



Optimalisasi Penjadwalan Perbaikan Kapal X di PT XYZ Menggunakan *Critical Path Method*

Revian Devo Aryton Putra^{1*}, Yekti Condro Winursito²

¹⁻²Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur, Indonesia

*Penulis Korespondensi: 22032010183@student.upnjatim.ac.id

Abstract. Punctuality is a crucial factor in ship repair projects because it directly affects operational efficiency, project costs, and the utilization rate of shipyard facilities. Delays in work completion can lead to increased costs, disruption of ship operational schedules, and decreased shipyard productivity. Therefore, this study aims to analyze and optimize the repair scheduling of Ship X at PT XYZ using the Critical Path Method (CPM). The research data were obtained from the actual project schedule compiled using Microsoft Project software, including the duration of each activity and the dependency relationships between tasks. The analysis results show that the project has one main critical path with a total duration of 74 hours. Most activities are on the critical path with a float value of 0 hours, while the Non-Destructive Test Penetrant Testing activity has a time slack of 1 hour. The application of the CPM method has proven effective in identifying critical activities, improving schedule control, and supporting managerial decision-making in optimizing ship repair projects.

Keywords: CPM; Critical Path Method; Project Scheduling; Ship Repair; Shipyard Industry.

Abstrak. Ketepatan waktu merupakan faktor krusial dalam proyek perbaikan kapal karena berpengaruh langsung terhadap efisiensi operasional, biaya proyek, serta tingkat pemanfaatan fasilitas galangan kapal. Keterlambatan penyelesaian pekerjaan dapat menyebabkan peningkatan biaya, terganggunya jadwal operasional kapal, dan menurunnya produktivitas galangan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan mengoptimalkan penjadwalan perbaikan Kapal X di PT XYZ dengan menggunakan metode *Critical Path Method* (CPM). Data penelitian diperoleh dari jadwal proyek aktual yang disusun menggunakan perangkat lunak Microsoft Project, meliputi durasi setiap aktivitas serta hubungan ketergantungan antar pekerjaan. Hasil analisis menunjukkan bahwa proyek memiliki satu jalur kritis utama dengan total durasi 74 jam. Sebagian besar aktivitas berada pada jalur kritis dengan nilai *float* sebesar 0 jam, sementara aktivitas *Non-Destructive Test-Penetrant Testing* memiliki kelonggaran waktu sebesar 1 jam. Penerapan metode CPM terbukti efektif dalam mengidentifikasi aktivitas kritis, meningkatkan pengendalian jadwal, serta mendukung pengambilan keputusan manajerial dalam optimalisasi proyek perbaikan kapal.

Kata kunci: CPM; Critical Path Method; Industri Galangan; Penjadwalan Proyek; Perbaikan Kapal.

1. LATAR BELAKANG

Indonesia sebagai negara kepulauan memiliki ketergantungan yang tinggi terhadap sektor maritim dalam menunjang aktivitas transportasi, perdagangan, dan pertahanan nasional. Keandalan armada laut sangat ditentukan oleh efektivitas kegiatan perawatan dan perbaikan kapal, sehingga industri galangan kapal memegang peranan strategis dalam menjaga kesinambungan operasional transportasi laut nasional (Kerzner, 2025). Keterlambatan dalam proses perbaikan kapal tidak hanya berdampak pada meningkatnya biaya operasional, tetapi juga berpotensi menurunkan tingkat utilisasi fasilitas galangan serta mengganggu jadwal operasional kapal.

Proyek perbaikan kapal memiliki karakteristik khusus berupa keterbatasan waktu sandar (*docking time*), kompleksitas aktivitas teknis, serta hubungan ketergantungan yang tinggi antar pekerjaan. Setiap aktivitas perbaikan umumnya harus dilaksanakan secara berurutan dan terkoordinasi, sehingga keterlambatan pada satu pekerjaan dapat berdampak langsung terhadap keseluruhan durasi proyek (Moder, 1983). Oleh karena itu, perencanaan dan pengendalian jadwal yang akurat menjadi faktor kunci dalam keberhasilan proyek perbaikan kapal.

Critical Path Method (CPM) merupakan salah satu metode penjadwalan proyek yang banyak digunakan untuk mengidentifikasi rangkaian aktivitas kritis yang menentukan durasi minimum penyelesaian proyek. Metode ini memungkinkan manajer proyek untuk memfokuskan pengendalian pada aktivitas-aktivitas yang tidak memiliki kelonggaran waktu (*float*), sehingga risiko keterlambatan proyek dapat diminimalkan (Shtub, 2013). CPM telah diterapkan secara luas dalam berbagai jenis proyek konstruksi dan manufaktur, termasuk proyek perawatan dan perbaikan fasilitas industri.

Beberapa penelitian terdahulu menunjukkan bahwa penerapan CPM efektif dalam meningkatkan kinerja waktu proyek. Badriyah et al. (2025) menyatakan bahwa penggunaan CPM pada proyek pembangunan infrastruktur mampu mengidentifikasi jalur kritis secara akurat dan membantu pengambilan keputusan dalam pengendalian jadwal proyek. Penelitian lain oleh Heizer et al. (2020) menegaskan bahwa integrasi metode penjadwalan proyek dengan perangkat lunak manajemen proyek dapat meningkatkan akurasi perencanaan serta efisiensi alokasi sumber daya. Namun demikian, sebagian besar penelitian tersebut masih berfokus pada proyek konstruksi bangunan dan infrastruktur umum, sementara kajian yang secara spesifik membahas penerapan CPM pada proyek perbaikan kapal dengan keterbatasan waktu sandar masih relatif terbatas.

Berdasarkan tinjauan tersebut, terdapat research gap berupa minimnya studi empiris yang mengkaji penerapan metode CPM pada proyek perbaikan kapal di lingkungan galangan, khususnya yang menggunakan data jadwal aktual berbasis perangkat lunak manajemen proyek. Selain itu, belum banyak penelitian yang menguraikan secara rinci identifikasi aktivitas kritis dan tingkat fleksibilitas waktu pada proyek perbaikan kapal berskala operasional di Indonesia. Kesenjangan ini menunjukkan perlunya penelitian yang lebih spesifik untuk memberikan gambaran nyata mengenai efektivitas CPM dalam konteks industri galangan kapal.

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan mengoptimalkan penjadwalan proyek perbaikan Kapal X di PT XYZ menggunakan metode *Critical Path Method* (CPM). Secara khusus, penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi jalur kritis proyek, menentukan durasi minimum penyelesaian proyek, serta mengevaluasi tingkat

kelonggaran waktu (*float*) setiap aktivitas. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan kontribusi praktis bagi manajemen galangan kapal dalam meningkatkan efektivitas pengendalian jadwal serta menjadi referensi akademik bagi pengembangan kajian manajemen proyek di sektor maritim.

2. KAJIAN TEORITIS

Manajemen proyek merupakan proses perencanaan, pengorganisasian, pelaksanaan, dan pengendalian sumber daya untuk mencapai tujuan proyek sesuai dengan batasan waktu, biaya, dan mutu yang telah ditetapkan. Salah satu aspek penting dalam manajemen proyek adalah penjadwalan, yang berfungsi untuk mengatur urutan aktivitas, durasi pekerjaan, serta hubungan ketergantungan antar aktivitas agar proyek dapat diselesaikan secara efektif dan efisien. Metode penjadwalan yang banyak digunakan dalam proyek konstruksi adalah Critical Path Method (CPM) karena mampu menggambarkan hubungan logis antar aktivitas melalui *network diagram* serta mengidentifikasi aktivitas yang berpengaruh langsung terhadap durasi proyek (Sinurat & Misdalena, 2024).

Critical Path Method (CPM) merupakan metode penjadwalan berbasis jaringan kerja yang digunakan untuk menentukan jalur kritis proyek, yaitu rangkaian aktivitas dengan durasi terpanjang yang menentukan waktu penyelesaian proyek secara keseluruhan. Aktivitas yang berada pada jalur kritis tidak memiliki toleransi keterlambatan, sehingga keterlambatan pada salah satu aktivitas akan menyebabkan keterlambatan proyek secara keseluruhan. Penyusunan *network diagram* dalam CPM digunakan untuk memvisualisasikan hubungan ketergantungan antar aktivitas dan menjadi dasar dalam analisis penjadwalan proyek (Runtuwarow et al., 2025).

Dalam penerapan metode Critical Path Method (CPM), analisis waktu dilakukan melalui dua tahapan utama, yaitu *forward pass* dan *backward pass*. Proses *forward pass* digunakan untuk menentukan waktu paling awal suatu aktivitas dapat dimulai dan diselesaikan, sedangkan *backward pass* digunakan untuk menentukan waktu paling akhir aktivitas dapat diselesaikan tanpa menyebabkan keterlambatan proyek. Selisih antara waktu paling awal dan waktu paling akhir tersebut disebut sebagai *float time*, yang digunakan untuk mengidentifikasi aktivitas kritis dan non-kritis dalam proyek (Runtuwarow et al., 2025).

3. METODE PENELITIAN

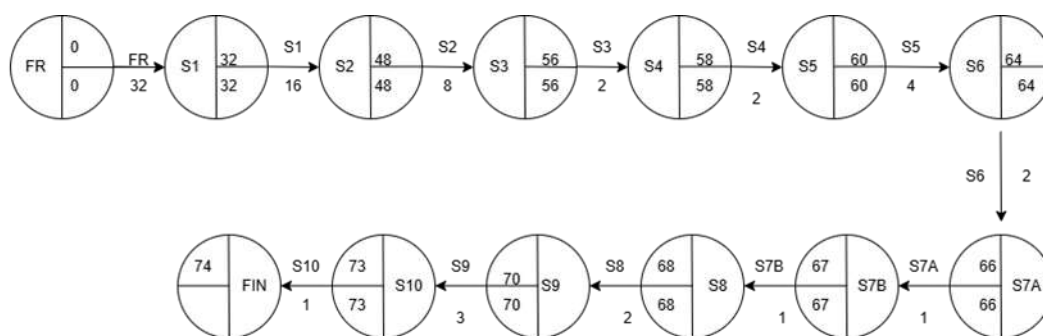
Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode studi kasus pada proyek perbaikan Kapal X di PT XYZ, dengan tujuan menganalisis penjadwalan proyek berdasarkan data durasi dan hubungan ketergantungan antar aktivitas (Heizer et al., 2020).

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder yang diperoleh dari dokumentasi proyek berupa daftar aktivitas, durasi pekerjaan, serta hubungan ketergantungan antar aktivitas yang disusun menggunakan perangkat lunak Microsoft Project (Suramli et al., 2025).

Analisis penjadwalan dilakukan menggunakan metode *Critical Path Method* (CPM) melalui penyusunan network diagram, perhitungan waktu mulai paling awal, waktu selesai paling lambat, serta nilai *float* untuk menentukan jalur kritis proyek (Shtub, 2013).

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penyusunan Network Diagram Proyek



Gambar 1. Diagram Network.

Tabel 1. Data Time Schedule.

No	Kode	Uraian Aktivitas	Durasi (jam)	Mendahului
1	FR	Floating Repair	32	-
2	S1	Bongkar Pasang Scaffolding	16	FR
3	S2	Pembongkaran Kabel	8	S1
4	S3	Pemotongan I-Beam Lama	2	S2
5	S4	Fit-up H-Beam Baru	2	S3
6	S5	Fabrikasi H-Beam Baru	4	S4
7	S6	Pemeriksaan Pengelasan	2	S5
8	S7	NDT (UT & PT)	2	S6
9	S8	Pengecatan	2	S7
10	S9	Instalasi Stiffener	3	S8
11	S10	Pemeriksaan Kelurusan Struktur	1	S9
12	FIN	Kapal Keluar Sandar	0	S10

Berdasarkan data aktivitas perbaikan Kapal X yang diperoleh dari jadwal proyek aktual di PT XYZ, disusun network diagram untuk menggambarkan hubungan ketergantungan antar pekerjaan. Penyusunan diagram jaringan menunjukkan bahwa sebagian besar aktivitas perbaikan kapal harus dilakukan secara berurutan, khususnya pada pekerjaan struktural dan

inspeksi, sehingga keterlambatan satu aktivitas dapat secara langsung mempengaruhi keseluruhan durasi proyek Fakhrija et al. (2020).

Perhitungan *Earliest Event Time* (EET) dan *Latest Event Time* (LET)

Perhitungan *Earliest Event Time* (EET) dan *Latest Event Time* (LET) dilakukan untuk mengetahui waktu paling awal dan paling lambat suatu aktivitas dapat dimulai dan diselesaikan tanpa mempengaruhi durasi total proyek perbaikan Kapal X di PT XYZ. Perhitungan EET dilakukan melalui proses forward pass, sedangkan perhitungan LET dilakukan melalui proses backward pass berdasarkan network diagram yang telah disusun (Suci, 2024).

Tabel 2. Perhitungan EET dan LET.

Kode	Aktivitas	Durasi (jam)	EET (Ei)	LET (Li)
FR	<i>Floating Repair</i>	32	0	0
S1	Scaffolding	16	32	32
S2	Pembongkaran Kabel	8	48	48
S3	Pemotongan I-Beam	2	56	56
S4	Fit-up H-Beam	2	58	58
S5	Fabrikasi H-Beam	4	60	60
S6	Pemeriksaan Las	2	64	64
S7A	NDT – UT	2	66	66
S7B	NDT – PT	1	66	67
S8	Pengecatan	2	68	68
S9	Instalasi Stiffener	3	70	70
S10	Pemeriksaan Struktur	1	73	73
FIN	Kapal Keluar Sandar	0	74	74

Hasil perhitungan *forward pass* menunjukkan bahwa waktu mulai paling awal setiap aktivitas ditentukan oleh waktu selesai aktivitas sebelumnya yang berada pada jalur dengan durasi terpanjang. Aktivitas pada jalur kritis memiliki nilai EET yang berurutan tanpa adanya jeda waktu, sehingga membentuk durasi minimum penyelesaian proyek perbaikan kapal sebesar 74 jam (Shtub, 2013).

Perhitungan *backward pass* menghasilkan nilai *Latest Event Time* (LET) untuk setiap aktivitas, yaitu waktu paling lambat aktivitas dapat diselesaikan tanpa menyebabkan keterlambatan proyek. Aktivitas yang berada pada jalur kritis memiliki nilai LET yang sama dengan nilai *Earliest Event Time* (EET), sedangkan aktivitas non-kritis memiliki nilai LET yang lebih besar dari EET, yang menunjukkan adanya toleransi waktu (*float*) dalam pelaksanaan aktivitas tersebut (Kurniawan & Putra, 2020).

Perhitungan *Float Time*

Perhitungan *float time* dilakukan untuk mengetahui tingkat kelonggaran waktu yang dimiliki setiap aktivitas dalam proyek perbaikan Kapal X. *Float time* dihitung sebagai selisih antara nilai LET dan EET atau selisih antara waktu mulai paling lambat dan waktu mulai paling awal suatu aktivitas, sehingga menunjukkan fleksibilitas penjadwalan tanpa mempengaruhi durasi total proyek (Kerzner, 2025).

Hasil perhitungan float time menunjukkan bahwa hampir seluruh aktivitas memiliki nilai float sebesar nol dan dikategorikan sebagai aktivitas kritis. Kondisi ini mengindikasikan bahwa keterlambatan pada aktivitas-aktivitas tersebut akan secara langsung menyebabkan keterlambatan penyelesaian proyek perbaikan kapal (Badriyah et al., 2025).

Tabel 3. Perhitungan *Float Time*.

Kode	Aktivitas	Durasi (jam)	EET (Ei)	LET (Li)
FR	Floating Repair	32	0	0
S1	Scaffolding	16	32	32
S2	Pembongkaran Kabel	8	48	48
S3	Pemotongan I-Beam	2	56	56
S4	Fit-up H-Beam	2	58	58
S5	Fabrikasi H-Beam	4	60	60
S6	Pemeriksaan Las	2	64	64
S7A	NDT – UT	2	66	66
S7B	NDT – PT	1	66	67
S8	Pengecatan	2	68	68
S9	Instalasi Stiffener	3	70	70
S10	Pemeriksaan Struktur	1	73	73
FIN	Kapal Keluar Sandar	0	74	74

Hasil perhitungan *float time* menunjukkan bahwa hampir seluruh aktivitas memiliki nilai float sebesar nol dan dikategorikan sebagai aktivitas kritis. Kondisi ini mengindikasikan bahwa keterlambatan pada aktivitas-aktivitas tersebut akan secara langsung menyebabkan keterlambatan penyelesaian proyek perbaikan kapal (Badriyah et al., 2025).

Satu-satunya aktivitas yang memiliki nilai float time positif adalah aktivitas *Non-Destructive Test–Penetrant Testing* dengan nilai float sebesar satu jam. Aktivitas ini dikategorikan sebagai aktivitas non-kritis sehingga memiliki fleksibilitas waktu terbatas yang dapat dimanfaatkan untuk penyesuaian jadwal atau pengalokasian sumber daya tanpa mempengaruhi durasi total proyek.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis penjadwalan proyek perbaikan Kapal X di PT XYZ menggunakan metode *Critical Path Method* (CPM), dapat disimpulkan bahwa proyek memiliki satu jalur kritis utama dengan durasi total penyelesaian sebesar 74 jam. Jalur kritis tersebut tersusun atas aktivitas persiapan perbaikan, pembongkaran struktur, proses fabrikasi, pemeriksaan, pengecatan, serta pemeriksaan akhir, yang seluruhnya memiliki nilai float time sebesar nol sehingga secara langsung menentukan durasi penyelesaian proyek.

Hasil perhitungan *Earliest Event Time* (EET) dan *Latest Event Time* (LET) menunjukkan bahwa aktivitas-aktivitas pada jalur kritis tidak memiliki toleransi keterlambatan. Dengan demikian, keterlambatan pada salah satu aktivitas kritis akan berdampak langsung terhadap keterlambatan penyelesaian proyek secara keseluruhan. Sementara itu, aktivitas *Non-*

Destructive Test–Penetrant Testing memiliki nilai float time sebesar satu jam sehingga dikategorikan sebagai aktivitas non-kritis dengan fleksibilitas waktu yang terbatas.

Penerapan metode CPM dalam proyek perbaikan Kapal X terbukti efektif dalam mengidentifikasi aktivitas kritis dan mengevaluasi tingkat fleksibilitas penjadwalan proyek. Informasi mengenai jalur kritis dan aktivitas non-kritis memungkinkan pengendalian jadwal dilakukan secara lebih terarah, sehingga metode CPM dapat dijadikan sebagai pendekatan yang relevan dalam perencanaan dan pengendalian proyek perbaikan kapal di PT XYZ.

DAFTAR REFERENSI

- Agus, M., Priana, E. S., & Dewi, S. (2025). Optimasi penjadwalan proyek menggunakan metode Critical Path Method (CPM). *Rangkiang Jurnal*, 1(2), 228–236.
- Badriyah, P. A., Tjakra, J., & Malingkas, G. Y. (2025). Analisis Manajemen Waktu Dengan Critical Path Method (CPM) Pada Proyek Pembangunan Reservoir SPAM Kota Manado. *TEKNO*, 23(91), 739–751.
- Fakhrija, M. F., Mulyatno, I. P., & Zakki, A. F. (2020). *Studi penjadwalan ulang pekerjaan reparasi pada kapal MT. Asumi XXVI dengan network planning dan Critical Path Method*. *Jurnal Teknik Perkapalan*, 8(3).
- Heizer, J., Render, B., Munson, C. L., & Griffin, P. (2020). *Operations management: Sustainability and supply chain management*.
- Kerzner, H. (2025). *Project management: a systems approach to planning, scheduling, and controlling*. John Wiley & Sons.
- Kurniawan, R., & Putra, A. (2020). Penerapan critical path method dalam pengendalian waktu proyek. *Jurnal Teknik Industri*, 11(3), 145–152.
- Moder, J. J. (1983). CR Phillips and EW Davis. *Project Management with CPM, PERT and Precedence Diagramming*.
- Render, B., Stair, R. M., Hanna, M. E., & Hale, T. S. (2018). *Quantitative analysis for management* (13th ed.). Pearson Education.
- Runtuwarow, A. M., Pratasis, P. A. K., & Tjakra, J. (2025). Analisis penjadwalan waktu pada proyek konstruksi ruang praktik siswa SMKN 4 Manado menggunakan Critical Path Method (CPM). *TEKNO: Jurnal Teknik*, 23(93).
- Shtub, A. (2013). *Project management: Processes, methodologies, and economics*.
- Sinurat, F., & Misdalena, F. (2024). Analisis manajemen proyek dengan metode Critical Path Method (CPM) pada proyek pembangunan Gedung Chandra Tanjung Karang. *Jurnal Konstruksi*, 22(2).
- Stevenson, W. J. (2021). *Operations management* (14th ed.). McGraw-Hill Education.

- Suci Anggraini. (2024). *Implementation of the Critical Path Method in Optimizing the Orthodox Black Tea Processing*. *Zero: Jurnal Sains, Matematika, dan Terapan*, Volume 14, hlm. 85–88.
- Suramli, S., Rachman, K. A., Dewi, N. F., Novianda, D. S., & Surahman, S. (2025). *Critical path analysis scheduling project with critical path method (CPM) using application Microsoft Project on type 78 house construction project*. *Enrichment: Journal of Management*, 15(2), 73–81.
- Wignarajah, S., & Perera, B. (2019). Application of critical path method (CPM) in ship repair project scheduling. *International Journal of Maritime Engineering*, 161(A3), 1–10.