



Efisiensi Waktu dalam Proses Sandblasting, Coating dan Painting Menggunakan Metode Critical Path Method (CPM) pada Lambung Kapal di PT Janata Marina Indah Semarang

Kalvin Bagus Syah Putra

Universitas Maritim Amni Semarang

Email: kalvinbgs@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini mengkaji upaya peningkatan efisiensi waktu dalam proses sandblasting, coating dan painting pada lambung kapal di PT Janata Marina Indah Semarang dengan menggunakan metode Critical Path Method (CPM). Perawatan system lambung kapal adalah elemen krusial untuk mempertahankan kelayakan berlayar, terutama karena lingkungan laut yang bersifat korosif dapat mempercepat proses kerusakan. Studi ini menganalisis usaha untuk meningkatkan efisiensi waktu dalam proses sandblasting, coating dan painting pada lambung kapal melalui penerapan metode Critical Path Method (CPM). Menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif, data diperoleh melalui observasi di lapangan, wawancara dan analisis dokumen guna mengenali aktivitas dan waktu yang saling ketergantungan di antara pekerjaan. Penelitian ini menunjukkan bahwa pelaksanaan CPM berhasil menemukan 22 kegiatan jalur kritis A-B-D-E-F-G-H-I-K-L-M-N-O-P-Q-R-S-T-U-V-W-X dan 2 jalur non kritis C dan J. Analisis awal mengidentifikasi bahwa waktu biasa untuk menyelesaikan pekerjaan dengan luas lambung 4,717 m² adalah 320 jam (40 hari) dengan total biaya Rp. 277.046.000. Dengan mengoptimalkan menggunakan metode Critical Path Method volume luas lambung kapal 4,717 m² mendapatkan percepatan waktu menjadi 298 jam atau setara 37 hari dengan jumlah tenaga kerja 10 Orang dan anggaran biaya sebesar Rp 257,999,088. Metode Critical Path Method lebih fokus pada efisiensi waktu dan biaya, bukan pengurangan jumlah pekerja dan volume luas.

Kata Kunci : Sandblasting, Coating, Painting, Critical Path Method (CPM), Efisiensi Waktu, Manajemen Proyek

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara kepulauan dengan 2/3 wilayahnya terdiri dari lautan, pemerintah sedang berkonsentrasi untuk mengembangkan sektor kemaritiman, seperti meningkatkan transportasi laut dan membangun banyak industri galangan kapal yang penting untuk kemajuan sektor ini. Untuk mempertahankan ketahanan dan status jalan kapal yang layak, kapal harus diperbaiki secara berkala. Industri galangan kapal harus memenuhi beberapa kriteria konsumen yang umum untuk memenuhi permintaan pasar. Ini termasuk harga jual yang kompetitif, ketepatan dan kecepatan reparasi kapal, dan kualitas yang sebanding.

Letak Indonesia yang didominasi pulau, laut di setiap wilayah memiliki kadar garam yang berbeda-beda, yang pada akhirnya membuat lambung kapal layar lebih rentan terhadap korosi atau kerusakan. Sebagai akibat dari variabel lingkungan alami, kapal layar sering kali perlu diperbaiki untuk memperpanjang masa pakainya. Perlindungan yang lebih besar untuk area lambung kapal yang bersentuhan langsung dengan air laut dibandingkan dengan area lainnya. Tergantung pada penggunaannya, lambung kapal harus dicat dengan beberapa lapis cat untuk melindunginya. Selain itu, cat harus dapat menempel dengan kuat pada permukaan lambung kapal, sandblasting harus digunakan untuk membuat profil pada permukaan logam lambung kapal atau bagian lain dari area tersebut. (Wahyu Dwi Kurniawan, dkk, 2018)

Perencanaan yang efektif, diharapkan penyelesaian proyek akan sesuai dengan jadwal yang ditetapkan. Lebih jauh, perencanaan yang tepat memungkinkan pelaksanaan proyek dilakukan dengan biaya yang efisien sekaligus memastikan kualitasnya memenuhi standar yang diharapkan. Pelaksanaan proyek sering kali mengalami pembengkakan biaya, baik dalam pemanfaatan tenaga kerja maupun pengadaan bahan baku, yang sering kali disebabkan oleh rencana proyek yang kurang matang. Manajemen proyek yang kuat menjadi langkah awal yang krusial yang berdampak signifikan terhadap keberhasilan pencapaian target pekerjaan.

Salah satu metode yang diterapkan untuk melakukan analisa manajemen penjadwalan waktu adalah Critical Path Method (CPM). Metode ini dapat menggambarkan suatu jaringan kerja, hubungan urutan pekerjaan proyek yang harus mendahului dan didahului diidentifikasi dalam kaitannya dengan waktu dan dapat menentukan kritisnya suatu kegiatan. CPM adalah metode yang berorientasi pada waktu yang mengarah dalam penentuan jadwal dan estimasi waktunya bersifat deterministic.

METODE

1. Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang diterapkan adalah penelitian deskriptif kuantitatif. Tujuan dari pendekatan ini adalah untuk mendapatkan pemahaman tentang konteks, proses, dan makna dari perhitungan produktivitas Reparasi kapal. Data yang dikumpulkan dan dianalisis kemudian dapat diolah atau dianalisis menggunakan metode matematika atau rumus. Penelitian deskriptif berfokus pada pengamatan sistematis, faktual, dan akurat terhadap kondisi suatu kelompok, objek, situasi, pemikiran, atau peristiwa saat ini, sementara penelitian kuantitatif menghasilkan data numerik. Penelitian deskriptif menggambarkan variabel secara apa adanya, didukung oleh data numerik yang diperoleh langsung dari situasi nyata.

Menurut Balaka (2022), penelitian yang menggunakan metode kuantitatif didefinisikan sebagai penelitian yang memenuhi standar ilmiah seperti konkrit/empiris, obyektif, terukur, rasional, dan sistematis. Metode kuantitatif juga dikenal sebagai metode penemuan karena data penelitian yang berupa angka dan analisis statistik memungkinkan penemuan dan pengembangan teknologi baru.

2. Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan penelitian dilakukan di PT. Janata Marina Indah Semarang, yang berlokasi di area docking kapal Semarang, sesuai dengan surat izin penelitian dari pihak kampus.

3. Sumber Data

Sumber data dalam penelitian ini terdiri dari data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui survei lapangan dengan melakukan observasi terhadap proses dan waktu pelaksanaan coating, serta wawancara dengan foreman mengenai kegiatan tersebut. Sementara itu, data sekunder dikumpulkan dari berbagai sumber tertulis seperti catatan, buku, majalah, jurnal terkait efisiensi waktu reparasi kapal, serta buku panduan kegiatan reparasi kapal yang telah melaksanakan proses coating sebelumnya.

4. Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan melalui dua cara utama. Pertama, pengumpulan data kegiatan coating pada terminal Berlian Surabaya yang diperoleh dari kantor PT. Janata Marina Indah Semarang, mencakup periode November 2023 hingga Februari 2024, dengan informasi seperti nama kapal, spesifikasi bagian yang di-coating, dan jumlah cat yang digunakan. Kedua, pengumpulan data Painting Specification & Cost Estimation yang diperoleh dari hasil penelitian dan data internal perusahaan dengan izin pihak manajemen docking untuk melengkapi kebutuhan penelitian.

5. Teknik Analisis Data

Teknik analisis data digunakan untuk mengolah dan menafsirkan informasi yang diperoleh dari hasil observasi, wawancara, dan dokumen guna menemukan pola, hubungan, serta makna yang relevan dengan tujuan penelitian. Proses ini dilakukan secara sistematis melalui penyusunan, pemilihan, dan pengolahan data agar menghasilkan kesimpulan yang akurat. Keakuratan metode dan alat analisis sangat berpengaruh terhadap kualitas hasil penelitian (Muhamaduddin, 2024).

a. Analisis Perhitungan Produktivitas

Analisis produktivitas coating bertujuan mengukur tingkat efisiensi kerja selama proses pengecatan kapal, dengan mempertimbangkan waktu, tenaga kerja, dan peralatan yang digunakan. Pengukuran dilakukan menggunakan metode Critical Path Method (CPM) yang meliputi: menentukan daftar kegiatan proyek, menetapkan urutan dan ketergantungan antar kegiatan, membuat network diagram berbasis Activity on Arrow, memperkirakan waktu penyelesaian proyek, serta menentukan jalur kritis dengan menghitung nilai float/slack yang bernilai nol. Melalui metode ini, produktivitas proses coating dapat dianalisis secara terstruktur dan efisien.

6. Critical Path Method (CPM)

Metode Jalur Kritis (Critical Path Method/CPM) merupakan teknik penting dalam manajemen proyek yang digunakan untuk merencanakan, menjadwalkan, dan mengelola sumber daya secara efisien. CPM mengidentifikasi jalur kritis—rangkaian aktivitas terpanjang dalam proyek—yang tidak dapat ditunda tanpa mengganggu keseluruhan jadwal penyelesaian. Melalui analisis jaringan kerja berbasis metode Activity on Arrow (AOA), setiap aktivitas digambarkan dengan panah yang menghubungkan dua peristiwa (node). CPM juga menggunakan dummy activity sebagai penghubung fiktif untuk memperjelas ketergantungan antar kegiatan (Ulfa dkk, 2021).

a. Simbol-Simbol dalam Network Planning CPM

Simbol utama dalam CPM meliputi:

- Anak Panah (Arrow) – menggambarkan kegiatan yang membutuhkan waktu dan sumber daya.
- Lingkaran (Node) – menunjukkan peristiwa awal atau akhir dari suatu kegiatan.

- Anak Panah Putus-putus (Dummy) – mewakili kegiatan fiktif tanpa waktu atau biaya, digunakan untuk memperjelas hubungan antar kegiatan (Ulfa dkk, 2021).
- b. Hubungan Antar Simbol dan Kegiatan

Hubungan antar kegiatan menunjukkan urutan ketergantungan, yaitu kegiatan berikutnya (successor) baru dapat dimulai setelah kegiatan sebelumnya (predecessor) selesai. Beberapa kegiatan dapat dimulai bersamaan atau bergantung pada penyelesaian dua atau lebih kegiatan sebelumnya.

- c. Perhitungan dalam Metode CPM

Perhitungan CPM mencakup:

- Perhitungan Maju (Forward Pass) untuk menentukan waktu mulai dan selesai paling awal: $EF = ES + D$
- Perhitungan Mundur (Backward Pass) untuk menghitung waktu mulai dan selesai paling akhir: $LS = LF - D$
- Perhitungan Waktu Mengambang (Float/Slack) untuk menentukan fleksibilitas jadwal: $TF = LF - ES - D = LS - EF - D$
- d. Jalur Kritis

Jalur kritis merupakan rangkaian aktivitas dengan nilai float nol ($LS = ES$ dan $LF = EF$). Jalur ini menentukan waktu minimum penyelesaian proyek. CPM membantu menganalisis, merencanakan, dan menjadwalkan proyek secara efektif agar selesai tepat waktu dan dengan biaya optimal (Ulfa dkk, 2021).

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Deskripsi Lokasi Penelitian

Berikut ini merupakan gambaran umum dari proses sandblasting, coating dan painting pada lambung kapal.

Nama Kapal	: MV Tanto Bagus
LOA	: 126.4 Meter
Pemilik	: PT Tanto Intim Line
Nilai Kontrak	: Rp 27,046,000 / 4,717 m ²
Penanggung Jawab	: PT Janata Marina Indah Semarang
Waktu Pelaksanaan	: 6 Februari 2025

Gambar 4.1 MV Tanto Bagus



Sumber: Vessel Finder dan Marine Traffic

B. Memetakan Kegiatan

Durasi normal proses Sandblasting, Coating dan Painting dapat diketahui dari data yang diperoleh berdasarkan time schedule pada lampiran 1, sedangkan untuk durasi proyek total 320 jam, 1 hari 8 jam kerja melibatkan 10 orang diantaranya 2 Orang Blaster, 2 Orang Painter, 2 operator dan 4 helper (AZ Fikri dkk, 2022). Berdasarkan setiap kegiatan pelaksanaan pada proses Sandblasting Coating dan Painting yang ditabulasikan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1Daftar Kegiatan

No.	Aktivitas Pekerjaan	Volume (m ²)	Biaya (IDR)	Jumlah Pekerja	Area Kerja
1	Mobilisasi alat dan tenaga kerja	-	-	4	Dry Dock
2	Persiapan area kerja	-	-	4	Dry Dock
3	Persiapan alat sandblasting	-	-	3	Gudang alat / area blasting
4	Scraping manual	-	-	6	Permukaan Lambung
5	Water jet cleaning	-	-	4	Permukaan Lambung
6	Pemeriksaan kondisi awal	4,717 m ²	-	3	Seluruh permukaan pekerjaan
7	Sandblasting	4,717 m ²	277,046,000	6	Lambung
8	Pembersihan sisa blasting	4,717 m ²	277,046,000	3	Lambung
9	Pengukuran kebersihan permukaan	4,717 m ²	277,046,000	2	Lambung
10	Rework permukaan (jika hasil buruk)	4,717 m ²	277,046,000	3	Permukaan yang gagal inspeksi
11	Persiapan alat coating	-	-	3	Gudang alat coating
12	Masking area non coating	-	-	4	Permukaan tidak dicat
13	Persiapan permukaan coating	4,717 m ²	-	4	Permukaan setelah blasting
14	Primer coating (AC)	4,717 m ²	277,046,000	5	Lambung
15	Curing primer	-	-	1	Area coating
16	Intermediate coating (AF)	4,717 m ²	277,046,000	5	Lambung
17	Curing intermediate	-	-	1	Area coating
18	Final / top coat (Primer)	4,717 m ²	277,046,000	5	Lambung
19	Curing top coat	-	-	1	Area coating
20	Pembersihan area akhir kerja	-	-	3	Seluruh area kerja proyek
21	Pemeriksaan akhir teknis	-	-	2	Seluruh hasil pekerjaan

22	Touch up area cacat hasil inpeksi	4,717 m ²	277,046,000	3	Area titik cacat pada permukaan
23	Final QA/QC	4,717 m ²	-	2	Seluruh permukaan kerja
24	Demobilisasi alat dan tenaga kerja	-	-	4	Gudang Alat

Sumber: Data Arsip PT Janata Marina Indah Semarang, 2025

C. Network Planning

Suatu proyek terdiri dari beberapa kegiatan dan masing-masing kegiatan pekerjaan diberi kode-kode tertentu untuk mempermudah pembuatan network diagram. Aktivitas Pertama tidak memiliki aktivitas terdahulu ditandai dengan kode (-) yang ditabulasikan pada Tabel 4.2 (Perdana, 2021).

Kegiatan A adalah kegiatan yang mendahului kegiatan B, disebut predecessor dari kegiatan B, sedangkan kegiatan B adalah kegiatan yang mengikuti kegiatan A, disebut successor dari kegiatan A (Ulfa dkk, 2021).

Tabel 4.2 Network Planning

No.	Aktivitas Pekerjaan	Kode	Aktivitas Terdahulu	Durasi Pekerjaan (Jam)
1	Mobilisasi alat dan tenaga kerja	A	-	24
2	Persiapan area kerja	B	A	16
3	Persiapan alat sandblasting	C	A	14
4	Scraping manual	D	B	16
5	Water jet cleaning	E	B	16
6	Pemeriksaan kondisi awal	F	C, D, E	8
7	Sandblasting	G	F	24
8	Pembersihan sisa blasting	H	G	8
9	Pengukuran kebersihan permukaan	I	H	8
10	Rework permukaan (jika hasil buruk)	J	I	8
11	Persiapan alat coating	K	I	14
12	Masking area non coating	L	K	8
13	Persiapan permukaan coating	M	J, L	8
14	Primer coating (AC)	N	M	24
15	Curing primer	O	N	8
16	Intermediate coating (AF)	P	O	24

17	Curing intermediate	Q	P	8
18	Final / top coat (Primer)	R	Q	24
19	Curing top coat	S	R	8
20	Pembersihan area akhir kerja	T	S	8
21	Pemeriksaan akhir teknis	U	T	8
22	Touch up area cacat hasil inpeksi	V	T, U	8
23	Final QA/QC	W	V	4
24	Demobilisasi alat dan tenaga kerja	X	W	24

D. Analisa Metode Critical Path Method (CPM)

Untuk mengoptimalkan pekerjaan Sandblasting, Coating Dan Painting, maka dapat dilakukan dengan penentuan kegiatan kritis yang akan di optimalkan dengan metode CPM (Critical Path Method) yang dilakukan dengan cara yaitu :

1. Menghitung kedepan (forward pass)
2. Perhitungan kebelakang (backward pass)
3. Waktu total.

1. Analisa Hitungan Kedepan (Forward Pass)

Analisa hitungan kedepan dilakukan untuk mendapatkan waktu akhir dari rangkaian kegiatan selesai. Analisa hitungan kedepan dilakukan dari awal dengan mengambil angka 0 dan selanjutnya diurut sampai akhir. Jika ada atau lebih waktu kejadian maka yang diambil adalah nilai terbesar (Perdana, 2021).

Rumus perhitungan maju (forward pass):

$$ES + D = EF$$

Keterangan:

ES : waktu mulai paling awal suatu event

EF : waktu selesai paling awal suatu event

D : waktu yang diperlukan untuk melaksanakan kegiatan.

Perhitungan Forward Pass dari aktivitas proses sandblasting coating dan painting diantaranya sebagai berikut:

1. Mobilisasi alat dan tenaga kerja
Forward Pass = $ES + D = 0 + 24 = 24$
2. Persiapan area kerja
Forward Pass = $ES + D = 24 + 16 = 40$
3. Persiapan alat sandblasting
Forward Pass = $ES + D = 24 + 14 = 38$
4. Scraping manual
Forward Pass = $ES + D = 40 + 16 = 56$
5. Water jet cleaning
Forward Pass = $ES + D = 40 + 16 = 56$
6. Pemeriksaan kondisi awal
Forward Pass = $ES + D = 56 + 8 = 64$
7. Sandblasting
Forward Pass = $ES + D = 64 + 24 = 88$
8. Pembersihan sisa blasting
Forward Pass = $ES + D = 88 + 8 = 96$
9. Pengukuran kebersihan permukaan
Forward Pass = $ES + D = 96 + 8 = 104$
10. Rework permukaan (jika hasil buruk)
Forward Pass = $ES + D = 104 + 8 = 112$
11. Persiapan alat coating
Forward Pass = $ES + D = 104 + 14 = 118$

12. Masking area non coating
Forward Pass = ES + D = 118 + 8 = 126
13. Persiapan permukaan coating
Forward Pass = ES + D = 126 + 8 = 134
14. Primer coating
Forward Pass = ES + D = 134 + 24 = 158
15. Curing primer
Forward Pass = ES + D = 158 + 8 = 166
16. Intermediate coating
Forward Pass = ES + D = 166 + 24 = 190
17. Curing intermediate
Forward Pass = ES + D = 190 + 8 = 198
18. Final / top coat
Forward Pass = ES + D = 198 + 24 = 222
19. Curing top coat
Forward Pass = ES + D = 222 + 8 = 230
20. Pembersihan area akhir kerja
Forward Pass = ES + D = 230 + 8 = 238
21. Pemeriksaan akhir teknis
Forward Pass = ES + D = 238 + 8 = 246
22. Touch up area cacat hasil inpeksi
Forward Pass = ES + D = 246 + 8 = 254
23. Final QA/QC
Forward Pass = ES + D = 254 + 4 = 258
24. Demobilisasi alat dan tenaga kerja
Forward Pass = ES + D = 258 + 24 = 282

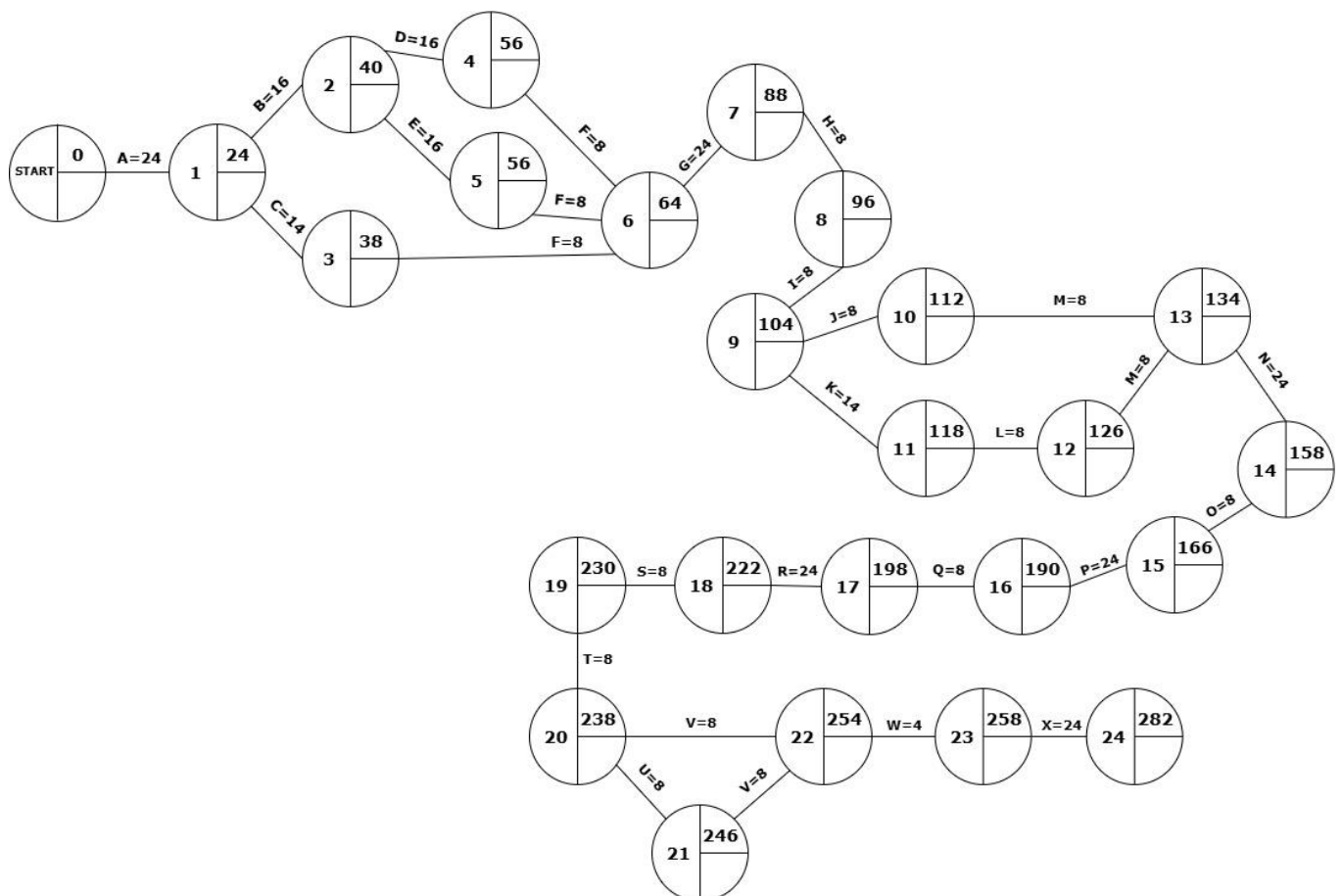
Hasil Analisa hitungan kedepan (forward pass) dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Hasil Analisa Hitungan Kedepan (Forward Pass)

No	Aktivitas Pekerjaan	Kode	Durasi Pekerjaan (Jam)	Paling Awal	
				Mulai (ES) (Jam)	Selesai (EF) (Jam)
1	Mobilisasi alat dan tenaga kerja	A	24	0	24
2	Persiapan area kerja	B	16	24	40
3	Persiapan alat sandblasting	C	14	24	38
4	Scraping manual	D	16	40	56
5	Water jet cleaning	E	16	40	56
6	Pemeriksaan kondisi awal	F	8	56	64
7	Sandblasting	G	24	64	88
8	Pembersihan sisa blasting	H	8	88	96
9	Pengukuran kebersihan permukaan	I	8	96	104
10	Rework permukaan (jika hasil buruk)	J	8	104	112
11	Persiapan alat coating	K	14	104	118
12	Masking area non coating	L	8	118	126
13	Persiapan permukaan coating	M	8	126	134
14	Primer coating (AC)	N	24	134	158
15	Curing primer	O	8	158	166

16	Intermediate coating (AF)	P	24	166	190
17	Curing intermediate	Q	8	190	198
18	Final / top coat (Primer)	R	24	198	222
19	Curing top coat	S	8	222	230
20	Pembersihan area akhir kerja	T	8	230	238
21	Pemeriksaan akhir teknis	U	8	238	246
22	Touch up area cacat hasil inpeksi	V	8	246	254
23	Final QA/QC	W	4	254	258
24	Demobilisasi alat dan tenaga kerja	X	24	258	282

Hasil analisa hitungan kedepan (Forward Pass) pada Tabel 4.3 di atas diperoleh waktu penyelesaian proses sandblasting coating dan painting adalah 282 jam. Adapun bentuk Network Diagram analisa hitungan k edepan (forward pass) dapat dilihat pada Gambar 4.2.



2. Analisa Hitungan Kebelakang (Backward Pass)

Analisa hitungan kebelakang dilakukan untuk mendapatkan waktu awal dari rangkaian kegiatan dimulai. Analisa hitungan kebelakang dilakukan dari akhir dengan mengambil harga selesai dan selanjutnya diurut sampai awal. Jika ada dua atau lebih waktu kejadian maka diambil adalah nilai terkecil (Perdana, 2021). Waktu mulai paling akhir suatu kegiatan sama dengan waktu selesai paling akhir dikurangi kurun waktu berlangsungnya kegiatan yang bersangkutan.

Rumus perhitungan mundur:

$$LF - D = LS$$

..

Keterangan :

LS : waktu paling awal suatu event boleh selesai

LF : waktu paling akhir suatu event boleh selesai

D : waktu yang diperlukan untuk melaksanakan kegiatan.

Perhitungan Backward Pass dari aktivitas proses sandblasting coating dan painting diantaranya sebagai berikut:

1. Mobilisasi alat dan tenaga kerja
Backward Pass = $LF - D = 24 - 24 = 0$
2. Persiapan area kerja
Backward Pass = $LF - D = 40 - 16 = 24$
3. Persiapan alat sandblasting
Backward Pass = $LF - D = 56 - 14 = 42$
4. Scraping manual
Backward Pass = $LF - D = 56 - 16 = 40$
5. Water jet cleaning
Backward Pass = $LF - D = 56 - 16 = 40$
6. Pemeriksaan kondisi awal
Backward Pass = $LF - D = 64 - 8 = 56$
7. Sandblasting
Backward Pass = $LF - D = 88 - 24 = 64$
8. Pembersihan sisa blasting
Backward Pass = $LF - D = 96 - 8 = 88$
9. Pengukuran kebersihan permukaan
Backward Pass = $LF - D = 104 - 8 = 96$
10. Rework permukaan (jika hasil buruk)
Backward Pass = $LF - D = 126 - 8 = 118$
11. Persiapan alat coating
Backward Pass = $LF - D = 118 - 14 = 104$
12. Masking area non coating
Backward Pass = $LF - D = 126 - 8 = 118$
13. Persiapan permukaan coating
Backward Pass = $LF - D = 135 - 8 = 126$
14. Primer coating
Backward Pass = $LF - D = 158 - 24 = 134$
15. Curing primer
Backward Pass = $LF - D = 166 - 8 = 158$
16. Intermediate coating
Backward Pass = $LF - D = 190 - 24 = 166$
17. Curing intermediate
Backward Pass = $LF - D = 198 - 8 = 190$
18. Final / top coat
Backward Pass = $LF - D = 222 - 24 = 198$
19. Curing top coat
Backward Pass = $LF - D = 230 - 8 = 222$
20. Pembersihan area akhir kerja
Backward Pass = $LF - D = 238 - 8 = 230$
21. Pemeriksaan akhir teknis
Backward Pass = $LF - D = 246 - 8 = 238$
22. Touch up area cacat hasil inspeksi
Backward Pass = $LF - D = 254 - 8 = 246$
23. Final QA/QC
Backward Pass = $LF - D = 258 - 4 = 254$
24. Demobilisasi alat dan tenaga kerja
Backward Pass = $LF - D = 282 - 24 = 258$

Hasil analisa hitungan kebelakang (backward pass) dapat dilihat pada Tabel 4.4.

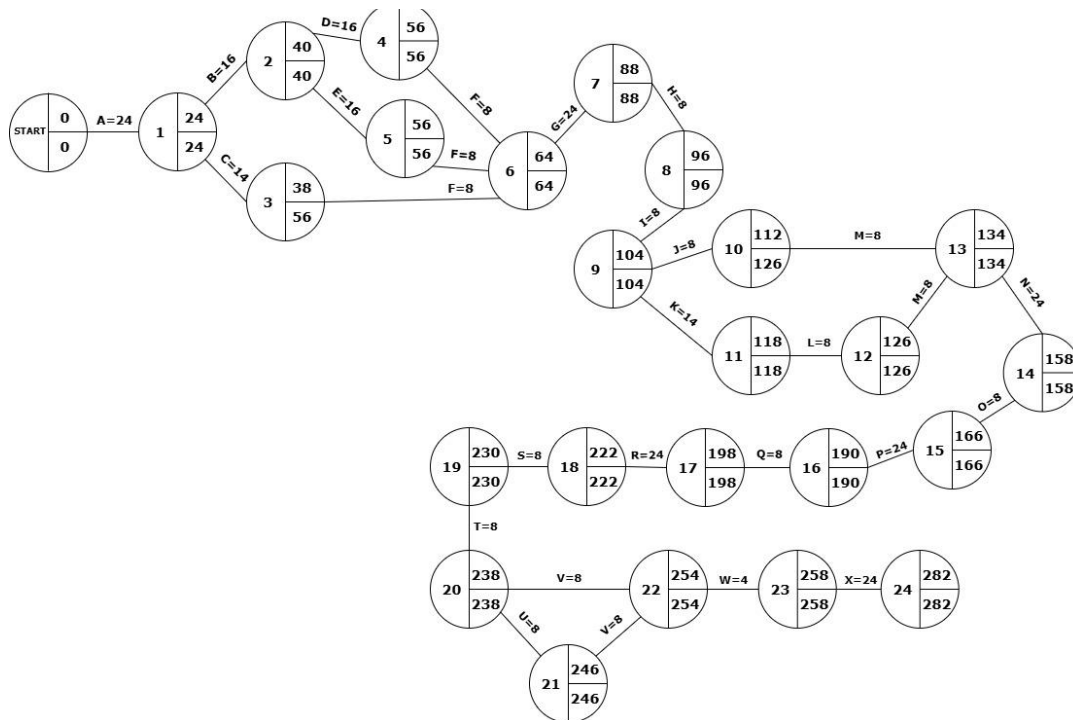
Tabel 4.4 Hasil Analisa Hitungan Kebelakang (Backward Pass)

No	Aktivitas Pekerjaan	Kode	Durasi Pekerjaan (Jam)	Paling Awal		Paling Akhir	
				(ES) Jam	(EF) Jam	(LS) Jam	(LF) Jam
1	Mobilisasi alat dan tenaga kerja	A	24	0	24	0	24
2	Persiapan area kerja	B	16	24	40	24	40
3	Persiapan alat sandblasting	C	14	24	38	42	56
4	Scraping manual	D	16	40	56	40	56
5	Water jet cleaning	E	16	40	56	40	56
6	Pemeriksaan kondisi awal	F	8	56	64	56	64
7	Sandblasting	G	24	64	88	64	88
8	Pembersihan sisa blasting	H	8	88	96	88	96
9	Pengukuran kebersihan permukaan	I	8	96	104	96	104
10	Rework permukaan (jika hasil buruk)	J	8	104	112	118	126
11	Persiapan alat coating	K	14	104	118	104	118
12	Masking area non coating	L	8	118	126	118	126
13	Persiapan permukaan coating	M	8	126	134	126	135
14	Primer coating (AC)	N	24	134	158	134	158
15	Curing primer	O	8	158	166	158	166
16	Intermediate coating (AF)	P	24	166	190	166	190
17	Curing intermediate	Q	8	190	198	190	198
18	Final / top coat (Primer)	R	24	198	222	198	222
19	Curing top coat	S	8	222	230	222	230
20	Pembersihan area akhir kerja	T	8	230	238	230	238
21	Pemeriksaan akhir teknis	U	8	238	246	238	246
22	Touch up area cacat hasil inpeksi	V	8	246	254	246	254
23	Final QA/QC	W	4	254	258	254	258
24	Demobilisasi alat dan tenaga kerja	X	24	258	282	258	282

Hasil analisa hitungan kebelakang (Backward Pass) pada Tabel 4.4 diperoleh waktu penyelesaian proses sandblasting coating dan painting adalah 258 jam. Adapun bentuk Network Diagram analisa hitungan kedepan (backward pass) dapat dilihat pada Gambar 4.3.

Gambar 4.3

Perhitungan Backward Pass



3. Analisa Hitungan Total Waktu

Total Float adalah jumlah waktu yang diperkenankan sesuatu kegiatan boleh ditunda, tanpa mempengaruhi jadwal penyelesaian proyek secara keseluruhan (Perdana, 2021).

Rumus perhitungan total float:

$$LF - ES - D = TF$$

Keterangan:

ES : waktu mulai paling awal suatu event

LF : waktu paling akhir suatu event boleh selesai

D : waktu yang diperlukan untuk melaksanakan kegiatan.

TF : waktu kegiatan boleh di tunda

Perhitungan Backward Pass dari aktivitas proses sandblasting coating dan painting diantaranya sebagai berikut:

1. Mobilisasi alat dan tenaga kerja
Total Float = $LF - ES - D = 24 - 0 - 24 = 0$
2. Persiapan area kerja
Total Float = $LF - ES - D = 40 - 24 - 16 = 0$
3. Persiapan alat sandblasting
Total Float = $LF - ES - D = 56 - 24 - 14 = 18$
4. Scraping manual
Total Float = $LF - ES - D = 56 - 40 - 16 = 0$
5. Water jet cleaning
Total Float = $LF - ES - D = 56 - 40 - 16 = 0$
6. Pemeriksaan kondisi awal
Total Float = $LF - ES - D = 64 - 56 - 8 = 0$
7. Sandblasting
Total Float = $LF - ES - D = 88 - 64 - 24 = 0$
8. Pembersihan sisa blasting
Total Float = $LF - ES - D = 96 - 88 - 8 = 0$
9. Pengukuran kebersihan permukaan
Total Float = $LF - ES - D = 104 - 96 - 8 = 0$
10. Rework permukaan (jika hasil buruk)
Total Float = $LF - ES - D = 126 - 104 - 8 = 14$

11. Persiapan alat coating
Total Float = $LF - ES - D = 118 - 104 - 14 = 0$
12. Masking area non coating
Total Float = $LF - ES - D = 126 - 118 - 8 = 0$
13. Persiapan permukaan coating
Total Float = $LF - ES - D = 135 - 126 - 8 = 0$
14. Primer coating
Total Flat = $LF - ES - D = 158 - 134 - 24 = 0$
15. Curing primer
Total Float = $LF - ES - D = 166 - 158 - 8 = 0$
16. Intermediate coating
Total Float = $LF - ES - D = 190 - 166 - 24 = 0$
17. Curing intermediate
Total Float = $LF - ES - D = 198 - 190 - 8 = 0$
18. Final / top coat
Total Float = $LF - ES - D = 222 - 198 - 24 = 0$
19. Curing top coat
Total Float = $LF - ES - D = 230 - 222 - 8 = 0$
20. Pembersihan area akhir kerja
Total Float = $LF - ES - D = 238 - 230 - 8 = 0$
21. Pemeriksaan akhir teknis
Total Float = $LF - ES - D = 246 - 238 - 8 = 0$
22. Touch up area cacat hasil inpeksi
Total Float = $LF - ES - D = 254 - 246 - 8 = 0$
23. Final QA/QC
Total Float = $LF - ES - D = 258 - 254 - 4 = 0$
24. Demobilisasi alat dan tenaga kerja
Total Float = $LF - ES - D = 282 - 258 - 24 = 0$

Hasil analisa hitungan total float dapat dilihat pada Tabel 4.5.

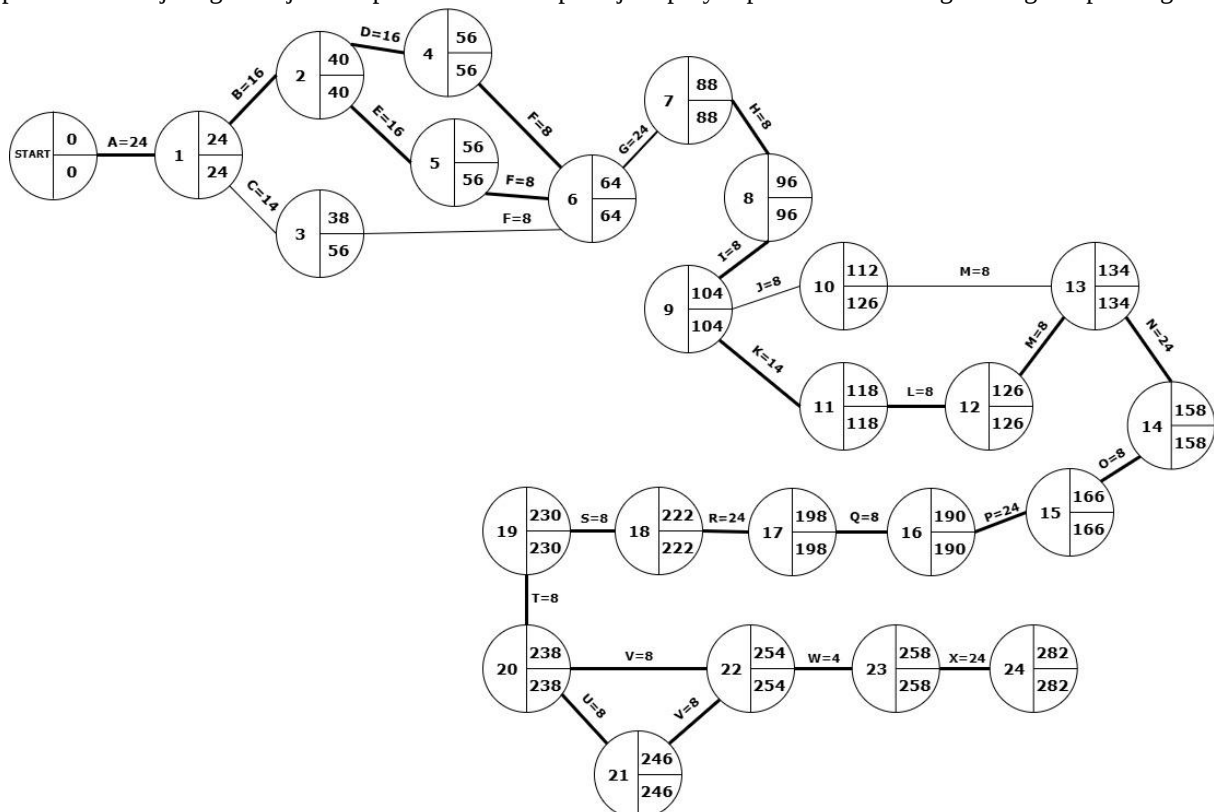
Tabel 4.5
Hasil Analisa Hitungan Total Float

No	Aktivitas Pekerjaan	Kode	Durasi Pekerjaan (Jam)	Paling Awal		Paling Akhir		Total Float (TF)
				(ES) Jam	(EF) Jam	(LS) Jam	(LF) Jam	
1	Mobilisasi alat dan tenaga kerja	A	24	0	24	0	24	0
2	Persiapan area kerja	B	16	24	40	24	40	0
3	Persiapan alat sandblasting	C	14	24	38	42	56	18
4	Scraping manual	D	16	40	56	40	56	0
5	Water jet cleaning	E	16	40	56	40	56	0
6	Pemeriksaan kondisi awal	F	8	56	64	56	64	0
7	Sandblasting	G	24	64	88	64	88	0
8	Pembersihan sisa blasting	H	8	88	96	88	96	0
9	Pengukuran kebersihan permukaan	I	8	96	104	96	104	0
10	Rework permukaan (jika hasil buruk)	J	8	104	112	118	126	14
11	Persiapan alat coating	K	14	104	118	104	118	0

12	Masking area non coating	L	8	118	126	118	126	0
13	Persiapan permukaan coating	M	8	126	134	126	135	0
14	Primer coating (AC)	N	24	134	158	134	158	0
15	Curing primer	O	8	158	166	158	166	0
16	Intermediate coating (AF)	P	24	166	190	166	190	0
17	Curing intermediate	Q	8	190	198	190	198	0
18	Final / top coat (Primer)	R	24	198	222	198	222	0
19	Curing top coat	S	8	222	230	222	230	0
20	Pembersihan area akhir kerja	T	8	230	238	230	238	0
21	Pemeriksaan akhir teknis	U	8	238	246	238	246	0
22	Touch up area cacat hasil inspeksi	V	8	246	254	246	254	0
23	Final QA/QC	W	4	254	258	254	258	0
24	Demobilisasi alat dan tenaga kerja	X	24	258	282	258	282	0

Hasil analisa hitungan total float pada Tabel 4.5 diperoleh berdasarkan durasi normal pada proyek proses sandblasting coating dan painting maka perhitungan total float berdasarkan network adalah A, B, D, E, F, G, H, I, K, L, M, N, O, P, Q, R, S, T, U, V, W dan X dengan waktu penyelesaian menggunakan metode jalur kritis 298 Jam. Mengoptimalkan pekerjaan sandblasting coating dan painting, maka di lakukan penentuan kegiatan kritis yang akan di optimalkan yaitu dengan cara CPM seperti gambar 4.4.

Dapat dilihat dari jaringan kerja CPM pada Gambar 4.4 pekerjaan proyek proses sandblasting coating dan painting dengan



waktu penyelesaian 298 Jam. Yang menggunakan metode critical path method diperoleh jalur kritis dengan simbol A, B, D, E, F, G, H, I, K, L, M, N, O, P, Q, R, S, T, U, V, W dan X.

Tabel 4.6 Simbol Jalur Kritis

Jalur Kritis	A	B	D	E	F	G	H	I	K	L	M	N	O	P
	Q	R	S	T	U	V	W	X						

E. Analisa Biaya Dan Volume Luas

1. Perhitungan Biaya

Biaya Anggaran adalah estimasi serta perhitungan aktual dari seluruh biaya yang dikeluarkan untuk proses persiapan, pelaksanaan, dan penyelesaian pekerjaan sandblasting, coating dan painting (Iseu Anggraeni dkk, 2020).

Durasi normal proses Sandblasting Coating dan Painting dapat diketahui dari data yang diperoleh berdasarkan painting specification & cost estimation pada lampiran 1. Durasi normal adalah 320 Jam dengan biaya total Rp 277,046,000. Adapun spesifikasi anggaran bisa dilihat di Tabel 4.7.

Tabel 4.7 Biaya Anggaran

No	Product Name	QTY (Kg)	Price IDR	Amount (IDR)	Packing Size	Type
1	UMEGUARD SX-HS Red Brown	1,160	50,000	58,000,000	20 Kg x 58	Epoxy Mastic
2	BANNOH 1500RZ Plum	1,100	55,000	60,500,000	20 Kg x 55	Epoxy AC
3	SEAGRANPRIX 660HS Brown S	680	195,000	132,600,000	20 Ltr x 34	AF
4	EPICON FINISH HB Red Brown CS-511	100	70,000	7,000,000	20 Kg x 5	Epoxy
5	ACRI 700 FINISH Brown	200	75,000	15,000,000	20 Ltr x 10	Acrylic
6	EVAMARINE Yellow CS-622	5	70,000	FREE	5 Ltr x 1	Alkyd Finish
7	EVAMARINE White	5	55,000	FREE	5 Ltr x 1	Alkyd Finish
8	BITUMEN SOLUTION Black	40	55,000	FREE	20 Ltr x 2	Bituminous
9	CR/ACRI THINNER A	120	25,000	FREE	20 Ltr x 6	Acrylic, AF
10	EPOXY THINNER A	320	30,000	9,600,000	20 Ltr x 16	Thinner Epoxy
TOTAL = 277,046,000						

Sumber: Data arsip PT. Chugoku Paints Indonesia, 2025

2. Volume Luas Lambung

Volume pekerjaan lambung kapal yang dilakukan perbaikan pada setiap tahunnya akan berbeda karena jika pada pengedokan intermediate survey dan special survey telah dilakukan banyak pekerjaan dan perbaikan, maka pada pengedokan annual survey selanjutnya pekerjaan reparasi akan berkurang. Perhitungan volume dan waktu pekerjaan yang efisien guna terselesaikannya pekerjaan secara optimal (Dolok Joko Kencono dkk, 2025). Adapun total volume luas pada dilihat di Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Volume Luas Lambung

Part	Description	Area (m ²)	Kind Of Coat	Estimated QTY (Kg,Lt)	Harga
Flat Bottom	UMEGUARD SX-HS Red Brown	1,062	TOUCH UP – 60%	400	
1,770 m ²	BANNOH 1500RZ Plum	480	FULL COAT	140	Rp 103.994.732
	EPICON FINISH HB Red Brown CS-511	480	FULL COAT	100	
Vertical Bottom	UMEGUARD SX-HS Red Brown	888	TOUCH UP – 60%	320	

1,480 m ²	BANNOH 1500RZ Plum	1,480	FULL COAT	440	Rp 86.985.956
	SEAGRANPIX 660HS Brown S	1,480	FULL COAT	400	
Bootlop	UMEGUARD SX-HS Red Brown	192	TOUCH UP – 40%	80	
480 m ²	BANNOH 1500RZ Plum	480	FULL COAT	140	Rp 28.139.256
	EPICON FINISH HB Red Brown CS-511	480	FULL COAT	100	
Topside	UMEGUARD SX-HS Red Brown	987	FULL COAT	360	Rp 57.926.056
987 m ²	ACRI 700 FINISH Brown	987	FULL COAT	200	
4,717 m²				3,240 Kg	Rp 277.046.000

Sumber: Data arsip PT. Chugoku Paints Indonesia, 2025

Hasil luas volume lambung pada Tabel 4.8 diperoleh luas volume lambung pada proses sandblasting, coating dan painting adalah 4,717 m². Tidak ada perubahan luas volume lambung kapal karena area tidak berubah atau tetap sehingga tidak merubah hasil kualitas cat.

4. Analisa Biaya Dan Volume Setelah Menggunakan CPM

Tujuan utama dari analisis ini adalah untuk mengevaluasi efektivitas metode CPM dalam mengoptimalkan waktu pelaksanaan proyek dan efisiensi penggunaan sumber daya yang secara langsung mempengaruhi biaya proyek. Analisa kegiatan proses sandblasting, coating dan painting setelah mrnggunakan metode CPM:

1. Durasi Total Proyek

Sebelum Menggunakan Metode *Critical Path Method*:

320 jam atau setara dengan 40 hari kerja (dengan asumsi 8 jam per hari).

Setelah Menggunakan Metode *Critical Path Method*:

298 jam atau sekitar 37,25 hari kerja.

Dengan penggunaan metode CPM, jalur kritis proyek dapat diidentifikasi sehingga pekerjaan yang menentukan durasi proyek dikelola secara lebih efisien. Ini menghasilkan penghematan waktu sebesar 22 jam atau sekitar 7%

2. Total Biaya Proyek

Sebelum Menggunakan Metode *Critical Path Method*:

= Total biaya Rp 277.046.000 dengan waktu 320 jam

Setelah Menggunakan Metode *Critical Path Method*:

= ((Biaya Normal)/(Durasi Normal)) × Durasi CPM

= ((277.046.000)/320) × 298 = Rp 257.999.088

Proyek ini menunjukkan hasil yang lebih efisien dari segi biaya dan waktu setelah menggunakan Metode Jalur Kritis. Sebelum analisis CPM, durasi pekerjaan dapat dikurangi menjadi 298 jam dan biaya total turun menjadi 257.999.088. Artinya, ada penghematan waktu dan biaya sebesar 19 juta lebih, atau sekitar 6,88%. Hasil ini menunjukkan bahwa CPM membantu merencanakan proyek dengan lebih baik dan meningkatkan efisiensi pelaksanaan di lapangan.

3. Total Biaya Pada Luas Bootlop

Sebelum Menggunakan Metode *Critical Path Method*:

= ((Luas Perbagian)/(Total Luas)) × Total Biaya

= ((480)/4.717) × Rp 277.046.000 = Rp 26.236.309

Setelah Menggunakan Metode *Critical Path Method*:

= ((Luas Perbagian)/(Total Luas)) × Total Biaya

= ((480)/4.717) × Rp 257.999.088 = Rp 26.236.309

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa biaya total untuk pengerjaan pada area Bootlop sebelum penerapan metode *Critical Path Method* (CPM) mencapai sekitar Rp 28.170.753, tetapi setelah penerapan CPM, biaya turun menjadi Rp 26.236.309. Dengan area Bootlop sebesar 480 m² dari total 4.717 m², penurunan ini menunjukkan efisiensi

4. Volume Luas Pekerjaan

Sebelum Menggunakan Metode *Critical Path Method*:

..

$$= 4.717 \text{ m}^2$$

Setelah Menggunakan Metode Critical Path Method:

$$= 4.717 \text{ m}^2$$

Tidak ada perubahan pada area pekerjaan yang dikerjakan. Critical Path Method tidak mempengaruhi jumlah atau luas pekerjaan, melainkan cara pengaturannya dalam waktu.

5. Jumlah Pekerja

Sebelum Menggunakan Metode Critical Path Method:

= 10 orang (2 blaster, 2 painter, 2 operator, 4 helper)

Setelah Menggunakan Metode Critical Path Method:

= 10 orang

Jumlah pekerja tidak berubah, namun alokasi waktu kerja lebih efisien sehingga menghasilkan output yang sama dalam waktu lebih singkat.

6. Jumlah Jam Kerja Total

Sebelum Menggunakan Metode Critical Path Method:

$$= 320 \text{ jam} \times 10 \text{ orang} = 3.200 \text{ jam-orang}$$

Setelah Menggunakan Metode Critical Path Method:

$$= 298 \text{ jam} \times 10 \text{ orang} = 2.980 \text{ jam-orang}$$

Terdapat penghematan waktu kerja kolektif sebanyak 220 jam-orang, yang berarti tenaga kerja dimanfaatkan lebih efisien.

7. Rata-rata Produktivitas Tenaga Kerja

Sebelum Menggunakan Metode Critical Path Method:

$$= ((\text{Total Luas})/(\text{Total Jam Kerja})) = ((4.717 \text{ m}^2)/(3.200 \text{ jam})) = 1,47 \text{ m}^2/\text{jam-orang}$$

Setelah Menggunakan Metode Critical Path Method:

$$= ((\text{Total Luas})/(\text{Total Jam Kerja})) = ((4.717 \text{ m}^2)/(2.980 \text{ jam})) = 1,58 \text{ m}^2/\text{jam-orang}$$

Efisiensi waktu meningkatkan produktivitas tenaga kerja sebesar 7,5%, yang berarti dalam satu jam, pekerja bisa menyelesaikan lebih banyak pekerjaan.

8. Aktivitas Non-Kritis

Sebelum Menggunakan Metode Critical Path Method:

= Aktivitas (C, J dan M)

Setelah Menggunakan Metode Critical Path Method:

= Aktivitas (C dan J)

Mengidentifikasi aktivitas yang tidak mempengaruhi total durasi proyek, sehingga dapat dijadwalkan lebih fleksibel tanpa mengganggu jalur kritis.

9. Jumlah Aktivitas Kritis

Sebelum Menggunakan Metode Critical Path Method:

= Jumlah total jalur kritis 24 kegiatan dengan simbol A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M, N, O, P, Q, R, S, T, U, V, W dan X.

Setelah Menggunakan Metode Critical Path Method:

= Jumlah total jalur kritis 22 kegiatan dengan simbol A, B, D, E, F, G, H, I, K, L, M, N, O, P, Q, R, S, T, U, V, W dan X.

Metode Critical Path Method memberi kejelasan terhadap aktivitas yang tidak boleh terlambat agar proyek selesai tepat waktu. Ini memudahkan pengawasan dan pengambilan keputusan.

10. Waktu Float (Kelonggaran)

Sebelum Menggunakan Metode Critical Path Method:

= Tidak dikelola secara spesifik.

Setelah Menggunakan Metode Critical Path Method:

= Aktivitas dengan float seperti C dan J teridentifikasi, memungkinkan pemanfaatan waktu tunda yang tidak memengaruhi proyek secara keseluruhan.

11. Risiko Keterlambatan

Sebelum Menggunakan Metode Critical Path Method:

= Risiko terlambat tinggi, karena tidak ada identifikasi jalur kritis

Setelah Menggunakan Metode Critical Path Method:

= Risiko lebih rendah karena aktivitas jalur kritis terpantau ketat.

Metode Critical Path Method meminimalkan risiko keterlambatan dengan memberikan kendali penuh pada aktivitas penting yang berdampak langsung terhadap penyelesaian proyek.

Analisis ini membandingkan kondisi proyek sebelum dan sesudah penerapan CPM dalam hal efisiensi waktu, penggunaan biaya, produktivitas tenaga kerja, dan risiko manajemen proyek, dapat dilihat di Tabel 4.9.

Tabel 4.9 Analisa Biaya Dan Volume Setelah Menggunakan CPM

No	Aspek Analisa	Sebelum CPM	Setelah CPM	Keterangan
1	Durasi Total Proyek	320 jam (40 hari kerja)	298 jam (37,25 hari kerja)	Efisiensi waktu meningkat $\pm 7\%$
2	Total Biaya Proyek	Rp 277.046.000	Tetap Rp 277.046.000	Biaya tetap karena volume dan material tetap
3	Volume Luas Pekerjaan	4.717 m ²	4.717 m ²	Volume pekerjaan tidak berubah
4	Jumlah Pekerja	10 orang	10 orang	Tidak berubah, hanya efisiensi waktu kerja yang meningkat
5	Jumlah Jam Kerja Total	3.200 jam-orang	2.980 jam-orang	Penghematan 220 jam-orang
6	Rata-rata Produktivitas Tenaga Kerja	1,47 m ² /jam-orang	1,58 m ² /jam-orang	Produktivitas meningkat 7,5%
7	Aktivitas Non-Kritis	3 aktivitas (C, J, M)	2 aktivitas (C, J)	CPM membantu identifikasi jalur kritis
8	Jumlah Aktivitas Kritis	-	22 aktivitas	Fokus kontrol proyek lebih jelas
9	Waktu Float (Kelonggaran)	Ada (contoh: C, J)	Terkelola lebih efisien	CPM mengarahkan pengelolaan float secara tepat
10	Risiko Keterlambatan	Lebih tinggi	Lebih rendah	Manajemen risiko waktu meningkat

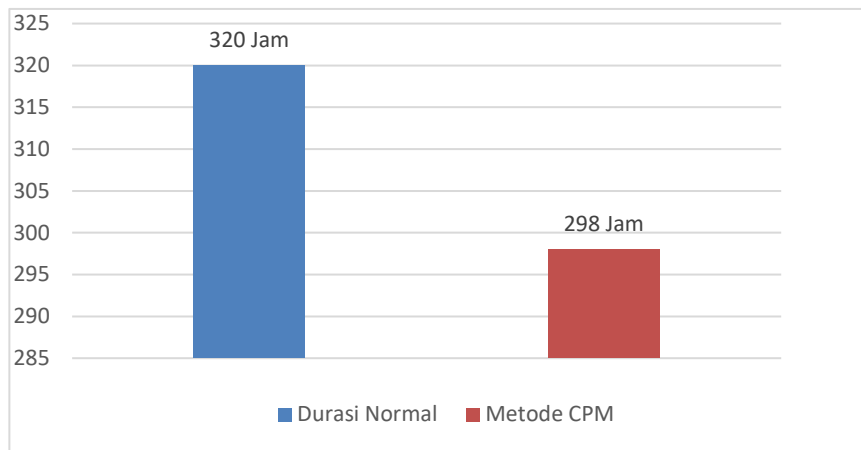
5. Hasil Perbandingan Durasi Normal Dan Analisa Metode CPM

Setelah didapatkan nilai analisa metode critical path method (CPM) dari masing-masing aktivitas pekerjaan dengan waktu pekerjaan maka langkah selanjutnya adalah melakukan hasil perbandingan yang didapatkan. Perbandingan antara durasi normal dan menggunakan metode critical path method bisa dilihat pada kegiatan diantaranya:

a) Waktu Proses Sandblasting, Coating Dan Painting

Analisa hasil waktu proses sandblasting coating dan painting pada lambung kapal dengan luas 4,717 m² memiliki durasi awal yaitu 320 Jam, setelah perhitungan menggunakan critical path method mendapatkan hasil 298 Jam. Adapun perbandingan dari hasil tersebut dibuat Grafik pada gambar 4.5.

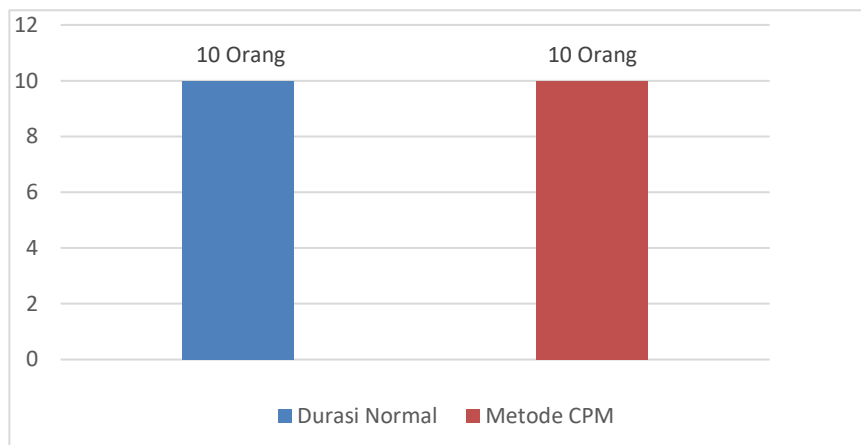
Gambar 4.5 Grafik Perbandingan Durasi Pekerjaan



b) Jumlah Pekerja Proses Sandblasting Coating Dan Painting

Analisa hasil jumlah pekerja proses sandblasting, coating dan painting pada lambung kapal dengan melibatkan 10 orang diantaranya 2 Orang Blaster, 2 Orang Painter, 2 operator dan 4 helper memiliki presentase awal yaitu 10 orang, setelah perhitungan menggunakan critical path method mendapatkan Jumlah pekerja tidak berubah. Adapun perbandingan dari hasil tersebut dibuat Grafik pada gambar 4.6.

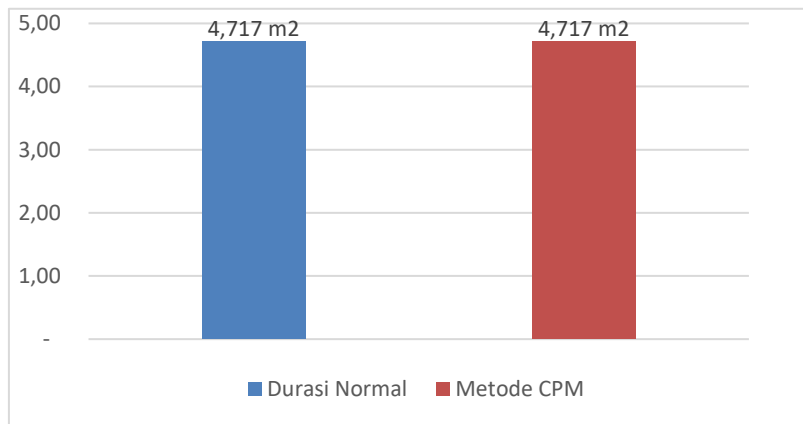
Gambar 4.6 Grafik Perbandingan Jumlah Pekerja



c) Volume Luas Lambung

Analisa luas lambung kapal pada proses sandblasting, coating dan painting dengan luas 4,717 m² memiliki volume luas awal yaitu 4,717 m², setelah perhitungan menggunakan critical path method mendapatkan hasil 4,717 m². Critical Path Method tidak mempengaruhi jumlah atau luas pekerjaan, melainkan cara pengaturannya dalam waktu. Adapun perbandingan dari hasil tersebut dibuat Grafik pada gambar 4.7

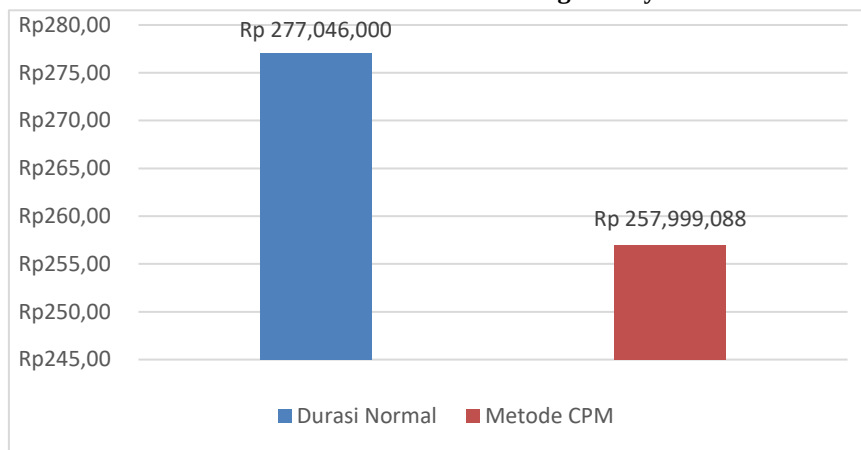
Gambar 4.7 Grafik Perbandingan Volume Luas Lambung



d) Jumlah Biaya

Analisa hasil biaya proses sandblasting, coating dan painting pada lambung kapal dengan luas 4,717 m2 memiliki biaya awal yaitu Rp 277,046,000 setelah perhitungan menggunakan critical path method mendapatkan hasil Rp 257,999,088. Adapun perbandingan dari hasil tersebut dibuat Grafik pada gambar 4.8.

Gambar 4.8 Grafik Perbandingan Biaya



Berdasarkan grafik perbandingan durasi normal dan analisis metode critical path method (CPM), terlihat bahwa durasi normal mencapai 320 jam atau 40 hari untuk proses sandblasting, coating, dan painting pada luas lambung 4,717 m2 dengan 10 pekerja, termasuk 2 blaster, 2 painter, 2 operator, dan 4 helper, serta anggaran biaya sebesar Rp 277,046,000. Sementara itu, analisis metode critical path method (CPM) menunjukkan durasi 298 jam atau 37 hari dengan volume lambung kapal tetap 4,717 m2, jumlah pekerja tetap 10, dan anggaran biaya yang berkurang menjadi Rp 257,999,088. Metode Critical Path Method lebih menekankan pada efektivitas waktu dan biaya, bukan pengurangan jumlah tenaga kerja dan luasan. Karena jumlah pekerjaan, jenis material, dan jumlah bahan tetap sama.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan perhitungan pada BAB IV, dapat disimpulkan bahwa proses pekerjaan sandblasting, coating, dan painting di kapal membentuk jalur kritis dengan simbol aktivitas A hingga X, dimulai dari mobilisasi hingga demobilisasi. Setiap tahap saling bergantung dan tidak boleh mengalami keterlambatan agar proyek dapat selesai tepat waktu, sedangkan aktivitas non-kritis seperti persiapan alat sandblasting dan rework permukaan (simbol C dan J) dapat dilakukan secara paralel tanpa memengaruhi jadwal keseluruhan. Melalui penerapan metode Critical Path Method (CPM), diperoleh percepatan waktu pelaksanaan dari 320 jam (40 hari) menjadi 298 jam (37 hari) dengan jumlah tenaga kerja sebanyak 10 orang yang terdiri dari 2 blaster, 2 painter, 2 operator, dan 4 helper. Anggaran biaya juga mengalami efisiensi, dari semula Rp277.046.000 menjadi Rp257.999.088. Dengan demikian, penggunaan metode CPM terbukti efektif dalam mempercepat waktu penyelesaian proyek dan mengefisienkan biaya tanpa mengurangi jumlah tenaga kerja maupun kualitas pekerjaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Amar Zainul Fikri dan Minto Basuki. 2022. ANALISIS TEKNIS DAN EKONOMIS PROSES SANDBLASTING PADA PEKERJAAN BANGUNAN KAPAL BARU DI PT.PAL INDONESIA (PERSERO).
- Andhani, Yuliana Tri, and Imam Pujo Mulyatno. "Reschedule Reparasi Kapal KN. KUMBA 470 DWT Dengan Critical Path Method Di Galangan Semarang." *Jurnal Teknik Perkapalan* 8, no. 3 (2020): 231-238.
- Aji, Alfi Bayu, Ari Wibawa Budi Santosa, and Imam Pujo Mulyatno. "Analisa Pengaruh Variasi Ketebalan Serta Jenis Coating Pada Pelat Baja SS400 Terhadap Laju Korosi dan Uji Adhesi." *Jurnal Teknik Perkapalan* 12, no. 2 (2024).
- DEVITA, N. E. (2020). ANALISIS FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI PRODUKTIVITAS DOCKING KAPAL (Studi kasus Kantor Kesyahbandran dan Otoritas Pelabuhan Kelas IV Tegal). SKRIPSI.
- Dwiono, Aris Sasongko, Andi Hendrawan, and Sri Pramono. "Perbaikan Lambung Kapal KM. Harima PT. CSFI-Cilacap." *Dinamika Bahari* 2, no. 1 (2021): 56-61.
- Darul Prayogo, and Krisman Gelesah. "Mengoptimalkan Perawatan Komponen-Komponen Pada Sistem Kelistrikan Guna Mencegah Terjadinya Low Insulation di Kapal SS. Surya Satsuma." *Dinamika Bahari* 8, no. 2 (2018): 1978-1991.
- Firstdhitama, Wisnu, I. Ketut Suastika, and Buana Ma'ruf. "Perencanaan Penjadwalan Reparasi Kapal Ferry Dengan Menggunakan Metode Flash." *Wave: Jurnal Ilmiah Teknologi Maritim* 12, no. 1 (2018): 1-12.
- Jurnal Sumberdaya Berkelanjutan (SEMITAN) / ISSN 2962-682x | 238 Amjad Mulkus. 2023. KAJIAN REPARASI LAMBUNG KAPAL TONGKANG SML 05 DENGAN METODE SANDBLASTING DAN PAINTING. *JurnalSTATOR* Volume 6 No 1, Juni 2023.
- Haris, Firmansyah. "Perawatan Sistem Perpipaan (Piping System) Pada Kapal TB Nusa Peninda." PhD diss., Fakultas Teknik Unpas, 2023.
- Kurniawan, Wahyu Dwi, and Periyanto Periyanto. "Proses Sandblasting dan Coating Pada Kapal di PT. Dok Perkapalan Surabaya." *Otopro* (2018): 44- 53.
- Kencono, Dolok Joko, Bagiyo Suwasono, and Ali Azhar. "Model Perhitungan Volume Pekerjaan Lambung Kapal Niaga." *Saintara: Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Maritim* 9.1 (2025): 93-99.
- Mardiana, Mardiana. PERBANDINGAN OPTIMASI WAKTU DENGAN MENGGUNAKAN PRECEDENCE DIAGRAM METHOD (PDM) DAN CRITICAL PATH METHOD (CPM).(Studi Kasus: Proyek Pembangunan di MA 1 Polewali Mandar). Diss. universitas hasanuddin makassar, 2024.
- MELATI, NILAM. "PENERAPAN METODE CRITICAL PATH METHOD (CPM) PADA PENJADWALAN REKONDISI GENERATOR 3600MVA PT SIXAB TEHNIK INDUSTRI." PhD diss., Universitas Mercu Buana Jakarta, 2018.
- Mulyatno, Imam Pujo, and Kiryanto Kiryanto. "Optimalisasi Repair Schedule KN Panah P. 207 Dengan Critical Path Method Guna Mempercepat Pengerjaan Repair." *Jurnal Teknik Perkapalan* 9.3 (2021).
- Mu'izzaddin, Wa'addulloh, and Purwanto Purwanto. "ANALISIS SAND BLASTING DAN COATING KAPAL MT. SUCHAONUGNUM." *Jurnal ilmiah Dosen* (2024).
- Makbul. M, Metode Pengumpulan Data dan Instrumen Penelitian, Makalah Pascasarjana Program Studi Dirasah Islamiyah Konsentrasi Pendidikan Keguruan, 2021.
- Padaga, L. K., Rochani, I., & Mulyadi, Y. (2018). Penjadwalan Berdasarkan Analisis Faktor-Faktor Penyebab Keterlambatan Proyek Reparasi Kapal: Studi Kasus MV. Blossom. *Jurnal Teknik ITS*, 7(1), G1-G6.
- Perdana, A. (2021). Analisa Manajemen Waktu Pada Proyek Konstruksi Dengan Menggunakan Metode Jalur Kritis/CPM (critical Path Method)(studi Kasus Pembangunan Perumahan Tipe 36 Di Pekanbaru) (Doctoral dissertation, Universitas Islam Riau).

- ..
- RISNA, R. (2013). STRATEGI PENGELOLAAN LINGKUNGAN PT. INDUSTRI KAPAL INDONESIA MAKASSAR DALAM MENGENDALIKAN PENCEMARAN AIR DAN UDARA (Doctoral dissertation, Uniniversitas Hasanuddin).
- RIKO, M. P. (2021). PROSEDUR PENGEDOCKAN (PERBAIKAN) DI KM. KENCANA PT. DHARMA LAUTAN UTAMA CABANG SEMARANG. KARYA TULIS.
- Rifa'I Abubakar, 2021, Pengantar Metodologi Penelitian, Yogyakarta : SUKA- Press UIN Sunan Kalijaga.
- Rohman, Abdul, Elin Mustika Arini, and Dzatullah Artharea. "TIE MANAGEMENT: MENGGUNAKAN WAKTU SECARA EFEKTIF DAN EFISIEN."
- Rita Kumala Sari et al, 2023, Metodologi Penelitian Pendidikan, Banten : PT. Sada Kurnia Pustaka.
- Saragi, Tiurma Elita, and Ruth Uli A. Situmorang. "Optimasi waktu dan biaya percepatan proyek menggunakan metode time cost trade off dengan alternatif penambahan tenaga kerja dan jam kerja (lembur)(studi kasus: pembangunan gedung convention hall Kab. Deli Serdang)." Jurnal Construct 1, no. 2 (2022): 53-69.
- Swasana, Pada Proyek Rumah Makan Kampung. "Project Scheduling Analysis With CPM PERT Method (Case Study on Tasikmalaya City Swasana Village Restaurant Project) Analisis Penjadwalan Proyek Dengan Metode CPM PERT (Studi Kasus." Journal of Indonesian Management 2, no. 3 (2022): 599-610
- Saleh, Muh Harliman, and Sri Mulyanto Herlambang. "Manajemen Perawatan Permesinan Di Kapal Latih Bungtomo." Jurnal 7 Samudra 6, no. 1 (2021).
- Sugiharti, Endang, Agus Prayikno, and Dian Christoper. "Hubungan Ketersediaan Suku Cadang Mesin Dengan Kelancaran Operasional Mt Gede Pada Pt Pertamina Jakarta." Jurnal Manajemen Bisnis Transportasi dan Logistik 4, no. 1 (2017): 99-102.
- Ulfa, S., & Suhendar, E. (2021). Implementasi Metode Critical Path Method Pada Proyek Synthesis Residence Kemang. Jurnal Optimasi Teknik Industri (JOTI), 3(1).
- Website <https://www.jasamarina.com> , Data arsip PT Janata Marina Indah Semarang, 2005.
- Yani Balaka, 2022, Metodologi Penelitaian Kuantitatif, Bandung : Widina Bhakti Persada Bandung