received Material	10,5	15	22,5	15,5
C	Manhole	28	40	60	41,33
D	Saddle Fabrication	28	40	60	41,33
E	Platform Fabrication	28	40	60	41,33
	Total	101,5	145	217,5	

• **Forward Pass**

Tabel 9. Forward Pass Metode PERT

Kode	Jadwal Proyek	Durasi (Hari)	Ketergantungan	Forward Pass		Keterangan
				ES	EF	
A	Shop Drawing & Mito	10,33	-	0	10,33	Aktivitas awal proyek, tidak memiliki ketergantungan
B	Received Material	15,5	A	10,33	25,83	B tidak bisa dimulai sebelum A selesai
C	Manhole	41,33	A	10,33	51,66	C tidak dapat dimulai sebelum A rampung
D	Saddle Fabrication	41,33	B	25,83	67,16	D tidak bisa dimulai sebelum B selesai
E	Platform Fabrication	41,33	C	51,66	92,99	E tidak bisa dimulai sebelum C selesai

• **Backward Pass**

Tabel 10. Backward Pass Metode PERT

Kode	Jadwal Proyek	Durasi (Hari)	Ketergantungan	Backward Pass		Keterangan
				LS	LF	
E	Platform Fabrication	41,33	-	51,33	92,99	E adalah Akhir Proyek
D	Saddle Fabrication	41,33	-	51,33	92,99	D tidak punya penerus, boleh selesai sampai proyek berakhir
C	Manhole	41,33	E	10,33	51,33	C harus selesai sebelum E dimulai
B	Received Material	15,5	D	35,5	51,33	B harus selesai sebelum D mulai

A	Shop Drawing & Mito	10,33	B, C	0	10,33	A harus selesai sebelum B dan C mulai
---	---------------------	-------	------	---	-------	---------------------------------------

• **Total Float**

Tabel 11. Total Float Metode PERT

Kode	Jadwal Proyek	Total Float	Keterangan
A	Shop Drawing & Mito	0	Kritis
B	Received Material	25	Tidak Kritis
C	Manhole	0	Kritis
D	Saddle Fabrication	25	Tidak Kritis
E	Platform Fabrication	0	Kritis

Analisis Biaya

• **Skenario Keterlambatan Maksimal**

Terjadi jika terjadi kendala teknis, keterlambatan pasokan, atau kesalahan manajemen waktu. Biaya hampir dua kali lipat lebih mahal dibanding percepatan. Pekerjaan berat seperti Manhole dan Fabrication menyumbang biaya keterlambatan yang besar. Keterlambatan bisa menimbulkan konsekuensi lain seperti denda kontrak atau kehilangan reputasi perusahaan.

Tabel 12. Skenario Keterlambatan Maksimal

No	Aktivitas	Keterlambatan (Hari)	Biaya Per Hari (Rp)	Total Biaya Keterlambatan (Rp)
1.	Shop Drawing & Mito	15	Rp. 1.000.000	Rp. 15.000.000
2.	Received Material	22	Rp. 1.200.000	Rp. 26.400.000
3.	Manhole	60	Rp. 2.500.000	Rp. 150.000.000
4.	Saddle Fabrication	60	Rp. 2.300.000	Rp. 138.000.000
5.	Platform Fabrication	60	Rp. 2.000.000	Rp. 120.000.000
Total Biaya				Rp. 449.400.000

• **Skenario Percepatan Maksimal**

Percepatan dilakukan untuk mempercepat waktu penyelesaian proyek (misalnya karena deadline klien atau kejar efisiensi overhead). Percepatan cenderung lebih murah dibanding keterlambatan. Biaya terbesar ada pada aktivitas Manhole dan Fabrication, karena durasi panjang & biaya/hari tinggi. Meskipun mahal, percepatan bisa menghindari denda keterlambatan atau kehilangan kepercayaan konsumen.

Tabel 13. Skenario Percepatan Maksimal

No	Aktivitas	Percepatan (Hari)	Biaya Per Hari (Rp)	Total Biaya Percepatan (Rp)
1.	Shop Drawing & Mito	7	Rp. 1.000.000	Rp. 7.000.000
2.	Received Material	10	Rp. 1.200.000	Rp. 12.000.000
3.	Manhole	28	Rp. 2.500.000	Rp. 70.000.000
4.	Saddle Fabrication	28	Rp. 2.300.000	Rp. 64.400.000
5.	Platform Fabrication	28	Rp. 2.000.000	Rp. 56.000.000
Total Biaya				Rp. 209.400.000

• **Perbandingan**

Percepatan lebih efisien secara finansial, hampir lebih murah Rp 209.400.000 dibandingkan keterlambatan. Keterlambatan menimbulkan risiko keuangan dan reputasi yang sangat besar. Rekomendasinya adalah Jika proyek berisiko tertunda, lebih baik investasi pada percepatan lebih awal.

Tabel 14. Perbandingan Biaya

Skenario	Total Biaya (Rp)
Percepatan	Rp. 209.400.000
Keterlambatan	Rp. 449.400.000

Simpulan

Berdasarkan hasil analisis pada proyek fabrikasi baja sistem *Sea Water* di PT Swadaya Graha, diperoleh informasi penting terkait perencanaan waktu, jalur kritis proyek, serta potensi keterlambatan. Analisis jalur kritis menunjukkan bahwa aktivitas Shop Drawing & Mito, Manhole, dan Platform Fabrication merupakan bagian dari jalur kritis yang tidak dapat ditunda tanpa memengaruhi total durasi proyek. Sementara itu, aktivitas Received Material dan Saddle Fabrication memiliki kelonggaran waktu (*slack*) yang cukup besar. Penambahan variabel

biaya memperkuat hasil analisis dengan menunjukkan bahwa percepatan proyek dapat menurunkan total biaya sebesar Rp 209.400.000 dibandingkan dengan skenario keterlambatan. Hal ini menegaskan bahwa manajemen proyek yang tepat, terutama dalam memprioritaskan aktivitas pada jalur kritis dan menghindari keterlambatan, akan sangat berpengaruh terhadap efisiensi anggaran. Dengan demikian, penerapan metode CPM dan PERT yang dikombinasikan dengan analisis biaya memberikan gambaran menyeluruh dalam pengelolaan proyek, serta dapat menjadi alat bantu pengambilan keputusan strategis dalam merancang jadwal, pengendalian waktu, dan perencanaan anggaran proyek.

Daftar Pustaka

- [1] M. A. N. Kusnadi, Subagyo Ade Momon, "Perencanaan Manajemen Proyek Dengan Metode Cpm (Critical Path Method) Dan Pert (Program Evaluation And Review Technique) Pertumbuhan Infrastruktur Daerah Diberbagai Sektor Terjadi Dengan Cepat Dan Terjadi Pertumbuhan Pada Fasilitas Infrastruktur Dibut," *J. Konstr.*, Vol. 13, No. 1, Pp. 164–180, 2021.
- [2] I. Muhammad Fikri, D. Pontan, And D. Setyo Bhakti, "Analisis Implementasi Manajemen Konstruksi Terhadap Keberhasilan Proyek Lantai Beton Superflat," *Syntax Idea*, Vol. 6, No. 1, Pp. 76–93, 2024, Doi: 10.46799/Syntax-Idea.V6i1.2840.
- [3] A. M. A. Sadiq And R. A. Saraswati, "Analisis Keberhasilan Proyek Terhadap Pengaruh Project Manager Pada Pembangunan Guest House Di Kota Parepare," *J. Tek. Sipil Macca*, Vol. 7, No. 3, Pp. 198–205, 2022, Doi: 10.33096/Jtms.V7i3.584.
- [4] H. Ashad, S. Supardi, And M. Adil, "Analisis Faktor-Faktor Keberhasilan Pembangunan Melalui Program Pengembangan Infrastruktur Sosial Ekonomi Wilayah (Pisew) Di Kawasan Perbatasan Pulau Sebatik Provinsi Kalimantan Utara," *J. Konstr. Tek. ...*, Vol. 01, No. 05, Pp. 1–12, 2022, [Online]. Available: [Http://Pasca-Umi.Ac.Id/Index.Php/Kons/Article/View/1077%0ahttps://Pasca-Umi.Ac.Id/Index.Php/Kons/Article/Download/1077/1222](http://Pasca-Umi.Ac.Id/Index.Php/Kons/Article/View/1077%0ahttps://Pasca-Umi.Ac.Id/Index.Php/Kons/Article/Download/1077/1222)
- [5] S. Aulia And H. Cipta, "Network Planning Analysis Using Cpm And Pert Methods On Optimization Of Time And Cost," *Sinkron*, Vol. 8, No. 1, Pp. 171–177, 2023, Doi: 10.33395/Sinkron.V8i1.11961.
- [6] N. Fajarrini, J. R. Coyanda, And H. Di Kesuma, "Sistem Informasi Manajemen Proyek Berbasis Web Pt Media Jaya Kontruksi," *J. Ilm. Inform. Glob.*, Vol. 16, No. 2, Pp. 131–136, 2025.
- [7] K. N. Syahada, G. Rindo, A. W. B. Santosa, And N. A. Prasetyo, "Analisis Reschedule Keterlambatan Proyek Reparasi Dua Kapal Dengan Metode Critical Path Method (Cpm) Dan Time Cost Trade Off (Tcto) Pada Km. Kendhaga Nusantara 4 Dan Tb. Sorowako Star," *J. Integr.*, Vol. 16, No. 2, Pp. 156–164, 2024, Doi: 10.30871/Ji.V16i2.8451.
- [8] A. Firda, Hanafiah, And Akhirini, "Produktivitas Pekerja Dengan Menggunakan Metode Work Sampling (Pekerjaan Pemasangan Tiang Pancang)," *J. Tek. Sipil Lateral*, Vol. 1, No. 1, Pp. 15–25, 2023, Doi: 10.52333/Lateral.V1i1.132.
- [9] N. M. Nurafifah, H. Dewita, And K. Sembiring, "Analisis Waktu Pada Pekerjaan Tambahan Proyek Pembangunan Gedung Pt. Petrokimia Gresik," *J. Komposit*, Vol. 9, No. 1, Pp. 101–108, 2025, Doi: 10.32832/Komposit.V9i1.16449.
- [10] N. Laurensi And A. Susanty, "Pengendalian Penjadwalan Waktu Dan Nilai Proyek Dengan Metode Cpm, Pert Dan Kurva S (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Fly Over Cakung Oleh Pt. Adhi Karya Persero (Tbk)," *Ind. Eng. Online J.*, Vol. 12, No. 1, Pp. 1–11, 2022, [Online]. Available: [Https://Ejournal3.Undip.Ac.Id/Index.Php/Ieoj/Article/Download/37352/28382](https://Ejournal3.Undip.Ac.Id/Index.Php/Ieoj/Article/Download/37352/28382)
- [11] J. G. Putra And J. Sekarsari, "Analisis Penjadwalan Proyek Gedung Bertingkat Dengan Metode Pert Dan M-Pert Menggunakan Simulasi Monte Carlo," *Jmts J. Mitra Tek. Sipil*, Vol. 3, No. 3, P. 533, 2020, Doi: 10.24912/Jmts.V3i3.8395.
- [12] L. R. Lubis, Z. F. Umari, K. Kristi, And A. Akhirini, "Analisis Penjadwalan Waktu Menggunakan Metode Cpm Dan Pert Pada Pembangunan Gudang Dexa Medica Palembang," *J. Tek. Sipil Lateral*, Vol. 1, No. 2, Pp. 21–30, 2023, Doi: 10.52333/Lateral.V1i2.314.
- [13] Z. A. Halim, Musdalifah, And S. Fatmawati, "Analisis Dampak Risiko Pada Proyek Pembangunan Gardu Induk Bengo Pt Pln," *J. Tek. Sipil Macca*, Vol. 7, No. 3, Pp. 187–197, 2022, Doi: 10.33096/Jtms.V7i3.583.
- [14] W. Boy, R. Erlindo, And A. Fitrah, "Jurnal Rivet (Riset Dan Inovasi Teknologi) Faktor-Faktor Penyebab Keterlambatan Proyek Konstruksi Gedung Kuliah Pada Masa Pandemi Covid 19," *J. Rivet (Riset Dan Inven. Teknol.*, Vol. 01, No. 01, Pp. 57–64, 2021.
- [15] M. Farhan Fauzi, Y. Prima, A. Rumbayso, And B. M. Siagian, "Analisa Penjadwalan Proyek Menggunakan Cpm Dan Pert Pada Proyek Pembangunan Gedung Koni Jakarta Pusat," *J. Tek. Dan Teknol. Indones.*, Vol. 2, No. 3, Pp. 1–11, 2024.
- [16] T. Iluk, A. Ridwan, And S. Winarto, "Penerapan Metode Cpm Dan Pert Pada Gedung Parkir 3 Lantai Grand Panglima Polim Kediri," *J. Manaj. Teknol. Tek. Sipil*, Vol. 3, No. 2, P. 162, 2020, Doi:

- 10.30737/Jurmateks.V3i2.1054.
- [17] R. Parlika, D. Azizah, S. Latifah, B. Danendra Hadi, U. Pembangunan Nasional, And J. Timur, “Studi Literature Optimasi Waktu Dan Biaya Pada Proyek Perangkat Lunak Time And Cost Optimization Literature Study On Software Projects,” *Res. J. Comput.*, Vol. 4, No. 2, Pp. 101–108, 2021.
- [18] G. M. Christy, V. H. Puspasari, And W. Nuswantoro, “Analisis Pengendalian Biaya Dan Waktu Dengan Metode Nilai Hasil Pada Pembangunan Jalan Simpang Empat Gedung Baru Universitas Palangka Raya,” *Bentang J. Teor. Dan Terap. Bid. Rekayasa Sipil*, Vol. 11, No. 2, Pp. 209–216, 2023, Doi: 10.33558/Bentang.V11i2.6944.
- [19] D. Yulianti, L. Ulfah, Lega Reskita Lubis, And H. Haki, “Jurnal Talenta Sipil,” *J. Talent. Sipil*, Vol. 8, No. 1, Pp. 430–439, 2025, Doi: 10.33087/Talentsipil.V8i2.969.
- [20] T. Tamalika, D. Maryadi, H. Mz, I. S. Fuad, And M. N. Alamsyah, “Analisis Penjadwalan Ulang Proyek Power House Pada Rumah Sakit Dengan Metoda Pert, Cpm Dan Fishbone Diagram (Studi Kasus Pada Kontraktor Di Kota Palembang),” *Pros. Semin. Nas. Mercu Buana Conf. Ind. Eng.*, Vol. 4, Pp. 164–172, 2022.
- [21] L. Lugina, S. Agustian, And C. S. Geraldo, “Penerapan Metode Project Evaluation Adn Review Technique (Pert) Dan Critical Path Method (Cpm) Terhadap Pembangunan Gedung,” *J. Pendidik. Tambusai*, Vol. 6, No. 8, Pp. 880–888, 2022, [Online]. Available: <https://jptam.org/index.php/jptam/article/view/3014>
- [22] I. D. Ramadhani, I. Zulkarnain, A. C. Siregar, And D. S. Pratiwi, “Optimasi Penjadwalan Proyek Menggunakan Metode Cpm (Studi Kasus: Pembangunan Jalan Sungai Manggis, Kecamatan Sambutan, Samarinda),” *J. Civ. Eng. Build. Transp.*, Vol. 7, No. 2, Pp. 1–6, 2023, [Online]. Available: <https://ojs.uma.ac.id/index.php/jcebt/article/view/10311%0ahttps://ojs.uma.ac.id/index.php/jcebt/article/download/10311/5172>
- [23] Fahrian, B. Haryanto, And M. Jamal, “Perbandingan Penjadwalan Proyek Dengan Metode Pdm (Precedence Diagram Method) & Cpm (Critical Path Method) (Studi Kasus: Lanjutan Pembangunan Proyek Gedung Sd Islamic Center Samarinda),” *J. Teknol. Sipil*, Vol. 5, No. 2, Pp. 17–25, 2021.
- [24] L. Anenda, “Analisis Network Planning Pada Proyek Konstruksi Jalan Oleh Cv. X Menggunakan Metode Program Evaluation Review Technique (Pert)-Critical Path Method (Cpm),” 2020, [Online]. Available: <http://digilib.uinsby.ac.id/42087/>
- [25] P. Yulianty, R. Anggraini, And T. Wastiono, “Penjadwalan Proyek Mesin Auto Assembly Membrane Regulator Valve Di Pt. Omg Metode Critical Path Method (Cpm),” *Ind. Inov. J. Tek. Ind.*, Vol. 10, No. 1, Pp. 21–31, 2020, Doi: 10.36040/Industri.V10i1.2531.