



TUGAS AKHIR (BM43350)

**ANALISIS KINERJA PROYEK REPARASI KAPAL
MENGUNAKAN *EARNED VALUE ANALYSIS* (EVA) DAN
FAULT TREE ANALYSIS (FTA) PADA GALANGAN KAPAL DI
SURABAYA**

DAFFA LADZUARDI ADRIANO

NRP. 1118040024

DOSEN PEMBIMBING:

RINI INDARTI, S.SI., M.T.

IR. MEDI PRIHANDONO, M.MT.

PROGRAM STUDI MANAJEMEN BISNIS

JURUSAN TEKNIK BANGUNAN KAPAL

POLITEKNIK PERKAPALAN NEGERI SURABAYA

SURABAYA

2025



PPNS POLITEKNIK
PERKAPALAN
NEGERI SURABAYA

TUGAS AKHIR (BM43350)

**ANALISIS KINERJA PROYEK REPARASI KAPAL
MENGUNAKAN *EARNED VALUE ANALYSIS* (EVA) DAN
FAULT TREE ANALYSIS (FTA) PADA GALANGAN KAPAL
DI SURABAYA**

DAFFA LADZUARDI ADRIANO
NRP. 1118040024

DOSEN PEMBIMBING:
RINI INDARTI, S.Si., M.T.
Ir. MEDI PRIHANDONO, M.MT.

PROGRAM STUDI MANAJEMEN BISNIS
JURUSAN TEKNIK BANGUNAN KAPAL
POLITEKNIK PERKAPALAN NEGERI SURABAYA
SURABAYA
2025

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

ANALISIS KINERJA PROYEK REPARASI KAPAL MENGGUNAKAN EARNED VALUE ANALYSIS (EVA) DAN FAULT TREE ANALYSIS (FTA) PADA GALANGAN KAPAL DI SURABAYA

Disusun Oleh:

Daffa Ladzuardi Adriano
1118040024

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Kelulusan
Program Studi D4 Manajemen Bisnis
Jurusan Teknik Bangunan Kapal
POLITEKNIK PERKAPALAN NEGERI SURABAYA

Disetujui oleh Tim penguji Tugas Akhir Tanggal Ujian : 07 Agustus 2025
Periode Wisuda : Oktober 2025

Menyetujui,

Dosen Penguji

1. Fitri Hardiyanti, S.T., M.T., M.Eng.
2. Ir. Gaguk Suhardjito, M.M
3. Alma Vita Sophia, S.T., M.T.
4. Ir. Medi Prihandono, M.MT.

NIDN

(0019049001)
(0014016107)
(0824077601)
(-)

Tanda Tangan

(.....)
(.....)
(.....)
(.....)

Dosen Pembimbing

1. Rini Indarti, S.Si., M.T.
2. Ir. Medi Prihandono, M.MT.


NIDN

(0007017004)
(-)


Tanda Tangan

(.....)
(.....)


Menyetujui
Ketua Jurusan


Privambodo Nur Ardi Nugroho, S.T., M.T., Ph.D.
NIP. 198103242014041001

Mengetahui
Koordinator Program Studi,


Danis Maulana, S.T., MBA.
NIP. 198910142019031015

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

	<u>PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT</u>	No. : F.WD I. 021 Date : 3 Nopember 2015 Rev. : 01 Page : 1 dari 1
---	--	---

Yang bertandatangan dibawah ini :

Nama : Daffa Ladzuardi Adriano

NRP. : 1118040024

Jurusan/Prodi : D4 Manajemen Bisnis

Dengan ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa :

Tugas Akhir yang saya kerjakan dengan judul :

Analisis Kinerja Proyek Reparasi Kapal Menggunakan *Earned Value Analysis* (EVA) Dan *Fault Tree Analysis* (FTA) Pada Galangan Kapal Di Surabaya

Adalah benar karya saya sendiri dan bukan plagiat dari karya orang lain.

Apabila dikemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam karya ilmiah tersebut, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan peraturan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan penuh tanggung jawab.

Surabaya, 21 Juli 2025

Yang membuat pernyataan,



Daffa Ladzuardi Adriano

NRP. 1118040024

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah segala puji bagi Allah SWT, atas segala rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyusun dan menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “**Analisis Kinerja Proyek Reparasi Kapal Menggunakan *Earned Value Analysis* (EVA) Dan *Fault Tree Analysis* (FTA) Pada Galangan Kapal Di Surabaya**”

Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Sarjana Terapan (D4) Manajemen Bisnis Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya. Penulis menyadari Tugas Akhir ini tidak mungkin dapat diselesaikan tanpa bantu berbagai pihak baik yang terlibat secara langsung maupun tidak langsung, sehingga pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terimakasih sebanyak-banyaknya kepada:

1. Orang tua dan keluarga atas dukungan dan doa yang tidak henti-hentinya diberikan kepada penulis dalam pengerjaan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Rachmad Tri Soelistijono, S.T., M.T., selaku Direktur Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya (PPNS).
3. Bapak Priyambodo Nur Ardi Nugroho, S.T., M.T., Ph.D, selaku Ketua Jurusan Teknik Bangunan Kapal.
4. Bapak Danis Maulana, S.T., MBA., selaku Koordinator Program Studi Manajemen Bisnis PPNS.
5. Ibu Rini Indarti, S.Si., M.T. sebagai dosen pembimbing I yang senantiasa memberikan motivasi, arahan dan bimbingan dalam pengerjaan Tugas Akhir
6. Bapak Ir. Medi Prihandono, M.MT. sebagai dosen pembimbing II yang terus memberikan waktu, tenaga, dan bimbingan dalam pengerjaan Tugas Akhir.
7. Bapak Ibu dosen penguji yang banyak memberi masukan pada tugas akhir ini..
8. Ibu Devina Puspita Sari S.T., M.T. selaku Koordinator Tugas Akhir dan Dosen selama masa perkuliahan

9. Bapak dan Ibu selaku Expert Judgement dan karyawan perusahaan kapal di Surabaya yang telah memberi izin, dukungan dan bantuan untuk keperluan penelitian.
10. Seluruh jajaran Dosen PPNS, khususnya Program Studi Manajemen Bisnis yang telah memberikan ilmu pengetahuan dan pengalaman berharga selama masa kuliah.
11. Teman-teman Manajemen Bisnis Angkatan 2018 dan 2021 yang telah memberikan dukungan, serta bantuan kepada penulis dalam pengerjaan Tugas Akhir.
12. Alm. Muhammad Mahfudz Ramadhani dan Zainal yang telah memberi tumpangan untuk beberapakali menginap selama proses pengerjaan Tugas Akhir ini.
13. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu, yang membantu terselesaikannya Tugas Akhir ini, mendoakan, menghibur, dan menguatkan. Semoga rahmat Allah SWT selalu mengiringi setiap langkah dalam kehidupan kalian.

Surabaya, Juli 2025

Penulis.

ANALISIS KINERJA PROYEK REPARASI KAPAL MENGUNAKAN *EARNED VALUE ANALYSIS* (EVA) DAN *FAULT TREE ANALYSIS* (FTA) PADA GALANGAN KAPAL DI SURABAYA

Daffa Ladzuardi Adriano

ABSTRAK

Objek dari penelitian ini adalah reparasi kapal KM Eikan di salah satu galangan kapal swasta di Surabaya. Penelitian ini dilakukan karena proyek reparasi mengalami keterlambatan dari yang semula direncanakan 18 hari menjadi 45 hari sehingga menyebabkan pembengkakan biaya. Penelitian ini meneliti tentang kinerja proyek dari segi waktu dan biaya, estimasi waktu dan biaya, dan faktor-faktor penyebab terjadi keterlambatan proyek. Dari masalah tersebut metode yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah metode *Eearned Value Analysis* (EVA) untuk mengetahui kinerja reparasi dari segi biaya dan waktu serta estimasi biaya dan waktu. Dan metode *Fault Tree Analysis* (FTA) untuk mengetahui faktor penyebab terjadinya keterlambatan proyek reparasi sehingga perusahaan dapat melakukan evaluasi perbaikan untuk proyek mendatang. Hasil analisis EVA menunjukkan bahwa proyek tidak efisien dari sisi waktu dan biaya, dengan nilai SPI sebesar 0,74 dan CPI sebesar 0,73. Nilai SV dan CV yang negatif mengindikasikan keterlambatan dan pembengkakan biaya. Estimasi waktu penyelesaian proyek adalah 41 hari, dengan estimasi total biaya sebesar Rp568.097.842. Berdasarkan FTA, penyebab utama keterlambatan adalah penambahan pekerjaan, perluasan lingkup kerja, dan kekurangan tenaga kerja, dengan probabilitas tertinggi 0,981. Faktor lainnya seperti keterlambatan proyek lain, kondisi pasang surut, dan penjadwalan yang kurang akurat juga turut berkontribusi terhadap keterlambatan proyek dengan probabilitas 0,977.

Kata Kunci: *Earned Value Analysis* (EVA), *Fault Tree Analysis* (FTA), Kinerja Proyek, Reparasi Kapal, Keterlambatan

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

ANALYSIS OF SHIP REPAIR PROJECT PERFORMANCE USING EARNED VALUE ANALYSIS (EVA) AND FAULT TREE ANALYSIS (FTA) AT A SHIPYARD IN SURABAYA

Daffa Ladzuardi Adriano

ABSTRACT

The object of this research is the repair project of the KM Eikan vessel at a private shipyard in Surabaya. This study was conducted because the repair project experienced a delay, extending from the initially planned 18 days to 45 days, resulting in cost overruns. This research examines project performance in terms of time and cost, including the estimation of time and cost, as well as the factors contributing to project delays. To address these issues, the methods employed in this study include Earned Value Analysis (EVA) to assess repair performance in terms of cost and time, as well as to estimate costs and schedules, and Fault Tree Analysis (FTA) to identify the factors causing delays. The results are expected to help the company evaluate and improve future projects. The results of the EVA show that the project was inefficient in terms of both time and cost, with a Schedule Performance Index (SPI) of 0.74 and a Cost Performance Index (CPI) of 0.73. Negative values in Schedule Variance (SV) and Cost Variance (CV) indicate delays and cost overruns. The estimated project completion time is 41 days, with a total projected cost of IDR 568,097,842. Based on the FTA, the main causes of delay include additional work, expansion of the repair scope, and labor shortages, with the highest probability of 0.981. Other contributing factors, such as delays in other ongoing projects, tidal conditions, and inaccurate scheduling, also played a role, with a probability of 0.977.

Keywords: *Earned Value Analysis (EVA), Fault Tree Analysis (FTA), Project Performance, Delay, Ship Repair*

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT.....	v
KATA PENGANTAR	vii
ABSTRAK	ix
<i>ABSTRACT</i>	xi
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xvii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Batasan Masalah.....	5
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Profil Perusahaan.....	7
2.2 Kapal Kargo	7
2.3 Reparasi/Perbaikan Kapal	8
2.4 Proyek.....	10
2.5 Kinerja Proyek.....	10
2.6 <i>Earned Value</i>	11
2.7 <i>Fault Tree Analysis</i>	16
2.8 Penelitian Terdahulu.....	21
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....	25
3.1 Diagram Alur Penelitian.....	25
3.2 Alur Penelitian.....	26
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....	31
4.1. Gambaran Umum Perkerjaan	31
4.2. Uraian Pekerjaan dan Penjadwalan	32

4.3.	Analisis Menggunakan <i>Earned Value Analysis</i>	34
4.3.1.	Analisis Earned Value Periode I.....	35
4.3.1.1	Indikator-Indikator <i>Earned Value</i>	35
4.3.1.2.	Analisis Varian Periode I.....	39
4.3.1.3.	Analisis <i>Performance Index</i>	41
4.3.1.4.	Hasil Analisis <i>Earned Value</i> Periode I.....	42
4.3.1.5.	Analisis Perkiraan Penyelesaian Proyek Periode I.....	45
4.3.2.	Analisis Earned Value Periode II	46
4.3.2.1.	Indikator-Indikator <i>Earned Value</i>	46
4.3.2.2.	Analisis Varian Periode II	51
4.3.2.3.	Analisis <i>Performance Index</i>	52
4.3.2.4.	Hasil Analisis <i>Earned Value</i> Periode II.....	54
4.3.2.5.	Analisis Perkiraan Penyelesaian Proyek Periode II.....	56
4.3.3.	Pembahasan Analisis Periode I Dan Periode II.....	58
4.4.	Analisis Menggunakan <i>Fault Tree Analysis</i>	59
4.4.1.	Pekerjaan Persiapan.....	61
4.4.2.	Pekerjaan Reparasi	62
4.4.3.	Sistem Manajemen	68
BAB 5	KESIMPULAN DAN SARAN	78
5.1	Kesimpulan	78
5.2	Saran	79
DAFTAR PUSTAKA	80
LAMPIRAN	82
BIODATA PENULIS	114

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Durasi waktu reparasi rencana & Realisasi.....	2
Tabel 1. 2 Biaya reparasi kapal rencana & realisasi	2
Tabel 2. 1 Nilai <i>Cost Variance</i>	13
Tabel 2. 2 Nilai <i>Variance</i>	13
Tabel 2. 3 Nilai <i>Cost Performance Index</i>	14
Tabel 2. 4 <i>Schedule Performance Index</i>	14
Tabel 2. 5 Simbol <i>Event</i> FTA	17
Tabel 2. 6 Simbol <i>Gate</i> FTA.....	17
Tabel 2. 7 Penelitian Terdahulu	21
Tabel 3. 1 Daftar <i>Expert</i>	29
Tabel 4. 1 Ukuran Utama Kapal KM Eikan.....	31
Tabel 4. 2 Rencana Anggaran Biaya (RAB).....	32
Tabel 4. 3 Uraian Pekerjaan	32
Tabel 4. 4 Perhitungan BCWS Periode I	35
Tabel 4. 5 Perhitungan BCWP Periode I	37
Tabel 4. 6 Perhitungan ACWP Periode I	38
Tabel 4. 7 Perhitungan Schedule Variance	40
Tabel 4. 8 Perhitungan Cost Variance	40
Tabel 4. 9 Perhitungan SPI	41
Tabel 4. 10 Perhitungan CPI	42
Tabel 4. 11 Indikator biaya dan waktu.....	42
Tabel 4. 12 Analisis Kinerja.....	43
Tabel 4. 13 Perhitungan BCWS Periode II	47
Tabel 4. 14 Perhitungan BCWP Periode II	48
Tabel 4. 15 Perhitungan ACWP Periode II.....	50
Tabel 4. 16 Perhitungan Schedule Variance Periode II	51
Tabel 4. 17 Perhitungan Cost Variance Periode II.....	52
Tabel 4. 18 Perhitungan SPI Periode II.....	53
Tabel 4. 19 Perhitungan CPI Periode II	53

Tabel 4. 20 Indikator biaya dan waktu	54
Tabel 4. 21 Analisis Kinerja	54
Tabel 4. 22 Hasil Analisis EVA Periode I & II	58
Tabel 4. 23 kode kejadian FTA proyek reparasi	70
Tabel 4. 24 Tabel Perhitungan Minimal Cut Set FTA	71
Tabel 4. 25 minimal cut set kejadian	72
Tabel 4. 26 Tabel Nilai Kuisoner FTA	73
Tabel 4. 27 Nilai Probabilitas FTA	74

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Jumlah Reparasi Kapan Dan Keterlambatan	1
Gambar 2. 1 Hubungan <i>Triple Constrain</i>	10
Gambar 3. 1 Diagram Alur Penelitian.....	25
Gambar 3. 2 Alur Pengerjaan EVA.....	28
Gambar 4. 1 KM. Eikan.....	31
Gambar 4. 2 Grafik BCWS Periode I	36
Gambar 4. 3 Grafik BCWP Periode I	37
Gambar 4. 4 Grafik ACWP Periode I	39
Gambar 4. 5 Grafik hubungan BCWS, BCWP, ACWP periode I	44
Gambar 4. 6 Grafik BCWS Periode II	47
Gambar 4. 7 Grafik BCWP Periode II	49
Gambar 4. 9 Grafik hubungan BCWS, BCWP, ACWP periode II.....	55
Gambar 4. 10 Faktor Keterlambatan Proyek Reparasi Kapal	60
Gambar 4. 11 Faktor Pekerjaan Persiapan	61
Gambar 4. 12 Faktor Pekerjaan Reparasi.....	63
Gambar 4. 13 Faktor Ketersediaan Material	65
Gambar 4. 14 Faktor-faktor fasilitas peralatan kurang memadai.....	65
Gambar 4. 15 Faktor-Faktor Kondisi Lingkungan.....	66
Gambar 4. 16 Faktor-faktor SDM.....	67
Gambar 4. 17 Faktor proses pengerjaan.....	68
Gambar 4. 18 Faktor-faktor permasalahan sistem manajemen.....	69

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB 1

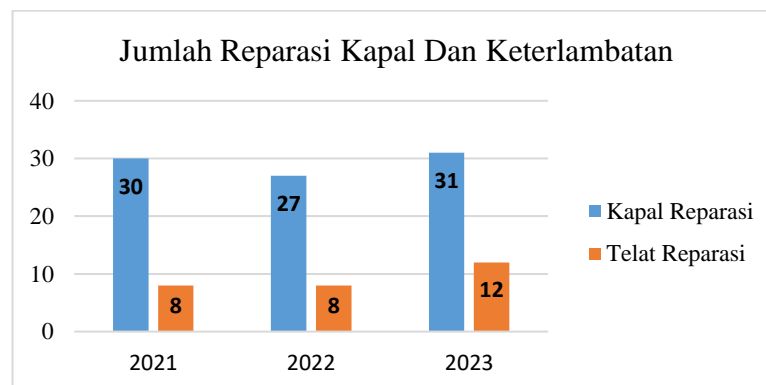
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kapal merupakan salah satu sarana transportasi yang sangat penting dalam mengangkut penumpang dan barang melalui perairan. Dengan kapasitas dan daya angkut yang lebih besar dibandingkan dengan moda transportasi lainnya, kapal menjadi solusi transportasi yang efektif dan efisien. Selain mengangkut penumpang dan barang, kapal juga memiliki berbagai fungsi lain seperti kendaraan patrol, membantu pengeboran, hingga digunakan dalam pertempuran. Salah satu jenis kapal dengan ukuran besar adalah kapal kargo, yang umumnya dilengkapi dengan crane untuk memuat dan membongkar barang di pelabuhan.

Sebagai kendaraan yang beroperasi dalam berbagai kondisi, kapal pasti akan mengalami penurunan kualitas material, komponen, dan sistem seiring perjalanan waktu. Kondisi ini dapat menyebabkan kerusakan dan mengganggu operasional kapal. Oleh karena itu, setiap kapal wajib melakukan perawatan dan perbaikan secara berkala sesuai dengan usia, material, serta jenis kapal, agar dapat menghindari kerusakan yang lebih parah dan tetap berfungsi optimal.

Galangan kapal berperan penting dalam menyediakan jasa perbaikan dan perawatan, sehingga memastikan kapal tetap laik laut dan dapat beroperasi sesuai fungsinya.



Gambar 1. 1 Jumlah Reparasi Kapan Dan Keterlambatan
(Penulis, 2025)

Gambar 1.1 memperlihatkan perbandingan jumlah kapal yang masuk galangan dengan jumlah kapal yang mengalami keterlambatan reparasi pada periode 2021–2023 di salah satu galangan kapal swasta di Surabaya. Pada 2021, tercatat 30 kapal direparasi dengan 8 di antaranya mengalami keterlambatan. Tahun 2022, jumlah reparasi menurun menjadi 27 kapal, sementara jumlah keterlambatan tetap berada di angka 8 kapal. Pada 2023, jumlah reparasi meningkat menjadi 31 kapal, namun keterlambatan juga naik signifikan menjadi 12 kapal. Tren ini menunjukkan bahwa meskipun volume pekerjaan relatif terjaga, persentase keterlambatan justru meningkat dari tahun ke tahun.

Tabel 1. 1 Durasi waktu reparasi rencana & Realisasi

	Rencana (hari)	Realisasi (hari)
Waktu Pengerjaan	18	45

Sumber: Data Perusahaan,

2025

Salah satu contoh keterlambatan terjadi pada proyek reparasi kapal kargo KM Eikan, yang merupakan bagian dari kegiatan perawatan berkala. KM Eikan sebelumnya telah menjalani perbaikan pada tahun 2019 untuk *special survey* dan tahun 2022 untuk *intermediate survey*. Pada tahun 2024 ini, kapal kembali dijadwalkan menjalani *special survey* untuk memperbarui klasifikasinya. Dari table 1.1 diatas terlihat *gap* antara perencanaan dan realisasi jadwal, yang mana mengindikasikan terdapat pekerjaan yang tidak sesuai dengan rencana awal atau terjadi keterlambatan pengerjaan perbaikan kapal yang rencanya 18 hari menjadi 45 hari.

Tabel 1. 2 Biaya reparasi kapal rencana & realisasi

	Rencana (Rp)	Realisasi (Rp)
Biaya	414.786.700	568.061.000

Sumber: Data Perusahaan, 2025

Ketika waktu pengerjaan lebih lama dari yang direncanakan, dampaknya terjadi peningkatan pada biaya reparasi seperti table 1.2 dimana biaya sesungguhnya lebih tinggi dibanding dengan biaya awal

yang telah direncanakan. Namun, dampaknya tidak hanya terbatas pada biaya yang meningkat, tetapi juga menciptakan risiko tambahan seperti opportunity cost (hilangnya peluang kerja untuk proyek lain), keterlambatan reparasi kapal lainnya, gangguan terhadap operasional galangan kapal, hingga penurunan tingkat kepercayaan pelanggan. Oleh karena itu, diperlukan solusi yang komprehensif untuk mengatasi permasalahan ini, terutama dalam hal pengelolaan waktu dan biaya proyek.

Melihat permasalahan tersebut, diperlukan metode analisis yang mampu mengevaluasi kinerja proyek sekaligus mengidentifikasi penyebab keterlambatan maka dipilih metode EVA dan FTA karena metode *Earned Value Analysis* (EVA) menawarkan pendekatan yang dapat digunakan untuk menganalisis kinerja proyek berdasarkan aspek biaya dan waktu secara objektif. Metode ini mampu memberikan gambaran mengenai deviasi yang terjadi selama pelaksanaan proyek dibandingkan dengan rencana awal. Sementara itu, *Fault Tree Analysis* (FTA) dapat digunakan untuk mengidentifikasi dan menganalisis akar penyebab dari berbagai kegagalan yang mungkin terjadi dalam proyek reparasi. Kombinasi kedua metode ini diharapkan tidak hanya memberikan evaluasi terhadap efisiensi waktu dan biaya, tetapi juga mengungkap faktor-faktor penyebab keterlambatan sehingga dapat dijadikan dasar perbaikan pada proyek berikutnya.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan diatas maka ditentukan rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana kinerja proyek reparasi kapal ditinjau dari segi biaya dan waktu dengan menggunakan metode *Earned Value Analysis* (EVA)?
2. Bagaimana perkiraan total biaya dan waktu dengan metode *Earned Value Analysis* (EVA)?

3. Bagaimana mengidentifikasi faktor-faktor yang berkontribusi terhadap keterlambatan dalam kinerja proyek reparasi kapal dengan menggunakan metode *Fault Tree Analysis* (FTA)?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu :

1. Untuk mengetahui kinerja proyek reparasi kapal dari segi biaya dan waktu menggunakan metode *Earned Value Analysis* (EVA).
2. Untuk mengetahui perkiraan total biaya dan waktu dengan metode *Earned Value Analysis* (EVA).
3. Untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang berkontribusi terhadap keterlambatan dalam kinerja proyek reparasi kapal dengan menggunakan metode *Fault Tree Analysis* (FTA).

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dalam penelitian ini yaitu :

1. Bagi Perguruan Tinggi
 - Dapat dijadikan bahan evaluasi untuk mata kuliah yang di perlukan dalam bidang Manajemen Proyek yang dibutuhkan oleh suatu pengerjaan proyek di perusahaan perkapalan.
 - Sebagai salah satu acuan untuk penulisan penelitian selanjutnya untuk permasalahan yang sama.
2. Bagi Perusahaan
 - Sebagai bahan evaluasi untuk proyek perbaikan kapal lainnya serta tolok ukur keberhasilan pengerjaan proyek perbaikan kapal.
3. Bagi Penulis
 - Menambah pengetahuan tentang cara mengukur kinerja proyek dan melakukan percepatan durasi pengerjaan dan biaya proyek dengan menggunakan metode EVA dan FTA

- Mampu menerapkan mata kuliah yang dipelajari seperti manajemen proyek untuk menganalisis kinerja proyek reparasi kapal.

1.5 Batasan Masalah

Adapun Batasan masalah yang dibutuhkan agar penelitian ini dapat tepat dan terarah serta mencapai tujuan yang diharapkan antara lain :

1. Objek penelitian ini adalah proyek perbaikan kapal kargo KM. Eikan tahun 2024 di galangan kapal swasta di Surabaya.
2. Peninjauan proyek dilakukan selama masa OJT di galangan.
3. Data penelitian proyek reparasi KM Eikan pada meliputi RAB, Price list kapal, Laporan Dok. *Actual Cost*.
4. Metode yang digunakan ialah *Earned Value Analysis* (EVA) dan *Fault Tree Analysis* (FTA).
5. Metode FTA hanya menganalisis faktor yang menyebabkan terjadinya keterlambatan reparasi yang tidak sesuai rencana awal.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Profil Perusahaan

Perusahaan galangan kapal swasta yang berlokasi di Surabaya ini pertama kali didirikan pada tahun 1972. Pada masa awal operasinya, perusahaan ini menjalankan dua lini utama usaha, yaitu pembangunan kapal baru (*shipbuilding*) dan reparasi kapal. Namun, setelah menyadari bahwa margin keuntungan dari pembangunan kapal baru relatif kecil, perusahaan memutuskan untuk memusatkan operasinya pada jasa reparasi kapal. Pada tahun 1994, perusahaan ini memperluas usahanya dengan mendirikan dua anak perusahaan. Salah satu anak perusahaan bergerak di bidang jasa pelayaran dan saat ini mengoperasikan dua kapal yang masih aktif. Sementara itu, anak perusahaan lainnya tetap fokus pada layanan reparasi kapal, yang juga menjadi bidang utama dari perusahaan induknya.

Dalam mendukung kegiatan operasionalnya, galangan ini dilengkapi dengan sejumlah fasilitas pendukung, antara lain *graving dock* dengan ukuran panjang 70 meter dan lebar 12 meter untuk perbaikan kapal di bawah garis air, *crane* berkapasitas tinggi untuk memudahkan proses bongkar muat komponen berat, serta *excavator* yang digunakan dalam berbagai pekerjaan pendukung seperti pembersihan area kerja dan penanganan material.

2.2 Kapal Kargo

Kapal kargo atau dikenal sebagai kapal barang adalah jenis kapal yang digunakan sebagai sarana transportasi laut untuk mengangkut barang-barang dari satu lokasi ke lokasi yang lain, baik dalam skala lokal maupun internasional. Kapal ini dilengkapi dengan derek yang berfungsi untuk memuat dan membongkar barang, serta mengangkat dan menurunkannya. Kapal kargo memiliki ruang penyimpanan berupa palka dan geladak yang diatur sedemikian rupa agar memudahkan proses penataan dan distribusi

barang. Menurut Stopford (2009) dalam bukunya *Maritime Economics*, jenis-jenis kapal kargo antara lain:

1. Kapal Kargo Umum (*General Cargo Ship*): Kapal yang digunakan untuk mengangkut berbagai macam barang dalam bentuk kemasan seperti peti dan karung.
2. Kapal Peti Kemas (*Container Ship*): Dirancang untuk mengangkut peti kemas standar, memungkinkan efisiensi dalam bongkar muat.
3. Kapal Curah (*Bulk Carrier*): Digunakan untuk mengangkut muatan curah seperti biji-bijian dan batu bara.
4. Kapal Tanker (*Tanker Ship*): Mengangkut muatan cair, seperti minyak mentah dan bahan kimia.
5. Kapal Roll-On/Roll-Off (*Ro-Ro Ship*): Memuat kendaraan dengan sistem bongkar muat menggunakan ramp.
6. Kapal Reefer (*Refrigerated Cargo Ship*): Dilengkapi dengan fasilitas pendingin untuk barang yang memerlukan suhu khusus.

2.3 Reparasi/Perbaikan Kapal

Perbaikan kapal dan pembangunan kapal baru adalah dua jenis pekerjaan yang memiliki perbedaan mendasar. Perbaikan kapal, atau yang sering disebut reparasi kapal, berfokus pada pemulihan kerusakan yang terjadi pada kapal, seperti memperbaiki bagian-bagian yang rusak dan melakukan pemeriksaan terhadap ketebalan plat lambung kapal untuk memastikan bahwa struktur kapal tetap aman dan layak beroperasi. Sementara itu, pembangunan kapal baru melibatkan proses pembuatan kapal dari awal, dimulai dari tahap perancangan desain kapal hingga proses produksi dan akhirnya pengiriman kapal kepada pemiliknya.

Menurut Buku BKI Vol. I (2016), terdapat dua jenis survei yang berkaitan dengan perbaikan kapal. Kedua survei ini dirancang untuk memastikan bahwa proses perbaikan kapal dilakukan sesuai dengan standar keselamatan dan kualitas yang berlaku. Berikut adalah dua jenis survei tersebut:

1. Survey Periodik

Jenis survei ini dibagi menjadi beberapa jenis berdasarkan jangka waktu perbaikan kapal

a. *Annual Survey*

Survei yang dilakukan setiap 1 tahun sekali atau 12 bulan sekali dari tanggal awal berlakunya kelas. Dengan ketentuan dilakukan minimum 3 bulan sebelum berlakunya kelas dan maksimum 3 bulan sesudah 1 tahun berlakunya kelas.

b. *Intermediate Survey*

Dilaksanakan saat 2.5 tahun setelah kapal jadi dan setiap pembaharuan kelas.

Survei Pembaharuan Kelas (*Special Survey*)

Survei yang dilakukan pada mesin, lambung dan sistem kelistrikan kapal yang mempunyai tujuan memperbarui lisensi kelas dari suatu kapal.

c. Sistem Periodik untuk sistem propulsi

Survey yang dilaksanakan tergantung dari bagian mana yang akan dilakukan perawatan

2. Survey non-periodik

Survei yang tidak dilakukan berdasarkan jangka waktu tertentu, survey ini dibagi menjadi beberapa jenis yaitu:

a. *Damage and Repair Survey*

Survei yang dilakukan apabila terjadi kecelakaan pada lambung, mesin, sistem kelistrikan kapal yang dikelaskan yang dapat mempengaruhi efek dari keabsahan kelas

b. *Voyage Repairs and Maintenance*

Survei perbaikan ini dapat dilakukan apabila terjadi kerusakan peralatan tetapi bisa dikerjakan oleh awak kapal saat sedang bekerja atau dalam perjalanan.

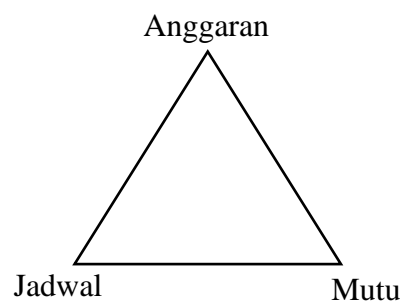
c. *Conversion Survey*

Konversi kapal yang dilaksanakan contohnya kapal kargo menjadi kapal penumpang, survei harus dilakukan kepada bagian-bagian yang dikelaskan.

2.4 Proyek

Menurut Haizer dan Render (2014) proyek merupakan suatu rentetan kegiatan atau aktivitas yang berorientasi pada hasil utama. Sedangkan menurut Chase (1998) proyek didefinisikan sebagai serangkaian tugas unik yang saling berhubungan yang harus diselesaikan dalam jangka waktu tertentu untuk mencapai hasil tertentu.

Dalam upaya mencapai tujuan, proyek memiliki batasan-batasan yang telah ditetapkan, yaitu jumlah biaya (anggaran) yang dialokasikan, jadwal pelaksanaan, serta mutu atau kualitas yang harus dicapai. Batasan-batasan ini sering dikenal dengan istilah *triple constraint*.



Gambar 2. 1 Hubungan *Triple Constrain* (Imam Soeharto, 1997)

Anggaran (*Cost*), proyek harus diselesaikan tanpa melampaui batas biaya yang telah ditetapkan. Jadwal (*Schedule*), proyek harus dilaksanakan sesuai dengan waktu dan tenggat yang telah direncanakan. Mutu (*Quality*), hasil akhir proyek harus memenuhi standar spesifikasi dan kriteria yang telah ditentukan.

2.5 Kinerja Proyek

Kinerja proyek merupakan ukuran keberhasilan suatu proyek dalam mencapai tujuan yang telah ditetapkan dalam aspek waktu, biaya, dan kualitas. Menurut Kerzner (2017), kinerja proyek yang baik menunjukkan efektivitas dan efisiensi dalam perencanaan serta pelaksanaan proyek, serta kemampuan untuk mengidentifikasi dan

mengelola risiko yang dapat mempengaruhi keberhasilan proyek. Selain itu, menurut Turner (2016), kinerja proyek tidak hanya diukur berdasarkan pencapaian target teknis tetapi juga berdasarkan kepuasan pemangku kepentingan dan dampak jangka panjang yang dihasilkan.

Kinerja proyek dapat diukur melalui berbagai indikator untuk memudahkan pengendalian proyek. Dengan adanya indikator-indikator tersebut, seorang manajer proyek memiliki acuan yang jelas sebagai sasaran dan tujuan dalam mengelola proyek agar tetap berada dalam jalur yang sesuai dengan rencana. Menurut Husen (2019) ada lima indikator yaitu Indikator Kinerja Biaya, Indikator Kinerja Waktu, Indikator Kinerja Biaya dan Waktu, Indikator Kinerja Mutu, dan Indikator Kinerja K3 (Kesehatan dan Keselamatan Kerja).

2.6 *Earned Value*

Konsep *earned value* merupakan salah satu alat yang digunakan dalam pengelolaan proyek yang mengintegrasikan biaya dan waktu. Konsep *earned value* menyajikan tiga dimensi yaitu penyelesaian fisik dari proyek (*the percent complete*) yang mencerminkan rencana penyerapan biaya (*budgeted cost*), biaya aktual yang sudah dikeluarkan atau yang disebut dengan *actual cost* serta apa yang didapatkan dari biaya yang sudah dikeluarkan atau yang disebut *earned value*. Dari ketiga dimensi tersebut, dengan konsep *earned value*, dapat dihubungkan antara kinerja biaya dengan waktu yang berasal dari perhitungan varian dari biaya dan waktu (Flemming dan Koppelman, 1994).

Dalam metode *Earned Value*, informasi ditampilkan berupa indikator dalam bentuk kuantitatif. Informasi yang ditambihkan merupakan progress biaya dan jadwal proyek. Indikator ini menginformasikan posisi kemajuan proyek dalam jangka waktu tertentu serta dapat memperkirakan proyeksi kemajuan proyek.

Indikator-indikator dalam *Earned Value* adalah:

1. BCWS (*Budgeted Cost of Work Schedule*), menggambarkan rencana sampai pada periode tertentu terhadap volume rencana proyek yang

akan dikerjakan. BCWS disebut juga *Planned Value* (PV) merupakan anggaran biaya yang dialokasikan berdasarkan rencana kerja yang telah disusun terhadap waktu tertentu.

$$BCWS = \%Bobot\ Rencana \times Nilai\ Kontrak \quad (2.1)$$

2. BCWP (*Budgeted Cost of Work Performed*), menggambarkan anggaran rencana proyek pada periode tertentu terhadap apa yang telah dikerjakan pada volume pekerjaan aktual. BCWP disebut juga *Earned Value* (EV) merupakan nilai yang diterima dari penyelesaian pekerjaan selama periode waktu tertentu.

$$BCWP = \%Bobot\ Realisasi \times Nilai\ Kontrak \quad (2.2)$$

3. ACWP (*Actual Cost of Work Performed*), menggambarkan anggaran aktual yang dihabiskan untuk pelaksanaan pekerjaan pada keadaan volume pekerjaan aktual. ACWP disebut juga *Actual Cost* (AC) merupakan representasi dari keseluruhan pengeluaran yang dikeluarkan untuk menyelesaikan pekerjaan dalam periode tertentu.

$$ACWP = \%Bobot\ Realisasi \times Biaya\ Aktual \quad (2.3)$$

Dengan menggunakan tiga indikator tersebut, dapat dihitung berbagai faktor yang menggambarkan kemajuan dan kinerja pelaksanaan proyek, antara lain:

- a. Varian biaya (*Cost Variance*) dan varian jadwal (*Schedule Variance*)
- b. Pemantauan perubahan varian terhadap angka standar sebagai acuan
- c. Indeks produktivitas dan kinerja proyek
- d. Perkiraan biaya dan waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proyek

1. Varian Biaya (CV)

Cost Variance (CV) adalah selisih antara *Budgeted Cost of Work Performed* (BCWP) dan *Actual Cost of Work Performed* (ACWP). CV digunakan untuk mengevaluasi efisiensi penggunaan biaya pada suatu proyek.

$$CV = BCWP - ACWP \quad (2.4)$$

Berikut tabel 2.1 menjelaskan nilai CV beserta maknanya.

Tabel 2. 1 Nilai *Cost Variance*

Nilai CV	Keterangan
Negatif	biaya aktual lebih tinggi dari biaya yang dianggarkan (<i>cost overrun</i>), yang menunjukkan ketidakefisienan dalam penggunaan biaya (<i>Delay/Overrun</i>)
Nol	biaya aktual sesuai dengan biaya anggaran, yang berarti pekerjaan berjalan sesuai rencana biaya (<i>On Plan</i>)
Positif	biaya aktual lebih rendah dari biaya yang dianggarkan (<i>cost underrun</i>), yang menunjukkan efisiensi dalam penggunaan biaya (<i>Ahead</i>)

Sumber; Hussein, A. R., & Moradinia, S. F., 2024

2. Varian Jadwal (SV)

Schedule Variance (SV) adalah selisih antara *Budgeted Cost of Work Performed* (BCWP) dan *Budgeted Cost of Work Scheduled* (BCWS). SV digunakan untuk mengukur kinerja jadwal proyek berdasarkan pekerjaan yang telah selesai.

$$SV = BCWP - BCWS \quad (2.5)$$

Berikut tabel 2.2 menjelaskan tentang nilai SV beserta maknanya.

Tabel 2. 2
Nilai
Schedule Variance
S
u
m
b
e

Nilai SV	Keterangan
Negatif	pekerjaan yang diselesaikan lebih sedikit dibandingkan rencana (<i>behind schedule</i>), yang menunjukkan keterlambatan proyek. (<i>Delay/Overrun</i>)
Nol	maka pekerjaan selesai tepat waktu sesuai rencana jadwal. (<i>On Plan</i>)
Positif	pekerjaan yang diselesaikan lebih banyak dari rencana (<i>ahead of schedule</i>), yang menunjukkan percepatan proyek. (<i>Ahead</i>)

r; Hussein, A. R., & Moradinia, S. F., 2024

Performance Index merupakan indeks prestasi yang menggambarkan kinerja proyek dari segi waktu dan biaya. Dalam hal ini terdapat dua

indeks prestasi, yaitu *Cost Performance Index* (CPI) dan *Schedule Performance Index* (SPI)

1. *Cost Performance Index* (CPI)

Cost Performance Index (CPI) adalah salah satu indikator dalam manajemen proyek yang digunakan untuk mengukur efisiensi biaya dalam proyek. Rumus CPI sebagai berikut (Husen, 2019)

$$CPI = \frac{BCWP}{ACWP} \quad (2.6)$$

Berikut table 2.4 merupakan table nilai dan keterangan dari CPI.

Tabel 2. 3 Nilai *Cost Performance Index*

Nilai CPI	Keterangan
Negatif (CPI<1)	Proyek mengalami pemborosan biaya (<i>cost overrun</i>)
Nol (CPI=0)	Proyek berjalan sesuai dengan anggaran yang ditetapkan (<i>On plan</i>)
Positif (CPI>1)	Proyek berjalan lebih efisien dari sisi biaya (<i>cost underrun</i>)

Sumber; Hussein, A. R., & Moradinia, S. F., 2024

2. *Schedule Performance Index* (SPI)

Schedule Performance Index (SPI) adalah indikator dalam manajemen proyek yang digunakan untuk mengukur efisiensi jadwal dalam pelaksanaan proyek. SPI menunjukkan sejauh mana pekerjaan yang telah diselesaikan sesuai dengan jadwal yang direncanakan. Rumus SPI sebagai berikut (Husen, 2019)

$$SPI = \frac{BCWP}{BCWS} \quad (2.7)$$

Berikut table 2.4 merupakan table nilai dan keterangan dari SPI.

Nilai CPI	Keterangan
Negatif (SPI<1)	Proyek telambat dari rencana yang dibuat
Nol (SPI=0)	Proyek berjalan sesuai dengan rencana yang dibuat
Positif (SPI>1)	Proyek berjalan lebih cepat dari jadwal

4 Schedule Performance Index

Sumber; Hussein, A. R., & Moradinia, S. F., 2024

Analisis perkiraan biaya dan waktu penyelesaian proyek

1. Perkiraan Biaya

a) *Estimate to Complete* (ETC) merupakan perkiraan biaya yang diharapkan untuk menyelesaikan semua sisa pekerjaan proyek.

$$ETC = \frac{(BAC - BCWP)}{CPI} \quad (2.8)$$

Budget At Completion (BAC) = nilai keseluruhan kontrak setelah dikurangi pajak pertambahan nilai (PPN).

b) *Estimate at Completion*, merupakan total biaya yang diharapkan untuk menyelesaikan pekerjaan dinyatakan sebagai jumlah biaya actual hingga saat ini dan perkiraan untuk menyelesaikan

$$EAC = ACWP + ETC \quad (2.9)$$

e

ngan

EAC = *Estimate at Completion*

ACWP = *Actual Cost of Work Performed*

ETC = *Estimate to Complete*

2. Time Estimate

Time Estimate (TE) merupakan waktu perkiraan penyelesaian proyek dengan kecenderungan kinerja proyek akan tetap seperti saat

p

$$TE = ATE + \left(\frac{OD - (ATE \times SPI)}{SPI} \right) \quad (2.10)$$

ninjauan.

Dengan

TE = *Time Estimate*

ATE = *Actual Time Expanded* (Waktu Telah Ditempuh)

OD = *Original Duration* (Waktu yang direncanakan)

SPI = *Schedule Performance Index*

2.7 *Fault Tree Analysis*

Menurut Padaga, dkk. (2018) *Fault Tree Analysis* (FTA) merupakan teknik analisis sistem digunakan untuk menentukan akar penyebab suatu permasalahan dari kemungkinan terjadinya kejadian tertentu yang tidak diinginkan kemunculannya. Metode ini pertama kali diperkenalkan oleh *Bell Telephone Laboratories* pada tahun 1962 dalam rangka menganalisis keamanan sistem kontrol peluncuran *Minuteman Missile*.

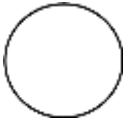
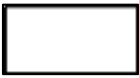
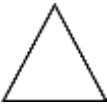
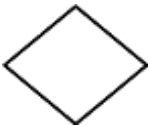

Metode *Fault Tree Analysis* (FTA) merupakan teknik yang digunakan untuk menganalisis dan memetakan hubungan logis antara kejadian yang tidak diinginkan, yang disebut sebagai *Top Event*, dengan berbagai akar penyebab yang mungkin menyebabkannya. Proses ini dimulai dari kejadian utama yang berada di tingkat atas, kemudian secara sistematis mengidentifikasi semua faktor atau penyebab potensial yang terletak di tingkat bawah dalam struktur pohon logis.

Keunggulan utama dari metode FTA terletak pada kemudahannya untuk diaplikasikan dan dipahami, sehingga membuatnya menjadi alat analisis yang sangat berguna. Selain itu, metode ini memberikan wawasan yang mendalam tentang sistem yang sedang dianalisis, memungkinkan identifikasi akar masalah secara komprehensif. Dengan mengilustrasikan semua kemungkinan penyebab masalah yang dapat diselidiki, FTA membantu tim untuk mengarahkan fokus pada area yang relevan, meningkatkan efisiensi dalam proses penyelesaian masalah dan pengambilan keputusan.

Untuk menyusun *Fault Tree Analysis* (FTA), langkah pertama adalah menyusun pertanyaan yang relevan dengan masalah yang ada, yang kemudian digunakan dalam wawancara dengan pihak manajemen terkait. Setelah itu, faktor-faktor penyebab kesalahan diidentifikasi dan diilustrasikan dalam bentuk diagram pohon kesalahan (*fault tree*). Berikut table 2.5 menjelaskan tentang simbol *event* dan table 2.6 menjelaskan

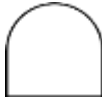

tentang simbol *gate* untuk merangkai akar permasalahan dalam penyusunan diagram *fault tree*.

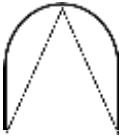

Tabel 2. 5 Simbol *Event* FTA

Simbol	Deskripsi
 <i>Basic Event</i>	Kejadian kegagalan dasar atau primer. Ini adalah kejadian acak dan memiliki data yang cukup tersedia.
 <i>House</i>	Keadaan dari sistem, subsistem, atau komponen. Deskripsi dari sebuah <i>output</i> dari <i>logic symbol</i> atau sebuah kejadian.
 <i>Transfer</i>	Mengindikasikan adanya transfer informasi.
 <i>Undeveloped Event</i>	Kegagalan sekunder atau kejadian yang belum berkembang, dapat dieksplorasi lebih lanjut.
 <i>Conditional Event</i>	Kejadian bersyarat yang terkait dengan terjadinya beberapa kejadian lain.

Sumber: Ted Hessing, 2020

Tabel 2. 6 Simbol *Gate* FTA

Simbol	Deskripsi
 <i>AND Gate</i>	<i>AND-gate</i> menggambarkan kejadian keluaran terjadi ketika semua kejadian masukan terjadi.
 <i>OR Gate</i>	<i>OR-gate</i> menggambarkan kejadian keluaran terjadi ketika setidaknya salah satu kejadian masukan terjadi.

Simbol	Deskripsi
<i>Priority AND-Gate</i> 	<i>Priority AND-gate</i> menggambarkan kejadian keluaran terjadi ketika semua kejadian masukan terjadi dalam urutan dari kiri ke kanan
 <i>Inhibit</i>	<i>Output</i> kesalahan terjadi jika kesalahan input (tunggal) terjadi di hadapan kejadian bersyarat yang memungkinkan.

Sumber: Ted Hessing, 2020

Menurut Ericson (2005) terdapat tujuh langkah dasar dalam proses penyusunan FTA, berikut merupakan tujuh langkah penyusunan *Fault Tree*:

1. Memahami desain sistem dan operasional dengan mengumpulkan data desain terkini, seperti gambar, skema, prosedur, dan diagram.
2. Mendeskripsikan masalah secara rinci dan menetapkan aspek-aspek yang perlu dianalisis serta hal-hal yang tidak diinginkan.
3. Menentukan aturan dasar analisis, menetapkan batasan cakupan masalah, dan mendokumentasikan semua aturan yang berlaku.
4. Mengikuti proses konstruksi, aturan, dan logika untuk menyusun model sistem *Fault Tree*.
5. Mengidentifikasi *cut set* dan probabilitasnya, serta menganalisis mata rantai lemah dan potensi masalah keamanan dalam desain.
6. Melakukan analisis kualitatif pada *fault tree* untuk memahami komponen sistem yang memicu kejadian tertentu. Evaluasi kualitatif ini didasarkan pada minimal *cut set*.
7. Melaksanakan analisis kuantitatif guna mengidentifikasi bagian sistem yang memicu kejadian yang tidak diinginkan. Pendekatan kuantitatif ini digunakan untuk menghitung probabilitas kegagalan.

Mengidentifikasi Minimal Cut Set

Cut set adalah salah satu keluaran utama dari *Fault Tree Analysis* (FTA). *Cut set* didefinisikan sebagai kombinasi kejadian-kejadian kegagalan yang dapat menyebabkan *top event* terjadi. Selain itu, *cut set*

juga menjadi mekanisme untuk menghitung probabilitas kegagalan. Sesuai definisinya, setiap *cut set* dapat memicu *top event* ketika terjadi. *Cut set* diperoleh dengan menggunakan aturan aljabar Boolean, dan ada berbagai algoritma yang digunakan untuk menghasilkannya.

Salah satu algoritma paling umum dalam FTA untuk menghasilkan *cut set* adalah algoritma MOCUS (*Method for Obtaining Cut Sets*), yang dikembangkan oleh J. Fussell dan W. Vesely. Metode ini merupakan pendekatan substitusi gerbang dari atas ke bawah (*top-down substitution*) yang efektif dalam menyusun *cut set* dari sebuah fault tree. MOCUS didasarkan pada prinsip bahwa gerbang AND menambah jumlah elemen dalam *cut set*, sementara gerbang OR menambah jumlah *cut set*.

Langkah-langkah dasar algoritma MOCUS adalah sebagai berikut:

1. Beri nama atau nomor pada semua gerbang dan kejadian dalam fault tree.
2. Tempatkan nama gerbang utama (top gate) pada baris pertama sebuah matriks.
3. Lakukan substitusi pada gerbang utama dengan input-inputnya menggunakan aturan berikut:
 - a. Untuk gerbang AND, gantikan dengan daftar input yang dipisahkan oleh koma.
 - b. Untuk gerbang OR, gantikan dengan daftar input yang ditulis secara vertikal, dengan setiap input berada di baris yang berbeda.
 - c. Lanjutkan proses substitusi secara berulang untuk setiap gerbang, bergerak ke bawah fault tree hingga hanya tersisa input dasar (*basic events*).
 - d. Ketika semua input dasar telah dimasukkan, proses substitusi selesai, dan daftar *cut set* lengkap telah dibuat.
 - e. Hapus semua *cut set* yang tidak minimal (*non-minimal*) serta duplikat dari daftar menggunakan aturan aljabar Boolean.
 - f. Daftar akhir yang dihasilkan adalah **minimal cut set**, yaitu kombinasi kejadian yang paling sederhana yang dapat menyebabkan *top event*.

Melakukan Analisis Kuantitatif *Fault Tree*

Pendekatan kuantitatif ini digunakan untuk mengetahui bagian dari sistem yang menyebabkan kejadian tidak diinginkan. Pendekatan ini berfokus pada pengukuran kemungkinan atau probabilitas terjadinya kegagalan, sehingga dapat digunakan untuk memperkirakan tingkat risiko dan menentukan langkah mitigasi yang tepat. Untuk mengetahui nilai probabilitas maka digunakan perhitungan sebagai berikut

$$Q = 1 - R = 1 - e^{-\lambda T}$$

$$\lambda T = \frac{f}{t}$$

Dengan

Q = Probabilitas kegagalan suatu komponen

R = Reabilitas dari suatu komponen

λT = Laju kegagalan

f = Jumlah kegagalan

t = Total waktu pengujian

Melalui pendekatan ini, dimungkinkan untuk mengkuantifikasi seberapa besar kemungkinan suatu komponen mengalami kegagalan dalam jangka waktu tertentu, yang selanjutnya dapat digunakan dalam analisis *Fault Tree Analysis* (FTA) guna memetakan sumber-sumber risiko dalam sistem secara lebih sistematis dan terukur.

2.8 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu akan penulis jadikan referensi sehingga dapat memperluas teori yang digunakan dalam menganalisis penelitian ini, penelitian terdahulu dapat dilihat pada Tabel 2.7

Tabel 2. 7 Penelitian Terdahulu

Peneliti	Judul	Pembahasan	Metode	Hasil
Widya Kartika, Buddewi Sukindrawati ,Diki Rohman (2024)	Penerapan Kinerja Proyek Konstruksi Pada Pembangunan Ruas Jalan dan Jembatan Tawang Ngalang Segmen IV Menggunakan Earned Value Concept	Proyek pembangunan Ruas Jalan dan Jembatan Tawang Ngalang Segmen IV dianalisis menggunakan metode konsep nilai hasil (Earned Value Management). Analisis ini mencakup perhitungan BCWS, BCWP, ACWP, serta indikator kinerja seperti Cost Variance (CV), Schedule Variance (SV), Cost Performance Index (CPI), dan Schedule Performance Index (SPI).	<i>Earned Value</i>	Hasil evaluasi menunjukkan proyek berjalan lebih cepat dari jadwal dengan SPI > 1 (SPI to-go = 1,129) dan lebih hemat biaya dari anggaran dengan CPI > 1 (CPI to-go = 1,975). Secara keseluruhan, proyek menunjukkan deviasi positif sebesar 2,23% dari jadwal rencana.
Sri Wahyuningsih, Ir. Imam Pujo Mulyatno, MT, Ir. Sarjito Joko Sisworo, M.Si (2023)	Analisa Faktor Penyebab Keterlambatan Proyek Reparasi dengan Metode <i>Fault Tree Analysis</i> (FTA) dan Penjadwalan Ulang dengan <i>Critical Path Method</i> (CPM) pada Kapal MT. Alice XXV di	Proyek reparasi MT. Alice XXV yang direncanakan selesai dalam 22 hari, namun dalam pelaksanaan lapangan proyek reparasi tersebut selesai dalam 33 hari. Sehingga proyek reparasi mengalami keterlambatan, metode untuk mendapat penyebab keterlambatan proyek reparasi yaitu Fault Tree Analisis (FTA). Selanjutnya menganalisa penjadwalan ulang dengan Critical Path Method (CPM). Tujuan penelitian ini yaitu mendapatkan faktor penyebab keterlambatan	<i>Fault Tree Analysis</i> (FTA) dan <i>Critical Path Method</i> (CPM)	Hasil analisis FTA menunjukkan bahwa penyebab utama keterlambatan proyek reparasi adalah penggunaan peralatan secara berlebihan dengan probabilitas 0,009321. Dalam upaya percepatan proyek, dua alternatif penjadwalan ulang dievaluasi: 1. Penambahan jam kerja (lembur): <ul style="list-style-type: none"> - Durasi dipercepat 21,25% (6 hari lebih cepat), dari 33 hari menjadi 27 hari. - Biaya tambahan sebesar 13,97% (Rp. 93.000.000,00).

Peneliti	Judul	Pembahasan	Metode	Hasil
	Galangan Semarang	proyek reparasi kapal dan mendapatkan penjadwalan ulang dengan alternatif penambahan jam kerja dan alternatif penambahan tenaga kerja.		2. Penambahan tenaga kerja: <ul style="list-style-type: none"> - Durasi dipercepat 25% (6 hari lebih cepat), dari 33 hari menjadi 27 hari. - Biaya tambahan sebesar 1,35% (Rp. 82.700.000,00).
Muhammad Rizqie, Wilma Amiruddin, Kiryanto (2022)	Analisa Waktu dan Biaya Dengan Menggunakan Metode Earn Value Analysis Pada Proyek Reparasi Kapal KT Tirtayasa II	Studi kasus reparasi kapal KT Tirtayasa II yang mengalami penyimpangan jadwal. Berdasarkan keadaan tersebut diperlukan analisis kinerja proyek tersebut. Rencana proyek berlangsung selama 90 hari dengan total nilai kontrak sebesar Rp 4.779.683.380,04,-(PPN 10%). Penelitian ini bertujuan mengetahui kinerja proyek, menghitung estimasi waktu dan biaya akhir proyek. Penelitian ini menggunakan metode EVA.	Earned Value Analysis (EVA)	Proyek mengalami keterlambatan dengan nilai SPI 0,85 , menunjukkan progres waktu lebih lambat dari rencana. Biaya yang dikeluarkan juga melebihi anggaran, terlihat dari nilai CPI 0,98 . Estimasi biaya sisa pekerjaan sebesar Rp 1.568.214.415,23 , dan total biaya akhir proyek diperkirakan mencapai Rp 4.021.062.603,16 (tanpa PPN). Proyek diproyeksikan selesai dalam 105 hari , terlambat 15 hari dari jadwal rencana 90 hari . Hal ini menunjukkan perlunya perbaikan dalam pengelolaan waktu dan biaya proyek.
Anis Suryaningrum, dkk. (2024)	Analisis Faktor Penyebab Keterlambatan Menggunakan Metode <i>Fault Tree Analysis</i> (Studi Kasus Pembangunan <i>Office Headquarter</i> Surabaya)	Proyek pembangunan <i>Office Headquarter</i> Surabaya milik PT. Dermaga mengalami keterlambatan. Faktor penyebab keterlambatan dianalisis dengan metode <i>Fault Tree Analysis</i> , sedangkan percepatan penyelesaian proyek ditentukan menggunakan metode <i>Critical Path Method</i> (CPM) dengan bantuan Microsoft Project.	<i>Fault Tree Analysis</i> (FTA) dan <i>Critical Path Method</i> (CPM)	Analisis <i>Fault Tree Analysis</i> (FTA) mengidentifikasi empat faktor utama penyebab keterlambatan: <ol style="list-style-type: none"> 1. Perubahan gambar proyek 2. Keterlambatan material 3. Tenaga kerja kurang kompeten 4. Kurangnya koordinasi antara kontraktor dan konsultan Percepatan proyek menggunakan metode <i>Critical Path Method</i> (CPM) adanya penambahan waktu selama 74 hari dan pemberlakuan jam kerja lembur 4 jam pada pekerjaan yang berada pada jalur kritis.

Peneliti	Judul	Pembahasan	Metode	Hasil
Ahmed Rasul Hussein dan Sina Fard Moradinia (2024)	Time and Cost Management in Water Resources Projects Utilizing the Earned Value Method	Penelitian ini menyoroti pentingnya pengelolaan waktu, biaya, dan kualitas dalam proyek sumber daya air, yang berperan krusial dalam sektor pertanian, industri, dan ekonomi. Studi ini mengevaluasi dampak <i>Earned Value Management</i> (EVM) dalam mengelola jadwal dan anggaran proyek.	<i>Earned Value Analysis</i>	<p>Analisis dilakukan pada tiga tahap implementasi proyek, dengan hasil sebagai berikut:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Schedule Variance</i> (SV) awal sebesar 40%, menunjukkan keterlambatan akibat penundaan pekerjaan pada <i>injection gallery</i> dan akses proyek. • Pada tahap kedua, SV menurun menjadi 25% dengan dimulainya aktivitas yang tertunda. • Pada tahap akhir, SV turun menjadi 11,6%, mendekati target jadwal proyek. <p>Selain itu, <i>Schedule Performance Index</i> (SPI), yang mencerminkan efisiensi manajemen proyek dalam ketepatan waktu, meningkat dari 0,6 pada tahap awal menjadi 0,88 di tahap akhir (dengan nilai 1,0 menunjukkan kinerja sesuai target).</p>

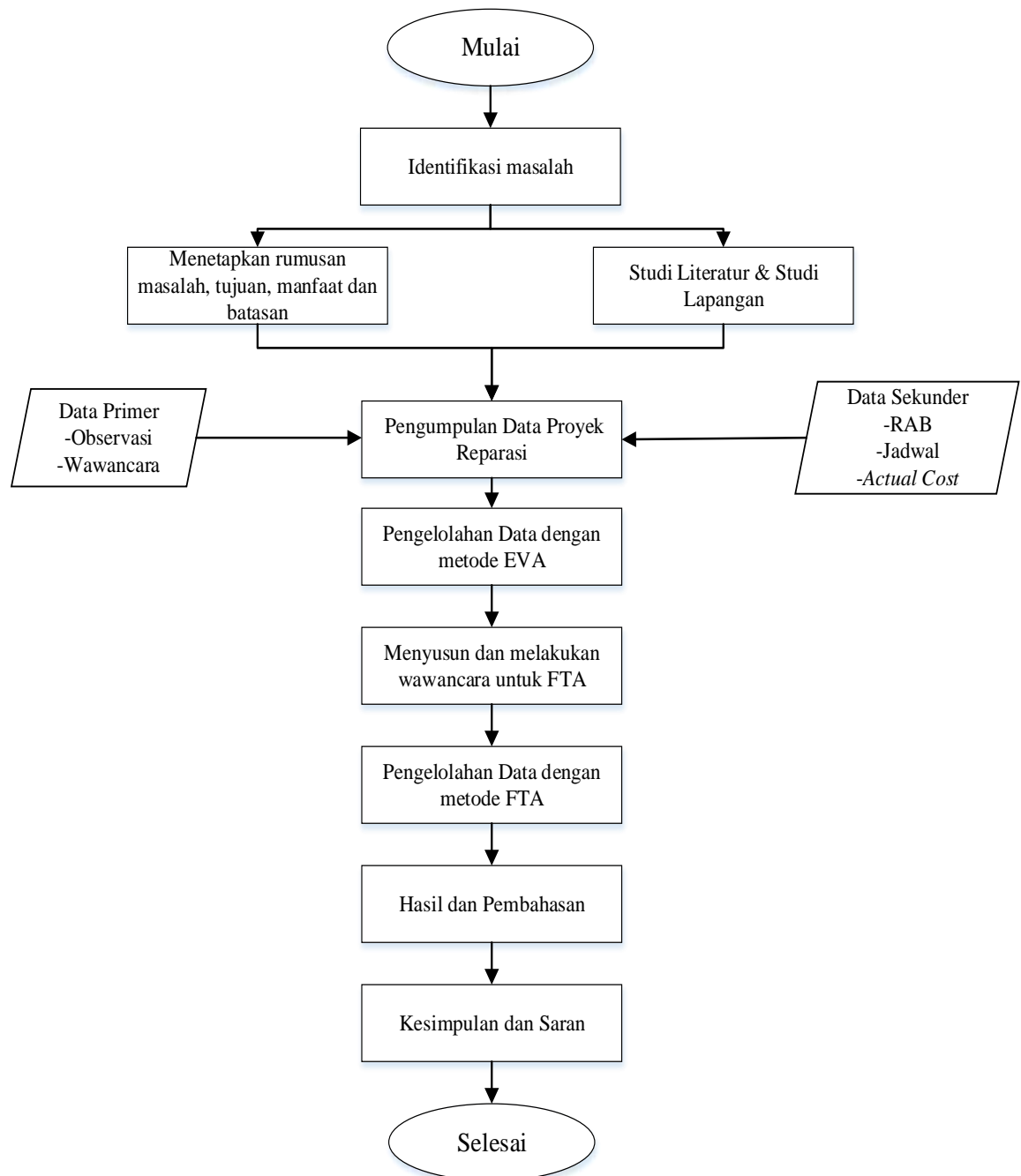
Sumber: data diolah, 2025

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alur Penelitian



Gambar 3. 1 Diagram Alur Penelitian
(Penulis, 2025)

3.2 Alur Penelitian

Berdasarkan Diagram Alur Penelitian dan waktu penelitian, berikut masing-masing keterangan alur penelitian :

1. Identifikasi Masalah

Tahap identifikasi masalah merupakan langkah awal yang penting dalam proses penelitian, di mana peneliti berupaya menjelaskan dan mengidentifikasi masalah yang sedang terjadi. Pada tahap ini, pengumpulan data menjadi elemen utama, khususnya data primer yang diperoleh langsung dari perusahaan atau sumber terkait. Data ini digunakan untuk memahami situasi nyata yang dihadapi serta memperkuat dasar penentuan topik yang akan menjadi fokus utama dalam tugas akhir.

Melalui proses identifikasi ini, peneliti dapat menggali dan menganalisis permasalahan secara mendalam, sehingga mendapatkan gambaran yang jelas tentang isu yang akan diteliti. Identifikasi masalah bukan hanya membantu mengarahkan penelitian ke arah yang tepat, tetapi juga menjadi landasan penting dalam merumuskan pertanyaan penelitian atau rumusan masalah.

2. Menetapkan Rumusan Masalah, Tujuan, Manfaat Dan Batasan Masalah

Menentukan rumusan masalah berdasarkan identifikasi yang telah dilakukan. Hal ini berfungsi dengan adanya rumusan masalah yang jelas, penelitian dapat dilakukan secara sistematis untuk menemukan solusi atau jawaban atas permasalahan yang telah diidentifikasi.

Setelah rumusan masalah ditetapkan, langkah selanjutnya adalah merumuskan tujuan penelitian. Tujuan ini menggambarkan apa yang ingin dicapai dari penelitian yang dilakukan, baik itu untuk memberikan pemahaman baru, mengembangkan metode tertentu, atau memberikan solusi praktis terhadap permasalahan yang diangkat.

Tujuan harus dirumuskan secara spesifik, terukur, dan selaras dengan rumusan masalah yang telah dibuat.

Selain itu penelitian diharapkan dapat memberikan kontribusi pada pengembangan ilmu pengetahuan di bidang terkait. Secara praktis, hasil penelitian dapat digunakan untuk membantu menyelesaikan masalah perusahaan.

Penetapan batasan masalah juga menjadi bagian penting dalam proses penelitian. Batasan masalah berfungsi untuk mempersempit ruang lingkup penelitian agar tetap fokus pada topik yang relevan dan terukur. Dengan menentukan batasan, peneliti dapat menghindari pembahasan yang terlalu luas atau di luar konteks, sehingga penelitian lebih efektif dan hasilnya lebih akurat. Contohnya, dalam penelitian reparasi kapal, batasan masalah mungkin mencakup hanya analisis kinerja dengan metode EVA dan FTA tanpa melibatkan metode lain atau proyek selain KM Eikan.

3. Studi Literatur & Studi Lapangan

Studi literatur digunakan untuk mencari landasan teori-teori tentang manajemen proyek, kinerja proyek, penambahan biaya pada suatu proyek, metode EVA metode FTA. Selain itu juga mencari jurnal-jurnal yang terkait dengan penelitian. Studi lapangan dilakukan di perusahaan tempat studi kasus dilakukan. Studi ini dilakukan untuk mengenal kondisi lapangan dan bagaimana proses reparasi dilakukan digalangan.

4. Pengumpulan Data Proyek Reparasi

Mengumpulkan data-data yang dibutuhkan dalam penyusunan tugas akhir. data yang dibutuhkan antara lain:

- a. Data primer, data ini diperoleh dari obeservasi lapangan dan wawancara dengan pengawas proyek yang bertujuan untuk mengetahui progres, proses, dan kendala yang dihadapi saat proyek berjalan.
- b. Data sekunder, data ini didapat dari perusahaan. Data yang diambil adalah data *scheduling* proses docking kapal, dock Plan, RAB, *actual cost*.

5. Pengelolaan data EVA



Gambar 3. 2 Alur Pengerjaan EVA
(Penulis, 2025)

Dari data yang diperoleh, maka akan dilakukan analisis dan pembahasan, menggunakan *Earned Value Analysis* (EVA) dengan alur sebagai seperti gambar 3.2 dengan penjelasan sebagai berikut:

a. Menghitung Indikator nilai hasil (*earned value*)

Perhitungan dari BCWP, BCWS, dan ACWP berdasarkan pengolahan data *schedule*, RAB, dan *actual cost* untuk mengetahui efektivitasnya.

b. Menghitung Varian Biaya dan Varian Jadwal

Varian biaya (CV) digunakan untuk mengidentifikasi apakah anggaran yang digunakan sudah sesuai atau tidak. Varian Jadwal (SV) mengukur kinerja jadwal proyek berdasarkan pekerjaan yang telah selesai.

c. Menghitung Kinerja Proyek

Menghitung *Cost Performance Index* (CPI) dan *Schedule Performance Index* (SPI) guna mengukur kinerja proyek dari segi waktu dan biaya.

d. Menganalisis Perkiraan Biaya dan Waktu

Menentukan *Estimate at Completion* (EAC) dan *Time Estimate* (TE) untuk mengetahui perkiraan biaya dan waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan proyek.

6. Menyusun dan melakukan wawancara FTA

Data yang digunakan adalah data primer. Data ini diperoleh secara langsung dari sumber utamanya, seperti wawancara, *survey*,

eksperimen, dan sebagainya. Data primer yang dikumpulkan dalam penelitian ini adalah :

Expert Judgement (Penilaian Ahli)

Beberapa literatur yang berhubungan dengan estimasi biaya dan *effort* yang dibutuhkan untuk suatu proyek, pendekatan *expert judgment* (EJ) banyak dipraktikkan karena adanya isu subyektifitas dalam setiap usaha untuk melakukan estimasi atau perkiraan, meskipun secara umum, EJ bukan salah satu teknik estimasi biaya atau waktu. Agar pendekatan ini bisa berhasil, pakar yang digunakan harus mempunyai pengalaman tahunan. Metode ini jelas rentan terhadap bias. Namun, ada juga beberapa keuntungan menggunakan pendekatan EJ, yaitu:

- a. Cepat dibuat;
- b. Membutuhkan sedikit sumber daya baik waktu maupun biaya;
- c. Bisa se-akurat metode lain yang lebih mahal.

Expert Judgement didapatkan berdasarkan metode FTA yang dilakukan bersama *expert* pada perusahaan galangan kapal. Berikut kriteria *Expert* yang dipilih:

- a. Memahami secara detail terkait dengan proyek reparasi kapal.
- b. Berperan dalam proyek reparasi KM Eikan.
- c. Memiliki pengalaman kerja minimal 5 tahun di Galangan.
- d. Memegang jabatan penting di galangan dan berperan dalam proyek reparasi.
- e. Memiliki kemampuan komunikasi yang baik.

Berikut table 3.1 merupakan daftar *expert* yang masuk berdasarkan kriteria *Expert Judgement*.

Nama	Jabatan	Lama Bekerja
K	Manager Galangan	30 tahun
C A	PPC	8 tahun
M R	Pengawas Proyek	8 tahun

Tabel
3. 1
Daftar
Expert

7. Pengelolahan Data FTA

- a. Menganalisis hasil wawancara untuk menemukan item pekerjaan yang mengalami masalah, faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi permasalahan, serta pencegahannya agar proyek berjalan dengan baik dan lancar.

- b. Membuat diagram *Fault Tree analysis*

Dalam penyusunan data untuk *Fault Tree analysis* menggunakan bantuan *software Microsoft Visio* Dalam proses penggunaannya input dari *software* ini adalah data *basic event* dan probabilitas hasil dari wawancara, kemudian diproses dalam *software* ini dalam bentuk diagram FTA sehingga nantinya didapatkan *output* yaitu diagram FTA yang telah tersusun dengan rapi dan juga minimal cut set masing-masing *basic event*.

- c. Menghitung Probabilitas

Selanjutnya dari masing-masing *basic event* dihitung probabilitas untuk mengetahui akar permasalahan mana yang menjadi penyebab terbesar dari keterlambatan proyek reparasi kapal.

8. Hasil dan Pembahasan

Tahap ini merupakan penyajian hasil dari pengelolahan data dan melakukan iterpretasi terhadap hasil yang diperoleh dengan mengaitkannya pada teori, literatur, atau penelitian sebelumnya. Dalam pembahasan, peneliti juga menjelaskan implikasi temuan terhadap permasalahan yang diangkat.

9. Kesimpulan dan Saran

Pada tahap ini akan membahas mengenai kesimpulan yang dihasilkan dari penelitian yang telah dilaksanakan. Dengan adanya kesimpulan dan saran dari hasil penelitian maka dapat menjadi panduan bagi para pelaksana (Galangan) dalam manajemen proyek mereka, serta menjadi referensi bagi pengembangan penelitian selanjutnya.

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Gambaran Umum Perkerjaan



Gambar 4. 1 KM. Eikan
(Penulis, 2024)

Objek analisis yang diambil dalam penelitian tugas akhir ini adalah proyek reparasi kapal KM Eikan yang dilakukan di salah satu galangan kapal di Surabaya. KM Eikan dikategorikan sebagai kapal kargo (*cargo vessel*) memiliki ukuran utama yang terlihat pada table 4.1 :

Dimensi	Ukuran
Panjang seluruhnya (LOA)	50,25 M
Lebar (B)	9,00 M
Tinggi (H)	5,30 M
Sarat (T)	3,35 M
DWT	700 Ton

Tabel
4. 1
Ukuran
Utama
Kapal
KM
Eikan

Sumber: Data Perusahaan

Sesuai dengan kontrak proyek reparasi kapal KM Eikan direncanakan selesai dalam 18 hari dimulai pada tanggal 19 Agustus 2024 dan dijadwalkan selesai pada tanggal 5 September 2024. Namun, dalam pelaksanaannya proyek mengalami keterlambatan yang signifikan

sehingga penyelesaiannya mundur menjadi 45 hari. Terjadi keterlambatan selama 27 hari dari rencana yang dibuat.

Biaya proyek pada reparasi kapal KM Eikan dalam rencana anggaran biaya (RAB) sebesar Rp. 414.786.700,-. Rincian rencana anggaran biaya proyek dapat dilihat pada table 4.2:

Tabel 4. 2 Rencana Anggaran Biaya (RAB)

No.	Sub Pekerjaan	Biaya (Rp)	Bobot (%)
I	Pelayanan Umum dan Pengedokan	94.900.000	22,88
II	Konstruksi Badan Kapal	184.645.000	44,52
III	Peralatan dan Perlengkapan Kapal	55.941.700	13,49
IV	Sistem Propulsi dan Kemudi	79.300.000	19,12
Total		414.786.700	100

er: Data Perusahaan

4.2. Uraian Pekerjaan dan Penjadwalan

Berikut merupakan uraian pekerjaan dan jadwal pelaksanaan proyek yang berisi durasi pekerjaan, tanggal mulai dan tanggal selesai pekerjaan tersebut.

Tabel 4. 3 Uraian Pekerjaan

No	Task name	Duration	Start	Finish
I	Pelayanan Umum dan Pengedokan			
1.	Docking undocking	15 days	Tue 03/09/24	Mon 18/09/24
a.	Assistensi docking undocking beserta segala fasilitasnya	1 day	Tue 03/09/24	Tue 03/09/24
b.	Docking untuk inspeksi dan perbaikan under water line	15 days	Tue 03/09/24	Mon 18/09/24
2.	Assistensi	45 days	Mon 19/08/24	Thu 03/10/24
a.	Pelayanan & pengaturan ballast, tali-temali untuk kapal masuk & keluar lokasi Galangan dan kapal naik & turun dock.	1 day	Mon 19/08/25	Mon 19/08/25
b.	Disiapkan ganjal-ganjal (keel block dan side block) pada saat proses kapal docking.	1 day	Mon 19/08/26	Mon 19/08/26
c.	Pelayanan Tug Boat untuk keluar/masuk perairan galangan	1 day	Mon 19/08/27	Mon 19/08/27
d.	Fasilitas bak sampah untuk kebersihan kapal.	45 days	Mon 19/08/24	Thu 03/10/24
e.	Fasilitas PMK selama kapal digalangan.	45 days	Mon 19/08/24	Thu 03/10/24
f.	Pemasangan/lepas selang pemadam.	1 day		
3.	Penyediaan tempat	30 days	Mon 19/08/24	Thu 03/10/24
4.	Supply listrik kapal di atas dock	15 days	Tue 03/09/24	Mon 18/09/24
a.	Pasang & lepas penyambungan kabel listrik.	1 day	Tue 03/09/24	Tue 03/09/25
b.	Supply tenaga listrik (50 A - 220 V AC - 3 Phase)	15 days	Tue 03/09/24	Mon 18/09/24
5.	Fasilitas MCK bagi ABK selama kapal	45 days	Mon 19/08/24	Thu 03/10/24

No	Task name	Duration	Start	Finish
	repair			
6.	Bantuan crane		Wed 04/09/24	Mon 23/09/24
II	Pekerjaan dalam Dok			
7.	Pembersihan Tangki-Tangki dan Got Kamar Mesin	3 days	Sat 31/08/24	Tue 03/09/24
a.	Tangki forepeak	3 days	Mon 02/09/24	Wed 04/09/24
b.	Tangki Ballast I - Kanan kiri	3 days	Mon 02/09/24	Wed 04/09/24
c.	Tangki Ballast II - Kanan kiri	3 days	Mon 02/09/25	Wed 04/09/25
d.	Tangki Ballast III - Kanan kiri	3 days	Mon 02/09/26	Wed 04/09/26
e.	Tangki BBM di Palkah - Kanan - Kiri	3 days	Mon 02/09/27	Wed 04/09/27
f.	Tangki BBM Kamar mesin- Kanan – Kiri	3 days	Mon 02/09/28	Wed 04/09/28
g.	Pembersihan got kamar mesin	2 days	Tue 03/09/28	Wed 04/09/28
h.	Pembersihan tumpahan limbah dalam kapal dengan oil spill dispassant	1 day	Wed 04/09/28	Wed 04/09/28
8.	Pembersihan dan pengecatan lambung Bawah Garis Air	12 days	Tue 03/09/24	Tue 17/09/24
a.	Pembersihan dengan scrapping, spotblast, dan sweepblast	2 days	Tue 03/09/24	Wed 04/09/24
b.	Dicuci dengan ai tawar	1 day	Thu 05/09/24	Thu 05/09/24
c.	Pengecatan ac	10 days	Thu 05/09/24	Tue 17/09/24
d.	Pengecatan fc	6 days	Tue 10/09/24	Tue 17/09/24
9.	Pembersihan dan pengecatan Atas Garis Air	13 days	Sun 08/09/24	Tue 24/09/24
a.	Disandblast	3 days	Sun 08/09/24	Tue 10/09/24
b.	Dicuci dengan ai tawar	1 day	Tue 10/09/24	Tue 10/09/24
c.	Dilakukan pengecatan ac	10 days	Tue 10/09/24	Mon 23/09/24
d.	Pengecatan finish bottop	3 days	Fri 20/09/24	Tue 24/09/24
10.	Pembuatan water line	2 days	Mon 23/09/24	Tue 24/09/24
11	Ultrasonic test	2 days	Tue 03/09/24	Wed 04/09/24
a.	Dibuat gambaran bukaan kulit disertai hasil UT	1 day	Wed 04/09/24	Wed 04/09/24
12	Laporan dok	1 day	Thu 19/09/24	Thu 19/09/24
13	Replating	10 days	Wed 04/09/24	Mon 16/09/24
III	Peralatan dan Perlengkapan Kapal			
14	Sea chest	7 days	Wed 04/09/24	Wed 11/09/24
a.	4 (empat) buah lemari lambung/sea chest plat-plat sarangannya, dibongkar dan disiapkan untuk pemeriksaan klas	2 days	Wed 04/09/24	Thu 05/09/24
b.	Kotak-kotak dan plat-plat sarangannya disekrap, dibersihkan dan dicat.	3 days	Fri 06/09/24	Mon 09/09/24
c.	Selesai perawatan, plat-plat sarangan dipasang kembali.	2 days	Tue 10/09/24	Wed 11/09/24
d.	Dibuatkan saringan dengan ukuran 400x300x10mm 1 buah	1 day	Tue 10/09/24	Tue 10/09/24
15	Sea valve	5 days	Wed 04/09/24	Mon 09/09/24
a.	Kran induk, kran pembuangan, dan kran ballast, PDU, isap got, AE dan ME dibongkar, dibersihkan, diperiksa dan di cat	5 days	Wed 04/09/24	Mon 09/09/24

No	Task name	Duration	Start	Finish
16	Unit Jangkar dan Rantai Jangkar	3 days	Fri 23/08/24	Tue 27/08/24
a.	Jangkar dan Rantai digelar dan dicat	1 day	Fri 23/08/24	Fri 23/08/24
b.	Dilakukan pengukuran dan pembuatan laporan	1 day	Sat 24/08/24	Sat 24/08/24
c.	Ganti baru rantai bagian kiri 2 segel	1 day	Tue 27/08/24	Tue 27/08/24
d.	Bak Rantai dibersihkan dan dicat	3 days	Fri 23/08/24	Tue 27/08/24
IV	Sistem Propulsi dan Kemudi			
17	Unit propeller	6 days	Thu 05/09/24	Wed 11/09/24
a.	Dilakukan dicabut dan dilakukan pengecekan	1 day	Thu 05/09/24	Thu 05/09/24
b.	Polishing dan balancing baling-baling	6 days	Thu 05/09/24	Wed 11/09/24
18	Unit shaft propeller	6 days	Thu 05/09/24	Wed 11/09/24
a.	Dilaksanakan Check clearance shaft propeller dengan bantalannya	1 day	Thu 05/09/24	Thu 05/09/24
b.	Reimers packing diganti baru	2 days	Fri 06/09/24	Sun 08/09/24
c.	Bongkar tosen as dan dibawa ke bengkel	5 days	Fri 06/09/24	Wed 11/09/24
d.	As baling-baling dicabut, dibawa ke bengkel, dan dipasang Kembali	6 days	Thu 05/09/24	Wed 11/09/24
19	Unit shaft kemudi	5 days	Wed 04/09/24	Mon 09/09/24
a.	Kelonggaran as kemudi terhadap bus bantalan atas, tengah, bawah diukur dan dibuatkan laporannya	1 day	Wed 04/09/24	Wed 04/09/24
b.	As kemudi dicabut, dibawa ke bengkel, setelah selesai dipasang Kembali	5 days	Wed 04/09/24	Mon 09/09/24

Sumber: Data perusahaan, 2024

4.3. Analisis Menggunakan *Earned Value Analysis*

Dalam penelitian ini, analisis kinerja pelaksanaan proyek dilakukan dalam dua periode peninjauan. Pemilihan dua periode ini didasarkan pada hasil pengamatan terhadap kurva-S, yang menunjukkan adanya penyimpangan signifikan antara progres perencanaan dan realisasi di lapangan. Peninjauan Periode I dilakukan sesuai jadwal perencanaan, yaitu dari hari ke-1 hingga hari ke-15, dengan tujuan untuk mengevaluasi kinerja proyek selama durasi yang telah direncanakan. Sementara itu, Peninjauan Periode II dilakukan dari hari ke-16 hingga hari ke-30, karena hari ke-30 merupakan hari terakhir kapal berada di atas dock. Pembagian ini memungkinkan analisis yang lebih akurat terhadap kinerja proyek sebelum dan sesudah terjadinya deviasi dari jadwal awal. Untuk data nilai rincian kontrak, progres proyek, kurva-S, dan rincian biaya aktual dapat melihat lampiran 2.

4.3.1. Analisis Earned Value Periode I

4.3.1.1 Indikator-Indikator *Earned Value*

1. *Budgeted Cost of Work Schedule* (BCWS)

Perhitungan nilai BCWS pada periode 1 dilakukan pada hari ke-1 sampai hari ke-15 berdasarkan bobot rencana. Contoh perhitungan nilai BCWS dengan rumus 2.1 pada hari ke-1 sebagai berikut:

Diketahui:

% progres rencana hari ke-1 = 1,03%

Nilai Kontrak = Rp. 414.786.700,-

Nilai BCWS hari ke-1 = %*Bobot Rencana* × *Nilai Kontrak*
= 1,03% x Rp. 414.786.700,-
= Rp. 4.284.722,-

Untuk perhitungan nilai BCWS selanjutnya dapat dilakukan dengan cara yang sama seperti perhitungan diatas. Berikut hasil perhitungan BCWS dapat dilihat pada tabel 4.4

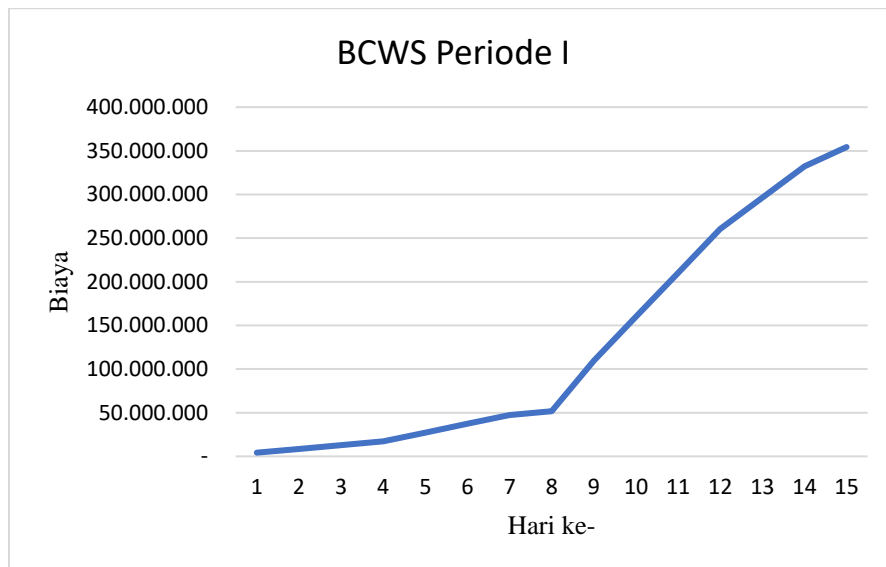
Tabel 4. 4 Perhitungan BCWS Periode I

Hari ke-	Rencana	Nilai BCWS (Rp)	Akumulasi BCWS (Rp)
1	1,03%	4.284.722	4.284.722
2	1,03%	4.284.722	8.569.444
3	1,03%	4.284.722	12.854.167
4	1,03%	4.284.722	17.138.889
5	2,43%	10.084.722	27.223.611
6	2,43%	10.084.722	37.308.333
7	2,43%	10.084.722	47.393.056
8	1,03%	4.284.722	51.677.778
9	13,93%	57.795.425	109.473.203
10	12,13%	50.295.425	159.768.628
11	12,13%	50.295.425	210.064.053
12	12,15%	50.402.092	260.466.144
13	8,65%	35.879.167	296.345.311
14	8,65%	35.879.167	332.224.478
15	5,33%	22.096.667	354.321.144
Total	85,42%	354.321.144	-

Sumber: Data diolah, 2025

Pada tabel 4.4 Ditemukan nilai BCWS peridoe I pada hari ke-15 sebesar Rp. 22.096.667 dengan nilai akumulasi BCWS

sebesar Rp. 354.321.144. Sedangkan grafik peninjauan BCWS periode I dapat dilihat pada gambar 4.2



Gambar 4. 2 Grafik BCWS Periode I
(Penulis, 2025)

Dari grafik hasil perhitungan BCWS periode I dapat dilihat terjadi kenaikan signifikan pada hari ke-9, hal ini dikarenakan pada hari ke-9 kapal dijadwalkan memasuki proses docking dan dimulai pekerjaan konstruksi badan kapal. Dan pada hari ke-15 total akumulasi BCWS 354.321.144 sesuai dengan RAB yang menunjukkan progress reparasi 85,42%. Hasil *output* akumulasi BCWS ini akan digunakan untuk *input* perhitungan *Schedule Varian* (SV) dan *Schedule Performance Index* (SPI).

2. Budgeted Cost of Work Performed (BCWP)

Perhitungan nilai BCWP pada periode 1 dilakukan pada hari ke-1 sampai hari ke-15 berdasarkan bobot rencana. Contoh perhitungan nilai BCWP dengan rumus 2.2 pada hari ke-1 sebagai berikut:

Diketahui:

% progres realisasi hari ke-1 = 0,41%

Nilai Kontrak = Rp. 414.786.700,-

Nilai BCWP hari ke-1 = %Realisasi × Nilai Kontrak
= 0,41% x Rp. 414.786.700,-
= Rp. 1.683.064,-

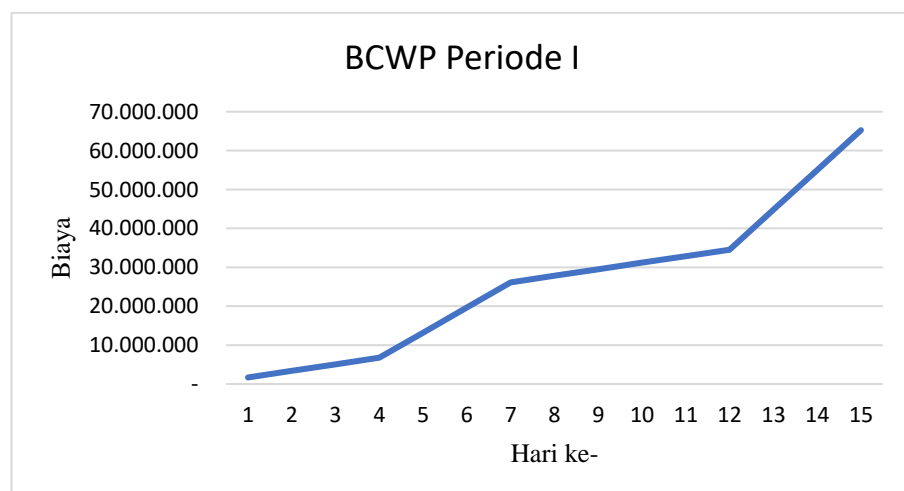
Untuk perhitungan nilai BCWP selanjutnya dapat dilakukan dengan cara yang sama seperti perhitungan diatas. Perhitungan nilai BCWP dapat dilihat pada table 4.5

Tabel 4. 5 Perhitungan BCWP Periode I

Hari ke-	Aktual	Nilai BCWP (Rp)	Akumulasi BCWP (Rp)
1	0,41%	1.683.064	1.683.064
2	0,41%	1.683.064	3.366.129
3	0,41%	1.683.064	5.049.193
4	0,41%	1.683.064	6.732.257
5	1,56%	6.465.741	13.197.999
6	1,56%	6.465.741	19.663.740
7	1,56%	6.465.741	26.129.482
8	0,41%	1.683.064	27.812.546
9	0,41%	1.683.064	29.495.610
10	0,41%	1.683.064	31.178.674
11	0,41%	1.683.064	32.861.739
12	0,41%	1.683.064	34.544.803
13	2,47%	10.238.337	44.783.140
14	2,47%	10.238.337	55.021.477
15	2,47%	10.238.337	65.259.813
Total	15,73%	65.259.813	

Sumber: Data diolah, 2025

Pada tabel 4.5 Ditemukan nilai BCWP periode I pada hari ke-15 sebesar Rp. 10.238.337 dengan nilai akumulasi BCWP sebesar Rp. 65.259.813. Sedangkan grafik peninjauan BCWP periode I dapat dilihat pada gambar 4.3



Gambar 4. 3 Grafik BCWP Periode I
(Penulis, 2025)

Hasil perhitungan nilai BCWP pada periode I dapat dilihat bahwa nilai yang dianggarkan untuk progres pekerjaan dari hari ke-1 hingga hari ke-15 lebih kecil dari yang direncanakan, yaitu hanya sebesar 15,73%. Sedangkan diperencananya di hari ke-15 target proyek 85,42%, hal ini menunjukkan pekerjaan proyek mengalami keterlambatan. Hasil *output* akumulasi BCWP ini akan digunakan sebagai *input* untuk perhitungan SV, CV, SPI, dan CPI.

3. *Actual Cost of Work Performed* (ACWP)

Perhitungan nilai ACWP pada periode 1 dilakukan pada hari ke-1 sampai hari ke-15 berdasarkan bobot rencana. Contoh perhitungan nilai ACWP dengan rumus 2.3 pada hari ke-1 sebagai berikut:

Diketahui:

$$\begin{aligned} \% \text{ progres realisasi hari ke-1} &= 0,41\% \\ \text{Biaya Aktual} &= \text{Rp. 568.061.100,-} \\ \text{Nilai ACWP hari ke-1} &= \% \text{Realisasi} \times \text{Biaya Aktual} \\ &= 0,41\% \times \text{Rp. 568.061.100,-} \\ &= \text{Rp. 2.305.000,-} \end{aligned}$$

Untuk perhitungan nilai ACWP selanjutnya dapat dilakukan dengan cara yang sama seperti perhitungan diatas. Perhitungan nilai ACWP dapat dilihat pada tabel 4.6

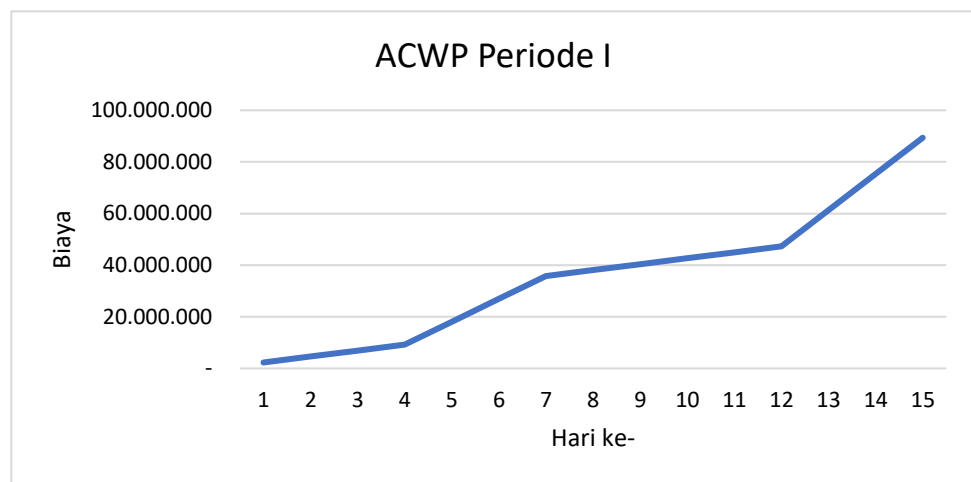
Tabel 4. 6 Perhitungan ACWP Periode I

Hari ke-	Aktual	Nilai ACWP (Rp)	Akumulasi ACWP (Rp)
1	0,41%	2.305.000	2.305.000
2	0,41%	2.305.000	4.610.000
3	0,41%	2.305.000	6.915.000
4	0,41%	2.305.000	9.220.000
5	1,56%	8.855.000	18.075.000
6	1,56%	8.855.000	26.930.000
7	1,56%	8.855.000	35.785.000
8	0,41%	2.305.000	38.090.000
9	0,41%	2.305.000	40.395.000
10	0,41%	2.305.000	42.700.000
11	0,41%	2.305.000	45.005.000
12	0,41%	2.305.000	47.310.000
13	2,47%	14.021.667	61.331.667

Hari ke-	Aktual	Nilai ACWP (Rp)	Akumulasi ACWP (Rp)
14	2,47%	14.021.667	75.353.333
15	2,47%	14.021.667	89.375.000
Total	15,73%	89.375.000	

Sumber: Data diolah, 2025

Pada tabel 4.6 Ditemukan nilai ACWP periode I pada hari ke-15 sebesar Rp. 14.021.667 dengan nilai akumulasi ACWP sebesar Rp. 89.375.000. Hasil dari akumulasi ACWP akan digunakan sebagai *input* perhitungan CV dan CPI. Sedangkan



grafik peninjauan ACWP periode I dapat dilihat pada gambar 4.4

Gambar 4. 4 Grafik ACWP Periode I
(Penulis, 2025)

Dari gambar 4.4 grafik ACWP menunjukkan bahwa akumulasi biaya proyek dari hari ke-1 hingga hari ke-12 mengalami peningkatan yang relatif landai. Kenaikan biaya signifikan mulai terlihat dari hari ke-13 hingga hari ke-15. Lonjakan biaya yang cukup tajam ini disebabkan oleh dimulainya pekerjaan pengurusan tangki-tangki kapal pada hari ke-13, yang merupakan bagian dari persiapan sebelum kapal masuk ke proses pengedokan pada hari ke-16.

4.3.1.2. Analisis Varian Periode I

Pada analisis varian ini didapatkan dari nilai BCWS, BCWP, dan ACWP untuk mengetahui nilai varian jadwal (SV) dan varian biaya (CV). Berikut perhitungan SV dan CV:

1. *Schedule Variance (SV)*

Berikut hasil perhitungan SV periode I dengan rumus 2.5 ditampilkan pada tabel 4.7

Tabel 4. 7 Perhitungan *Schedule Variance*

Hari ke-	BCWP (Rp)	BCWS (Rp)	SV (Rp)
	(1)	(2)	(3) = (1)-(2)
1	1.683.064	4.284.722	- 2.601.658
2	3.366.129	8.569.444	- 5.203.316
3	5.049.193	12.854.167	- 7.804.974
4	6.732.257	17.138.889	- 10.406.632
5	13.197.999	27.223.611	- 14.025.613
6	19.663.740	37.308.333	- 17.644.593
7	26.129.482	47.393.056	- 21.263.574
8	27.812.546	51.677.778	- 23.865.232
9	29.495.610	109.473.203	- 79.977.593
10	31.178.674	159.768.628	- 128.589.953
11	32.861.739	210.064.053	- 177.202.314
12	34.544.803	260.466.144	- 225.921.341
13	44.783.140	296.345.311	- 251.562.171
14	55.021.477	332.224.478	- 277.203.001
15	65.259.813	354.321.144	- 289.061.331

Sumber: Data diolah, 2025

Pada Tabel 4.7 hasil perhitungan pada hari ke-15 dari nilai SV menunjukkan nilai *negative* (-) yaitu sebesar Rp - 289.061.331. Hal ini menunjukkan pekerjaan yang dilaksanakan mengalami keterlambatan dari jadwal yang direncanakan.

2. *Cost Variance (CV)*

Berikut hasil perhitungan CV periode I dengan rumus 2.4 ditampilkan pada tabel 4.8

Tabel 4. 8 Perhitungan *Cost Variance*

Hari ke-	BCWP (Rp)	ACWP (Rp)	CV (Rp)
	(1)	(2)	(3) = (1)-(2)
1	1.683.064	2.305.000	- 621.936
2	3.366.129	4.610.000	- 1.243.871
3	5.049.193	6.915.000	- 1.865.807
4	6.732.257	9.220.000	- 2.487.743
5	13.197.999	18.075.000	- 4.877.001
6	19.663.740	26.930.000	- 7.266.260
7	26.129.482	35.785.000	- 9.655.518
8	27.812.546	38.090.000	- 10.277.454

Hari ke-	BCWP (Rp)	ACWP (Rp)	CV (Rp)
9	29.495.610	40.395.000	- 10.899.390
10	31.178.674	42.700.000	- 11.521.326
11	32.861.739	45.005.000	- 12.143.261
12	34.544.803	47.310.000	- 12.765.197
13	44.783.140	61.331.667	- 16.548.527
14	55.021.477	75.353.333	- 20.331.857
15	65.259.813	89.375.000	- 24.115.187

Sumber: Data diolah, 2025

Pada Tabel 4.8 hasil perhitungan pada hari ke-15 dari nilai CV menunjukkan nilai *negative* (-) yaitu sebesar Rp - 24.115.187. Hal ini menunjukkan biaya actual yang dikeluarkan lebih besar dari anggaran yang dianggarkan.

4.3.1.3. Analisis Performance Index

Pada analisis indeks kinerja ini didapatkan dari nilai BCWS, BCWP, dan ACWP untuk mengetahui nilai *Cost Performance Index* (CPI) dan *Schedule Performance Index* (SPI).

Berikut perhitungan SPI dan CPI:

1. Schedule Performance Index (SPI)

Berikut hasil perhitungan SPI periode I dengan rumus 2.7 ditampilkan pada tabel 4.9

Tabel 4. 9 Perhitungan SPI

Hari ke-	BCWP (Rp)	BCWS (Rp)	SV (Rp)
	(1)	(2)	(3) = (1)/(2)
1	1.683.064	4.284.722	0,39
2	3.366.129	8.569.444	0,39
3	5.049.193	12.854.167	0,39
4	6.732.257	17.138.889	0,39
5	13.197.999	27.223.611	0,48
6	19.663.740	37.308.333	0,53
7	26.129.482	47.393.056	0,55
8	27.812.546	51.677.778	0,54
9	29.495.610	109.473.203	0,27
10	31.178.674	159.768.628	0,20
11	32.861.739	210.064.053	0,16
12	34.544.803	260.466.144	0,13
13	44.783.140	296.345.311	0,15
14	55.021.477	332.224.478	0,17
15	65.259.813	354.321.144	0,18

Sumber: Data diolah, 2025

Hasil perhitungan dari tabel 4.9 menunjukkan nilai SPI pada hari ke-15 <1 , hal ini berarti proyek berjalan lebih lambat dari rencana yang dibuat. Hasil *output* SPI pada hari 15 akan digunakan sebagai *input* perhitungan *Time Estimate* (TE).

2. Cost Performance Index (CPI)

Berikut hasil perhitungan CPI periode I dengan rumus 2.6 ditampilkan pada tabel 4.10

Tabel 4. 10 Perhitungan CPI

Hari ke-	BCWP (Rp)	ACWP (Rp)	CV (Rp)
	(1)	(2)	(3) = (1)/(2)
1	1.683.064	2.305.000	0,73
2	3.366.129	4.610.000	0,73
3	5.049.193	6.915.000	0,73
4	6.732.257	9.220.000	0,73
5	13.197.999	18.075.000	0,73
6	19.663.740	26.930.000	0,73
7	26.129.482	35.785.000	0,73
8	27.812.546	38.090.000	0,73
9	29.495.610	40.395.000	0,73
10	31.178.674	42.700.000	0,73
11	32.861.739	45.005.000	0,73
12	34.544.803	47.310.000	0,73
13	44.783.140	61.331.667	0,73
14	55.021.477	75.353.333	0,73
15	65.259.813	89.375.000	0,73

Sumber: Data diolah, 2025

Hasil perhitungan dari tabel 4.10 menunjukkan nilai CPI pada hari ke-15 <1 , hal ini berarti proyek mengalami pemborosan biaya atau *cost overrun*. Hasil *output* CPI pada hari ke-15 akan digunakan sebagai *input* perhitungan perkiraan biaya total.

4.3.1.4. Hasil Analisis *Earned Value* Periode I

Hasil analisis perhitungan *Earned Value* pada periode I diperoleh nilai indikator biaya dan waktu dari nilai komulatif BCWS, BCWP, dan ACWP pada hari ke-15. Berikut tabel 4.11 merupakan rincian nilai indikator waktu dan biaya.

Tabel 4. 11 Indikator biaya dan waktu

Rencana (%)	Realisasi (%)	Indikator Biaya dan Waktu		
		Nilai BCWS (Rp)	Nilai BCWP (Rp)	Nilai ACWP (Rp)

85,42	15,73	354.321.144	65.259.813	89.375.000
-------	-------	-------------	------------	------------

Sumber: Data olahan, 2025

Hasil dari analisis *Earned value* diperoleh nilai analisis kinerja dari nilai SV, CV, SPI, dan CPI pada hari ke-15. Berikut tabel 4.12 merupakan rincian nilai kinerja.

Tabel 4. 12 Analisis Kinerja

Analisis Kinerja			
SV (Rp)	CV (Rp)	SPI	CPI
-289.061.331	-24.115.187	0,18	0,73

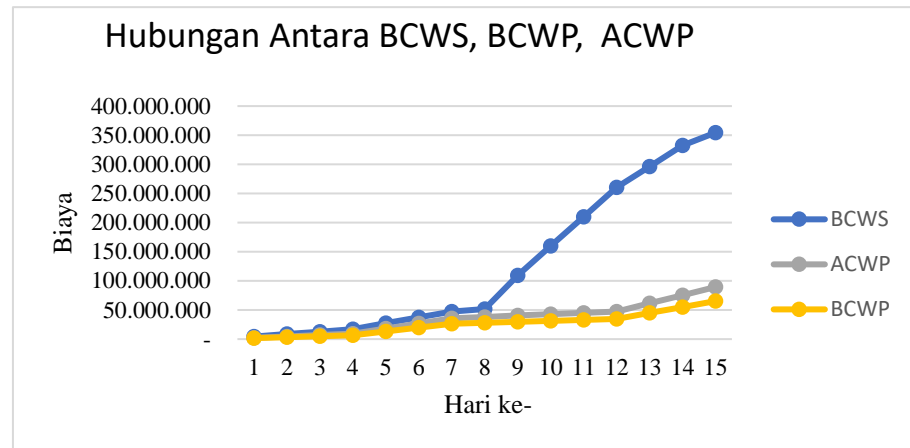
Sumber: Data olahan, 2025

Nilai *Schedule Variance* (SV) sebesar -Rp289.061.331 menunjukkan bahwa proyek mengalami keterlambatan yang cukup signifikan. Nilai negatif pada SV mengindikasikan bahwa pekerjaan yang telah diselesaikan lebih sedikit dibandingkan dengan yang direncanakan pada titik waktu tersebut.

Sementara itu, nilai *Cost Variance* (CV) sebesar -Rp24.115.187 menunjukkan adanya pembengkakan biaya dalam pelaksanaan proyek. Nilai negatif CV ini menandakan bahwa biaya aktual yang dikeluarkan melebihi nilai pekerjaan yang telah dicapai, sehingga proyek berada dalam kondisi tidak efisien secara finansial.

Nilai *Schedule Performance Index* (SPI) sebesar 0,18 semakin menegaskan bahwa proyek berjalan jauh lebih lambat dibandingkan dengan jadwal yang telah ditetapkan. SPI yang jauh di bawah angka 1 menandakan bahwa proyek hanya menyelesaikan sekitar 15% dari pekerjaan yang seharusnya diselesaikan pada waktu tersebut.

Adapun nilai *Cost Performance Index* (CPI) sebesar 0,73 menunjukkan bahwa efisiensi biaya proyek tergolong rendah. Hal



ini memperlihatkan adanya ketidakefisienan dalam penggunaan anggaran. Secara keseluruhan, hasil analisis ini menunjukkan bahwa proyek berada dalam kondisi terlambat dan mengalami pemborosan biaya.

Gambar 4. 5 Grafik hubungan BCWS, BCWP, ACWP periode I
(Penulis, 2025)

Grafik pada Gambar 4.5 menunjukkan hubungan antara BCWS (biaya yang direncanakan), BCWP (nilai pekerjaan yang diselesaikan), dan ACWP (biaya aktual) selama periode pelaksanaan proyek dari hari ke-1 hingga hari ke-15.

Pada awal proyek, yaitu dari hari ke-1 hingga hari ke-4, ketiga indikator menunjukkan hubungan yang relatif stabil. Namun, mulai hari ke-5, terjadi keterlambatan pekerjaan (schedule overrun) yang ditunjukkan oleh posisi BCWP yang berada di bawah BCWS. Hal ini mengindikasikan bahwa pekerjaan yang diselesaikan lebih sedikit dari yang direncanakan.

Keterlambatan semakin signifikan pada hari ke-9. Hal ini disebabkan oleh penundaan proses docking kapal, yang seharusnya dimulai pada hari tersebut. Penundaan ini terjadi karena pekerjaan pada kapal sebelumnya belum selesai, sehingga menghambat jadwal proyek yang sedang dianalisis.

Selain itu, nilai ACWP yang konsisten berada di atas BCWP menunjukkan bahwa biaya aktual yang telah dikeluarkan melebihi

nilai pekerjaan yang berhasil diselesaikan. Dengan kata lain, proyek mengalami ketidakefisienan dari sisi biaya (*cost overrun*). Maka dapat disimpulkan dari grafik tersebut bahwa peninjauan periode I proyek mengalami progress lebih lamban dari yang dijadwalkan dan biaya yang dikeluarkan lebih besar dari pada biaya yang dianggarkan. Hal ini mencerminkan bahwa kinerja proyek kurang optimal baik dari segi waktu maupun biaya.

4.3.1.5. Analisis Perkiraan Penyelesaian Proyek Periode I

1. Perkiraan Biaya Proyek

Perkiraan biaya proyek dihitung dengan rumus 2.8 untuk ETC dan rumus 2.9 untuk EAC.

$$ETC = \frac{(BAC - BCWP)}{CPI}$$

$$ETC = \frac{(414.786.700 - 65.259.813)}{0,73}$$

$$ETC = \frac{349.526.887}{0,73}$$

$$ETC = Rp. 478.803.955$$

Dari hasil ETC tersebut dapat dihitung EAC atau anggaran total biaya yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proyek reparasi.

$$EAC = ACWP + ETC$$

$$EAC = Rp. 89.375.000 + Rp. 478.803.955$$

$$EAC = Rp. 568.178.955$$

Presentase penambahan biaya dari biaya aktual terhadap anggaran biaya adalah sebagai berikut:

$$\text{Prosentase biaya} = \left(\frac{EAC}{\text{Nilai Kontrak}} \right) \times 100\%$$

$$\text{Prosentase biaya} = \left(\frac{568.178.955}{414.786.700} \right) \times 100\%$$

$$\text{Prosentase biaya} = 136,97\%$$

Jadi penambahan biaya yang dianggarkan untuk menyelesaikan target pekerjaan adalah sebesar 36,97% dari anggaran yang direncanakan.

2. Perkiraan Waktu Proyek

Perkiraan waktu proyek dihitung dengan menggunakan rumus 2.10 sebagai berikut.

Diketahui:

$$ATE = 15$$

$$OD = 18$$

$$SPI = 0,18$$

$$TE = ATE + \left(\frac{OD - (ATE \times SPI)}{SPI} \right)$$

$$TE = 15 + \left(\frac{18 - (15 \times 0,18)}{0,18} \right)$$

$$TE = 103 \text{ hari}$$

Maka hasil perhitungan analisis proyek selama 15 hari dapat diketahui bahwa proyek dapat diselesaikan dalam waktu 103 hari.

4.3.2. Analisis Earned Value Periode II

4.3.2.1. Indikator-Indikator *Earned Value*

1. *Budgeted Cost of Work Schedule* (BCWS)

Perhitungan nilai BCWS pada periode II dilakukan pada hari ke-16 sampai hari ke-30 berdasarkan bobot rencana. Contoh perhitungan nilai BCWS pada hari ke 16 dengan rumus 2.1 sebagai berikut:

Diketahui:

$$\text{Nilai Kontrak} = \text{Rp. 414.786.700,-}$$

$$\% \text{ progres rencana hari ke-16} = 1,03\%$$

$$\begin{aligned} \text{Nilai BCWS hari ke-16} &= \% \text{Bobot Rencana} \times \text{Nilai Kontrak} \\ &= 90,75\% \times \text{Rp. 414.786.700,-} \\ &= \text{Rp. 376.417.811,-} \end{aligned}$$

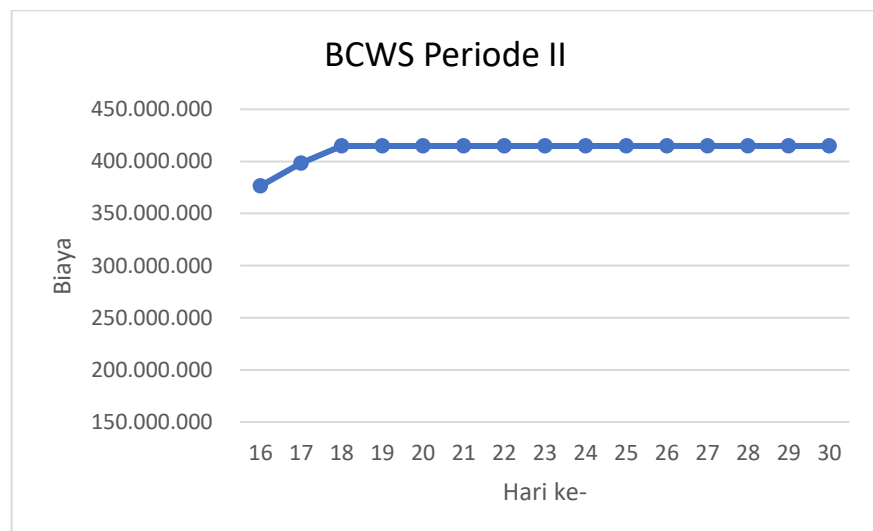
Untuk perhitungan nilai BCWS selanjutnya dapat dilakukan dengan cara yang sama seperti perhitungan diatas. Berikut hasil perhitungan BCWS dapat dilihat pada tabel 4.13

Tabel 4. 13 Perhitungan BCWS Periode II

Hari ke-	Progress Akumulasi	Nilai BCWS (Rp)
16	90,75%	376.417.811
17	96,01%	398.224.478
18	100,00%	414.786.700
19	100,00%	414.786.700
20	100,00%	414.786.700
21	100,00%	414.786.700
22	100,00%	414.786.700
23	100,00%	414.786.700
24	100,00%	414.786.700
25	100,00%	414.786.700
26	100,00%	414.786.700
27	100,00%	414.786.700
28	100,00%	414.786.700
29	100,00%	414.786.700
30	100,00%	414.786.700

Sumber: Data diolah, 2025

Pada tabel 4.13 Ditemukan nilai BCWS peridoe II pada hari ke-30 sebesar Rp. 414.786. Sedangkan grafik peninjauan BCWS periode I dapat dilihat pada gambar 4.6



Gambar 4. 6 Grafik BCWS Periode II
(Penulis, 2025)

Dari grafik hasil perhitungan BCWS periode I dapat dilihat terjadi stagnasi dari hari-18 sampai hari 30 hal ini dikarekan pada hari ke-18 progress proyek direncanakan sudah 100%. Dan pada

hari ke-18 total akumulasi BCWS 414.786.700 sesuai dengan RAB yang menunjukkan progress reparasi 100%. Hasil *output* dari perhitungan nilai BCWS akan digunakan sebagai *input* perhitungan SV dan SPI.

2. Budgeted Cost of Work Performed (BCWP)

Perhitungan nilai BCWP pada periode II dilakukan pada hari ke-16 sampai hari ke-30 berdasarkan bobot rencana. Contoh perhitungan nilai BCWP pada hari ke-16 dengan rumus 2.5 sebagai berikut:

Diketahui:

% progres realisasi hari ke-1 = 2,50%

Nilai Kontrak = Rp. 414.786.700,-

Nilai BCWP hari ke-1 = %*Realisasi* × *Nilai Kontrak*
 = 2,50% x Rp. 414.786.700,-
 = Rp. 10.390.117,-

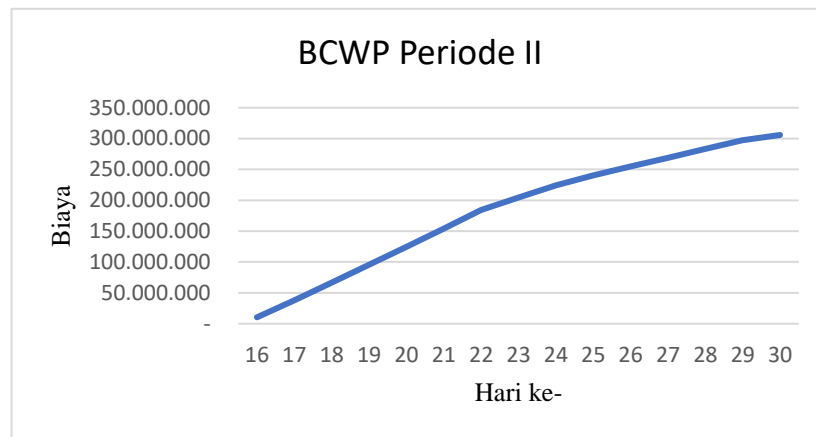
Untuk perhitungan nilai BCWP selanjutnya dapat dilakukan dengan cara yang sama seperti perhitungan diatas. Perhitungan nilai BCWP dapat dilihat pada table 4.14

Tabel 4. 14 Perhitungan BCWP Periode II

Hari ke-	Aktual	Nilai BCWP (Rp)	Akumulasi BCWP (Rp)
16	2,50%	10.390.117	10.390.117
17	6,61%	27.418.774	37.808.891
18	6,96%	28.873.831	66.682.722
19	6,96%	28.873.831	95.556.553
20	6,96%	28.873.831	124.430.384
21	7,22%	29.929.671	154.360.054
22	7,22%	29.929.671	184.289.725
23	4,83%	20.024.333	204.314.058
24	4,83%	20.024.333	224.338.390
25	3,85%	15.950.973	240.289.363
26	3,45%	14.308.068	254.597.432
27	3,45%	14.308.068	268.905.500
28	3,45%	14.308.068	283.213.568
29	3,45%	14.308.068	297.521.637
30	2,00%	8.297.057	305.818.693
Total	73,73%	305.818.693	

Sumber: Data diolah, 2025

Pada tabel 4.14 Ditemukan nilai BCWP periode I pada hari ke-15 sebesar Rp. 10.238.337 dengan nilai akumulasi BCWP sebesar Rp. 65.259.813. Hasil *output* dari akumulasi BCWP digunakan sebagai *input* perhitungan SV, CV, SPI, dan CPI. Sedangkan grafik peninjauan BCWP periode I dapat dilihat pada gambar 4.7



Gambar 4. 7 Grafik BCWP Periode II
(Penulis, 2025)

Hasil perhitungan nilai BCWP pada periode II dapat dilihat bahwa progres pekerjaan dari hari ke-16 hingga hari ke-30 mengalami kenaikan yang signifikan dibanding periode I, yaitu sebesar 73,73%. Namun hal itu masih dibawah yang direncanaannya di hari ke-18 target proyek 100,00%, hal ini menunjukkan pekerjaan proyek mengalami keterlambatan.

3. *Actual Cost of Work Performed* (ACWP)

Perhitungan nilai ACWP pada periode II dilakukan pada hari ke-16 sampai hari ke-30 berdasarkan bobot rencana. Contoh perhitungan nilai ACWP pada hari ke-16 dengan rumus 2.3 sebagai berikut.

Diketahui:

$$\begin{aligned}
 \% \text{ progres realisasi hari ke-16} &= 2,50\% \\
 \text{Biaya Aktual} &= \text{Rp. } 568.061.100,- \\
 \text{Nilai ACWP hari ke-16} &= \% \text{Realisasi} \times \text{Biaya Aktual} \\
 &= 2,50\% \times \text{Rp. } 568.061.100,-
 \end{aligned}$$

= Rp. 14.229.533,-

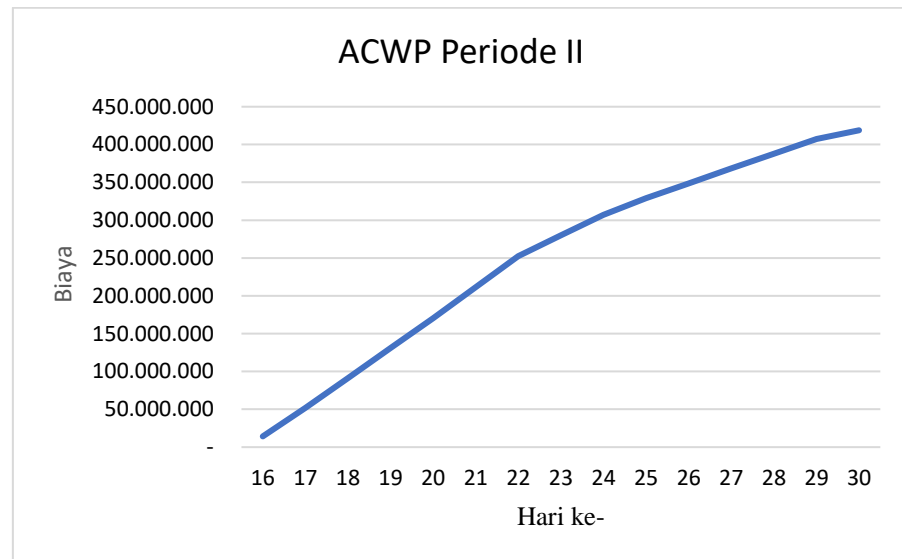
Untuk perhitungan nilai ACWP selanjutnya dapat dilakukan dengan cara yang sama seperti perhitungan diatas. Perhitungan nilai ACWP dapat dilihat pada tabel 4.15

Tabel 4. 15 Perhitungan ACWP Periode II

Hari ke-	Aktual	Nilai ACWP (Rp)	Akumulasi ACWP (Rp)
16	2,50%	14.229.533	14.229.533
17	6,61%	37.550.719	51.780.253
18	6,96%	39.543.457	91.323.710
19	6,96%	39.543.457	130.867.167
20	6,96%	39.543.457	170.410.625
21	7,22%	40.989.457	211.400.082
22	7,22%	40.989.457	252.389.539
23	4,83%	27.423.841	279.813.380
24	4,83%	27.423.841	307.237.221
25	3,85%	21.845.269	329.082.490
26	3,45%	19.595.269	348.677.759
27	3,45%	19.595.269	368.273.028
28	3,45%	19.595.269	387.868.297
29	3,45%	19.595.269	407.463.567
30	2,00%	11.363.033	418.826.600
Total	73,73%	418.826.600	

Sumber: Data diolah, 2025

Pada tabel 4.15 Ditemukan nilai ACWP periode II pada hari ke-30 sebesar Rp. 11.363.033 dengan nilai akumulasi ACWP sebesar Rp. 418.826.600. Hasil *output* dari perhitungan ACWP akan digunakan sebagai *input* perhitungan CV dan CPI. Sedangkan grafik peninjauan ACWP periode I dapat dilihat pada gambar 4.8



Gambar 4. 8 Grafik ACWP Periode II
(Penulis, 2025)

Dari gambar 4.8 grafik ACWP menunjukkan bahwa akumulasi biaya proyek dari hari ke-16 hingga hari ke- mengalami peningkatan yang relatif stabil. Lonjakan biaya yang cukup tajam ini disebabkan oleh dimulainya pekerjaan Bawah Garis Air (BGA) pada hari ke-16.

4.3.2.2. Analisis Varian Periode II

Pada analisis varian ini didapatkan dari nilai BCWS, BCWP, dan ACWP untuk mengetahui nilai varian jadwal (SV) dan varian biaya (CV). Berikut perhitungan SV dan CV:

1. *Schedule Variance* (SV)

Berikut hasil perhitungan SV periode II dengan rumus 2.5 ditampilkan pada tabel 4.16

Tabel 4. 16 Perhitungan *Schedule Variance* Periode II

Hari ke-	BCWP (Rp)	BCWS (Rp)	SV (Rp)
	(1)	(2)	(3) = (1)-(2)
16	10.390.117	Rp 376.417.811	- 366.027.694
17	37.808.891	Rp 398.224.478	- 360.415.587
18	66.682.722	Rp 414.786.700	- 348.103.978
19	95.556.553	Rp 414.786.700	- 319.230.147
20	124.430.384	Rp 414.786.700	- 290.356.316
21	154.360.054	Rp 414.786.700	- 260.426.646
22	184.289.725	Rp 414.786.700	- 230.496.975
23	204.314.058	Rp 414.786.700	- 210.472.642

Hari ke-	BCWP (Rp)	BCWS (Rp)	SV (Rp)
24	224.338.390	Rp 414.786.700	- 190.448.310
25	240.289.363	Rp 414.786.700	- 174.497.337
26	254.597.432	Rp 414.786.700	- 160.189.268
27	268.905.500	Rp 414.786.700	- 145.881.200
28	283.213.568	Rp 414.786.700	- 131.573.132
29	297.521.637	Rp 414.786.700	- 117.265.063
30	305.818.693	Rp 414.786.700	- 108.968.007

Sumber: Data diolah, 2025

Pada Tabel 4.16 hasil perhitungan pada hari ke-30 dari nilai SV menunjukkan nilai *negative* (-) yaitu sebesar Rp -108.968.007. Hal ini menunjukkan pekerjaan yang dilaksanakan mengalami keterlambatan dari jadwal yang direncanakan.

2. *Cost Variance* (CV)

Berikut hasil perhitungan CV periode II dengan rumus 2.4 ditampilkan pada tabel 4.17

Tabel 4. 17 Perhitungan *Cost Variance* Periode II

Hari ke-	BCWP (Rp)	ACWP (Rp)	CV (Rp)
	(1)	(2)	(3) = (1)-(2)
16	10.390.117	14.229.533	- 3.839.417
17	37.808.891	51.780.253	- 13.971.362
18	66.682.722	91.323.710	- 24.640.988
19	95.556.553	130.867.167	- 35.310.615
20	124.430.384	170.410.625	- 45.980.241
21	154.360.054	211.400.082	- 57.040.027
22	184.289.725	252.389.539	- 68.099.814
23	204.314.058	279.813.380	- 75.499.322
24	224.338.390	307.237.221	- 82.898.830
25	240.289.363	329.082.490	- 88.793.127
26	254.597.432	348.677.759	- 94.080.327
27	268.905.500	368.273.028	- 99.367.528
28	283.213.568	387.868.297	- 104.654.729
29	297.521.637	407.463.567	- 109.941.930
30	305.818.693	418.826.600	- 113.007.907

Sumber: Data diolah, 2025

Pada Tabel 4.17 hasil perhitungan pada hari ke-30 dari nilai CV menunjukkan nilai *negative* (-) yaitu sebesar Rp - 113.007.907. Hal ini menunjukkan biaya actual yang dikeluarkan lebih besar dari anggaran yang dianggarkan.

4.3.2.3. *Analisis Performance Index*

Pada analisis indeks kinerja ini didapatkan dari nilai BCWS, BCWP, dan ACWP untuk mengetahui nilai *Cost Performance Index* (CPI) dan *Schedule Performance Index* (SPI).

Berikut perhitungan SPI dan CPI:

1. *Schedule Performance Index* (SPI)

Berikut hasil perhitungan SPI periode II dengan rumus 2.7 ditampilkan pada tabel 4.18

Tabel 4. 18 Perhitungan SPI Periode II

Hari ke-	BCWP (Rp)	BCWS (Rp)	SPI
	(1)	(2)	(3) = (1)/(2)
16	10.390.117	Rp 376.417.811	0,03
17	37.808.891	Rp 398.224.478	0,09
18	66.682.722	Rp 414.786.700	0,16
19	95.556.553	Rp 414.786.700	0,23
20	124.430.384	Rp 414.786.700	0,30
21	154.360.054	Rp 414.786.700	0,37
22	184.289.725	Rp 414.786.700	0,44
23	204.314.058	Rp 414.786.700	0,49
24	224.338.390	Rp 414.786.700	0,54
25	240.289.363	Rp 414.786.700	0,58
26	254.597.432	Rp 414.786.700	0,61
27	268.905.500	Rp 414.786.700	0,65
28	283.213.568	Rp 414.786.700	0,68
29	297.521.637	Rp 414.786.700	0,72
30	305.818.693	Rp 414.786.700	0,74

Sumber: Data diolah, 2025

Hasil perhitungan dari tabel 4.18 menunjukkan nilai SPI pada hari ke-18 <1, hal ini berarti proyek berjalan lebih lambat dari rencana yang dibuat. Hasil *output* SPI pada hari ke-30 digunakan sebagai *input* perhitungan *Time Estimate* (TE)

2. *Cost Performance Index* (CPI)

Berikut hasil perhitungan CPI periode II dengan rumus 2.6 ditampilkan pada tabel 4.19

Tabel 4. 19 Perhitungan CPI Periode II

Hari ke-	BCWP (Rp)	ACWP (Rp)	CPI
	(1)	(2)	(3) = (1)/(2)
16	10.390.117	14.229.533	0,73
17	37.808.891	51.780.253	0,73
18	66.682.722	91.323.710	0,73
19	95.556.553	130.867.167	0,73

Hari ke-	BCWP (Rp)	ACWP (Rp)	CPI
20	124.430.384	170.410.625	0,73
21	154.360.054	211.400.082	0,73
22	184.289.725	252.389.539	0,73
23	204.314.058	279.813.380	0,73
24	224.338.390	307.237.221	0,73
25	240.289.363	329.082.490	0,73
26	254.597.432	348.677.759	0,73
27	268.905.500	368.273.028	0,73
28	283.213.568	387.868.297	0,73
29	297.521.637	407.463.567	0,73
30	305.818.693	418.826.600	0,73

Sumber: Data diolah, 2025

Hasil perhitungan dari tabel 4.19 menunjukkan nilai CPI pada hari ke-18 <1 , hal ini berarti proyek mengalami pemborosan biaya atau *cost overrun*. Hasil *output* CPI pada hari ke-30 digunakan sebagai *input* perhitungan perkiraan biaya total.

4.3.2.4. Hasil Analisis *Earned Value* Periode II

Hasil analisis perhitungan *Earned Value* pada periode I diperoleh nilai indikator biaya dan waktu dari nilai komulatif BCWS, BCWP, dan ACWP pada hari ke-30. Berikut tabel 4.20 merupakan rincian nilai indikator waktu dan biaya.

Tabel 4. 20 Indikator biaya dan waktu

Rencana (%)	Realisasi (%)	Indikator Biaya dan Waktu		
		Nilai BCWS (Rp)	Nilai BCWP (Rp)	Nilai ACWP (Rp)
100,00	73,73	414.786.700	305.818.693	418.826.600

Sumber: Data olahan, 2025

Hasil dari analisis *Earned value* diperoleh nilai analisis kinerja dari nilai SV, CV, SPI, dan CPI pada hari ke-30. Berikut tabel 4.21 merupakan rincian nilai kinerja.

Tabel 4. 21 Analisis Kinerja

Analisis Kinerja			
SV (Rp)	CV (Rp)	SPI	CPI
-108.968.007	-113.007.907	0,74	0,73

Sumber: Data olahan, 2025

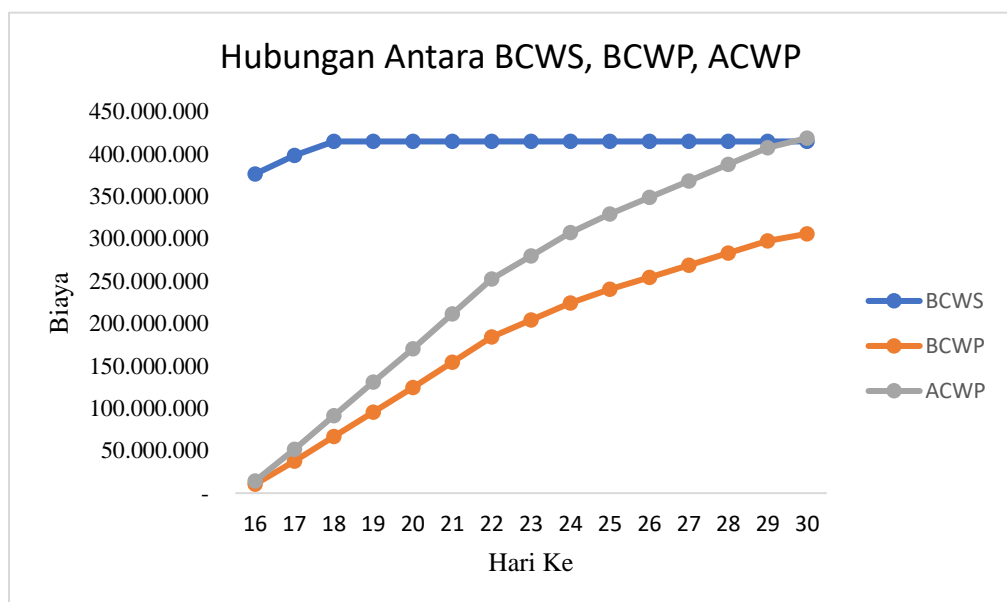
Nilai *Schedule Variance* (SV) sebesar -Rp 108.968.0071 menunjukkan bahwa proyek mengalami keterlambatan yang cukup signifikan. Nilai negatif pada SV mengindikasikan bahwa

pekerjaan yang telah diselesaikan lebih sedikit dibandingkan dengan yang direncanakan pada titik waktu tersebut.

Sementara itu, nilai *Cost Variance* (CV) sebesar -Rp 113.007.907 menunjukkan adanya pembengkakan biaya dalam pelaksanaan proyek. Nilai negatif CV ini menandakan bahwa biaya aktual yang dikeluarkan melebihi nilai pekerjaan yang telah dicapai, sehingga proyek berada dalam kondisi tidak efisien secara finansial.

Nilai *Schedule Performance Index* (SPI) sebesar 0,74 semakin menegaskan bahwa proyek berjalan jauh lebih lambat dibandingkan dengan jadwal yang telah ditetapkan. SPI yang jauh di bawah angka 1 menandakan bahwa proyek hanya menyelesaikan sekitar 74% dari pekerjaan yang seharusnya diselesaikan pada waktu tersebut.

Adapun nilai *Cost Performance Index* (CPI) sebesar 0,73 menunjukkan bahwa efisiensi biaya proyek tergolong rendah. Hal



ini memperlihatkan adanya ketidakefisienan dalam penggunaan anggaran. Secara keseluruhan, hasil analisis ini menunjukkan bahwa proyek berada dalam kondisi terlambat dan mengalami pemborosan biaya.

Gambar 4. 9 Grafik hubungan BCWS, BCWP, ACWP periode II

(Penulis, 2025)

Grafik pada Gambar 4.9 menunjukkan perkembangan hubungan antara BCWS, BCWP, dan ACWP selama periode pelaksanaan proyek dari hari ke-16 hingga hari ke-30. Pada grafik terlihat bahwa nilai BCWS (rencana biaya) cenderung stagnan atau tidak mengalami kenaikan signifikan sejak hari ke-18 hingga hari ke-30. Hal ini mengindikasikan bahwa pekerjaan yang direncanakan telah mencapai batas maksimal atau tidak ada penambahan pekerjaan baru yang direncanakan.

Sementara itu, BCWP (nilai pekerjaan yang diselesaikan) terus mengalami peningkatan secara konsisten. Kenaikan ini disebabkan karena kapal telah memasuki dock pada hari ke-16. Kendati demikian BCWP masih dibawah BCWS, ini menunjukkan bahwa proyek masih mengalami keterlambatan (*schedule overrun*), namun terdapat kemajuan dalam penyelesaian pekerjaan.

Nilai ACWP (biaya aktual) juga terus meningkat dan pada akhir periode melampaui nilai BCWS. Kenaikan ACWP yang lebih cepat dibanding BCWP mengindikasikan bahwa proyek tetap mengalami inefisiensi biaya (*cost overrun*).

Kesimpulan pada periode II, proyek menunjukkan kemajuan pekerjaan yang signifikan dan stabil setelah kapal memasuki dock. Namun, proyek masih mengalami keterlambatan karena BCWP belum mencapai nilai BCWS. Selain itu, biaya aktual yang dikeluarkan tetap lebih tinggi dari nilai pekerjaan yang selesai, sehingga efisiensi biaya belum optimal.

4.3.2.5. Analisis Perkiraan Penyelesaian Proyek Periode II

1. Perkiraan Biaya Proyek

Perkiraan biaya proyek dihitung dengan rumus 2.8 untuk ETC dan rumus 2.9 untuk EAC.

$$ETC = \frac{(BAC - BCWP)}{CPI}$$

$$EAC = \frac{(414.786.700 - 305.818.693)}{0,73}$$

$$ETC = \frac{108.968.007}{0,73}$$

$$ETC = Rp. 149.271.242$$

Dari hasil ETC tersebut dapat dihitung EAC atau anggaran total biaya yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proyek reparasi.

$$EAC = ACWP + ETC$$

$$EAC = Rp. 418.826.600 + Rp. 149.271.242$$

$$EAC = Rp. 568.097.842$$

Presentase penambahan biaya dari biaya aktual terhadap anggaran biaya adalah sebagai berikut:

$$\text{Prosentase biaya} = \left(\frac{EAC}{\text{Nilai Kontrak}} \right) \times 100\%$$

$$\text{Prosentase biaya} = \left(\frac{568.097.842}{414.786.700} \right) \times 100\%$$

$$\text{Prosentase biaya} = 136,97\%$$

Jadi penambahan biaya yang dianggarkan untuk menyelesaikan target pekerjaan adalah sebesar 36,97% dari anggaran yang direncanakan.

2. Perkiraan Waktu Proyek

Perkiraan waktu proyek dihitung dengan menggunakan rumus 2.10 sebagai berikut.

Diketahui:

$$ATE = 30$$

$$OD = 30$$

$$SPI = 0,74$$

$$TE = ATE + \left(\frac{OD - (ATE \times SPI)}{SPI} \right)$$

$$TE = 30 + \left(\frac{30 - (30 \times 0,74)}{0,74} \right)$$

$$TE = 40,5 \text{ hari}$$

$$TE = 41 \text{ hari}$$

Maka hasil perhitungan analisis proyek selama 30 hari dapat diketahui bahwa proyek dapat diselesaikan dalam waktu 41 hari.

4.3.3. Pembahasan Analisis Periode I Dan Periode II

Berikut ini tabel 4.22 menyajikan hasil analisis EVA periode I dan periode II.

Tabel 4. 22 Hasil Analisis EVA Periode I & II

Indikator	Periode I	Periode II
<i>Schedule Performance Index (SPI)</i>	0,18	0,74
<i>Cost Performance Index (CPI)</i>	0,73	0,73
<i>Time Estimate (TE)</i>	103 hari	41 hari
<i>Estimate at Completion (EAC)</i>	Rp. 568.178.995	Rp. 568.097.842

Sumber: data olahan, 2025

Berdasarkan rencana awal, proyek direncanakan selesai dalam 18 hari. Hasil evaluasi dengan metode *Earned Value Analysis* (EVA) pada Periode I menunjukkan nilai *Schedule Performance Index* (SPI) sebesar 0,18 dan estimasi penyelesaian (*Time Estimate*) mencapai 103 hari. Hal ini mengindikasikan keterlambatan signifikan sebesar 85 hari dari rencana, mencerminkan kinerja waktu yang sangat buruk pada tahap awal. Salah satu penyebab utamanya adalah kapal belum dapat masuk dock karena masih menunggu selesainya pekerjaan kapal lain, sehingga pekerjaan utama tertunda.

Pada Periode II, nilai SPI meningkat menjadi 0,74 dan estimasi penyelesaian membaik menjadi 41 hari. Perbaikan ini mengindikasikan peningkatan kinerja yang cukup signifikan, kemungkinan disebabkan oleh percepatan pekerjaan, pengurangan hambatan, serta penyesuaian strategi manajemen proyek. Meski demikian, estimasi ini masih menunjukkan keterlambatan 23 hari dari rencana awal.

Proyek akhirnya diselesaikan dalam 45 hari. Waktu aktual ini jauh lebih cepat dibanding estimasi Periode I (lebih cepat 58 hari), dan hanya lebih lambat 4 hari dari estimasi Periode II, sehingga masih berada dalam batas keterlambatan yang dapat ditoleransi. Secara keseluruhan, keterlambatan akhir proyek adalah 27 hari dibanding rencana awal. Namun, hasil evaluasi menunjukkan adanya pengendalian keterlambatan yang cukup

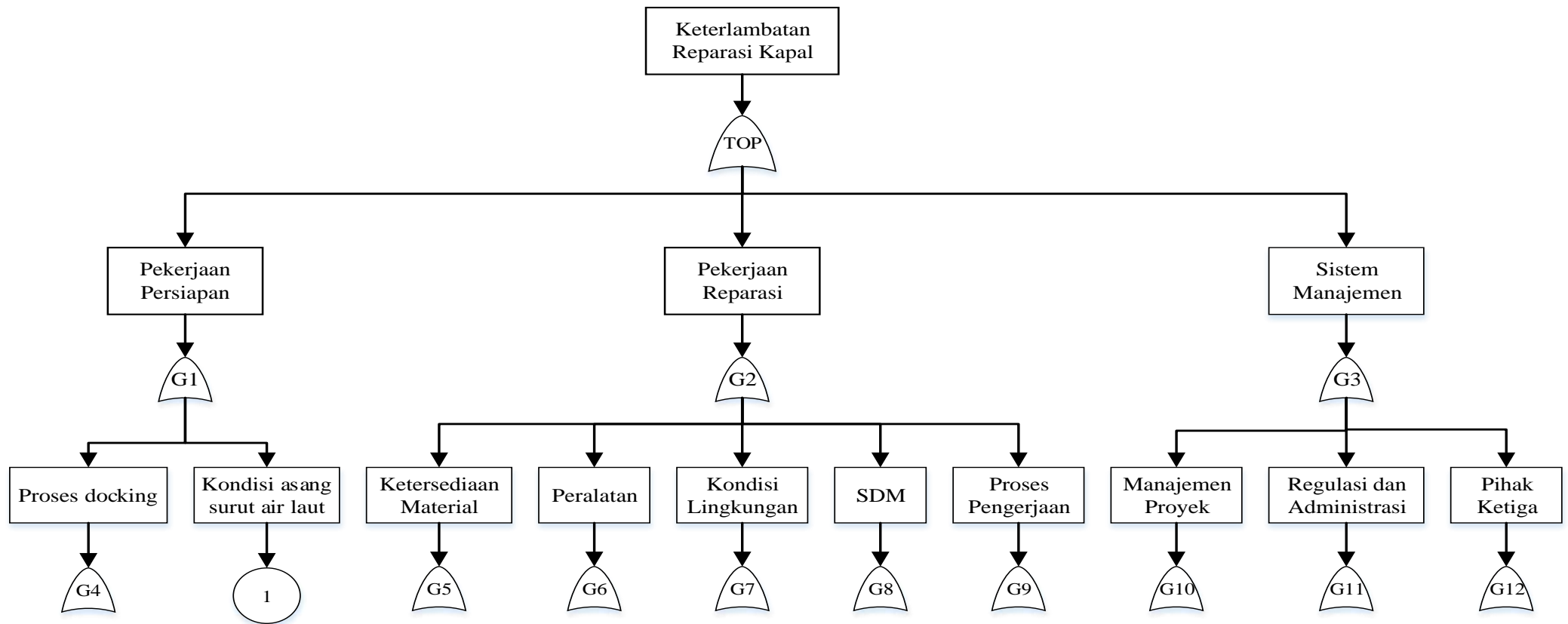
efektif, ditandai dengan peningkatan kinerja waktu yang signifikan dari Periode I ke Periode II.

4.4. Analisis Menggunakan *Fault Tree Analysis*

Pengelolaan data faktor penyebab keterlambatan proyek reparasi kapal menggunakan *Fault Tree Analysis* (FTA). Berdasarkan perhitungan EVA dan wawancara, terdapat beberapa kegiatan yang mengalami keterlambatan dalam pelaksanaannya. Semua proses tersebut akan dijabarkan dalam bentuk diagram *Fault Tree* sehingga nantinya dapat diketahui penyebab dasar permasalahan dan probabilitas masing-masing akar permasalahan tersebut.

Pengkonstruksian *Fault Tree* dimulai dari TOP event, yang mana terdiri dari *node-node* penyebab yang disambungkan ke *basic event* oleh gerbang logika untuk menghubungkan antar model grafis *Fault Tree*. Tabel dan simbol gerbang logika terdiri dari AND-Gate dan OR-Gate.

Pada gambar 4.10 dijabarkan mengenai keterlambatan proyek reparasi kapal yang diperoleh melalui wawancara expert dari perusahaan, dimana terbagi menjadi 3 cabang utama yaitu pekerjaan persiapan terhambat (G1), pekerjaan reparasi (G2), dan sistem manajemen (G3). Dan dari 3 cabang utama tersebut terdapat 10 permasalahan cabang

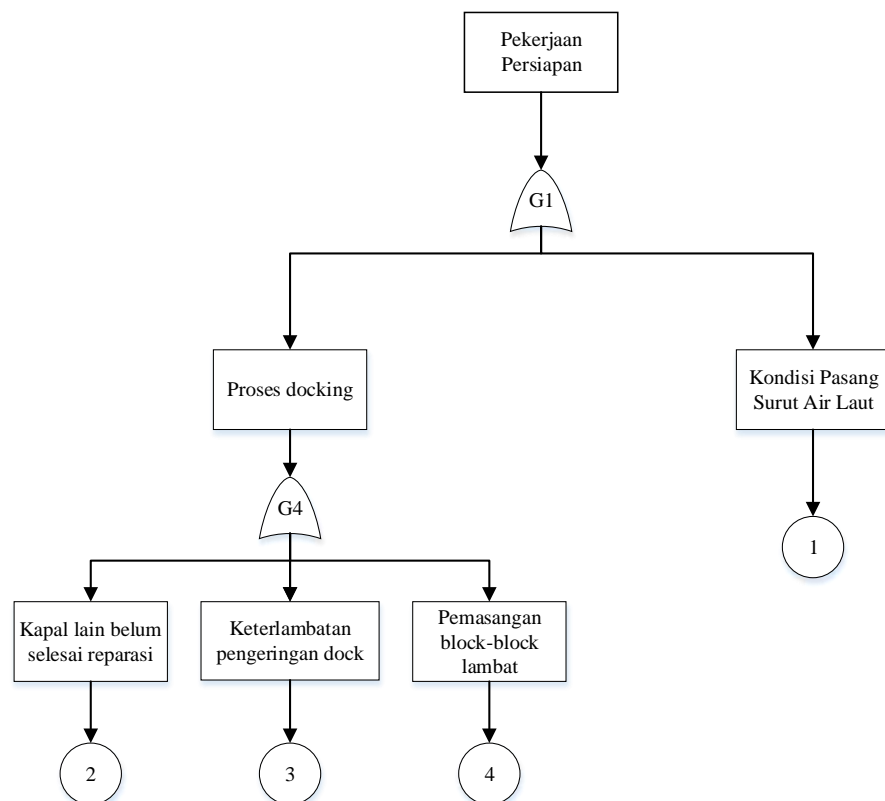


Gambar 4. 10 Faktor Keterlambatan Proyek Reparasi Kapal
(Penulis, 2025)

Berdasarkan gambar 4.10 dari pemasalahan Pekerjaan Persiapan terdapat 2 permasalahan cabang yaitu di proses *docking* (G4) dan kondisi pasang surut air laut (1). Dari pemasalah pekerjaan reparasi terdapat 5 permasalahan cabang yaitu ketersediaan material (G5), peralatan (G6), kondisi lingkungan(G7), Sumber Daya Manusia (G8), dan permasalahan dalam proses pengerjaan (G9). Dari sistem manajemen terdapat 3 permasalahan cabang yaitu manajemen proyek (G10), regulasi dan administrasi (G11), dan pihak ketiga (G12).

4.4.1. Pekerjaan Persiapan

Hambatan dalam pekerjaan persiapan disebabkan oleh permasalahan dalam proses docking dan kondisi lingkungan yang tidak memadai. Berikut merupakan gambar *fault tree* pekerjaan persiapan



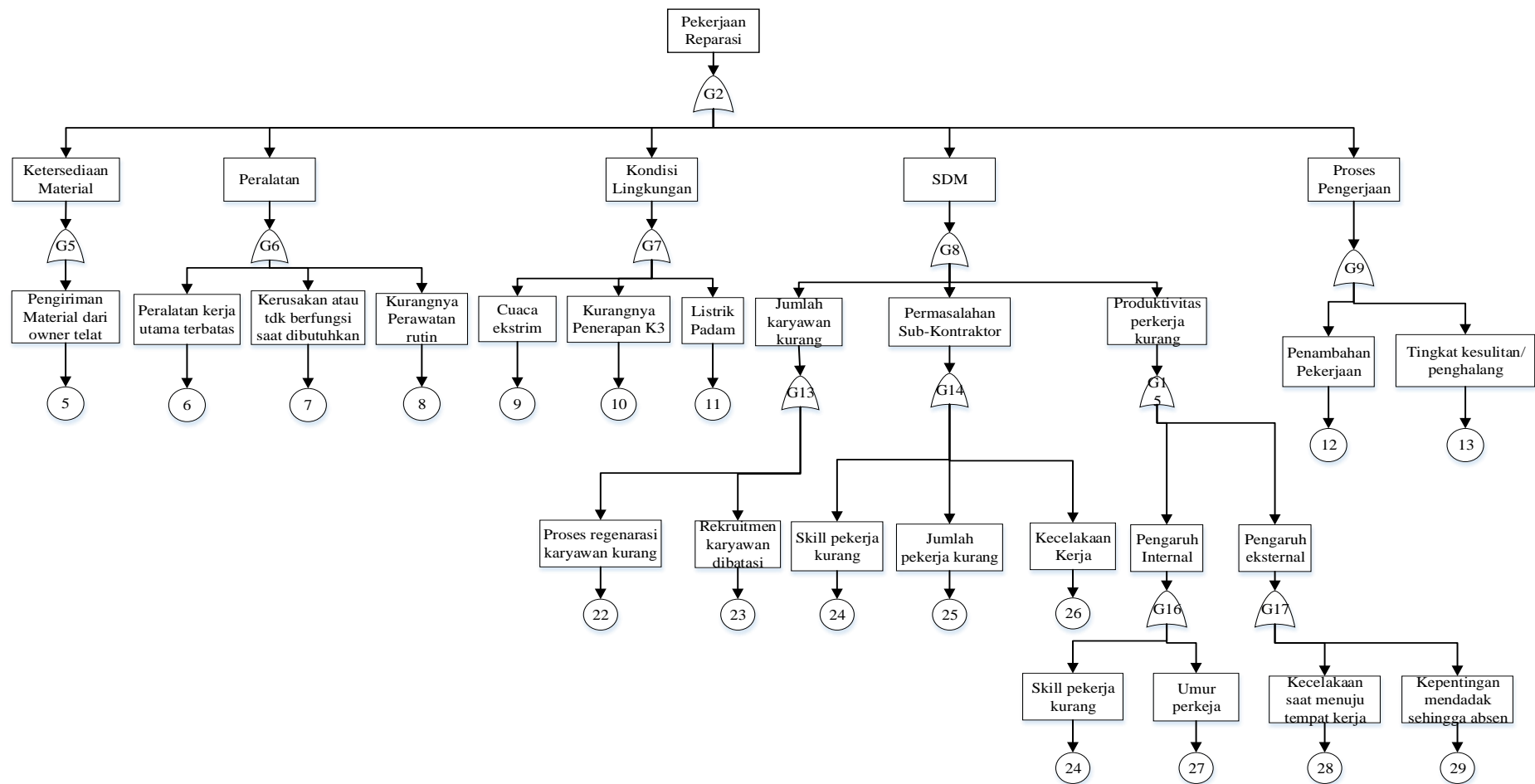
Gambar 4. 11 Faktor Pekerjaan Persiapan
(Penulis, 2025)

Berdasarkan gambar 4.11, faktor-faktor yang menyebabkan proses docking terhambat antara lain kapal lain yang belum selesai docking (2), keterlambatan dalam proses pengeringan dock (3), dan lambatnya pemasangan block-block penyangga (4). Sementara itu, faktor lainnya yaitu

kondisi lingkungan mencakup pasang surut air laut (1). Faktor-faktor tersebut memiliki pengaruh yang cukup besar terhadap kelanjutan proyek ke depannya. Hal ini terjadi karena, apabila kapal lain masih dalam proses docking, maka kapal berikutnya harus menunggu giliran. Akibatnya, terjadi keterlambatan dalam memulai pekerjaan utama yang kemudian berdampak pada gangguan jadwal produksi secara keseluruhan, termasuk penundaan pada tahap-tahap berikutnya. Hambatan-hambatan tersebut sering terjadi karena adanya perbedaan antara kondisi di lapangan dengan rencana yang telah dibuat sebelumnya.

4.4.2. Pekerjaan Reparasi

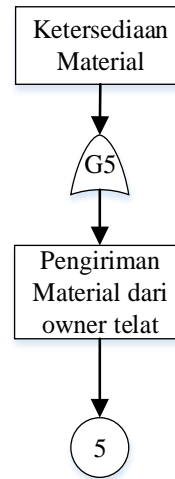
Proses reparasi tidak berjalan dengan baik disebabkan oleh beberapa hal yang saling berkaitan antara satu dengan yang lainnya. Hal-hal tersebut antara lain pengadaan material yang lama, peralatan yang kurang memadai, kondisi cuaca yang kurang mendukung, sumberdaya manusia dan permasalahan dalam proses pengerjaan.



Gambar 4. 12 Faktor Pekerjaan Reparasi

(Penulis, 2025)

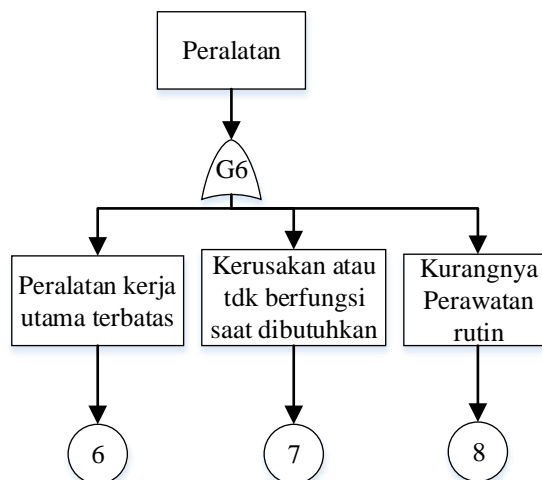
1. Ketersediaan Material



Gambar 4. 13 Faktor Ketersediaan Material
(Penulis, 2025)

Berdasarkan gambar 4.12, faktor yang menyebabkan pengadaan material menjadi terhambat adalah keterlambatan pengiriman material dari pihak owner. Keterlambatan ini dapat terjadi karena berbagai alasan, seperti proses administrasi yang belum selesai, keterlambatan pemesanan, atau kendala logistik dalam pengiriman barang. Akibatnya, proses pengerjaan proyek menjadi tertunda karena material yang dibutuhkan tidak tersedia tepat waktu.

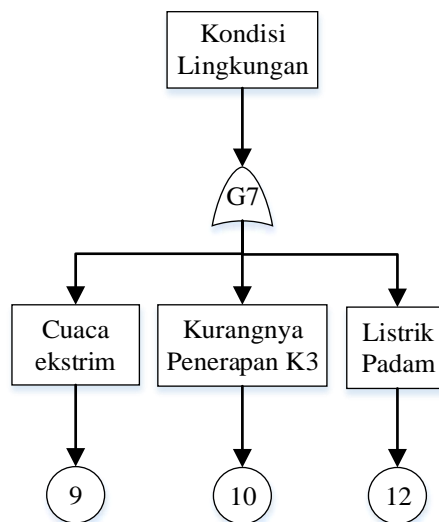
2. Peralatan



Gambar 4. 14 Faktor-faktor fasilitas peralatan kurang memadai
(Penulis, 2025)

Fasilitas peralatan yang kurang memadai dapat mengganggu aktifitas pengerjaan suatu proyek. Berdasarkan gambar 4.13, faktor-faktor yang menyebabkan kendala tersesbut antara lain jumlah peralatan utama terbatas, kerusakan atau tidak berfungsinya peralatan saat dibutuhkan, serta kurangnya perawatan rutin.

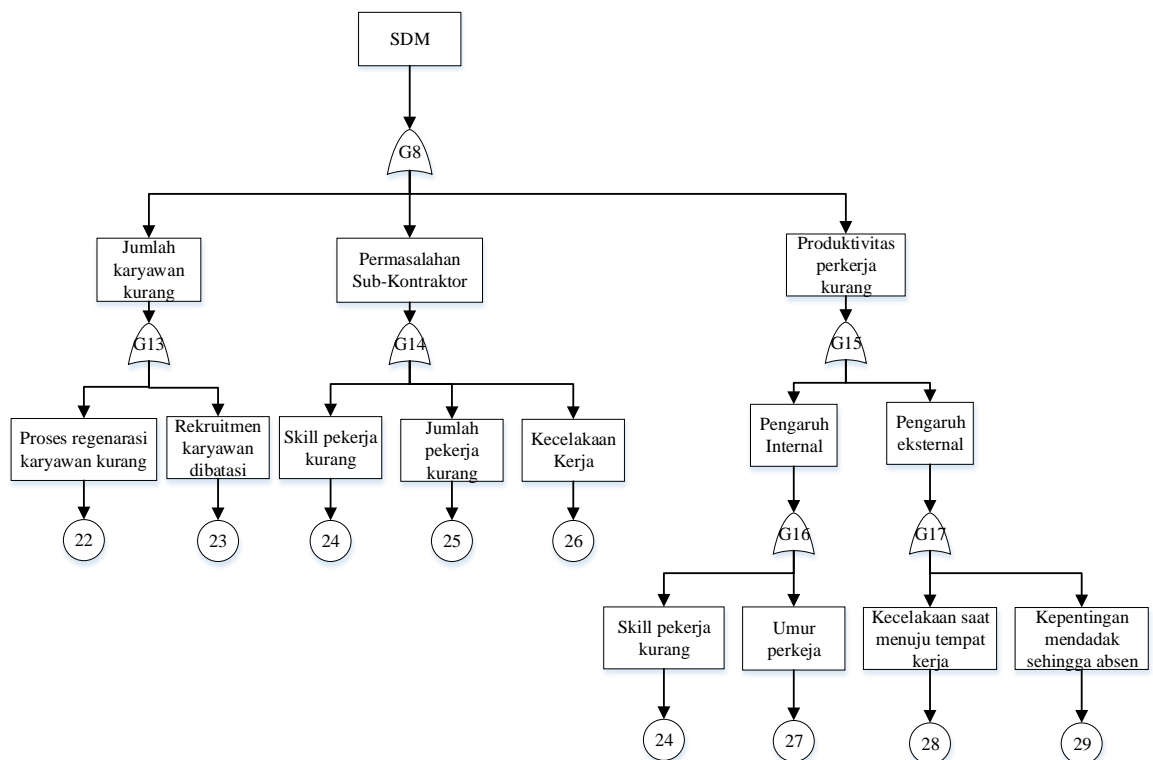
3. Kondisi Lingkungan



Gambar 4. 15 Faktor-Faktor Kondisi Lingkungan
(Penulis, 2025)

Kondisi tempat kerja kurang mendukung dapat menimbulkan masalah dalam pengerjaan suatu proyek. Bila cuaca tidak mendukung, pengerjaan fabrikasi bisa terhenti dan dapat mengganggu jadwal pengerjaan proyek. Kurangnya penerapan K3 (Keselamatan dan Kesehatan Kerja) di lingkungan kerja dapat memperbesar risiko kecelakaan, menurunkan efisiensi, dan bahkan mengakibatkan penghentian sementara pekerjaan apabila terjadi insiden, yang semuanya akan memengaruhi kelancaran proyek secara keseluruhan.

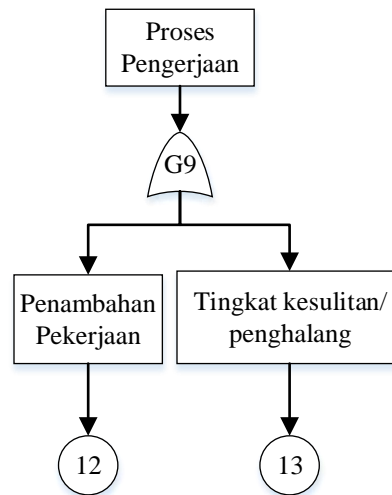
4. Sumber Daya Manusia



Gambar 4. 16 Faktor-faktor SDM
(Penulis, 2025)

Berdasarkan Gambar 4.15, faktor-faktor yang menyebabkan permasalahan pada sumber daya manusia (SDM) antara lain adalah jumlah tenaga kerja yang kurang, minimnya tenaga kerja terampil, dan rendahnya produktivitas pekerja. Kekurangan jumlah tenaga kerja disebabkan oleh proses regenerasi yang tidak optimal serta adanya pembatasan dalam proses rekrutmen karyawan. Sementara itu, rendahnya produktivitas pekerja dipengaruhi oleh faktor internal dan eksternal. Faktor internal mencakup keterampilan (skill) pekerja yang masih rendah serta usia pekerja yang relatif tua, yang dapat memengaruhi kecepatan dan ketahanan kerja. Faktor eksternal meliputi kejadian tidak terduga seperti kecelakaan saat perjalanan menuju tempat kerja atau adanya kepentingan pribadi mendadak yang menyebabkan pekerja tidak masuk kerja (absen).

5. Proses Pengerjaan

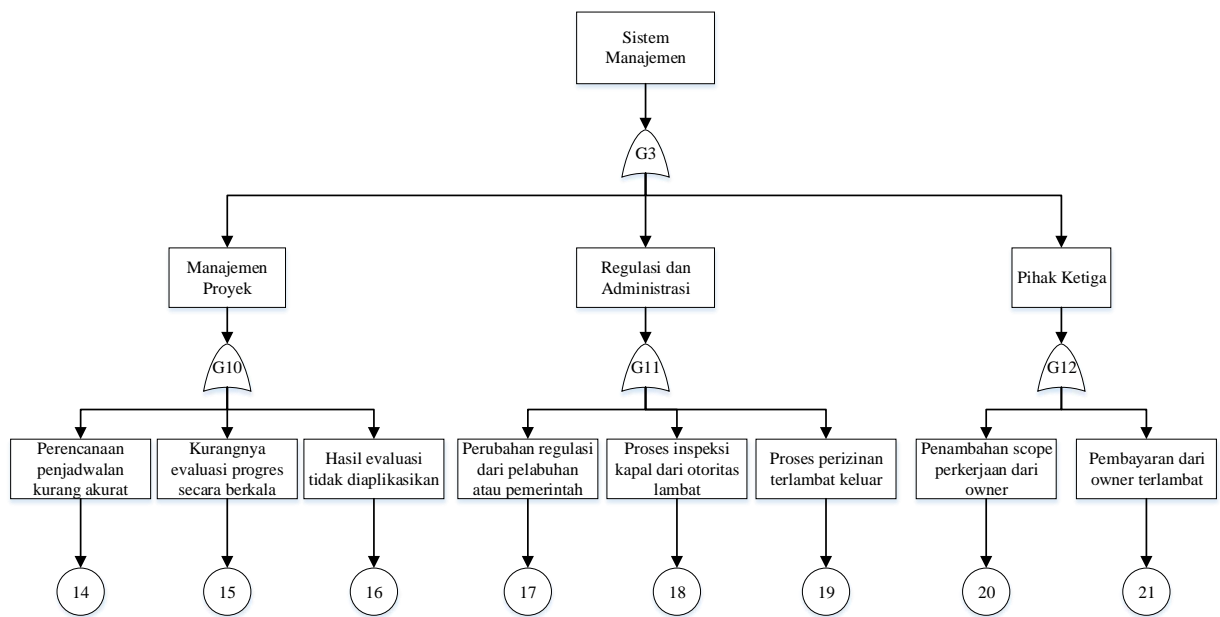


Gambar 4. 17 Faktor proses pengerjaan
(Penulis, 2025)

Berdasarkan Gambar 4.16, faktor-faktor yang memengaruhi proses pengerjaan proyek meliputi penambahan *scope* pekerjaan serta tingkat kesulitan dalam pelaksanaannya. Penambahan *scope* pekerjaan biasanya terjadi karena adanya temuan kerusakan tambahan saat proses reparasi berlangsung, yang sebelumnya tidak teridentifikasi dalam perencanaan awal. Hal ini tentu berdampak pada durasi dan biaya pengerjaan.

Sementara itu, tingkat kesulitan dalam pengerjaan dipengaruhi oleh beberapa hal, salah satunya adalah lokasi pekerjaan yang sulit dijangkau, seperti area sempit di dalam tangki, bagian bawah kapal, atau ruang mesin yang terbatas. Kondisi ini menyulitkan pergerakan tenaga kerja dan penggunaan alat, sehingga memperlambat proses kerja. Selain itu, pengerjaan di area tertentu juga sering memerlukan prosedur keselamatan tambahan atau tenaga kerja dengan keahlian khusus, yang turut memengaruhi efisiensi dan kecepatan pelaksanaan proyek.

4.4.3. Sistem Manajemen



Gambar 4. 18 Faktor-faktor permasalahan sistem manajemen
(Penulis, 2025)

Berdasarkan gambar 4.17, dapat disimpulkan bahwa salah satu penyebab utama keterlambatan dalam proyek reparasi kapal adalah lemahnya sistem manajemen, yang terbagi dalam tiga aspek utama: manajemen proyek, regulasi dan administrasi, serta pihak ketiga. Dari sisi manajemen proyek, keterlambatan disebabkan oleh perencanaan penjadwalan yang kurang akurat, kurangnya evaluasi progres secara berkala, serta hasil evaluasi yang tidak diaplikasikan. Ketiga faktor ini menunjukkan bahwa proses perencanaan dan pengendalian proyek belum berjalan optimal, sehingga berbagai potensi hambatan tidak dapat diantisipasi dengan baik.

Selain itu, faktor regulasi dan administrasi juga turut memengaruhi, seperti adanya perubahan regulasi dari pelabuhan atau pemerintah, lambatnya proses inspeksi dari pihak otoritas karena waktu tunggu atau jadwal padat, serta keterlambatan dalam penerbitan perizinan. Sementara dari sisi pihak ketiga, penambahan ruang lingkup pekerjaan oleh owner dan keterlambatan pembayaran menjadi penyebab eksternal yang cukup signifikan. Kombinasi dari faktor internal dan eksternal ini menunjukkan bahwa keberhasilan proyek tidak hanya bergantung pada perencanaan teknis, tetapi juga pada efektivitas koordinasi antar pihak, kesiapan

administratif, serta ketepatan waktu pengambilan keputusan di semua level manajemen.

Berikut merupakan *basic event* dari skema *fault tree* pada gambar 4.10 sampai dengan 4.17 yang ditunjukkan dalam tabel 4.22 :

Tabel 4. 23 kode kejadian FTA proyek reparasi

No	Kode Kejadian	Nama Kejadian
1	G1	Pekerjaan persiapan terhambat
2	G2	Permasalahan sistem manajemen
3	G3	Proses docking terhambat
4	G4	Kondisi lingkungan
5	G5	Ketersediaan material
6	G6	Peralatan
7	G7	Kondisi lingkungan kerja
8	G8	Permasalahan SDM
9	G9	Permasalahan dalam proses pengerjaan
10	G10	Manajemen proyek bermasalah
11	G11	Regulasi dan administrasi
12	G12	Permasalahan dengan pihak ketiga
13	1	Kapal lain belum selesai reparasi/ belum keluar dock
14	2	Keterlambatan dalam pengeringan dock
15	3	Pemasangan block-block penyangga yang lambat
16	4	Kondisi pasang surut air laut
17	5	Pengiriman material dari owner terlambat
18	6	Ketersediaan peralatan utama terbatas
19	7	Kerusakan atau tidak berfungsinya peralatan saat dibutuhkan
20	8	Kurangnya perawatan rutin
21	9	Cuaca Ekstrim
22	10	Kurangnya Penerapan K3
23	11	Listrik Padam
24	G13	Jumlah karyawan kurang
25	G14	Permasalahan sub-kontraktor
26	G15	Produktivitas pekerja kurang
27	12	Penambahan pekerjaan
28	13	Tingkat kesulitan/ penghalang
29	14	Perencanaan penjadwalan kurang akurat
30	15	Kurangnya evaluasi progress secara berkala
31	16	Hasil evaluasi pekerjaan belum bisa diaplikasikan pada rencana lanjutan
32	17	Perubahan regulasi dari otoritas pelabuhan atau pemerintah
33	18	Proses inspeksi kapal dari pihak otoritas terkait terlambat
34	19	Perizina terlambat keluar
35	20	Penambahan scope pekerjaan dari owner

No	Kode Kejadian	Nama Kejadian
36	21	Pembayaran termin dari owner terlambat
37	22	Proses regenerasi karyawan kurang
38	23	Rekrutmen karyawan dibatasi
39	24	Skill pekerja kurang
40	25	Jumlah pekerja kurang
41	26	Kecelakaan pekerja
42	G16	Pengaruh Internal Produktivitas
43	G17	Pengaruh Eksternal Produktivitas
44	27	Umur pekerja
45	28	Insiden saat menuju tempat kerja
46	29	Kepentingan mendadak sehingga absen kerja

Sumber: data diolah, 2025

Tabel 4.22 menjelaskan kode-kode kejadian dalam analisis FTA terkait keterlambatan proyek reparasi kapal KM Eikan. Berdasarkan tabel tersebut yang berisi *basic event*, langkah selanjutnya adalah melakukan analisis *Fault Tree* dengan menggunakan algoritma MOCUS untuk menentukan *minimal cut set*. *Cut set* sendiri diartikan sebagai kumpulan *basic event* yang, jika terjadi secara bersamaan, dapat menyebabkan terjadinya *TOP event*. Algoritma MOCUS bekerja dengan menganalisis struktur gerbang logika AND dan OR, di mana gerbang AND menambah jumlah elemen dalam satu *cut set*, sedangkan gerbang OR menambah jumlah *cut set* yang terbentuk. Berikut tabel 4.23 menjelaskan tentang langkah *cut set*.

Tabel 4. 24 Tabel Perhitungan Minimal *Cut Set* FTA

Tahap	1	2	3	4	5	MinCS
Event	G1	G4	1			1
			2			2
			3			3
		4				4
	G2	G5	5			5
		G6	6			6
			7			7
			8			8
		G7	9			9
			10			10
			11			11
		G8	G13	22		22
				23		23
			G14	24		24
				25		25
				26		26
			G15	G16	24	

Tahap	1	2	3	4	5	MinCS
					27	27
				G17	28	28
					29	29
		G9	12			12
			13			13
	G3	G10	14			14
			15			15
			16			16
		G11	17			17
			18			18
			19			19
		G12	20			20
			21			21

Sumber: Penulis, 2025

Berdasarkan hasil *minimal cut set*, terdapat 29 kejadian dasar yang menyebabkan proyek reparasi kapal mengalami keterlambatan. Tabel 4.24 di bawah ini merupakan *basic event*.

Tabel 4. 25 *minimal cut set* kejadian

No	Kode Kejadian	Minimal Cut Set Kejadian
1	1	Kapal lain belum selesai reparasi/ belum keluar dock
2	2	Keterlambatan dalam pengeringan dock
3	3	Pemasangan block-block penyangga yang lambat
4	4	Kondisi pasang surut air laut
5	5	Pengiriman material dari owner terlambat
6	6	Ketersediaan peralatan utama terbatas
7	7	Kerusakan atau tidak berfungsinya peralatan saat dibutuhkan
8	8	Kurangnya perawatan rutin
9	9	Cuaca Ekstrim
10	10	Kurangnya Penerapan K3
11	11	Listrik Padam
12	12	Penambahan pekerjaan
13	13	Tingkat kesulitan/ penghalang
14	14	Perencanaan penjadwalan kurang akurat
15	15	Kurangnya evaluasi progress secara berkala
16	16	Hasil evaluasi pekerjaan belum bisa diaplikasikan pada rencana lanjutan
17	17	Perubahan regulasi dari otoritas pelabuhan atau pemerintah
18	18	Proses inspeksi kapal dari pihak otoritas terkait terlambat
19	19	Perizina terlambat keluar
20	20	Penambahan scope pekerjaan dari owner
21	21	Pembayaran termin dari owner terlambat
22	22	Proses regenerasi karyawan kurang
23	23	Rekrutmen karyawan dibatasi
24	24	Skill pekerja kurang
25	25	Jumlah pekerja kurang
26	26	Kecelakaan pekerja
27	27	Umur pekerja
28	28	Insiden saat menuju tempat kerja
29	29	Kepentingan mendadak sehingga absen kerja

Sumber: Penulis, 2025

Dari tabel 4.24 diatas diketahui terdapat 29 minimal *cut set*, tahap selanjutnya dilakukan penyebaran kuisioner untuk menemukan akar penyebab permasalahan tertinggi. Berdasarkan pada hasil kuisioner yang diberikan kepada beberapa responden *expert judgement* pada perusahaan telah membuahkan hasil nilai kuisioner yang ditunjukkan tabel 4.25 berikut.

Tabel 4. 26 Tabel Nilai Kuisioner FTA

No	P	Pertanyaan	Nilai Kuisioner
1	P1	Kapal lain belum selesai reparasi/ belum keluar dock	6
2	P2	Keterlambatan dalam pengeringan dock	12
3	P3	Pemasangan block-block penyangga yang lambat	12
4	P4	Kondisi pasang surut air laut	6
5	P5	Pengiriman material dari owner terlambat	12
6	P6	Ketersediaan peralatan utama terbatas	9
7	P7	Kerusakan atau tidak berfungsinya peralatan saat dibutuhkan	9
8	P8	Kurangnya perawatan rutin	9
9	P9	Cuaca Ekstrim	11
10	P10	Kurangnya Penerapan K3	8
11	P11	Listrik Padam	9
12	P12	Penambahan pekerjaan	5
13	P13	Tingkat kesulitan/ penghalang	9
14	P14	Perencanaan penjadwalan kurang akurat	6
15	P15	Kurangnya evaluasi progress secara berkala	9
16	P16	Hasil evaluasi pekerjaan belum bisa diaplikasikan pada rencana lanjutan	8
17	P17	Perubahan regulasi dari otoritas pelabuhan atau pemerintah	12
18	P18	Proses inspeksi kapal dari pihak otoritas terkait terlambat	12
19	P19	Perizina terlambat keluar	12
20	P20	Penambahan scope pekerjaan dari owner	5
21	P21	Pembayaran termin dari owner terlambat	9
22	P22	Proses regenerasi karyawan kurang	8
23	P23	Rekrutmen karyawan dibatasi	9
24	P24	Skill pekerja kurang	8
25	P25	Jumlah pekerja kurang	5
26	P26	Kecelakaan pekerja	12
27	P27	Umur pekerja	6
28	P28	Insiden saat menuju tempat kerja	12
29	P29	Kepentingan mendadak sehingga absen kerja	9
Total			259

Sumber: data diolah, 2025

Pada tabel 4.25 diketahui terdapat 29 pertanyaan yang diberikan kepada *expert judgement*. Nilai yang diberikan oleh beberapa orang *expert* pada

bidangnya untuk masing-masing pertanyaan disebut nilai kuisioner. Dari hasil yang didapat, nilai untuk pertanyaan nomor 2, 3, 5, 17, 18, 19, 26, 28 dengan nilai terbesar yaitu 12. Hal ini dapat diartikan bahwa responden menganggap pernyataan tersebut bukan sebagai penyebab terbesar dari keterlambatan proyek reparasi kapal. Sedangkan untuk pertanyaan nomor 12, 20, 25 dengan nilai 5 serta pertanyaan nomor 1, 4, 14, 27 dengan nilai 6 merupakan nilai terendah. Dapat diartikan bahwa responden menganggap pernyataan tersebut merupakan penyebab atau faktor pemicu terbesar atas keterlambatan proyek.reparasi kapal.

Langkah selanjutnya setelah mengetahui nilai dari setiap pertanyaan dan nilai total dari keseluruhan pertanyaan, maka dilakukan pencarian nilai probabilitas pada setiap pertanyaan atau gerbang logika dengan menggunakan rumusan dengan hasil seperti pada tabel 4.26.

$$\lambda T = \frac{5}{257} = 0,019$$

$$Q = 1 - e^{-0,019} = 0,981$$

Tabel 4. 27 Nilai Probabilitas FTA

No	P	Pertanyaan	Probabilitas
1	P12	Penambahan pekerjaan	0,981
2	P20	Penambahan scope pekerjaan dari owner	0,981
3	P25	Jumlah pekerja kurang	0,981
4	P1	Kapal lain belum selesai reparasi/ belum keluar dock	0,977
5	P4	Kondisi pasang surut air laut	0,977
6	P14	Perencanaan penjadwalan kurang akurat	0,977
7	P27	Umur pekerja	0,977
8	P10	Kurangnya Penerapan K3	0,969
9	P16	Hasil evaluasi pekerjaan belum bisa diaplikasikan pada rencana lanjutan	0,969
10	P22	Proses regenerasi karyawan kurang	0,969
11	P24	Skill pekerja kurang	0,969
12	P6	Ketersediaan peralatan utama terbatas	0,965
13	P7	Kerusakan atau tidak berfungsinya peralatan saat dibutuhkan	0,965
14	P8	Kurangnya perawatan rutin	0,965
15	P11	Listrik Padam	0,965
16	P13	Tingkat kesulitan/ penghalang	0,965
17	P15	Kurangnya evaluasi progress secara berkala	0,965
18	P21	Pembayaran termin dari owner terlambat	0,965
19	P23	Rekrutmen karyawan dibatasi	0,965
20	P29	Kepentingan mendadak sehingga absen kerja	0,965
21	P9	Cuaca Ekstrem	0,958

No	P	Pertanyaan	Probabilitas
22	P2	Keterlambatan dalam pengeringan dock	0,954
23	P3	Pemasangan block-block penyangga yang lambat	0,954
24	P5	Pengiriman material dari owner terlambat	0,954
25	P17	Perubahan regulasi dari otoritas pelabuhan atau pemerintah	0,954
26	P18	Proses inspeksi kapal dari pihak otoritas terkait terlambat	0,954
27	P19	Perizina terlambat keluar	0,954
28	P26	Kecelakaan pekerja	0,954
29	P28	Insiden saat menuju tempat kerja	0,954

Sumber: data diolah, 2025

Dari tabel 4.26 tersebut dapat diketahui bahwa *basic event* yang memiliki nilai probabilitas terbesar adalah *basic event* 12 (Penambahan pekerjaan), *basic event* 20 (Penambahan scope pekerjaan raparasi), *basic event* 25 (Jumlah pekerja kurang) dengan nilai 0.981, diikuti oleh *basic event* 1 (Kapal lain belum selesai reparasi), *basic event* 4 (Kondisi pasang surut air laut), *basic event* 14 (Perencanaan penjadwalan kurang akurat), *basic event* 27 (Umur pekerja) dengan nilai 0,977. Dapat dikatakan bahwa responden menganggap pernyataan tersebut diatas sebagai penyebab ataupun faktor pemicu utama dari keterlambatan proyek kapal.

Permasalahan adalah *basic event* 12 (Penambahan pekerjaan), *basic event* 20 (Penambahan scope pekerjaan raparasi), *basic event* 25 (Jumlah pekerja kurang) menunjukkan bahwa penambahan pekerjaan dan lingkup pekerjaan yang tidak teridentifikasi sejak awal serta kekurangan tenaga kerja merupakan faktor utama yang memengaruhi keterlambatan proyek. Penambahan pekerjaan dan perubahan lingkup pekerjaan umumnya disebabkan oleh kurangnya inspeksi awal yang komprehensif terhadap kondisi kapal, lemahnya dokumentasi teknis, serta kurangnya komunikasi antara pemilik kapal dan pihak galangan, yang berdampak pada revisi jadwal, gangguan distribusi sumber daya, serta kenaikan biaya. Sementara itu, kekurangan jumlah pekerja mencerminkan ketidaktepatan dalam perencanaan kebutuhan tenaga kerja, baik dari segi jumlah maupun distribusi waktu kerja, yang berujung pada menurunnya produktivitas dan potensi penundaan penyelesaian proyek.

Selain itu, *basic event* 1 (kapal lain belum selesai reparasi) menyebabkan antrian dalam penggunaan fasilitas galangan, yang hal ini terjadi karena terjadi

permasalahan pada perbaikan kapal sebelumnya. *Basic event* 4 (kondisi pasang surut air laut) kondisi pasang surut air laut juga menjadi faktor eksternal yang memengaruhi pelaksanaan pekerjaan, khususnya pada proses docking dan undocking, serta pekerjaan yang bergantung pada elevasi permukaan air.

Basic event 14 (perencanaan penjadwalan kurang akurat) juga menjadi penyumbang signifikan terhadap keterlambatan, yang sering kali terjadi akibat kurangnya data historis, lemahnya metode estimasi waktu, dan kurangnya keterlibatan pihak teknis dalam penyusunan jadwal. Dan basic event 27 (umur pekerja) berkaitan langsung dengan aspek produktivitas dan keselamatan kerja; pekerja dengan usia terlalu lanjut cenderung memiliki keterbatasan fisik yang dapat memengaruhi efektivitas kerja di lapangan

Oleh karena itu, untuk meminimalisir risiko keterlambatan proyek, diperlukan sejumlah solusi strategis, antara lain pelaksanaan inspeksi awal secara menyeluruh, penetapan lingkup kerja yang jelas sejak awal proyek, peningkatan akurasi dalam perencanaan tenaga kerja dan jadwal proyek, serta pengelolaan sumber daya manusia yang mempertimbangkan keseimbangan usia dan kompetensi. Di samping itu, penerapan sistem manajemen perubahan yang ketat, integrasi data dalam perencanaan jadwal kerja, serta optimalisasi kapasitas galangan dengan penjadwalan yang akurat.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan dalam tugas akhir ini dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Analisis menggunakan metode EVA menunjukkan bahwa proyek reparasi kapal KM Eikan mengalami kinerja yang tidak efisien baik dari sisi waktu maupun biaya. Hal ini ditunjukkan oleh nilai *Schedule Performance Index* (SPI) 0,74, yang berarti $SPI < 1$ menunjukkan proyek terlambat dari jadwal yang telah direncanakan, serta nilai *Cost Performance Index* (CPI) 0,73, yang mengindikasikan $CPI < 1$ menunjukkan pemborosan anggaran. Nilai *Schedule Variance* (SV) -108.968.007 dan *Cost Variance* (CV) -113.007.907 yang negatif pada dua periode pengamatan juga menegaskan bahwa proyek mengalami keterlambatan signifikan dan pembengkakan biaya selama pelaksanaannya.
2. Berdasarkan hasil perhitungan *Time Estimate* (TE) dengan menggunakan metode *Earned Value Analysis* (EVA) diperoleh nilai TE sebesar 41 hari. Hal ini menunjukkan bahwasanya proyek diselesaikan terlambat dari rencana awal yaitu 18 hari dan selesai lebih cepat dari realisasi yaitu 45 hari. Selain itu perkiraan total biaya proyek menunjukkan bahwa anggaran keseluruhan untuk menyelesaikan proyek adalah Rp. 568.097.842, lebih besar dari RAB sebesar Rp. 414.786.700. Artinya proyek mengalami pembengkakan sebesar 36,97% dari biaya yang direncanakan.
3. Penyebab keterlambatan proyek reparasi kapal Eikan menggunakan metode *Fault Tree Analysis* (FTA) yaitu Penambahan pekerjaan (P12), Penambahan scope pekerjaan raparasi (P20), jumlah pekerja kurang (P25) dengan nilai probabilitas 0,981 dan Kapal lain belum selesai reparasi (P1), Kondisi pasang surut air laut (P4), Perencanaan penjadwalan kurang akurat (P14), Umur pekerja(P27) dengan probabilitas 0,977.

5.2 Saran

1. Peningkatan Manajemen Waktu dan Biaya Proyek
Untuk menghindari keterlambatan dan pemborosan anggaran pada proyek berikutnya, disarankan agar manajemen proyek menerapkan pengendalian yang lebih ketat terhadap jadwal dan biaya. Penggunaan metode *Earned Value Analysis* (EVA) secara berkala dapat membantu memantau kinerja proyek secara *real time* sehingga langkah korektif dapat segera dilakukan jika terjadi deviasi.
2. Evaluasi dan Perbaikan Perencanaan Awal Proyek
Perlu dilakukan evaluasi menyeluruh terhadap proses perencanaan awal proyek, terutama terkait estimasi waktu dan biaya. Ketidaktepatan dalam perencanaan awal menjadi salah satu penyebab utama keterlambatan dan pembengkakan biaya. Oleh karena itu, penggunaan data historis dan simulasi risiko dapat menjadi pertimbangan dalam menyusun rencana yang lebih realistis.
3. Manajemen Perubahan Pekerjaan (Scope Management)
Penambahan pekerjaan dan lingkup kerja (scope) yang tidak direncanakan menjadi salah satu faktor utama penyebab keterlambatan. Oleh karena itu, penting untuk menetapkan prosedur yang jelas dalam menangani perubahan pekerjaan, termasuk persetujuan, dokumentasi, dan penyesuaian jadwal dan anggaran secara formal.
4. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan agar dilakukan penjadwalan ulang (*rescheduling*) sebagai upaya optimalisasi waktu, sehingga proyek dapat diselesaikan lebih cepat dan efisien..

DAFTAR PUSTAKA

- Biro Klasifikasi Indonesia. (2016). **Volume I: Rules for Classifications and Surveys**. Jakarta: Biro Klasifikasi Indonesia.
- Chase, R. B., Aquilano, N. J., & Jacobs, F. R. (1998). **Production and Operations Management: Manufacturing and Services, Volume 1**. Mcgraw Hill College.
- Ericson, C. A. (2005). **Hazard Analysis Techniques for System Safety**. New Jersey: John Wiley & Sons.
- Flemming, Q. K. (2000). **Earned Value Project Management**. Project Management Institute.
- Heizer, J., & Render, B. (2014). **Manajemen Operasi Edisi 11**. Jakarta: Salemba Empat.
- Hessing, T. (2020). *Fault Tree Analysis*.
[URL:https://sixsigmastudyguide.com/fault-tree-analysis/](https://sixsigmastudyguide.com/fault-tree-analysis/).
- Husen, A. (2019). **Manajemen Proyek**. Yogyakarta: CV. Andi Offset.
- Hussein, A. R., & Moradinia, S. F. (2024). *Time and Cost Management in Water Resources Projects Utilizing the Earned Value Method*. **Journal of Studies in Science and Engineering**, 4(1), 91-111.
- Kartika, W., Sukindrawati, B., & Rohman, D. (2024). *Penerapan Kinerja Proyek Konstruksi Pada Pembangunan Ruas Jalan dan Jembatan Tawang Ngalang Segmen IV Menggunakan Earned Value Concept*. **AGREGAT**, 9(1), 1000-1005.
- Kerzner, H. (2017). **Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling**. Wiley.
- Muhammad Izeul Maromi, R. I. (2015). *Metode Earned Value untuk Analisa Kinerja Biaya dan Waktu Pelaksanaan pada Proyek Pembangunan Condotel De Vasa Surabaya*. **JURNAL TEKNIK ITS**, 4(1), 54-59.
- Mustika, A. F. (2014). *Analisa Keterlambatan Proyek Menggunakan Fault Tree Analysis (FTA) (Studi Kasus Pada Proyek Pembangunan Gedung Program Studi Teknik Industri Tahap II Universitas Brawijaya Malang)*. **Jurnal Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil**.
- 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), 1-6.

- Redana, F. (2016). Analisa Keterlambatan Pada Proyek Pembangunan Jacket Structure. **Tugas Akhir**. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Rizqie, M., Amiruddin, W., & Kiryanto. (2022). *Analisa Waktu Dan Biaya Dengan Menggunakan Metode Earn Value Analysis Pada Proyek Reparasi Kapal KT Tirtayasa II*. **JURNAL TEKNIK PERKAPALAN**, 10(2), 45-51.
- Soeharto, I. (1995). **Manajemen Proyek Dari Konseptual Sampai Operasional**. Jakarta: Erlangga.
- Stopford, M. (2009). **Maritime economics**. Routledge.
- Suryaningrum, A., Rudianto, H., Mahmudi, A., & Prasetyo, E. (2024). *Analisis Faktor Penyebab Keterlambatan Menggunakan Fault Tree Analysis (Studi Kasus Pembangunan Office Headquarter Surabaya)*. **JURNAL INTER TECH**, 2(1), 18-29.
- Turner, J. R. (2014). **Gower Handbook of Project Management 5th Edition**. Routledge.
- Wahyuningsih, S. (2023). *Analisa Faktor Penyebab Keterlambatan Proyek Reparasi dengan Metode Fault Tree Analysis (FTA) dan Penjadwalan Ulang dengan Critical Path Method (CPM) pada Kapal MT. Alice XXV di Galangan Semarang*. **Jurnal Teknik Perkapalan**, 11(1), 1-13.

LAMPIRAN

Lampiran 1 Surat Pengambilan Data

Lampiran 1. Surat Pernyataan

SURAT PERNYATAAN

Yang bersangkutan, mahasiswa Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya:

Nama : Daffa Ladzuardi Adriano

NRP : 1118040024

Dengan ini menyatakan hal yang berkaitan dengan informasi yang digunakan untuk menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul "ANALISA KINERJA PROYEK REPARASI KAPAL MENGGUNAKAN *EARNED VALUE ANALYSIS* (EVA) DAN *FAULT TREE ANALYSIS* (FTA) PADA GALANGAN KAPAL DI SURABAYA" adalah benar. Data yang bersangkutan diperoleh dari bagian *Production and Planning Control* (PPC) PT. X dan data yang digunakan diawasi langsung oleh pembimbing untuk penyelesaian Tugas Akhir.

Demikian pernyataan ini dibuat agar dapat dipergunakan dengan semestinya sesuai dengan peraturan yang ditetapkan.

*)Data yang diambil:

1. Data Schedule reparasi KM Eikan
2. Rencana Anggaran Biaya (RAB) reparasi KM Eikan
3. Laporan Dok
4. Realisasi Anggaran Biaya (*Actual Cost*) reparasi KM Eikan

Surabaya, 21 Februari 2025

Production and Planning Control



([REDACTED])

Lampiran 2 Data RAB, *Actual Cost*, Kurva-S

Rencana Anggaran Biaya (RAB)

NO	Uraian Pekerjaan	Biaya	
I	Pelayanan Umum dan Penedakan		
	Docking	Rp	29.650.000
	Assistensi	Rp	30.450.000
	Penyediaan Tempat	Rp	9.500.000
	Supply Listrik	Rp	22.600.000
	MCK	Rp	2.700.000
II	Konstruksi Badan Kapal		
	Pembersihan dan pengecatan lambung Bawah Garis Air	Rp	82.695.000
	Pembersihan dan pengecatan Atas Garis Air	Rp	25.200.000
	Tanda Sarat Air	Rp	4.750.000
	Ultrasonic Test	Rp	7.500.000
	Laporan Dok	Rp	4.500.000
	Replating	Rp	52.000.000
	Aluminium Anodes	Rp	8.000.000
III	Peralatan dan Perlengkapan Kapal		
	Pemeriksaan dan Perawatan Sea Chest	Rp	14.800.000
	Pemeriksaan dan Perawatan Sea Valves	Rp	23.741.700
	Unit Jangkar dan Rantai	Rp	17.400.000
IV	Sistem Propulsi dan Kemudi		
	Unit Propeller	Rp	8.250.000
	Unit Shaft Propeller	Rp	36.700.000
	Unit Shaft Kemudi	Rp	34.350.000
	TOTAL	Rp	414.786.700



Realisasi

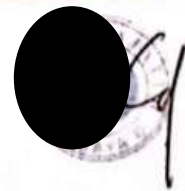
Anggaran

Biaya

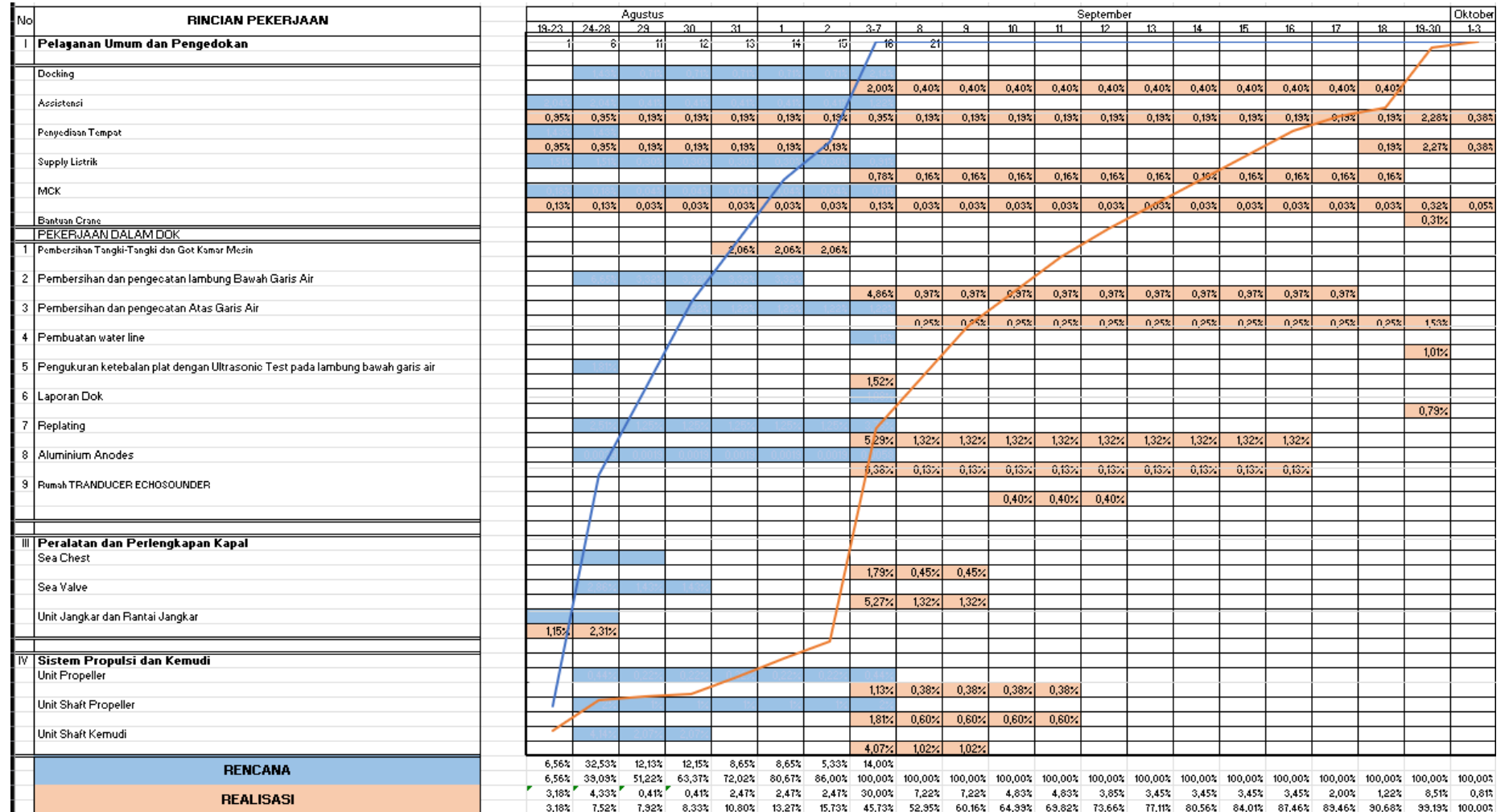
(Actual

Cost)

NO	Uraian Pekerjaan	Biaya	
I	Pelayanan Umum dan Pengedokan		
	Docking	Rp	36.400.000
	Assistensi	Rp	48.525.000
	Penyediaan Tempat	Rp	32.300.000
	Supply Listrik	Rp	14.200.000
	MCK	Rp	6.750.000
	Bantuan Crane	Rp	1.750.000
II	Konstruksi Badan Kapal		
	Pembersihan dan pengecatan lambung Bawah Garis Air	Rp	82.893.000
	Pembersihan dan pengecatan Atas Garis Air	Rp	24.582.000
	Pembersihan Tangki-Tangki dan Got Kamar Mesin	Rp	35.150.000
	Tanda Sarat Air	Rp	5.750.000
	Ultrasonic Test	Rp	8.625.000
	Laporan Dok	Rp	4.500.000
	Replating	Rp	97.572.400
	Rumah TRANSDUCER ECHOSOUNDER	Rp	6.750.000
	Aluminium Anodes	Rp	8.720.000
III	Peralatan dan Perlengkapan Kapal		
	Pemeriksaan dan Perawatan Sea Chest	Rp	15.250.000
	Pemeriksaan dan Perawatan Sea Valves	Rp	44.943.700
	Unit Jangkar dan Rantai	Rp	19.650.000
IV	Sistem Propulsi dan Kemudi		
	Unit Propeller	Rp	15.000.000
	Unit Shaft Propeller	Rp	24.050.000
	Unit Shaft Kemudi	Rp	34.700.000
	TOTAL	Rp	568.061.100



Kurva-S



Lampiran 3 Wawancara

Permohonan Wawancara

Surabaya, 14 Juni 2024

Kepada Yth.

Bapak/Ibu Responden

Di Galangan Kapal.

PT. Najatim Dockyard

Dengan Hormat,

Berkenaan dengan ini nama saya Daffa Ladzuardi Adriano dari Prodi D4 Manajemen Bisnis, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya untuk membantu pengerjaan dan penelitian Tugas Akhir yang membahas permasalahan mengenai Analisis Kinerja Proyek Reparasi Kapal Menggunakan *Earned Value Analysis* (EVA) Dan *Fault Tree Analysis* (FTA) Pada Galangan Kapal di Surabaya.

Sehubungan dengan hal tersebut, saya bermaksud memohon kesediaan Bapak/Ibu untuk meluangkan waktu guna memberikan informasi melalui wawancara yang akan sangat membantu dalam mendukung kelengkapan dan validitas data penelitian saya.

Perlu kami sampaikan bahwa identitas dan informasi yang Bapak/Ibu berikan akan dijaga kerahasiaannya dan digunakan semata-mata untuk keperluan akademis.

Atas perhatian, waktu, dan kesediaan Bapak/Ibu, saya ucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya.

Hormat Saya,



Daffa Ladzuardi Adiano

**Wawancara FTA Mengenai Proyek Reparasi Kapal KM Eikan di
Galangan Kapal Surabaya**

Identitas Responden

Nama : XXXXXXXXXX
Jabatan : *Manajer Operasional / Produksi*
Umur : *55 tahun*
Lama Bekerja : *32 tahun*

Permasalahan Selama Proses Reparasi Kapal

1. Pekerjaan Persiapan

❖ **Indikator 1: Proses Docking**

- 1) Apakah faktor-faktor berikut dalam proses docking mempengaruhi keterlambatan proyek reparasi kapal?
- ☒ Kapal lain belum selesai docking
 - ☐ Peralatan docking (*cradle winch, block*) tidak tersedia atau rusak
 - ☐ Keterlambatan dalam proses pengeringan atau pengisian dock
 - ☐ Kurangnya tenaga ahli dalam pengawasan proses docking
 - ☒ Lainnya: ...*pasang surut air laut*

2. Pekerjaan Reparasi

❖ **Indikator 2: Ketersediaan Material**

- 2) Biasanya dalam proses reparasi kapal apakah material telah dipersiapkan oleh galangan tempat bekerja ?
- ☐ Iya, material disiapkan oleh galangan
 - ☐ Tidak, material dari pihak *owner*
 - ☒ Hanya material *consumable* saja yang dari galangan
 - ☐ Lainnya:
- 3) Apakah sering mengalami gangguan kehabisan material selama proses reparasi kapal?
- ☐ Iya
 - ☒ Tidak
- 4) Dalam proses pengadaan barang terkadang memakan waktu yang lama, penyebab apa yang sering timbul ?

- ☐ Material *import*
- ☐ Material belum tersedia di pasaran
- ☐ Kualitas material kurang baik sehingga dilakukan pemesanan ulang
- ☒ Pengiriman material seperti plat baja, cat dari *owner* terlambat
- ☐ Durasi pembelian dan pengiriman material yang cenderung lama
- ☐ Lainnya

❖ **Indikator 3: Fasilitas Peralatan**

- 5) Apakah aspek berikut terkait peralatan berpengaruh pada keterlambatan proyek reparasi?
- ☒ Ketersediaan peralatan utama (crane, welding, genset) tidak mencukupi
 - ☐ Kerusakan atau tidak berfungsinya peralatan saat dibutuhkan
 - ☐ Peralatan tidak sesuai spesifikasi teknis pekerjaan
 - ☐ Penggunaan alat secara bergantian (sharing) antar proyek menyebabkan penundaan
 - ☒ Kurangnya perawatan rutin peralatan
 - ☐ Lainnya:

❖ **Indikator 4: Kondisi Lingkungan**

- 6) Apakah kondisi lingkungan berikut berdampak pada keterlambatan proyek reparasi kapal?
- ☒ Cuaca ekstrem hujan seperti menghambat pekerjaan
 - ☐ Air laut pasang/ombak besar mengganggu docking
 - ☐ Polusi atau gangguan lingkungan sekitar galangan
 - ☒ Lainnya: ... *listrik padam*

❖ **Indikator 5: Sumber Daya Manusia**

- 7) Apakah faktor SDM berikut berdampak pada pengerjaan proyek reparasi?
- ☐ Tingginya tingkat kehadiran tidak penuh atau absensi
 - ☐ Kurangnya pelatihan atau sosialisasi pekerjaan
 - ☒ Kurangnya tenaga kerja terampil
 - ☐ Tingkat motivasi pekerja rendah
 - ☒ Jumlah tenaga kerja kurang → *sub kontraktor*
 - ☒ Lainnya: *penisahan SDM karyawan & subkontraktor*

8) Apakah faktor-faktor yang berkaitan ketenagakerjaan berikut berpengaruh ke proses reparasi?

- ☐ Rekrutmen karyawan dibatasi
- ☐ Pekerja banyak yang pensiun
- ☒ Proses regenerasi karyawan belum ada
- ☐ Lainnya:

9) Apakah faktor-faktor (internal) yang berkaitan dengan turunnya produktivitas pekerja berikut berpengaruh ke proses reparasi?

- ☒ Skill pekerja yang kurang baik atau tidak bersertifikasi
- ☒ Umur pekerja
- ☐ Mengalami kecelakaan di tempat kerja
- ☐ Lainnya:

10) Apakah faktor-faktor (eksternal) yang berkaitan dengan turunnya produktivitas pekerja berikut pernah dialami selama menangani proyek reparasi?

- ☐ Kecelakaan saat pergi ke tempat kerja
- ☒ Terdapat kepentingan mendadak sehingga absen
- ☐ Terjadi permasalahan dalam keluarga sehingga absen
- ☐ Lainnya:

3. Sistem Manajemen

❖ Indikator 6: Manajemen

11) Apakah hal-hal berikut terkait manajemen proyek mempengaruhi keterlambatan proyek reparasi kapal?

- ☒ Perencanaan jadwal yang kurang akurat
- ☒ Tidak adanya manajemen risiko
- ☐ Koordinasi antara owner surveyor dan perusahaan kurang baik
- ☐ Koordinasi antara owner surveyor dan owner kurang baik
- ☒ Kurangnya evaluasi progres secara berkala
- ☒ Hasil evaluasi pekerjaan belum bisa diaplikasikan pada rencana lanjutan
- ☐ Lainnya:

❖ Indikator 7: Regulasi dan Administrasi

12) Apakah faktor terkait peraturan/perizinan mempengaruhi keterlambatan reparasi kapal?

- ☐ Perubahan regulasi dari pelabuhan atau pemerintah
- ☒ Proses ~~perizinan~~ inspeksi kapal lambat *dari otoritas seperti BKI*
- ☒ Ketidaksesuaian antara regulasi dan kondisi lapangan
- ☐ Proses perizinan dari bagian otoritas terlambat keluar
- ☐ Lainnya:

❖ **Indikator 8: Pihak Ketiga**

13) Apakah hal-hal berikut terkait pihak ketiga mempengaruhi keterlambatan proyek reparasi kapal?

- ☒ Permintaan tambahan pekerjaan (*scope change*) dari owner
- ☒ Pembayaran termin dari *owner* terlambat
- ☐ Komunikasi yang buruk dengan pihak luar
- ☐ Lainnya:

Jika terdapat hal lain yang belum terwakili dalam pilihan di atas, Bapak/Ibu dapat menambahkan secara langsung pada kolom yang tersedia di bawah ini.

Indikator	Penyebab
Reparasi	<ul style="list-style-type: none"> - Cuaca - Insider - Volume pekerjaan - Penghalang (Pembersihan tanki, dan 1000^2, tempat sulit)
SDM	<p>Subkontraktor</p> <ul style="list-style-type: none"> - kecelakaan kerja - jumlah sub kontraktor kurang - umur pekerja

Terima kasih telah meluangkan waktu dan membantu mengisi wawancara ini, peneliti mengharapkan kritik dan saran yang membangun mengenai pembahasan di atas demi perbaikan dan kelancaran dalam penyelesaian Tugas Akhir.

Surabaya, 19 Juni 2025



**Wawancara FTA Mengenai Proyek Reparasi Kapal KM Eikan di
Galangan Kapal Surabaya**

Identitas Responden

Nama : M. Rizal
Jabatan : Pengawas Lapangan
Umur : 30 tahun
Lama Bekerja : 9 tahun

Permasalahan Selama Proses Reparasi Kapal

1. Pekerjaan Persiapan

❖ **Indikator 1: Proses Docking**

- 1) Apakah faktor-faktor berikut dalam proses docking mempengaruhi keterlambatan proyek reparasi kapal?
- ☒ Kapal lain belum selesai docking
 - ☐ Peralatan docking (*cradle winch, block*) tidak tersedia atau rusak
 - ☐ Keterlambatan dalam proses pengeringan atau pengisian dock
 - ☐ Kurangnya tenaga ahli dalam pengawasan proses docking
 - ☒ Lainnya: *proses pemasangan block di kapal*

2. Pekerjaan Reparasi

❖ **Indikator 2: Ketersediaan Material**

- 2) Biasanya dalam proses reparasi kapal apakah material telah dipersiapkan oleh galangan tempat bekerja ?
- ☐ Iya, material disiapkan oleh galangan
 - ☒ Tidak, material dari pihak *owner*
 - ☒ Hanya material *consumable* saja yang dari galangan
 - ☐ Lainnya:
- 3) Apakah sering mengalami gangguan kehabisan material selama proses reparasi kapal?
- ☐ Iya
 - ☒ Tidak
- 4) Dalam proses pengadaan barang terkadang memakan waktu yang lama, penyebab apa yang sering timbul ?

- ☐ Material *import*
- ☐ Material belum tersedia di pasaran
- ☐ Kualitas material kurang baik sehingga dilakukan pemesanan ulang
- ☒ Pengiriman material seperti plat baja, cat dari *owner* terlambat
- ☐ Durasi pembelian dan pengiriman material yang cenderung lama
- ☐ Lainnya

❖ **Indikator 3: Fasilitas Peralatan**

5) Apakah aspek berikut terkait peralatan berpengaruh pada keterlambatan proyek reparasi?

- ☐ Ketersediaan peralatan utama (crane, welding, genset) tidak mencukupi
- ☒ Kerusakan atau tidak berfungsinya peralatan saat dibutuhkan
- ☐ Peralatan tidak sesuai spesifikasi teknis pekerjaan
- ☐ Penggunaan alat secara bergantian (sharing) antar proyek menyebabkan penundaan
- ☒ Kurangnya perawatan rutin peralatan
- ☐ Lainnya:

❖ **Indikator 4: Kondisi Lingkungan**

6) Apakah kondisi lingkungan berikut berdampak pada keterlambatan proyek reparasi kapal?

- ☒ Cuaca ekstrem hujan seperti menghambat pekerjaan
- ☐ Air laut pasang/ombak besar mengganggu docking
- ☐ Polusi atau gangguan lingkungan sekitar galangan
- ☒ Lainnya: *Kurangnya Penempatan KS, Listrik padam*

❖ **Indikator 5: Sumber Daya Manusia**

7) Apakah faktor SDM berikut berdampak pada pengerjaan proyek reparasi?

- ☐ Tingginya tingkat kehadiran tidak penuh atau absensi
- ☐ Kurangnya pelatihan atau sosialisasi pekerjaan
- ☐ Kurangnya tenaga kerja terampil
- ☐ Tingkat motivasi pekerja rendah
- ☒ Jumlah tenaga kerja kurang
- ☐ Lainnya:

- 8) Apakah faktor-faktor yang berkaitan ketenagakerjaan berikut berpengaruh ke proses reparasi?
- ☐ Rekrutmen karyawan dibatasi
 - ☐ Pekerja banyak yang pensiun
 - ☒ Proses regenerasi karyawan belum ada
 - ☐ Lainnya:
- 9) Apakah faktor-faktor (internal) yang berkaitan dengan turunnya produktivitas pekerja berikut berpengaruh ke proses reparasi?
- ☒ Skill pekerja yang kurang baik atau tidak bersertifikasi
 - ☒ Umur pekerja
 - ☐ Mengalami kecelakaan di tempat kerja
 - ☐ Lainnya:
- 10) Apakah faktor-faktor (eksternal) yang berkaitan dengan turunnya produktivitas pekerja berikut pernah dialami selama menangani proyek reparasi?
- ☐ Kecelakaan saat pergi ke tempat kerja
 - ☒ Terdapat kepentingan mendadak sehingga absen
 - ☐ Terjadi permasalahan dalam keluarga sehingga absen
 - ☐ Lainnya:

3. Sistem Manajemen

❖ Indikator 6: Manajemen

- 11) Apakah hal-hal berikut terkait manajemen proyek mempengaruhi keterlambatan proyek reparasi kapal?
- ☒ Perencanaan jadwal yang kurang akurat
 - ☐ Tidak adanya manajemen risiko
 - ☐ Koordinasi antara owner surveyor dan perusahaan kurang baik
 - ☐ Koordinasi antara owner surveyor dan owner kurang baik
 - ☐ Kurangnya evaluasi progres secara berkala
 - ☒ Hasil evaluasi pekerjaan belum bisa diaplikasikan pada rencana lanjutan
 - ☐ Lainnya:

❖ Indikator 7: Regulasi dan Administrasi

12) Apakah faktor terkait peraturan/perizinan mempengaruhi keterlambatan reparasi kapal?

- ☒ Perubahan regulasi dari pelabuhan atau pemerintah
- ☐ Proses perizinan inspeksi kapal lambat
- ☐ Ketidaksesuaian antara regulasi dan kondisi lapangan
- ☐ Proses perizinan dari bagian otoritas terlambat keluar
- ☐ Lainnya:

❖ **Indikator 8: Pihak Ketiga**

13) Apakah hal-hal berikut terkait pihak ketiga mempengaruhi keterlambatan proyek reparasi kapal?

- ☒ Permintaan tambahan pekerjaan (*scope change*) dari owner
- ☐ Pembayaran termin dari *owner* terlambat
- ☐ Komunikasi yang buruk dengan pihak luar
- ☐ Lainnya:

Jika terdapat hal lain yang belum terwakili dalam pilihan di atas, Bapak/Ibu dapat menambahkan secara langsung pada kolom yang tersedia di bawah ini.

Indikator	Penyebab

Terima kasih telah meluangkan waktu dan membantu mengisi wawancara ini, peneliti mengharapkan kritik dan saran yang membangun mengenai pembahasan di atas demi perbaikan dan kelancaran dalam penyelesaian Tugas Akhir.

Surabaya,

 )

**Wawancara FTA Mengenai Proyek Reparasi Kapal KM Eikan di
Galangan Kapal Surabaya**

Identitas Responden

Nama : XXXXXXXXXX
Jabatan : KAUFLASI (PPC)
Umur : 30 th
Lama Bekerja : 9 th.

Permasalahan Selama Proses Reparasi Kapal

1. Pekerjaan Persiapan

❖ **Indikator 1: Proses Docking**

- 1) Apakah faktor-faktor berikut dalam proses docking mempengaruhi keterlambatan proyek reparasi kapal?
- ☒ Kapal lain belum selesai docking
 - ☒ Peralatan docking (*cradle winch, block*) tidak tersedia atau rusak
 - ☐ Keterlambatan dalam proses pengeringan atau pengisian dock
 - ☐ Kurangnya tenaga ahli dalam pengawasan proses docking
 - ☒ Lainnya:

2. Pekerjaan Reparasi

❖ **Indikator 2: Ketersediaan Material**

- 2) Biasanya dalam proses reparasi kapal apakah material telah dipersiapkan oleh galangan tempat bekerja ?
- ☐ Iya, material disiapkan oleh galangan
 - ☒ Tidak, material dari pihak *owner*
 - ☒ Hanya material *consumable* saja yang dari galangan
 - ☐ Lainnya:
- 3) Apakah sering mengalami gangguan kehabisan material selama proses reparasi kapal?
- ☐ Iya
 - ☒ Tidak
- 4) Dalam proses pengadaan barang terkadang memakan waktu yang lama, penyebab apa yang sering timbul ?

- ☐ Material *import*
- ☐ Material belum tersedia di pasaran
- ☐ Kualitas material kurang baik sehingga dilakukan pemesanan ulang
- ☒ Pengiriman material seperti plat baja, cat dari *owner* terlambat
- ☐ Durasi pembelian dan pengiriman material yang cenderung lama
- ☒ Lainnya *pengiriman dari owner datang telat.*

❖ **Indikator 3: Fasilitas Peralatan**

5) Apakah aspek berikut terkait peralatan berpengaruh pada keterlambatan proyek reparasi?

- ☐ Ketersediaan peralatan utama (crane, welding, genset) tidak mencukupi
- ☒ Kerusakan atau tidak berfungsinya peralatan saat dibutuhkan
- ☐ Peralatan tidak sesuai spesifikasi teknis pekerjaan
- ☐ Penggunaan alat secara bergantian (sharing) antar proyek menyebabkan penundaan
- ☒ Kurangnya perawatan rutin peralatan
- ☐ Lainnya:

❖ **Indikator 4: Kondisi Lingkungan**

6) Apakah kondisi lingkungan berikut berdampak pada keterlambatan proyek reparasi kapal?

- ☒ Cuaca ekstrem hujan seperti menghambat pekerjaan
- ☐ Air laut pasang/ombak besar mengganggu docking
- ☐ Polusi atau gangguan lingkungan sekitar galangan
- ☐ Lainnya:.....

❖ **Indikator 5: Sumber Daya Manusia**

7) Apakah faktor SDM berikut berdampak pada pengerjaan proyek reparasi?

- ☐ Tingginya tingkat kehadiran tidak penuh atau absensi
- ☐ Kurangnya pelatihan atau sosialisasi pekerjaan
- ☒ Kurangnya tenaga kerja terampil
- ☐ Tingkat motivasi pekerja rendah
- ☒ Jumlah tenaga kerja kurang
- ☐ Lainnya:

- 8) Apakah faktor-faktor yang berkaitan ketenagakerjaan berikut berpengaruh ke proses reparasi?
- ☐ Rekrutmen karyawan dibatasi
 - ☐ Pekerja banyak yang pensiun
 - ☒ Proses regenerasi karyawan belum ada
 - ☐ Lainnya:
- 9) Apakah faktor-faktor (internal) yang berkaitan dengan turunnya produktivitas pekerja berikut berpengaruh ke proses reparasi?
- ☒ Skill pekerja yang kurang baik atau tidak bersertifikasi
 - ☒ Umur pekerja
 - ☐ Mengalami kecelakaan di tempat kerja
 - ☐ Lainnya:
- 10) Apakah faktor-faktor (eksternal) yang berkaitan dengan turunnya produktivitas pekerja berikut pernah dialami selama menangani proyek reparasi?
- ☒ Kecelakaan saat pergi ke tempat kerja
 - ☐ Terdapat kepentingan mendadak sehingga absen
 - ☐ Terjadi permasalahan dalam keluarga sehingga absen
 - ☐ Lainnya:

3. Sistem Manajemen

❖ Indikator 6: Manajemen

- 11) Apakah hal-hal berikut terkait manajemen proyek mempengaruhi keterlambatan proyek reparasi kapal?
- ☒ Perencanaan jadwal yang kurang akurat
 - ☐ Tidak adanya manajemen risiko
 - ☐ Koordinasi antara owner surveyor dan perusahaan kurang baik
 - ☐ Koordinasi antara owner surveyor dan owner kurang baik
 - ☒ Kurangnya evaluasi progres secara berkala
 - ☐ Hasil evaluasi pekerjaan belum bisa diaplikasikan pada rencana lanjutan
 - ☐ Lainnya:

❖ Indikator 7: Regulasi dan Administrasi

12) Apakah faktor terkait peraturan/perizinan mempengaruhi keterlambatan reparasi kapal?

- ☐ Perubahan regulasi dari pelabuhan atau pemerintah
- ☐ Proses perizinan inspeksi kapal lambat
- ☐ Ketidaksesuaian antara regulasi dan kondisi lapangan
- ☒ Proses perizinan dari bagian otoritas terlambat keluar
- ☐ Lainnya:

❖ **Indikator 8: Pihak Ketiga**

13) Apakah hal-hal berikut terkait pihak ketiga mempengaruhi keterlambatan proyek reparasi kapal?

- ☒ Permintaan tambahan pekerjaan (*scope change*) dari owner
- ☐ Pembayaran termin dari *owner* terlambat
- ☐ Komunikasi yang buruk dengan pihak luar
- ☐ Lainnya:

Jika terdapat hal lain yang belum terwakili dalam pilihan di atas, Bapak/Ibu dapat menambahkan secara langsung pada kolom yang tersedia di bawah ini.

Indikator	Penyebab

Terima kasih telah meluangkan waktu dan membantu mengisi wawancara ini, peneliti mengharapkan kritik dan saran yang membangun mengenai pembahasan di atas demi perbaikan dan kelancaran dalam penyelesaian Tugas Akhir.

Surabaya, 19 Juni 2025

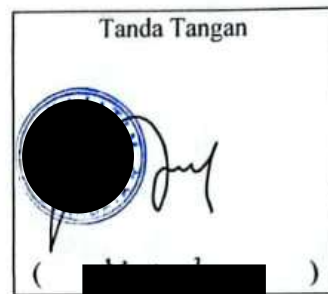



Kuisoner Pertanyaan Probabilitas FTA

Perkenalkan nama saya Daffa Ladzuardi Adriano dari Prodi D4 Manajemen Bisnis, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya untuk membantu pengerjaan dan penelitian Tugas Akhir yang membahas permasalahan mengenai Analisis Kinerja Proyek Reparasi Kapal Menggunakan *Earned Value Analysis* (EVA) Dan *Fault Tree Analysis* (FTA) Pada Galangan Kapal di Surabaya.

Identitas Responden

Jabatan : *Manajemen Produksi & Operasional*
Umur : *55 tahun*
Jenis Kelamin : *laki-laki*
Lama Bekerja : *32 tahun*



Cara Pengisian Kuisoner FTA:

Bapak/Ibu cukup memberikan tanda centang (✓) pada pilihan jawaban yang tersedia sesuai dengan pendapat Bapak/Ibu. Setiap pertanyaan hanya ada satu jawaban. Skor/Nilai jawaban sebagai berikut:

- Sangat Sering (SS) : nilai 1
- Sering (S) : nilai 2
- Kadang-kadang (K) : nilai 3
- Jarang (J) : nilai 4
- Tidak Pernah (TP) : nilai 5

Lampiran 4 Kuisoner Probabilitas FTA

DAFTAR PERTANYAAN PROBABILITAS FTA

No	Pertanyaan	Jawaban				
		Sangat Sering	Sering	Kadang-Kadang	Jarang	Tidak pernah
P1	Kapal lain belum selesai reparasi/ belum keluar dock		✓			
P2	Keterlambatan dalam pengeringan dock				✓	
P3	Pemasangan block-block penyangga yang lambat				✓	
P4	Kondisi pasang surut air laut		✓			
P5	Pengiriman material dari owner terlambat				✓	
P6	Ketersediaan peralatan utama terbatas			✓		
P7	Kerusakan atau tidak berfungsinya peralatan saat dibutuhkan			✓		
P8	Kurangnya perawatan rutin			✓		
P9	Cuaca Ekstrim				✓	
P10	Kurangnya Penerapan K3			✓		
P11	Listrik Padam			✓		
P12	Penambahan pekerjaan	✓				
P13	Tingkat kesulitan/ penghalang			✓		
P14	Perencanaan penjadwalan kurang akurat		✓			
P15	Kurangnya evaluasi progress secara berkala			✓		
P16	Hasil evaluasi pekerjaan belum bisa diaplikasikan pada rencana lanjutan			✓		
P17	Perubahan regulasi dari otoritas pelabuhan atau pemerintah				✓	
P18	Proses inspeksi kapal dari pihak otoritas terkait terlambat				✓	
P19	Perizina terlambat keluar				✓	
P20	Penambahan scope pekerjaan dari owner	✓				

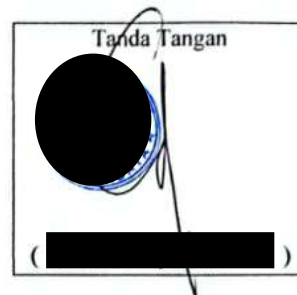
No	Pertanyaan	Jawaban				
		Sangat Sering	Sering	Kadang-Kadang	Jarang	Tidak pernah
P21	Pembayaran termin dari owner terlambat			✓		
P22	Proses regenerasi karyawan kurang			✓		
P23	Rekrutmen karyawan dibatasi				✓	
P24	Skill pekerja kurang		✓			
P25	Jumlah pekerja kurang		✓			
P26	Kecelakaan pekerja				✓	
P27	Umur pekerja		✓			
P28	Insiden saat menuju tempat kerja				✓	
P29	Kepentingan mendadak sehingga absen kerja			✓		

Kuisoner Pertanyaan Probabilitas FTA

Perkenalkan nama saya Daffa Ladzuardi Adriano dari Prodi D4 Manajemen Bisnis, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya untuk membantu pengerjaan dan penelitian Tugas Akhir yang membahas permasalahan mengenai Analisis Kinerja Proyek Reparasi Kapal Menggunakan *Earned Value Analysis* (EVA) Dan *Fault Tree Analysis* (FTA) Pada Galangan Kapal di Surabaya.

Identitas Responden

Jabatan : PPC
Umur : 30 tahun
Jenis Kelamin : ~~Berak~~ Laki-laki
Lama Bekerja : 9 tahun



Cara Pengisian Kuisoner FTA:

Bapak/Ibu cukup memberikan tanda centang (✓) pada pilihan jawaban yang tersedia sesuai dengan pendapat Bapak/Ibu. Setiap pertanyaan hanya ada satu jawaban. Skor/Nilai jawaban sebagai berikut:

- Sangat Sering (SS) : nilai 1
- Sering (S) : nilai 2
- Kadang-kadang (K) : nilai 3
- Jarang (J) : nilai 4
- Tidak Pernah (TP) : nilai 5

DAFTAR PERTANYAAN PROBABILITAS FTA

No	Pertanyaan	Jawaban				
		Sangat Sering	Sering	Kadang-Kadang	Jarang	Tidak pernah
P1	Kapal lain belum selesai reparasi/ belum keluar dock		✓			
P2	Keterlambatan dalam pengeringan dock				✓	
P3	Pemasangan block-block penyangga yang lambat				✓	
P4	Kondisi pasang surut air laut		✓			
P5	Pengiriman material dari owner terlambat				✓	
P6	Ketersediaan peralatan utama terbatas			✓		
P7	Kerusakan atau tidak berfungsinya peralatan saat dibutuhkan			✓		
P8	Kurangnya perawatan rutin			✓		
P9	Cuaca Ekstrem			✓		
P10	Kurangnya Penerapan K3		✓			
P11	Listrik Padam			✓		
P12	Penambahan pekerjaan		✓			
P13	Tingkat kesulitan/ penghalang			✓		
P14	Perencanaan penjadwalan kurang akurat		✓			
P15	Kurangnya evaluasi progress secara berkala			✓		
P16	Hasil evaluasi pekerjaan belum bisa diaplikasikan pada rencana lanjutan			✓		
P17	Perubahan regulasi dari otoritas pelabuhan atau pemerintah				✓	
P18	Proses inspeksi kapal dari pihak otoritas terkait terlambat				✓	
P19	Perizina terlambat keluar				✓	
P20	Penambahan scope pekerjaan dari owner		✓			

No	Pertanyaan	Jawaban				
		Sangat Sering	Sering	Kadang-Kadang	Jarang	Tidak pernah
P21	Pembayaran termin dari owner terlambat			✓		
P22	Proses regenerasi karyawan kurang		✓			
P23	Rekrutmen karyawan dibatasi		✓			
P24	Skill pekerja kurang			✓		
P25	Jumlah pekerja kurang		✓			
P26	Kecelakaan pekerja				✓	
P27	Umur pekerja		✓			
P28	Insiden saat menuju tempat kerja				✓	
P29	Kepentingan mendadak sehingga absen kerja			✓		

Kuisiner Pertanyaan Probabilitas FTA

Perkenalkan nama saya Daffa Ladzuardi Adriano dari Prodi D4 Manajemen Bisnis, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya untuk membantu pengerjaan dan penelitian Tugas Akhir yang membahas permasalahan mengenai Analisis Kinerja Proyek Reparasi Kapal Menggunakan *Earned Value Analysis* (EVA) Dan *Fault Tree Analysis* (FTA) Pada Galangan Kapal di Surabaya.

Identitas Responden

Jabatan : Pengawas Lapangan
Umur : 30 tahun
Jenis Kelamin : Laki-laki
Lama Bekerja : 9 tahun



Cara Pengisian Kuisiner FTA:

Bapak/Ibu cukup memberikan tanda centang (✓) pada pilihan jawaban yang tersedia sesuai dengan pendapat Bapak/Ibu. Setiap pertanyaan hanya ada satu jawaban. Skor/Nilai jawaban sebagai berikut:

- Sangat Sering (SS) : nilai 1
- Sering (S) : nilai 2
- Kadang-kadang (K) : nilai 3
- Jarang (J) : nilai 4
- Tidak Pernah (TP) : nilai 5

DAFTAR PERTANYAAN PROBABILITAS FTA

No	Pertanyaan	Jawaban				
		Sangat Sering	Sering	Kadang-Kadang	Jarang	Tidak pernah
P1	Kapal lain belum selesai reparasi/ belum keluar dock		✓			
P2	Keterlambatan dalam pengeringan dock				✓	
P3	Pemasangan block-block penyangga yang lambat				✓	
P4	Kondisi pasang surut air laut		✓			
P5	Pengiriman material dari owner terlambat				✓	
P6	Ketersediaan peralatan utama terbatas			✓		
P7	Kerusakan atau tidak berfungsinya peralatan saat dibutuhkan			✓		
P8	Kurangnya perawatan rutin			✓		
P9	Cuaca Ekstrem				✓	
P10	Kurangnya Penerapan K3			✓		
P11	Listrik Padam			✓		
P12	Penambahan pekerjaan		✓			
P13	Tingkat kesulitan/ penghalang			✓		
P14	Perencanaan penjadwalan kurang akurat		✓			
P15	Kurangnya evaluasi progress secara berkala			✓		
P16	Hasil evaluasi pekerjaan belum bisa diaplikasikan pada rencana lanjutan		✓			
P17	Perubahan regulasi dari otoritas pelabuhan atau pemerintah				✓	
P18	Proses inspeksi kapal dari pihak otoritas terkait terlambat				✓	
P19	Perizina terlambat keluar				✓	
P20	Penambahan scope pekerjaan dari owner		✓			

No	Pertanyaan	Jawaban				
		Sangat Sering	Sering	Kadang-Kadang	Jarang	Tidak pernah
P21	Pembayaran termin dari owner terlambat			✓		
P22	Proses regenerasi karyawan kurang			✓		
P23	Rekrutmen karyawan dibatasi			✓		
P24	Skill pekerja kurang			✓		
P25	Jumlah pekerja kurang	✓				
P26	Kecelakaan pekerja				✓	
P27	Umur pekerja		✓			
P28	Insiden saat menuju tempat kerja				✓	
P29	Kepentingan mendadak sehingga absen kerja			✓		

Lampiran 5 Perhitungan Probabilitas FTA

No	Pertanyaan	Sangat Sering	Sering	Kadang-Kadang	Jarang	Tidak pernah	Total	λT (f/t)	Q (1-e- λT)
		1	2	3	4	5			
1	P1	0	3	0	0	0	6	0,023	0,977
2	P2	0	0	0	3	0	12	0,046	0,954
3	P3	0	0	0	3	0	12	0,046	0,954
4	P4	0	3	0	0	0	6	0,023	0,977
5	P5	0	0	0	3	0	12	0,046	0,954
6	P6	0	0	3	0	0	9	0,035	0,965
7	P7	0	0	3	0	0	9	0,035	0,965
8	P8	0	0	3	0	0	9	0,035	0,965
9	P9	0	0	1	2	0	11	0,042	0,958
10	P10	0	1	2	0	0	8	0,031	0,969
11	P11	0	0	3	0	0	9	0,035	0,965
12	P12	1	2	0	0	0	5	0,019	0,981
13	P13	0	0	3	0	0	9	0,035	0,965
14	P14	0	3	0	0	0	6	0,023	0,977
15	P15	0	0	3	0	0	9	0,035	0,965
16	P16	0	1	2	0	0	8	0,031	0,969
17	P17	0	0	0	3	0	12	0,046	0,954
18	P18	0	0	0	3	0	12	0,046	0,954
19	P19	0	0	0	3	0	12	0,046	0,954
20	P20	1	2	0	0	0	5	0,019	0,981
21	P21	0	0	3	0	0	9	0,035	0,965
22	P22	0	1	2	0	0	8	0,031	0,969
23	P23	0	1	1	1	0	9	0,035	0,965
24	P24	0	1	2	0	0	8	0,031	0,969
25	P25	1	2	0	0	0	5	0,019	0,981
26	P26	0	0	0	3	0	12	0,046	0,954
27	P27	0	3	0	0	0	6	0,023	0,977
28	P28	0	0	0	3	0	12	0,046	0,954
29	P29	0	0	3	0	0	9	0,035	0,965
Total		3	46	102	108	0	259		

Lampiran 6 Dokumentasi Wawancara dan Kuisioner FTA

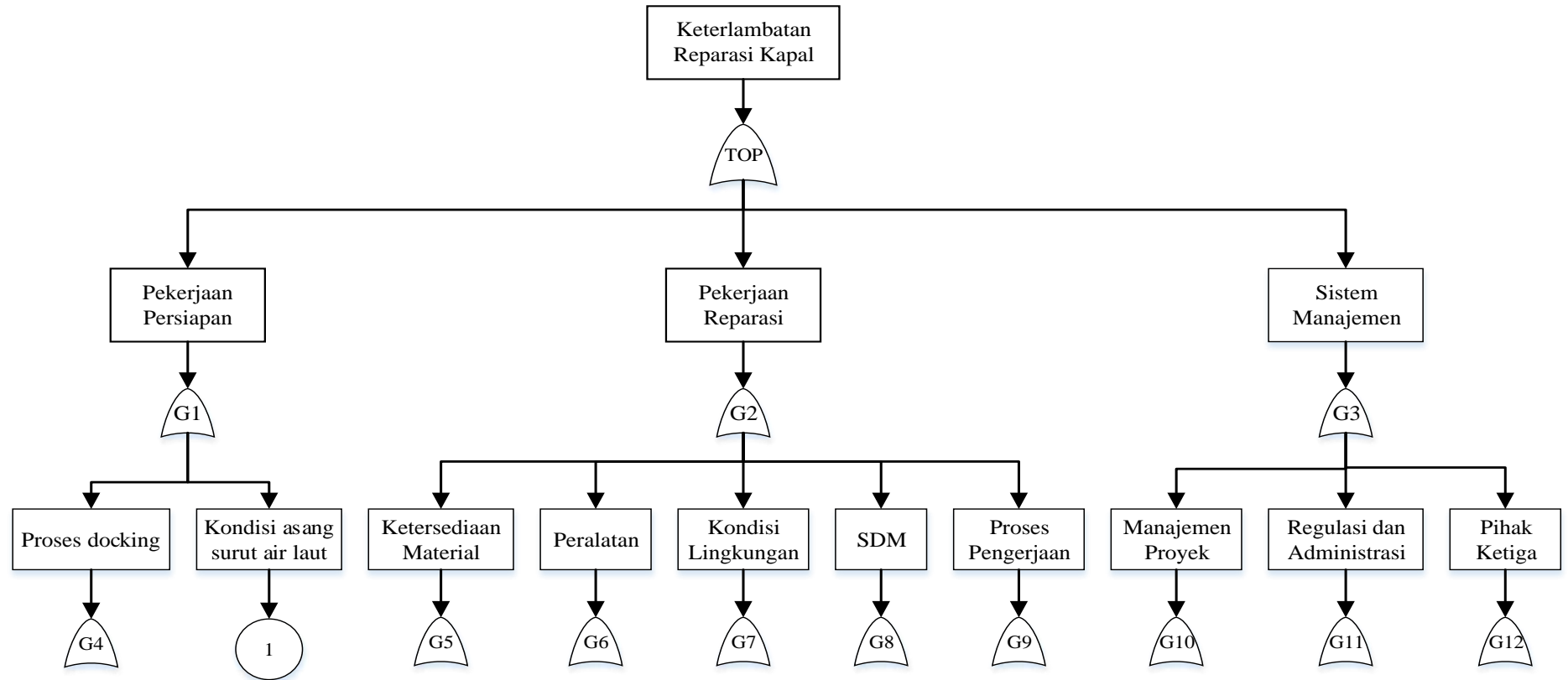


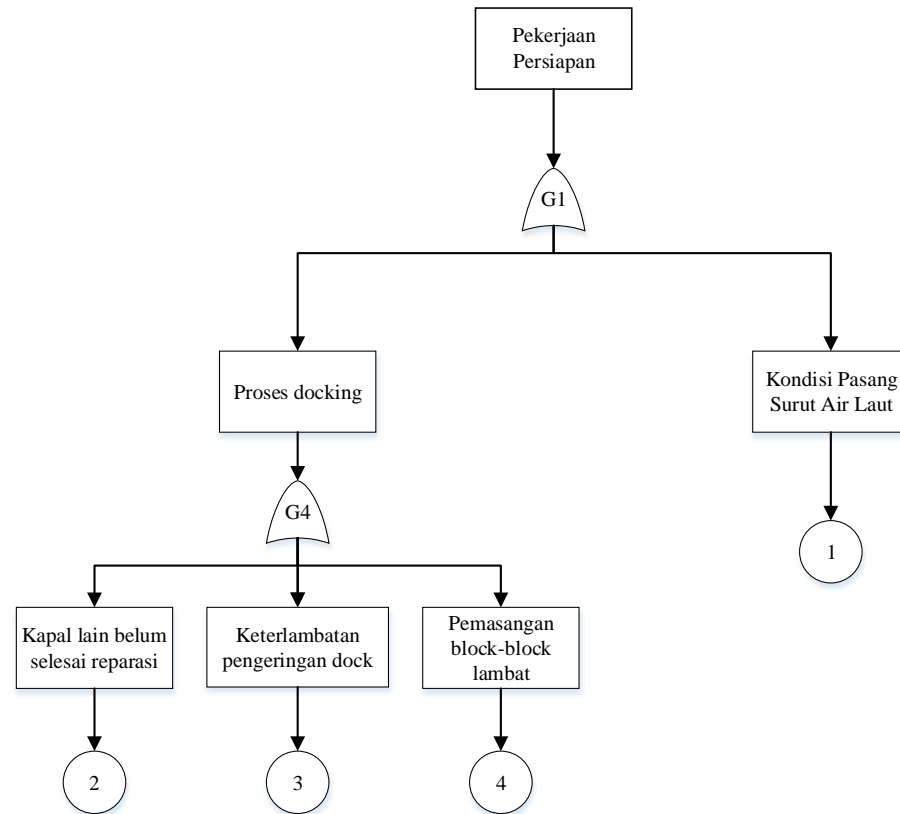
Gambar 1. Dengan bagian PPC

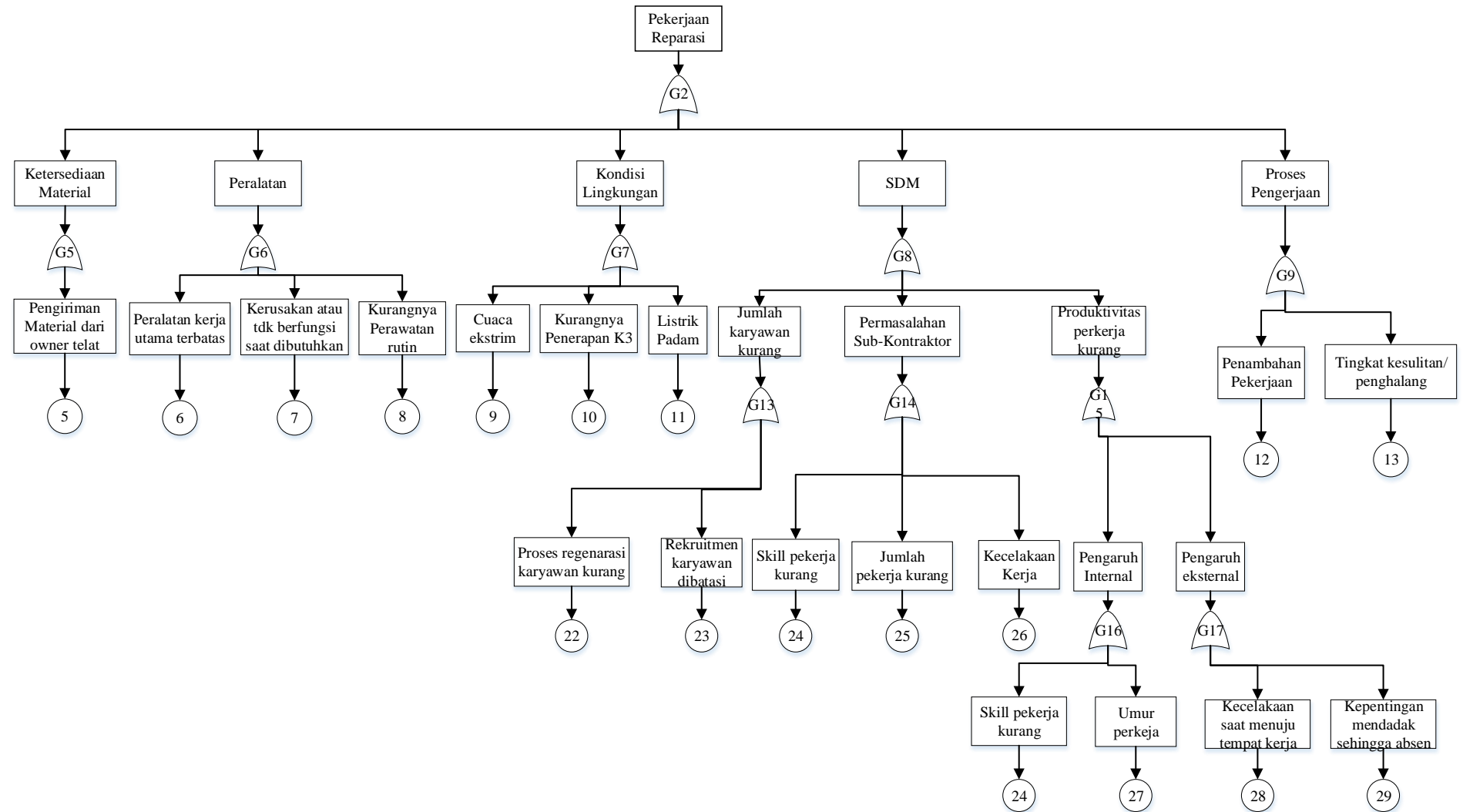


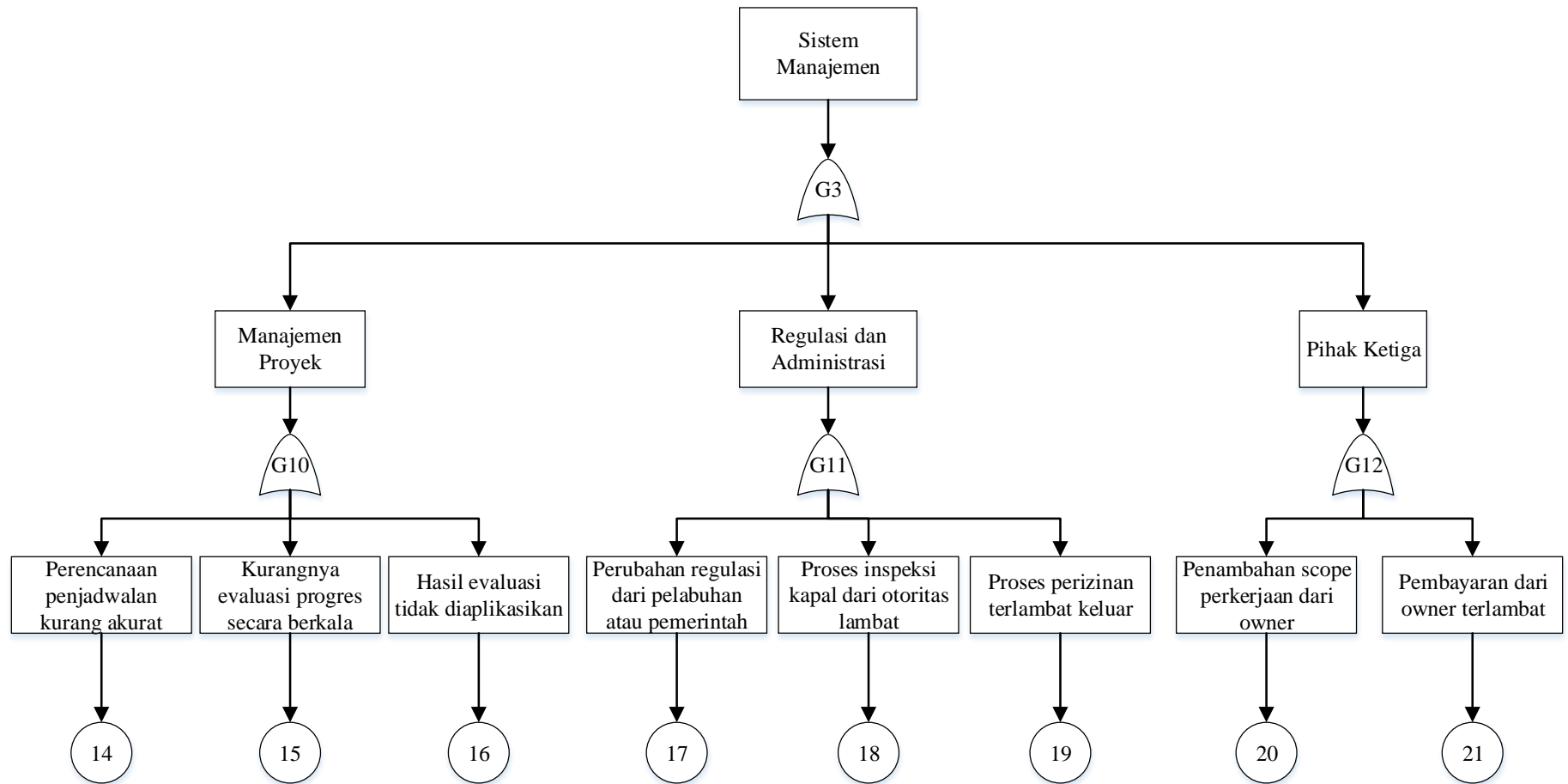
Gambar 2. Dengan Manajer Produksi & Oprasional

Lampiran 7 Diagram *Fault Tree*









BIODATA PENULIS



Nama : Daffa Ladzuardi Adriano
NRP : 1118040024
Program Studi : D4-Manajemen Bisnis
Alamat : Tulungagung, Jawa Timur
Jenis Kelamin : Laki-laki
Tempat, Tanggal Lahir : Tulungagung, 23 Februari 2000
Email : daffaladzuardi@gmail.com
daffaladzuardi@student.ppns.ac.id

Pendidikan Formal

SD Negeri 3 Pelem	(2006-2012)
MTs Uggulan Amanatul Ummah Program Akselerasi	(2012-2014)
SMK Negeri 3 Boyolangu	(2014-2017)
Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya	(2018-2025)

“Halaman ini sengaja dikosongkan”