



TUGAS AKHIR (BM43350)

**ANALISIS RISIKO OPERASIONAL PERAWATAN
BERKALA PADA *AUXILIARY ENGINE* UNTUK
MENGURANGI PENINGKATAN BIAYA *OVERHAUL*
DENGAN METODE FMEA DAN FTA**

**MAULANA BINTANG FAJAR
NRP. 1120040094**

**DOSEN PEMBIMBING
IR. GAGUK SUHARDJITO, MM.
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 RISIKO OPERASIONAL PERAWATAN BERKALA PADA AUXILIARY ENGINE UNTUK MENGURANGI PENINGKATAN BIAYA OVERHAUL DENGAN METODE FMEA DAN FTA

**MAULANA BINTANG FAJAR
NRP. 1120040094**

**DOSEN PEMBIMBING
IR. GAGUK SUHARDJITO, MM.
IR. MEDI PRIHANDONO, M. MT.**

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

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

ANALISIS RISIKO OPERASIONAL PERAWATAN BERKALA PADA AUXILIARY ENGINE UNTUK MENGURANGI PENINGKATAN BIAYA OVERHAUL DENGAN METODE FMEA DAN FTA

Disusun Oleh:

Maulana Bintang Fajar

1120040094

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 : 14 Agustus 2025
Periode Wisuda : Oktober 2025

Menyetujui,

Dosen Penguji

1. Danis Maulana, S.T., MBA.

2. Fitri Hardiyanti, S.T., M.T., M.Eng.

3. Yesica Novrita Devi, S.ST., M.MT.

4. Ir. Medi Prihandono, M. MT.

NIDN

(0014108904)

(0019049001)

(0004118902)

(-)

Tanda Tangan

(.....)

(.....)

(.....)

(.....)

Dosen Pembimbing

1. Ir. Gaguk Suhardjito, MM.

2. Ir. Medi Prihandono, M. MT.

NIDN

(0014016107)

(-)

Tanda Tangan

(.....)

(.....)

Menyetujui
Ketua Jurusan

Priyambodo 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”
This page is intentionally left blank



PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

No : F.WD I. 021
Date : 3 Nopember 2015
Rev : 01
Page : 1 dari 1

Yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Maulana Bintang Fajar
NRP : 1120040094
Jurusan/Prodi : Teknik Bangunan Kapal/D4 Manajemen Bisnis

Dengan ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa:

Tugas akhir yang akan saya kerjakan dengan judul:
Analisis Risiko Operasional Perawatan Berkala Pada *Auxiliary Engine* Untuk
Mengurangi Peningkatan Biaya *Overhaul* Dengan Metode FMEA dan FTA.

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, 13 Agustus 2025
Yang membuat pernyataan,



(Maulana Bintang Fajar)

NRP. 1120040094

“Halaman ini sengaja dikosongkan”
This page is intentionally left blank

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puja dan puji Syukur atas kehadiran Allah SWT., yang telah senantiasa memberikan rahmat dan hidayah-Nya, serta nikmat berupa kemudahan kepada penulis, sehingga dapat mengerjakan dan menyelesaikan Laporan Tugas Akhir. Laporan Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi persyaratan kelulusan dalam memperoleh Gelar Sarjana Terapan di Program Studi D4 Manajemen Bisnis Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini penulis mendapatkan bimbingan, bantuan, dan motivasi dari banyak pihak. Untuk itu pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Kedua orang tua, Bapak Tjiptono dan Ibu Susi Imawati, serta adek tercinta Danisa Sofi Lazuardi yang senantiasa telah memberikan support, arahan, dan nasihat, serta doa terbaik kepada anaknya yang menjadi sumber semangat terbesar dalam menyelesaikan Laporan Tugas Akhir.
2. Bapak Rachmad Tri Soelistijono, S.T., M.T., selaku Direktur Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.
3. Bapak Priyambodo Nur Adi Nugroho, S.T., M.T., Ph.D., selaku Ketua Jurusan Teknik Bangunan Kapal.
4. Bapak Danis Maulana S.T., M.B.A selaku Koordinator Program Studi D4 Manajemen Bisnis.
5. Bapak Ir. Gaguk Suhardjito, MM. selaku Dosen Pembimbing 1 yang telah memberikan ilmu dan motivasi, serta mendampingi disetiap kesulitan yang dihadapi selama pengerjaan Laporan Tugas Akhir.
6. Bapak Ir. Medi Prihandono, M. MT. selaku Dosen Pembimbing 2 yang telah memberikan ilmu dan motivasi, serta mendampingi disetiap kesulitan yang dihadapi selama pengerjaan Laporan Tugas Akhir.
7. Ibu Devina Puspita Sari. S.T., M.T. selaku Koordinator Laporan Tugas Akhir yang telah memberikan arahan, motivasi, dan kesempatan bagi penulis, sehingga dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir.

8. Seluruh jajaran Dosen Program Studi D4 Manajemen Bisnis yang telah memberikan ilmu dan pengalaman yang sangat bermanfaat selama kuliah di Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.
9. Pihak perusahaan tempat penulis melakukan *On The Job Training* dan penelitian, khususnya Bapak Steven Irvano selaku pembimbing *On The Job Training* pada saat periode magang.
10. Rania Yasmin Maghriza yang selalu memberikan semangat dan motivasi untuk selalu maju.
11. Seluruh rekan seperjuangan Program Studi D4 Manajemen Bisnis Angkatan 2020 dan 2021 yang selalu kompak dan saling membantu satu sama lain.
12. Seluruh pihak yang tidak saya sebutkan satu-persatu yang telah memberikan dukungan dan doa untuk penulis dalam menyelesaikan Laporan Tugas Akhir.

Penulis sadar bahwa masih banyak kekurangan dari Laporan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat dibutuhkan untuk perbaikan dan pengembangan lebih lanjut. Semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi pembacanya, serta dapat menjadi referensi untuk penelitian selanjutnya.

Surabaya, 14 Agustus 2025

Penulis

ANALISIS RISIKO OPERASIONAL PERAWATAN BERKALA PADA *AUXILIARY ENGINE* UNTUK MENGURANGI PENINGKATAN BIAYA *OVERHAUL* DENGAN METODE FMEA DAN FTA

Maulana Bintang Fajar

ABSTRAK

Dalam mendukung efisiensi dan efektivitas operasional pada sistem *Auxiliary Engine*, diperlukan peningkatan kualitas perencanaan, penjadwalan, serta manajemen perawatan yang tepat, khususnya pada kegiatan *General Overhaul*. Setiap proses perawatan mesin tentu memiliki potensi risiko yang dapat memengaruhi keberlangsungan operasional kapal. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengidentifikasi, menganalisis, dan mengantisipasi risiko yang mungkin timbul dalam proses perawatan *Auxiliary Engine*, serta merumuskan strategi mitigasi yang sesuai. Metode yang digunakan adalah FMEA dan FTA. Berdasarkan hasil analisis FMEA diperoleh 15 sub risiko dari beberapa kategori, dengan 6 di antaranya ditetapkan sebagai risiko prioritas. Risiko prioritas tersebut kemudian dianalisis lebih lanjut menggunakan FTA sehingga diperoleh gambaran akar penyebabnya. Hasil akhir penelitian menghasilkan usulan strategi mitigasi risiko melalui yang dapat meminimalisir dampak dan mencegah terjadinya kegagalan berulang pada proses *General Overhaul Auxiliary Engine*. Langkah mitigasi risiko yang dilakukan untuk mengantisipasi risiko prioritas yang terjadi adalah dengan menerapkan metode perawatan *preventive*, yaitu perawatan mesin secara berkala, tepat waktu dan disiplin tinggi agar tidak terjadi kerusakan yang dapat berakibat fatal terhadap bagian bagian lain yang tidak terdampak.

Kata kunci: *Auxiliary Engine*, *Failure Mode Effect Analysis*, *Fault tree analysis* *General Overhaul*, Manajemen Perawatan, *Risk Priority Number*.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”
This page is intentionally left blank

OPERATIONAL RISK ANALYSIS OF REGULAR MAINTENANCE OF AUXILIARY ENGINES TO REDUCE OVERHAUL COST INCREASE USING FMEA AND FTA METHODS

Maulana Bintang Fajar

ABSTRACT

Delivering the efficiency and effectiveness of operations in the Auxiliary Engine system, it is necessary to improve the quality of planning, scheduling, and maintenance management, particularly in General Overhaul activities. Every engine maintenance process certainly carries potential risks that may affect the continuity of ship operations. Therefore, this study was conducted to identify, analyze, and anticipate possible risks in the Auxiliary Engine maintenance process, as well as to formulate appropriate mitigation strategies. The methods used are FMEA and FTA. Based on the FMEA analysis, 15 sub-risks were identified across several categories, with 6 of them designated as priority risks. These priority risks were then further analyzed using FTA to obtain a clear understanding of their root causes. The final outcome of this research provides proposed risk mitigation strategies aimed at minimizing impacts and preventing recurring failures in the Auxiliary Engine General Overhaul process. The risk mitigation measures implemented to anticipate the occurrence of priority risks include the application of preventive maintenance methods, namely periodic, timely, and highly disciplined engine maintenance to prevent damage that could result in fatal consequences for other unaffected components.

Keywords: *Auxiliary Engine, Failure Mode and Effect Analysis, Fault Tree Analysis, General Overhaul, Maintenance Management, Risk Priority Number.*

“Halaman ini sengaja dikosongkan”
This page is intentionally left blank

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	Error! Bookmark not defined.
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.....	3
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Batasan Masalah	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Manajemen Risiko	5
2.2 Risiko Operasional.....	7
2.3 <i>Auxiliary Engine</i>	7
2.4 <i>General Overhaul (GO)</i>	8
2.5 <i>Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)</i>	9
2.6 <i>Kriteria Severity, Occurence, Detection</i>	12
2.7 <i>Fault Tree Analysis (FTA)</i>	14
2.8 Risiko.....	17
2.9 Peta Risiko.....	18
2.10 Penelitian Terdahulu	20
BAB 3 METODE PENELITIAN	25
3.1 Diagram Alir	25
3.2 Tahapan Penelitian.....	26
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	29
4.1 Profile Perusahaan	29
4.2 Spesifikasi Kapal	30
4.3 Identifikasi Risiko Kegagalan.....	31

4.4 Analisis Risiko dengan Metode <i>Failure Mode And Effect Analysis</i> (FMEA).....	32
4.5 Pemetaan Risiko.....	36
4.6 Analisis Risiko Dengan Metode <i>Fault Tree Analysis</i> (FTA).....	38
4.7 Mitigasi Risiko	44
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....	47
5.1 Kesimpulan	47
5.2 Saran.....	48
LAMPIRAN	51
BIODATA PENULIS	73

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Skala Peringkat Keparahan (S)	12
Tabel 2. 2 Skala Peringkat Terjadinya Kegagalan (O)	13
Tabel 2. 3 Skala Peringkat Kemungkinan Kegagalan Deteksi (D).....	14
Tabel 2. 4 Simbol <i>Event</i>	15
Tabel 2. 4 Simbol <i>Event</i>	16
Tabel 2. 5 Simbol <i>Gate</i>	16
Tabel 2. 6 Penelitian Terdahulu	20
Tabel 2. 7 Penelitian Terdahulu	21
Tabel 2. 8 Penelitian Terdahulu	22
Tabel 2. 9 Penelitian Terdahulu	23
Tabel 2. 10 Penelitian Terdahulu	24
Tabel 4. 1 Spesifikasi Mesin Kapal Penumpang.....	30

“Halaman ini sengaja dikosongkan”
This page is intentionally left blank

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Diagram Biaya <i>Overhaul</i>	2
Gambar 2. 1 Peta Risiko (Utari & Prasetyo, 2021)	18
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian	25
Gambar 4. 1 Diagram Peta Risiko.....	36
Gambar 4. 2 <i>Fault Tree Analysis</i> Sub Risiko IN 9	39
Gambar 4. 3 <i>Fault Tree Analysis</i> Sub Risiko IN 1	40
Gambar 4. 4 <i>Fault Tree Analysis</i> Sub Risiko EK 3	41
Gambar 4. 5 <i>Fault Tree Analysis</i> Sub Risiko IN 2	42
Gambar 4. 6 <i>Fault Tree Analysis</i> Sub Risiko IN 3	43
Gambar 4. 7 <i>Fault Tree Analysis</i> Sub Risiko SDM 1	44

“Halaman ini sengaja dikosongkan”
This page is intentionally left blank

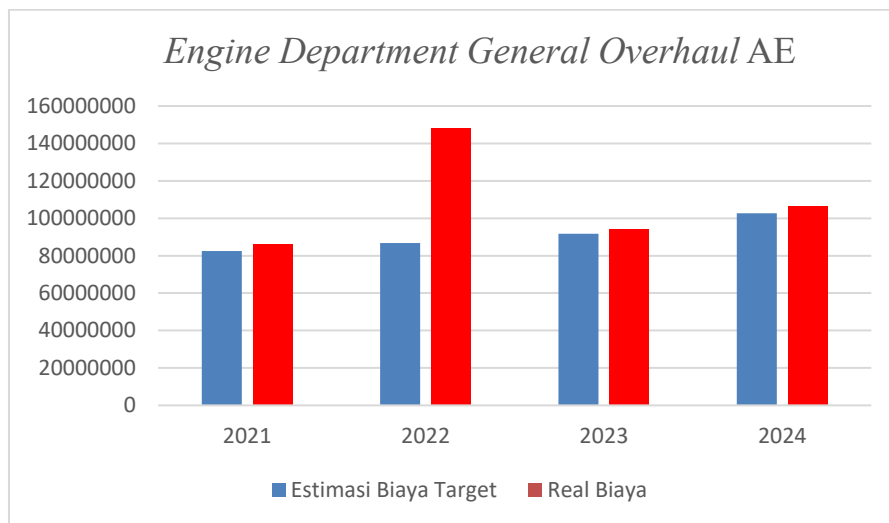
BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Menurut Jusolihun, N. (2019) perawatan merupakan kegiatan didalam suatu sistem produksi, dimana fungsi berupa objek dengan cara pemeliharaan, perbaikan, penggantian perusahaan. Mesin menjadi bagian penting pada suatu objek, tidak terkecuali mesin kapal yang membutuhkan perawatan ekstra guna menunjang operasional sehari-hari. Semakin sering mesin berfungsi secara terus menerus dalam mencapai tujuan suatu kinerja diluar kapasitasnya akan mempengaruhi suatu kinerja kekuatan mesin, mengurangi berapa umur mesin, dan seringkali membutuhkan perawatan intensif (Ahuja & Khamba, n.d.). Tidak hanya menjaga stabilitas ataupun mesin pada kapal, namun dengan adanya perawatan rutin akan mengurangi biaya *overhaul* pada mesin maupun biaya docking pada kapal.

Perawatan mesin kapal memegang peranan penting dalam menjaga kelancaran operasional kapal, karena mesin merupakan komponen vital yang menghasilkan tenaga untuk menggerakkan kapal dan menunjang aktivitas di atasnya. Seringkali, biaya perbaikan mesin menjadi komponen pengeluaran terbesar dibandingkan aspek lainnya, karena kerusakan pada mesin dapat mengganggu seluruh sistem kerja kapal. Pada mesin *diesel*, proses pembakaran dalam silinder menghasilkan panas tinggi yang, jika tidak didinginkan dengan baik, dapat menyebabkan *overheating* dan mempercepat keausan komponen mesin. Oleh karena itu, perawatan mesin yang tepat dan berkala, sesuai dengan prosedur dalam buku manual, sangat diperlukan agar proses pembakaran berjalan optimal dan mesin bekerja secara efisien. Sebagai bukti, penulis menyajikan data tahunan pemeliharaan kapal pada bagian *engine department*, khususnya pada biaya *overhaul Auxiliary Engine*, yang mengalami peningkatan signifikan pada tahun 2022, menunjukkan bahwa kurangnya perawatan yang tepat dapat berakibat pada peningkatan biaya perawatan di masa mendatang.



Gambar 1. 1 Diagram Biaya *Overhaul*
 Sumber : Data Perusahaan tahun 2021 – 2024

Berdasarkan data Perusahaan Pelayaran di Surabaya diatas dapat diketahui pada *Engine Department* dari tahun 2021 hingga 2024 mengalami perubahan biaya *overhaul* dan nilai *life time* yang berbeda. Pada tahun 2022 telah terjadi pembengkakan biaya (kolom *real* biaya) sebesar Rp.148.435.568,00 dengan *life time* yang rendah yakni 3.923 jam operasional mesin kapal. Sedangkan estimasi target biaya hanya Rp.86.680.361,00 sehingga mengalami pembengkakan biaya sebesar Rp.61.755.207,00. Estimasi target biaya adalah biaya normal *overhaul* tanpa biaya pembengkakan yang diakibatkan perawatan mesin yang tidak optimal tersebut. Dari data tersebut dapat disimpulkan bahwa dengan *life time* rendah ternyata justru memakan biaya tinggi, Penelitian ini mencoba menemukan penyebab peningkatan biaya tinggi tersebut, dan didapatkan bahwa terjadinya kerusakan mesin pada *Auxiliary Engine* disebabkan oleh kurang optimalnya perawatan, sehingga kerusakan yang seharusnya bisa diatasi saat perawatan berkala ternyata tidak terdeteksi. Hal tersebut mengakibatkan merembetnya kerusakan pada *part-part* (bagian) yang lain. Hal itulah yang mengakibatkan terjadinya peningkatan biaya secara signifikan.

Penelitian ini ditujukan untuk mengetahui risiko yang dihasilkan setelah melakukan perawatan berkala yang kurang optimal sehingga mengakibatkan *overhaul engine* yang memakan biaya tinggi, dimana seharusnya biaya bisa

diminimalisasi dengan mengoptimalkan perawatan berkala secara cermat, teliti, dan terukur. Penelitian ini menggunakan metode *failure mode effect analysis* dan *fult tree analysis*, dari data tersebut diatas penulis melakukan penelitian dengan judul: “ANALISIS RISIKO OPERASIONAL PERAWATAN BERKALA PADA *AUXILIARY ENGINE* UNTUK MENGURANGI PENINGKATAN BIAYA *OVERHAUL* DENGAN METODE FMEA DAN FTA”. Harapan penulis, penelitian ini dapat menjadi bahan masukan dan pertimbangan dalam mengukur risiko saat melakukan perawatan berkala dan *general overhaul* agar dihasilkan performa mesin yang optimal dan biaya yang dikeluarkan signifikan dengan kualitas dan umur mesin yang panjang selama beroperasi.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan penjelasan dan data di latar belakang serta untuk memberikan penjelasan lebih lanjut terhadap permasalahan yang akan dibahas, maka perumusan masalah penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagaimana risiko yang terjadi jika perawatan pada *Auxiliary Engine* tidak sesuai dengan prosedur menggunakan metode FMEA?
2. Bagaimana cara menentukan *Basic Event* pada proses perawatan mesin kapal menggunakan metode FTA?
3. Bagaimana mitigasi risiko dari permasalahan yang terjadi?

1.3 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dijelaskan diatas tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisa risiko perawatan *Auxiliary Engine* yang tidak optimal dengan menggunakan metode *failure mode effect analysis*.
2. Menganalisa risiko *overhaul* pada *Auxiliary Engine* dengan menggunakan metode *fault tree analysis*.
3. Memberikan pertimbangan dan masukan pada perawatan dan *overhaul* mesin kapal agar menghasilkan performa mesin yang optimal agar tidak terjadi peningkatan biaya.

1.4 Manfaat Penelitian

Berdasarkan tujuan yang telah dikemukakan semoga hasil dari penelitian ini bermanfaat bagi seluruh pihak. Berikut manfaat dari penelitian ini:

1. Bagi Perusahaan

Penelitian ini diharapkan memberikan masukan dalam proses perawatan berkala *Auxiliary Engine* secara baik, teliti, terencana dan terukur untuk meminimalisasi biaya tinggi yang seharusnya tidak perlu terjadi.

2. Bagi Pembaca

Penelitian ini diharapkan memberikan wawasan mengenai manajemen risiko yang terjadi pada pemeliharaan mesin kapal dan memberikan petunjuk bagi peneliti selanjutnya.

3. Bagi Peneliti

Penelitian ini diharapkan dapat memperluas wawasan dibidang Perkapalan khususnya manajemen bisnis agar operasional kapal tidak mengalami kerugian, serta penerapan ilmu yang didapat di perkuliahan untuk mengetahui permasalahan yang terjadi di lapangan.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah yang ditetapkan oleh peneliti agar isi dari penelitian ini sesuai dengan judul yang dibahas dan tidak diperlebar. Adapun batasan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini dilakukan pada salah satu kapal penyeberangan dengan rute Surabaya – Banjarmasin milik Perusahaan Pelayaran di Surabaya.
2. Penelitian hanya dilakukan untuk mengetahui penyebab peningkatan biaya pemeliharaan pada *engine departement* setiap tahunnya dan mengetahui perawatan yang benar pada salah satu kapal agar tidak terjadi peningkatan biaya pada saat *overhaul* mesin AE kapal.
3. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode *failure mode effect analysis* dan *fault tree analysis*.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Manajemen Risiko

Manajemen risiko didefinisikan sebagai kesempatan atau kemungkinan bahaya, kerugian, cedera, atau konsekuensi yang dapat merugikan suatu pihak. Manajemen risiko digunakan untuk menandakan konsekuensi yang *negative*. Namun pengambilan risiko juga dapat menghasilkan hasil yang positif kepada pihak yang menggunakannya untuk mencari keuntungan dari dampak yang dihasilkan suatu risiko. Risiko juga dapat menggambarkan ketidakpastian hasil yang didalamnya berisi kombinasi atau kemungkinan peristiwa yang akan terjadi. Salah satu contoh adalah dengan memiliki kendaraan bermotor seperti mobil dan sepeda motor. Bagi kebanyakan orang, memiliki mobil adalah kesempatan untuk menjadi lebih mobile dan mendapatkan manfaat terkait. Namun, ada ketidakpastian dalam memiliki mobil yang terkait dengan biaya perawatan dan perbaikan yang dapat menyebabkan kecelakaan lalu lintas. Dari permasalahan diatas, kecelakaan lalulintas adalah peristiwa yang *negative* dan dengan jelas dapat merugikan banyak pihak. Basuki dan Imawan (2015), melakukan analisis risiko operasional tentang kegiatan proses produksi dibagi menjadi 3 yaitu proses desain, proses pengadaan material, dan proses produksi.

Menurut Sofyan (2005), definisi manajemen risiko kemampuan seorang manajer untuk menata variabilitas pendapatan dengan menekan sekecil mungkin tingkat kerugian yang diakibatkan oleh keputusan yang diambil dalam menggarap situasi pasti. Menurut Vaughan (2014), dalam bukunya *Fundamental Of Risk and Insurances* menyatakan *risk is a condition in wich there is possibility of an adverse deviation from a desired that is expected or hoped for* (risiko merupakan suatu kondisi Dimana ada kemungkinan penyimpangan yang merugikan dari hasil yang diharapkan). Dari berbagai definisi diatas, dapat disimpulkan bahwa risiko dihubungkan dengan kemungkinan terjadinya akibat buruk (kerugian) yang tidak diinginkan. Risiko timbul karena adanya ketidakpastian dalam pengambilan keputusan. Manajemen risiko sendiri berkaitan erat dengan perusahaan yang bergerak

diberbagai bidang. Salah satu contohnya adalah fungsi manajemen risiko dengan bagian *engineering* dan *maintenance*. Pada pembahasan tersebut manajemen risiko berfungsi sebagai pencegahan, pengurangan frekuensi, dan kerugian pada Perusahaan. Pada kasus kali ini akan membahas mengenai risiko pada saat *overhaul* pada mesin kapal. Untuk mengetahui risiko apa saja yang terkandung dalam proses *overhaul* ada beberapa tahap yang dapat dilakukan, yaitu:

1. Identifikasi risiko

Pada tahap ini Perusahaan akan melakukan identifikasi dan melihat potensi risiko yang sudah terlihat dan akan terlihat yang dihadapi oleh Perusahaan.

2. Menempatkan ukuran risiko

Manajemen Perusahaan akan menentukan skala apa saja yang akan digunakan untuk menentukan risiko yang dihadapi termasuk rancangan model metodologi penelitian yang akan digunakan dan diimplementasikan dalam bentuk nyata.

3. Menempatkan alternatif

Pada tahap ini manajemen Perusahaan telah melakukan pengolahan data yang hasilnya akan dijabarkan dalam bentuk data kualitatif dan kuantitatif beserta akibat yang akan timbul apabila keputusan tersebut diambil.

4. Menganalisis alternatif

Alternatif yang sudah diolah akan dianalisis dan dikemukakan berdasarkan sudut pandang baik secara jangka pendek ataupun jangka Panjang dengan pemaparan secara sistematis yang bertujuan untuk menghasilkan gambaran permasalahan secara jelas dan tegas.

5. Pemilihan alternatif

Setelah mengalami proses pemaparan alternatif, Perusahaan akan memutuskan untuk menggunakan salah satu alternatif yang digunakan sebagai penyelesaian masalah yang sedang dihadapi.

6. Pelaksanaan alternatif

Setelah melalui proses pemilihan alternatif guna menyelesaikan permasalahan yang ada kini Perusahaan akan melaksanakan alternatif tersebut untuk menyelesaikan permasalahan.

7. Evaluasi

Pada tahap ini alternatif yang dipilih akan dikontrol dan dievaluasi secara sistematis dan pelaporan dalam bentuk data kepada pimpinan Perusahaan.

2.2 Risiko Operasional

Menurut Fahmi (2010), risiko adalah sebuah ketidakpastian tentang suatu keadaan yang nantinya (*future*) dapat terjadi dengan keputusan yang diambil berdasarkan berbagai pertimbangan saat ini. Dapat disimpulkan bahwa risiko adalah potensi kejadian yang disebabkan adanya ketidakpastian yang dapat menimbulkan kerugian atau suatu hasil berbeda dari yang diharapkan. Menurut Fahmi (2010), risiko operasional adalah risiko yang umumnya bersumber dari masalah internal perusahaan, dimana risiko ini terjadi disebabkan oleh lemahnya sistem kontrol manajemen (*management control system*) yang dilakukan oleh internal perusahaan seperti kecelakaan kerja, kesalahan dalam pencatatan pembukuan secara manual, kesalahan pembelian barang, dan lain-lain. Risiko operasional bukanlah risiko yang baru, risiko operasional merupakan risiko yang mempengaruhi seluruh kegiatan usaha dalam pelaksanaan operasional perusahaan yang disebabkan pada kegiatan operasional yang tidak berjalan dengan lancar.

2.3 Auxiliary Engine

Auxiliary Engine (AE) atau diesel generator bekerja untuk menghasilkan tenaga listrik ini digunakan untuk memasok listrik bagi pesawat yang memerlukan pasokan listrik termasuk penerangan kapal. Ada dua jenis *Auxiliary Engine* berdasarkan proses kerjanya yaitu 2 tak dan 4 tak. Pada umumnya jumlah ruang bakar dalam kelipatan dua, meskipun berapapun jumlah ruang bakar dapat digunakan selama proses kerja poros engkol dapat

diseimbangkan guna mencegah vibrasi yang berlebih pada *diesel engine* (Arif, 2016). Mesin diesel adalah mesin pembakaran *internal* dimana udara dikompresi ke suhu yang cukup tinggi untuk menyalakan atau membakar bahan bakar mesin diesel yang di kabutkan ke dalam ruang bakar. Dimana pembakaran dan pemancaran menggerakkan torak yang mengubah energi kimia dalam bahan bakar menjadi energi mekanik (Amstrong dan Proctol, 2013). *Auxiliary Engine* atau biasa disebut mesin bantu adalah mesin yang digunakan untuk mengkompresi udara dalam suhu yang cukup tinggi dan berguna sebagai pemantik bahan bakar diesel yang diinjeksikan kedalam silinder, dimana pembakaran dan emisi dapat menggerakkan piston yang mengubah energi kimia menjadi energi mekanik. Dalam pengoperasionalan kapal, mesin utama menjadi mesin yang selalu dalam kondisi hidup, sehingga menimbulkan efek panas pada bagian mesin yang dikeluarkan dari hasil pembakaran dan menyebabkan kenaikan temperature terutama dibagian yang bersentuhan langsung dengan ruang bakar (Darma dkk. 2010). Menurut Djeli dan Saidah (2017) mesin diesel adalah salah satu jenis motor bakar torak, yang pembakaran bahan bakarnya terjadi akibat adanya tekanan udara yang tinggi di dalam ruang bakar, oleh karnanya mesin *diesel* disebut juga dengan nama *Compression Ignition Engine* (CIE). Pada *Auxiliary Engine* terdapat 4 sistem yang berguna sebagai penunjang kinerja mesin agar dapat berjalan dengan sempurna, yaitu *system* pelumas, *system* pendingin, *system* start udara, dan *system* bahan bakar melalui injector.

2.4 General Overhaul (GO)

Menurut Sukarmin, *general overhaul* merupakan proses *overhaul* seluruh komponen yang terorganisir pada unit yang bertujuan untuk mengembalikan performa mesin dengan melakukan perbaikan maupun pergantian komponen agar mesin menjadi lebih baik dari sebelumnya dan unit mempunyai *lifetime* atau umur lebih panjang, serta dapat meminimalisir *downtime* atau biaya perbaikan dengan kata lain pembongkaran mesin secara menyeluruh. Perawatan merupakan suatu tindakan untuk mempertahankan dan mengembalikan kondisi suatu unit agar standar kembali ataupun untuk

menjadikan unit tersebut menjadi lebih baik lagi. Tindakan ini dirancang untuk meningkatkan kinerja sistem, meningkatkan efisiensi, dan mengoptimalkan fungsi-fungsi kritis.

General overhaul dilakukan sebagai langkah pencegahan untuk mengurangi risiko kegagalan sistem yang dapat menyebabkan downtime atau masalah operasional lainnya. Sebelum memulai *general overhaul*, pemeliharaan rutin akan dilakukan guna memastikan sistem atau peralatan berada dalam kondisi yang sesuai untuk perbaikan yang lebih besar. Pada tahap awal, sistem atau peralatan dibongkar untuk mengakses semua komponen yang perlu diperiksa atau diperbaiki. Setiap komponen yang diambil dari sistem diperiksa secara menyeluruh untuk menentukan kondisi dan apakah perlu penggantian atau perbaikan. Setelah itu, komponen dari mesin yang sudah aus atau rusak akan diganti dengan yang baru atau akan dilakukan perbaikan sesuai dengan kebutuhan mesin. Setelah seluruh perbaikan selesai dilakukan, bagian tertentu akan dilakukan pengecatan kembali guna melapisi dan melindungi komponen tersebut dari korosi atau keausan. Terakhir mesin akan dilakukan pengujian secara menyeluruh dan dikalibrasi guna memastikan seluruh komponen pada mesin berfungsi dengan benar. Setelah proses *general overhaul*, mesin akan tetap dilakukan pemantauan atau perawatan rutin guna memperpanjang umur mesin agar selalu siap pakai dalam keadaan terdesak dan tidak mengalami gangguan.

2.5 Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) adalah suatu alat yang secara sistematis digunakan untuk mengidentifikasi akibat atau konsekuensi dari kegagalan sistem atau proses serta mengurangi peluang terjadinya kegagalan. *Failure Mode and Effect Analysis* merupakan suatu analisis yang dilakukan untuk bisa menemukan efek atau dampak yang akan membuat kesalahan pada suatu produk ataupun pada proses produksi (Marpaung et al., 2021). Menurut beberapa ahli FMEA merupakan Teknik dalam engineering yang digunakan untuk menemukan, mengidentifikasi, dan menghilangkan mode kegagalan, masalah, kesalahan potensial dari sistem, desain, dan proses sebelum ke

customer (Maheswaran & Loganathan, 2013). FMEA adalah suatu metode yang bertujuan untuk mengevaluasi desain sistem dengan mempertimbangkan bermacam- macam jenis kegagalan dari sistem yang terdiri dari komponen-komponen, menganalisa pengaruh-pengaruh terhadap kehandalan suatu sistem dengan penelusuran pengaruh-pengaruh kegagalan komponen sesuai dengan level *item-item* khusus dari sistem yang kritis dapat dinilai dan tindakan yang diperlukan untuk memperbaiki desain danmengeliminasi dan mereduksi probabilitas metode-metode kegagalan yang kritis (Kimura, 2002 dalam Ansori, 2013)

Tahapan-tahapan dalam mengidentifikasi fungsi pada FMEA adalah sebagai berikut menurut Yoliwan (2011):

1. Membuat daftar semua fungsi sistem yang terbagi dalam beberapa level dan sub level dan pembatas elemen dalam dan luar sistem. Hal ini dapat dibantu dengan menggunakan kombinasi kata kerja dan kata benda untuk menggambarkan fungsi sistemnya.
2. Membuat diagram blok fungsional sistem Diagram blok fungsional sistem menunjukkan elemen-elemen pada sistem yang bisa diuraikan.
3. Identifikasi elemen utama sistem sangat penting untuk dapat memahami interaksi elemen dengan elemen di dalam maupun di luar system.

Prosedur implementasi dari FMEA desain dapat dijelaskan sebagai berikut (Yoliwan, 2011):

- Identifikasi fungsi

Identifikasi fungsi pada FMEA desain dilakukan terhadap komponen dan sub rakitan produk. Cara penentuan fungsi menggunakan deskripsi dua kata yang terdiri atas kata kerja dan katabenda dan sedapat mungkin kata benda terukur. Sebisa mungkin menghindari penggunaan kata kerja umum seperti menyediakan, memfasilitasi, dan sebagainya untuk menggambarkan persyaratan fungsional.

- Identifikasi potensi kegagalan desain

Kegagalan desain adalah bagaimana suatu *part* mengalami kegagalan dalam memenuhi fungsi yang diinginkan. Untuk membantu mengatasi kegagalan desain dapat dilakukan brainstorming.

- Identifikasi kegagalan (*Severity*)

Efek kegagalan akibat dari modal desain pada perakitan, system, peralatan, customer, dan peraturan pemerintah memerlukan informasi data layanan dan dokumen yang serupa berupa data yang berhubungan dengan keparah efek yang ditimbulkan dari kegagalan desain.

- Menentukan penyebab kegagalan (*occurrence*)

Penyebab kegagalan apaada desain adalah kelemahan dari desain yang dihasilkan. Contoh dari penyebab tersebut adalah kesalahan spesifikasi material, pemanasan yang berlebihan, kesalahan instruksi perawatan dan sebagainya.

- Penentuan metode deteksi (*Detection*)

Deteksi merupakan rangking yanag berhubungan dengan kemungkinan metode ini untuk mendeteksi penyebab kegagalan tersebut sebelum dirilis menjadi sebuah produk.

- Menghitung *Risk Priority Number* (RPN)

Perhitungan *Risk Priority Number* (RPN) pada FMEA merupakan perhitungan yang digunakan untuk menentukan prioritas risiko yang akan diselesaikan permasalahannya.

Secara singkat, FMEA digunakan untuk melakukan analisis risiko melalui *Risk Priority Number* (RPN) yang berasal dari kombinasi *Occurrence* (O), *Severity*(S),*Detection*(D). berikut penjelasan mengenai *SOD*:

$$RPN = Severity \times Occurrence \times Detection$$

$$RPN = S \times O \times D \quad (2.1)$$

Dengan

RPN = *Risk Priority number*

S = *Severity*

O = *Occurence*

D = *Detection*

2.6 Kriteria *Severity*, *Occurrence*, *Detection*

Sebelum penulis menilai besar kecilnya nilai perhitungan dari RPN, yang perlu dilakukan terlebih dahulu adalah dengan menyusun parameter risiko secara kualitatif yang akan ditafsirkan secara kuantitatif dengan menggunakan skala peringkat numerik dengan contoh skala 1 – 10 atau skala 1 -5. Hal yang perlu diperhatikan dalam menyusun kriteria dari ketiga parameter adalah memiliki skala yang sama. Contoh, apabila kriteria Keparahan (S) menggunakan skala peringkat numerik 1 – 10 yang mana 1 menunjukkan nilai terendah dan 10 menunjukkan nilai tertinggi, maka skala lainnya harus sama. *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) menggunakan tiga kriteria yaitu keparahan (*Severity-S*), kemungkinan terjadinya (*Occurrence-O*), dan kemungkinan kegagalan deteksi (*Detection-D*) agar dapat digunakan untuk menentukan aksi dari risiko yang di prioritaskan (Suherman dan Cahyana, 2019).

1. Keparahan (*Severity*)

Berikut pada Tabel 2.1. merupakan parameter S dengan angka 1-10, semakin besar angka *severity* maka semakin tinggi tingkat keparahan dari risiko tersebut.

Tabel 2. 1 Skala Peringkat Keparahan (S)

Dampak	Kriteria Keparahan (S)	Peringkat
Bahaya, Kegagalan terjadi tanpa ada peringatan	<ul style="list-style-type: none">- Tidak sesuai dengan pemerintah- Menghentikan pengoperasian sistem produksi atau layanan jasa	10
Serius, Kegagalan terjadi dengan peringkat	<ul style="list-style-type: none">- Tidak sesuai dengan peraturan pemerintah- Menghasilkan produk atau hasil jasa yang membahayakan konsumen	9
Ekstrem	<ul style="list-style-type: none">- Mengganggu kelancaran sistem produksi atau layanan jasa- Produk tidak dapat dioperasikan (100% scrap) atau hasil jasa sangat tidak memuaskan (0% tingkat kepuasan)	8
Mayor	<ul style="list-style-type: none">- Sedikit mengganggu kelancaran proses produksi atau layanan jasa- Kinerja produk tidak sempurna tetapi masih bisa difungsikan atau hasil jasa tidak cukup memuaskan tetapi masih bisa diterima konsumen	7

Sumber: Dimodifikasi oleh dialihbahasa dari Nuchpho, P., Pongpullponsak, A., Nansaarn, S. (2014)

Tabel 2. 2 Skala Peringkat Keparahannya (S)

Dampak	Kriteria Keparahannya (S)	Peringkat
Signifikan	- Kinerja produk menurun karena beberapa fungsi tertentu mungkin tidak beroperasi atau kinerja hasil jasa menurun karena fungsi kenyamanan tidak terpenuhi	6
Sedang	- Kinerja produk atau hasil jasa menurun tetapi masih bisa diperbaiki	5
Rendah	- Kinerja produk atau hasil jasa menurun tetapi tidak memerlukan perbaikan	4
Kecil	- Dampak kecil terhadap sistem produksi atau layanan jasa atau kinerja produk atau hasil jasa Masih ada keluhan dari beberapa konsumen	3
Sangat Kecil	- Dampak sangat kecil terhadap sistem produksi atau layanan jasa atau kinerja produk - Masih ada keluhan hanya dari konsumen tertentu	2
Tidak Ada Dampak	- Tidak ada dampak terhadap sistem produksi atau layanan jasa maupun produk hasil jasa	1

Sumber : Dimodifikasi oleh dialihbahasa dari Nuchpho, P., Pongpullonsak, A., Nansaarn, S. (2014)

2. Kemungkinan terjadinya (*Occurrence*)

Berikut pada Tabel 2.2. merupakan parameter O yang dilakukan untuk mengukur seberapa sering kemungkinan suatu kegagalan dapat terjadi.

Tabel 2. 3 Skala Peringkat Terjadinya Kegagalan (O)

Peluang Terjadi Kegagalan	Tingkat Kemungkinan Kegagalan	Peringkat
Sangat tinggi dan ekstrem ; kegagalan hampir tidak terhindarkan	1 dari 2	10
Sangat tinggi; kegagalan berhubungan dengan proses yang gagal sebelumnya	1 dari 3	9
Tinggi : kegagalan terus berulang	1 dari 8	8
Relatif tinggi	1 dari 20	7
Sedang cenderung tinggi	1 dari 80	6
Sedang	1 dari 400	5
Relatif rendah	1 dari 2000	4
Rendah	1 dari 15000	3
Sangat rendah	1 dari 150000	2
Hampir tidak mungkin terjadi kegagalan	1 dari 1500000	1

Sumber : Dimodifikasi dan dialihbahasa dari Nuchpho, P., Pongpullonsak, A., Nansaarn, S. (2014)

3. Kemungkinan kegagalan deteksi (*Detection*)

Berikut pada Tabel 2.3. merupakan parameter D yang dilakukan untuk mengukur kemampuan suatu organisasi dalam mengendalikan potensi kegagalan.

Tabel 2. 4 Skala Peringkat Kemungkinan Kegagalan Deteksi (D)

Kemungkinan Kegagalan Terdeteksi	Kriteria berdasarkan rancangan pengendalian saat ini	Peringkat
Hampir mustahil	Tidak ada kendali untuk mendeteksi potensi kegagalan	10
Sangat kecil	Terdapat sangat sedikit kendali untuk mendeteksi potensi kegagalan	9
Kecil	Terdapat sedikit kendali untuk mendeteksi potensi kegagalan	8
Sangat rendah	Terdapat kendali tetapi sangat rendah kemampuannya untuk mendeteksi potensi kegagalan	7
Rendah	Terdapat kendali tetapi rendah kemampuannya untuk mendeteksi potensi kegagalan	6
Sedang	Terdapat kendali yang memiliki kemampuan sedang / cukup untuk mendeteksi potensi kegagalan	5
Agak tinggi	Terdapat kendali yang memiliki kemampuan sedang cenderung tinggi untuk mendeteksi potensi kegagalan	4
Tinggi	Terdapat kendali yang memiliki kemampuan tinggi untuk mendeteksi potensi kegagalan	3
Sangat tinggi	Terdapat kendali yang memiliki kemampuan sangat tinggi untuk mendeteksi potensi kegagalan	2
Hampir pasti	Kendali hampir pasti dapat mendeteksi potensi kegagalan	1

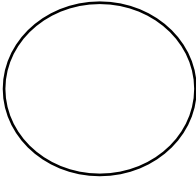

Sumber : Dimodifikasi dan dialihbahasa dari Nuchpho, P., Pongpullponsak, A., Nansaarn, S. (2014)

2.7 Fault Tree Analysis (FTA)

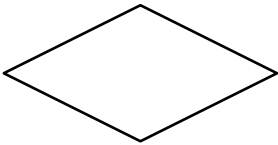
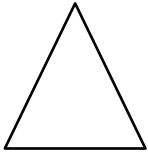
Menurut Munawir dan Yunanto (2014), *Fault tree analysis* (FTA) adalah metode untuk menganalisa kegagalan sistem kegagalan dari gabungan beberapa sub-sistem dan beberapa level yang dibawahnya, serta kegagalan komponen. *Fault tree analysis* dapat dideskripsikan sebagai Teknik analitis, untuk

menemukan Solusi dari masalah yang muncul (Lee et al., 1985). *Fault tree analysis* menjelaskan hubungan antara *basic event* (akar kejadian yang menyebabkan *Top Event* terjadi) dan *top event* (kejadian yang terjadi). FTA adalah sebuah metode yang difungsikan untuk menganalisis risiko kegagalan produksi. Metode ini merupakan pendekatan *top-down*. Dengan kata lain dimulai dari gagasan kegagalan acara puncak atau acara utama dan terus menjelaskan *topevent* sampai kegagalan dasar (*root cause*) (Dahlan, 2019). Secara umum FTA digunakan dalam industri Dimana kegagalan teknis memiliki dampak yang sangat besar bagi Perusahaan. Dalam praktik manajemen risiko, FTA adalah teknik untuk mengidentifikasi dan menganalisis faktor yang dapat berkontribusi pada kejadian yang tidak diinginkan (disebut “kejadian puncak” / “peristiwa risiko utama”). Analisis pohon kesalahan merupakan Solusi yang dapat dilakukan untuk memahami bagaimana sebuah system dapat gagal dengan cara mengidentifikasi masalah dan mengurangi Tingkat risiko beserta faktornya. Factor penyebab risiko sendiri disusun secara logis dan tergambar dalam bentuk diagram pohon. Pohon kesalahan dapat digunakan untuk mengidentifikasi penyebab kegagalan dan jalur menuju risiko utama. Dalam penerapannya, teknik FTA yang digunakan secara kualitatif memiliki 2 (dua) tipe notasi dasar: peristiwa (*events*) dan gerbang logika (*logic gates*). Notasi peristiwa terdiri dari 4 simbol, antara lain:

Tabel 2. 5 Simbol *Event*

NO	SIMBOL	NAMA
1.		<i>Basic Event</i>
2.		<i>Intermediate Event</i>

Tabel 2. 6 Simbol *Event*

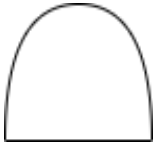


NO	SIMBOL	NAMA
3.		<i>Undeveloped Event</i>
4.		<i>Transfer Symbol</i>

Sumber: Alijoyo, et al., 2020

1. Lingkaran (*basic event*) = sumber penyebab risiko.
2. Persegi (*intermediate event*) = peristiwa yang memerlukan Analisa lanjutan.
3. Segi 4 bujur sangkar (*undeveloped event*) = peristiwa tidak dapat dianalisis karena kekurangan data.
4. Segitiga (*transfer symbol*) = memerlukan analisa lanjutan diluar dari peristiwa risiko.

Notasi gerbang logika terdiri atas 3 simbol, antara lain:

Tabel 2. 7 Simbol *Gate*

NO	SIMBOL	NAMA
1.		<i>And Gate</i>
2.		<i>Or Gate</i>
3.		<i>Voting OR Gate</i>

Sumber: Alijoyo, et al., 2020

1. *And Gate* = peristiwa risiko akan terjadi apabila input peristiwa dibawahnya terjadi.
2. *Or Gate* = peristiwa risiko dapat terjadi apabila salah satu atau kedua peristiwa dibawahnya terjadi.
3. *Voting Or Gate* = peristiwa terjadi apabila kejadian dibawahnya sesuai dengan kondisi yang dibutuhkan.

2.8 Risiko

Secara umum, risiko sering dipandang sebagai hal yang merugikan, seperti terjadinya kerusakan atau kehilangan. Kerugian tersebut merupakan bentuk ketidakpastian yang perlu dipahami serta dikelola secara tepat oleh suatu organisasi agar dapat menyusun strategi yang lebih baik dan mendukung pencapaian tujuan yang telah ditetapkan. Risiko sendiri dapat diartikan sebagai kondisi yang tidak pasti, yang mengandung potensi bahaya sebagai akibat dari suatu peristiwa. Risiko dapat dipahami sebagai suatu bentuk ketidakpastian yang dapat berdampak pada perusahaan, baik secara negatif maupun positif.

Menurut Fahmi (2010), risiko adalah suatu kondisi tidak pasti terhadap kejadian yang mungkin terjadi di masa depan, yang dipengaruhi oleh keputusan yang diambil pada saat ini berdasarkan berbagai pertimbangan. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa risiko merupakan kemungkinan terjadinya peristiwa akibat ketidakpastian yang dapat mengakibatkan kerugian atau menghasilkan hasil yang tidak sesuai dengan harapan. Sementara itu, menurut Hanafi (2016), risiko dapat diklasifikasikan ke dalam beberapa kategori, antara lain:

1. Risiko murni

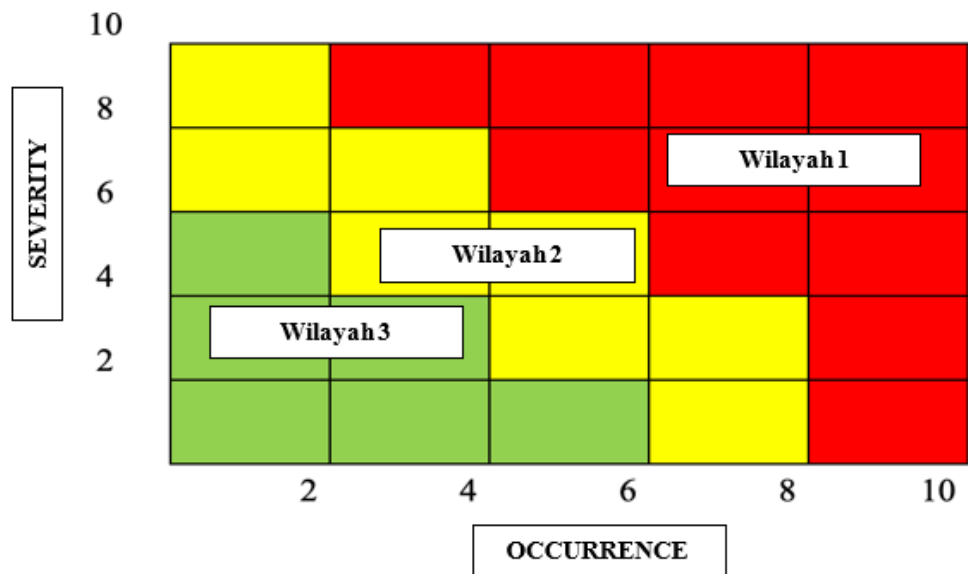
Risiko murni (*pure risk*) merupakan risiko di mana kemungkinan kerugian dapat terjadi, tetapi kemungkinan keuntungan tidak ada. Beberapa contoh risiko murni adalah risiko kecelakaan, kebakaran, banjir, dan lain-lain.

2. Risiko spekulatif

Risiko spekulatif merupakan risiko di mana suatu organisasi mengharapkan terjadinya kerugian dan juga keuntungan. Contoh dari risiko spekulatif adalah usaha bisnis. Dalam kegiatan bisnis suatu organisasi mengharapkan keuntungan meskipun ada potensi kerugian.

2.9 Peta Risiko

Menurut Kumar dan Devi (2018), untuk membuat matriks risiko dapat digunakan dua klasifikasi utama yaitu *occurrence* atau kemungkinan terjadinya risiko, dan *severity* atau dampak dari risiko tersebut. Dengan menggunakan variabel tersebut, organisasi dapat menyusun peta risiko untuk mengidentifikasi dan mengelola risiko-risiko yang ada, termasuk risiko operasional.



Gambar 2. 1 Peta Risiko (Utari & Prasetyo, 2021)

Berdasarkan gambar 2.1, terdapat beberapa strategi penanganan risiko yang dapat diterapkan pada masing-masing wilayah sebagai berikut:

1. Wilayah 1

Wilayah ini ditandai dengan warna merah, yang menunjukkan tingkat dampak (*severity*) dan kemungkinan terjadinya (*occurrence*) yang tinggi. Untuk area ini, pendekatan yang tepat bagi perusahaan adalah melakukan penanganan secara cepat dan intensif.

2. Wilayah 2

Wilayah ini ditandai dengan warna kuning, menggambarkan tingkat dampak dan kemungkinan yang tergolong menengah ke atas. Pada zona ini, perusahaan disarankan untuk melakukan pemantauan secara rutin atau berkala.

3. Wilayah 3

Wilayah ini berwarna hijau, mencerminkan tingkat dampak dan kemungkinan kejadian yang rendah. Pada kondisi ini, perusahaan dapat menerapkan pengelolaan risiko yang lebih fleksibel, dengan strategi berupa pengawasan dalam jangka waktu yang lebih panjang.

Melalui klasifikasi wilayah risiko berdasarkan tingkat dampak dan frekuensi kejadian, perusahaan dapat merancang pendekatan mitigasi yang lebih efektif dan efisien. Strategi yang disesuaikan dengan kategori risiko ini tidak hanya membantu dalam mengelola sumber daya secara optimal, tetapi juga meningkatkan kesiapan perusahaan dalam menghadapi potensi risiko yang dapat mengganggu pencapaian tujuan operasional maupun strategis. Dengan kata lain, pemetaan risiko menjadi fondasi penting dalam pengambilan keputusan yang berbasis analisis risiko secara menyeluruh. Pemetaan wilayah risiko berdasarkan tingkat *severity* dan *occurrence*, perusahaan dapat menetapkan strategi mitigasi yang lebih tepat sasaran. Dengan menyesuaikan intensitas penanganan terhadap tingkat risiko di masing-masing wilayah, perusahaan tidak hanya mampu mengoptimalkan penggunaan sumber daya, tetapi juga secara signifikan meminimalkan potensi kerugian operasional serta meningkatkan keberlanjutan kinerja perusahaan dalam jangka panjang.

2.10 Penelitian Terdahulu

Berikut merupakan tabel penelitian terdahulu sebagai landasan dan referensi dalam melakukan penelitian ini:

Tabel 2. 8 Penelitian Terdahulu

No.	Judul	Peneliti dan Tahun	Metode	Hasil Penelitian	Persamaan Penelitian	Perbedaan penelitian
1.	Analisis Kegagalan Sistem Bahan Bakar Kapal Dengan Menggunakan Metode <i>Preliminary Hazard Analysis</i> (PHA) dan <i>Fault tree analysis</i> (FTA)	Dwisetiono Rega Erwin Asmara (2022)	<i>Fault tree analysis</i>	Berdasarkan pembahasan diatas perawatan yang harus diprioritaskan yaitu pada komponen filter bahan bakar. Filter bahan bakar memiliki Tingkat risiko kegagalan yang tinggi karena nilai MTTF yang rendah yaitu hanya 150,73 jam, Dimana komponen tersebutcepat mengalami kegagalan yang membuat system tidak bekerja dengan baik, sehingga perawatan harus dilaksanakan dengan rutin. Sedangkan untuk booster pump, separator, dan transfer pump memiliki nilai MTTF yang lebih tinggi yaitu 322,38 jan, 504,9 jam, dan319,7 jam. Hasil tersebut sangat bermanfaat dalam pembuatan strategi perawatan setiap komponen untuk menghindari terjadinya kegagalan system bahan bakar.	<ul style="list-style-type: none"> • Menganalisa perawatan mesin kapal • Metode yang digunakan FMEA • Menganalisa kegagalan 	<ul style="list-style-type: none"> • Pada jurnalmenganalisa perawatan filter bahan bakar, sedangkan penulismenganalisa turbocharger kapal • Kegagalan systembahan bakar

Tabel 2. 9 Penelitian Terdahulu

No.	Judul	Peneliti dan Tahun	Metode	Hasil Penelitian	Persamaan Penelitian	Perbedaan penelitian
2.	Implementasi Metode <i>Failure Mode and Effect Analysis</i> pada Industri di Asia	Tri Aprianto, Indra Setiawan, dan Humiras Hardi Purba, (2021)	<i>Failure Mode Effect Analysis</i>	Makalah ini mendorong akademisi dan praktisi untuk menerapkan FMEA secara efektif guna mencegah kegagalan, mengurangi biaya, dan meningkatkan kualitas serta keandalan produk. FMEA membantu identifikasi risiko sejak tahap awal pengembangan proses dengan biaya yang relatif rendah. Manfaat lainnya meliputi peningkatan keamanan, kepuasan pelanggan, dan reputasi perusahaan. Makalah ini juga menyarankan agar penelitian selanjutnya mengembangkan FMEA menggunakan pendekatan statistik SEM (Structural Equation Modeling).	<ul style="list-style-type: none"> • Implementasi FMEA dalam Analisa perawatan mesin kapal • Pengoptimalan proses perawatan mesin • Menganalisa pengurangan biaya 	<ul style="list-style-type: none"> • Penulis menganalisa biaya peningkatan <i>overhaul</i> • Tidak menggunakan pendelatan SEM
3.	Analisis Kegagalan Maintenance unit Produksi Menggunakan Metode FMEA dan FTA di PT. Saptaindra Sejati	Arif Pibisono, Suprpto, Rahmatul Ahya (2020)	<i>Failure Mode Effect Analysis dan Fault tree analysis</i>	Hasil dari pengumpulan data yang dilakukan kemudian di lakukan pengolahan data menggunakan metode Pareto, Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) dan <i>Fault tree analysis</i> (FTA) didapat kegagalan maintenance pada	Menganalisa risikoperawatan dengan perhitungan RPN	Pada jurnal menganalisa unit produksi Dump truck

Tabel 2. 10 Penelitian Terdahulu

No.	Judul	Peneliti dan Tahun	Metode	Hasil Penelitian	Persamaan Penelitian	Perbedaan penelitian
				CAT785C dari nilai <i>Risk Priority Number</i> (RPN) tertinggi <i>engine</i> tidak bisa start sebesar 160 (12,5%), error 03 transmisi sebesar 132 (10,3%), <i>Speed</i> mundur problem sebesar 132 (10,3%) dan <i>error engine dirate</i> sebesar 128 (10%). Keempat kerusakan tersebut mendapatkan nilai RPN tertinggi karena mempunyai kegagalan mayor yang menyebabkan tidak dapat beroprasinya unit produksi Dump Truck CAT785C sehingga produktivias perusahaan berkurang namun secara keseluruhan nilai kritis dari kerusakan kerusakan tersubut masih dalam nilai batas yang aman karena masih dibawah 50% tetapi perbaikan harus segera dilakukan untuk mengantisipasi kerusakan yang lebih parah lagi.		
4.	Analisis RisikoOperasional Menggunakan Metode FMEA diCV.Gamarends Marine Supply Surabaya	Blandina Angelina Nainggolan, Lusi Mei Cahya	<i>Failure Mode Effect Analysis</i>	Berdasarkan hasil identifikasi risiko, didapatkan 7 indikator risiko operasional di CV. GMS Surabaya yaitu:	Proses Analisa menggunakan metode FMEA	Tidak menganalisisisiko mesin kapal,melainkan risiko produksi unit

Tabel 2. 11 Penelitian Terdahulu

No.	Judul	Peneliti dan Tahun	Metode	Hasil Penelitian	Persamaan Penelitian	Perbedaan penelitian
		Wulandari(2021)		<p>a. Indikator risiko pengawasan <i>inventory</i> dengan 4 sub indikator.</p> <p>b. Indikator risiko <i>packaging</i> dengan 3 sub indikator.</p> <p>c. Indikator risiko <i>supplier relation</i> dengan 5 sub indikator.</p> <p>d. Indikator risiko pengelolaan fasilitas dengan 3 sub indikator.</p> <p>e. Indikator risiko pengembangan teknologi 3 subindikator.</p> <p>f. Indikator risiko kegiatan administrasi dengan 6 sub indikator.</p> <p>g. Indikator risiko pengelolaan SDM dengan 7 sub indikator</p> <p>Pengolahan data dengan menggunakan metode FMEA ditemukan risiko kritis yang dialami perusahaan dengan nilai kritis tertinggi, antara lain pengawasan <i>inventory</i>, <i>packaging</i>, dan pengelolaan fasilitas.</p> <p>Tindakan rekomendasi yang diperlukan untuk mengatasi risiko operasional di perusahaan</p>		

Tabel 2. 12 Penelitian Terdahulu

No.	Judul	Peneliti dan Tahun	Metode	Hasil Penelitian	Persamaan Penelitian	Perbedaan penelitian
				telah diberikan dan diusulkan kepada CV. GMS Surabaya.		
5.	Pendekatan FMEA dalam Analisa Risiko Perawatan Sistem Bahan Bakar Mesin Induk : Studi Kasus di KM. Sidomulyo	Rizqi Ilmal yaqin, Zamri, Juniawan PrestonSiahaan, Yuniar Endri Priharanto, M. Subroto Alirejo, Mega Lazuardi Umar (2020)	<i>Failure Mode Effect Analysis</i>	Bedasarkan pembahasan di atas perawatan yang harus dilakukan pada komponen system bahan bakarr mesin induk KM. Sidomulyo yaitu komponen injektor dan saringan bahan bakar. Komponen tersebut berturut-turut memiliki nilai RPN sebesar 192 dan 168. Kedua komponen tersebut diprioritaskan karena melewati batas kritis dari RPN bahan bakar serta termasuk pada komponen yang diprioritaskan menurut diagram pareto. Tindakan perawatan komponen Injektor yaitu pemeriksaan secara berkala sebelum beroperasi dan perawatan khusus dengan memperhatikan kemurnian bahan bakar yang masuk pada system mesin induk tindakan perawatan komponen yang kritis dapat mengurangi risiko kegagalan system bahan bakar mesin induk.	<ul style="list-style-type: none"> • Menggunakan metode FMEA • Perawatan salah satu komponen mesin Kapal • Menggunakan perhitungan RPN • Analisa risiko perawatan secara berkala 	Penulis menganalisa turbocharger kapal

Sumber : Data Jurnal, 2024

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1 Diagram Alir

Metode Penelitian yang akan dilaksanakan adalah sebagai berikut:



Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian

3.2 Tahapan Penelitian

1) Rumusan Masalah

Tahap awal yang dilakukan adalah dengan menentukan *topic* permasalahan yang akan diangkat dalam penelitian ini. Permasalahan dalam penelitian ini diambil dari hasil wawancara dengan salah satu ekspert pada Perusahaan yang disebut dengan Pimpro (pimpinan proyek), dimana selama melakukan proses docking, ada satu tahap yang dinamakan *general overhaul* mengalami pembengkakan biaya dari beberapa tahun terakhir. Setelah Perusahaan mengetahui permasalahan tersebut yang dilakukan selanjutnya adalah mengidentifikasi masalah. Proses identifikasi masalah selanjutnya akan digunakan dalam perumusan masalah agar lebih jelas dan tujuan dari penelitian ini dapat tercapai. Perumusan masalah merupakan tahap pengkerucutan dari identifikasi masalah secara terperinci yang akan diatasi dengan suatu penyelesaian. Tahap ini penting karena akan menentukan arah dan cakupan penelitian dan tindakan yang akan diambil selanjutnya.

2) Studi Literatur

Tahap ini akan diambil dari studi literatur yang merupakan sumber ataupun referensi dalam menyelesaikan permasalahan yang terjadi. Studi literatur sendiri akan digunakan untuk membantu proses analisis dalam pemecahan masalah yang ada. Literatur yang akan digunakan pada proses penelitian ini yaitu *failure mode effect analysis* dan *fault tree analysis*.

3) Pengumpulan Data

Pengumpulan data merupakan tahap yang dilakukan untuk mengumpulkan data yang berhubungan dengan permasalahan terkait penelitian. Data yang terkumpul terbagi menjadi dua jenis yaitu data primer dan data sekunder sebagai acuan selama penelitian berlangsung.

a. Data Primer

Data primer berasal dari penjelasan *expert* mengenai *topic* permasalahan yang dimasukkan pada kuisioner yang terdiri dari beberapa atribut yang berkaitan dengan analisis risiko *general overhaul Auxiliary Engine* kapal. Tujuan dibuatkan kuisioner ini adalah untuk menilai bobot

pada atribut kusioner yang diberikan kepada ekspert terkait perolehan permasalahan dalam metode *failure mode effect analysis*.

b. Data Sekunder

Data sekunder berasal dari pengolahan data yang didapat dari Perusahaan, literatur seperti jurnal dan buku, serta data lain yang didapatkan tidak secara langsung (tanpa wawancara).

4) Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah merupakan tahap awal dalam proses pemecahan masalah atau penelitian, di mana peneliti secara sistematis mengamati, menganalisis, dan merumuskan isu-isu yang muncul dari suatu fenomena atau kondisi tertentu. Proses ini bertujuan untuk menentukan permasalahan inti yang relevan, signifikan, dan layak untuk diteliti, sehingga arah penelitian menjadi jelas dan terfokus. Pada tahap ini permasalahan telah ditentukan melalui proses wawancara kepada Pimpinan Project, Mandor Mesin, dan Mualim selaku ekspert pada perusahaan tersebut.

5) Tahap Penyusunan Kuisoner

Data kuisoner disusun berdasarkan proses wawancara yang dilakukan di salah satu Perusahaan Pelayaran di Surabaya dengan Pimpinan *Project*, Mandor Mesin, dan Mualim yang akan dikelompokkan berdasarkan kategori risiko dan diolah menggunakan SOD (*Severity, Occurrence, dan Detection*) , serta *Risk Priority Number* (RPN).

6) Tahap Penyebaran Kuisoner

Penyebaran kuisoner diberikan kepada Pimpinan *Project* (pimpro), Mandor Mesin, dan Mualim yang ahli dalam bidangnya dengan pengalaman sudah bekerja lebih dari 5 tahun.

7) *Failure Mode Effect Analysis*

Setelah mendapatkan hasil dari penyebaran kuisoner mengenai analisis risiko, selanjutnya akan dilanjutkan dengan pengelompokan kategori risiko (internal, eksternal, dan SDM), serta dilanjutkan dengan perhitungan RPN dengan basis data SOD yang diambil dari kuisoner agar dapat mengetahui seberapa efisiensi perawatan pada *Auxiliary Engine* kapal dan Analisa menggunakan peta risiko.

8) *Fault Tree Analysis*

Fault tree analysis menjelaskan hubungan antara *basic event* (akar kejadian yang menyebabkan *Top Event* terjadi) dan *top event* (kejadian yang terjadi) serta menyelesaikan permasalahan dengan mitigasi risiko. Pada tahap ini akan dilakukan proses mitigasi risiko dengan menggunakan pohon risiko dari risiko prioritas yang didapat dari hasil pemetaan risiko.

9) Kesimpulan dan Saran

Selanjutnya adalah menarik sebuah kesimpulan yang ada setelah penelitian tersebut dilakukan dan memberikan saran agar permasalahan tidak terjadi lagi dikemudian hari.

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Profile Perusahaan

Salah satu Perusahaan Pelayaran di Surabaya yang merupakan objek penelitian memiliki beberapa keunggulan yang membedakannya dari perusahaan pelayaran lain. Salah satunya adalah komitmen untuk memberikan pelayanan terbaik bagi pelanggan dengan motto "Kami Melayani Negeri" dan "Kami Melayani Bangsa dengan Hati". Perusahaan ini juga memiliki armada kapal yang terdiri dari 24 kapal, melayani 18 rute perjalanan di perairan Indonesia. Selain itu perusahaan ini memiliki jangkauan wilayah yang luas, melayani transportasi laut dan penyeberangan feri di seluruh Indonesia, dengan lintasan transportasi jarak jauh pertama adalah Surabaya – Banjarmasin. Visi dan misi yang dimiliki oleh Perusahaan Pelayaran di Surabaya adalah sebagai berikut :

1. Visi

- Layanan yang mencakup seluruh wilayah nusantara
- Dioperasikan oleh manusia indonesia yang profesional dengan perlengkapan teknologi lanjut (*advanced technology*)
- Menjamin mutu layanan jasa dengan *standart* internasional
- Memberikan nilai tambah maksimal

2. Misi

➤ Misi sosial

- Memberikan jasa pelayanan penyeberangan atau pelayaran antar pulau dengan biaya terjangkau oleh masyarakat luas

➤ Misi ekonomi

- Memberikan kontribusi atau sumbangan bagi pertumbuhan ekonomi nasional dan regional
- Memberikan nilai tambah yang maksimal bagi pemakai jasa penyeberangan atau pelayaran

➤ Misi Bisnis

- Mendapatkan keuntungan yang wajar dari kepuasan pemakai

jasa guna mempertahankan keberadaan usaha

- Mendapatkan pertumbuhan perusahaan yang terbaik
- Memberikan kepuasan maksimal bagi pemilik modal, karyawan, pemasok, atau mitra bisnis.

4.2 Spesifikasi Kapal

Adapun spesifikasi mesin pada kapal penyeberangan milik perusahaan pelayaran di Surabaya adalah sebagai berikut :

Tabel 4. 1 Spesifikasi Mesin Kapal Penumpang

NO	SERVICE OF ENGINE	Q'ty	SPECIFICATION			
			ENGINE		REDUCTION GEAR	
1	Main Engine	2 unit	Merk	DAIHATSU	Merk	DAIHATSU
			Model	6 DLM 28 (S)L	Type	RCA – 25 F(L)
			Type	Vertical, water cooled, direct injection type, 4cycle diesel engine	Speed	348 r/min
			Number of cylinder	6	Press. Lub. Oil	2.5 – 4 kg/cm ²
			Stroke	360 mm	Press. Clutch operating oil	19 – 21 kg/cm ²
			Cylinder bore	280 mm	Vol. oil carter	150 liter
			Engine speed	720 r/min		
			Output	2000 HP		
			Rotating direction	S : Counterclockwise P : Clockwise		
			Firing order	S : 1 – 4 – 2 – 6 – 3 – 5 P : 1 – 5 – 3 – 6 – 2 – 4		
2	Auxiliary Engine	2 unit	ENGINE		GENERATOR	
			Merk	DAIHATSU	Merk	TAIYO ELECTRIC
			Model	6 DL 16	Model	FE 38 B-6
			Type	Vertical, water cooled, direct injection type, 4cycle diesel engine	Output	450 KW / 450 V
			Number of cylinder	6	Speed	1200 r/min
			Stroke	210 mm	Rating	Cont.
			Cylinder bore	165 mm	No. of pole	6
			Engine speed	1200 r/min	Amp	577 A
			Output	540 HP / 395 KW	Pf	0.8
			Rotating direction	Counterclockwise		
			Firing order	1 – 4 – 2 – 6 – 3 – 5		

Sumber : Data wawancara, 2023

Dapat dilihat dalam tabel 4.1 spesifikasi pada Kapal penyeberangan, berikut penjelasan dari gambar diatas :

1. *Main Engine* bermerk DAIHATSU tipe 6 DLM 28 (S)L, yaitu mesin diesel 4-tak dengan sistem pendingin air dan injeksi langsung. Setiap mesin memiliki 6 silinder dengan ukuran *bore* 280 mm dan *stroke* 360 mm, serta mampu menghasilkan tenaga sebesar 2000 HP pada kecepatan putaran 720 rpm. Arah putaran mesin dibedakan antara kanan (S - *counterclockwise*) dan kiri (P - *clockwise*), dengan masing-masing memiliki urutan pengapian tersendiri. Untuk mendukung transmisi tenaga ke baling-baling, digunakan *reduction gear* tipe RCA – 25 F(L)

yang berfungsi menurunkan kecepatan putaran menjadi 348 rpm. Sistem ini juga dilengkapi dengan pelumas bertekanan antara 2,5 – 4 kg/cm², serta oli kopling dengan tekanan antara 19 – 21 kg/cm² dan kapasitas oli sebesar 150 liter.

2. Selain mesin induk, kapal ini juga memiliki dua unit *Auxiliary Engine* dengan tipe 6 DL 16 dari DAIHATSU yang juga merupakan mesin diesel 4-tak. Mesin ini memiliki 6 silinder dengan bore 165 mm dan stroke 210 mm, serta menghasilkan daya sebesar 540 HP (395 kW) pada 1200 rpm. Mesin bantu ini digunakan untuk menggerakkan generator utama. Generator kapal berjumlah dua unit bermerk TAIYO *ELECTRIC* dengan tipe FE 38 B-6. Masing-masing mampu menghasilkan listrik sebesar 450 kW / 450 V pada 1200 rpm, dengan arus keluaran mencapai 577 A, jumlah kutub sebanyak 6, dan faktor daya 0.8. Generator ini beroperasi secara kontinu untuk memenuhi kebutuhan listrik selama kapal berlayar maupun bersandar. Terakhir, Perusahaan berkomitmen untuk membantu masyarakat meningkatkan taraf kesejahteraan dan memajukan pembangunan ekonomi regional, serta memberikan pelayanan terbaik bagi para pelanggan sebagai tamu perusahaan.

4.3 Identifikasi Risiko Kegagalan

Proses identifikasi risiko dilakukan dengan pengelompokan risiko yang digunakan untuk mencari informasi mengenai fakta, peristiwa, dan kondisi. Risiko tersebut akan dikonsultasikan kepada Pimpinan *Project* (pimpro), Mandor Mesin dan Mualim dengan melakukan observasi secara langsung dan wawancara mengenai manajemen perawatan yang baik untuk mesin pada perusahaan penyeberangan tersebut. Hasil wawancara terhadap ekspert Dapat dilihat dalam lampiran 9 (sembilan) hingga 12 (dua belas). Berdasarkan hasil data yang didapat melalui wawancara *expert*, diketahui adanya beberapa penyimpangan dalam proses perawatan mesin dengan *high risk* sebanyak 6 poin, *medium risk* sebanyak 6 poin, dan *low risk* sebanyak 3 poin.. Setelah sub risiko telah dikelompokkan, maka akan diambil 6 *high risk* yang merupakan risiko prioritas dari permasalahan tersebut. Risiko prioritas tersebut dapat

mengakibatkan peningkatan biaya pada proses perawatan mesin kapal.

Tabel 4. 2 Daftar Risiko dan Sub Risiko

Risiko	Kode Sub Risiko	Sub Risiko
Risiko Kegagalan Internal	IN 1	Filter oli yang kotor menyebabkan oli tidak tersaring dengan sempurna sehingga terjadi gesekan tinggi pada mesin.
	IN 2	Terjadi kerusakan pada <i>bearing</i> yang menyebabkan keausan pada as <i>turbocharger</i> .
	IN 3	Turbin yang mendorong gas buang mengalami kerusakan.
	IN 4	<i>Intercooler</i> mengalami kebocoran, mesin mengalami <i>overhit</i> .
	IN 5	Perbaikan mesin kapal diluar jadwal saat ada kendala.
	IN 6	Penggantian oli mesin melampaui jadwal.
	IN 7	Pemakaian <i>sparepart</i> mesin dalam keadaan tidak layak pakai.
	IN 8	Kegagalan fungsi mesin kapal secara mendadak.
	IN 9	Pembengkakan biaya perbaikan mesin kapal.
Risiko Kegagalan Eksternal	EK 1	Suku cadang tidak tersedia atau <i>discontinue</i> .
	EK 2	Keterlambatan material suku cadang pada saat perawatan kapal.
	EK 3	Peningkatan harga suku cadang mesin kapal.
Risiko Kegagalan SDM	SDM 1	Jadwal perawatan mesin kapal tidak pada waktunya atau tidak <i>On time</i>
	SDM 2	Kurangnya kemampuan ABK dalam <i>maintenance</i> mesin kapal.
	SDM 3	Kelalaian ABK saat pemasangan atau penggantian <i>sparepart</i> mesin kapal.

Sumber: Data Wawancara, 2025

Hasil dari proses wawancara kepada ekspert telah didapatkan sebanyak 15 risiko kejadian pada salah satu kapal penyeberangan disalah satu perusahaan pelayaran di Surabaya. Dalam metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) akan dilakukan penyebaran kuesioner untuk mengetahui penilaian tiap risiko oleh ekspert.

4.4 Analisis Risiko dengan Metode *Failure Mode And Effect Analysis* (FMEA)

Setelah daftar risiko diperoleh dari hasil wawancara identifikasi risiko dengan para ahli, langkah berikutnya adalah melakukan analisis menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). Metode ini dipilih karena

mampu memberikan pendekatan yang sistematis dan terukur dalam menilai serta memprioritaskan risiko berdasarkan potensi dampak terhadap sistem. Pada tahap ini, setiap risiko dievaluasi berdasarkan tiga parameter utama, yaitu tingkat keparahan dampak (*severity*), frekuensi kemunculan (*occurrence*), dan kemungkinan kegagalan terdeteksi (*detection*). Proses analisis FMEA dilaksanakan melalui dua langkah utama, yakni perhitungan Risk Priority Number (RPN) untuk mengetahui nilai prioritas setiap risiko, serta evaluasi risiko guna menentukan kategori risiko berdasarkan tingkat urgensinya. Dengan cara ini, risiko yang memiliki potensi dampak besar dan sering terjadi dapat segera diidentifikasi untuk mendapatkan penanganan yang tepat.

4.4.1 Perhitungan Risk Priority Number (RPN)

Setelah Identifikasi risiko selesai dilakukan, akan dilanjutkan dengan penyusunan dan penyebaran kuesioner FMEA untuk mengetahui penilaian setiap risiko yang diberikan oleh ekspert yang mengacu pada kriteria *Severity*, *Occurence*, dan *Detection*. Hasil dari kuesioner tersebut akan dihitung menggunakan RPN untuk mendapatkan nilai rata-rata pada tiap sub risiko. Hasil kuesioner terdapat pada lampiran 10 (sepuluh) hingga 12 (dua belas). Berdasarkan Tabel 4.3 telah dilakukan perhitungan *Risk Priority Number* (RPN) terhadap masing masing sub risiko yang telah diisi oleh ekspert dan telah melalui proses perhitungan *severity*, *occurence*, dan *detection*. Perhitungan nilai *Risk Priority Number* (RPN) dapat dilakukan dengan persamaan yang tercantum pada rumus 2.1. Berikut ini ditampilkan contoh perhitungan Risk Priority Number (RPN) sebagai gambaran metode penilaian risiko yang digunakan dalam penelitian.

$$RPN = S \times O \times D$$

$$\text{Contoh perhitungan RPN (IN 1)} = 7,33 \times 8,66 \times 6,66 = 422,76$$

$$\text{Contoh perhitungan RPN (IN 2)} = 7 \times 7 \times 6,66 = 326,34$$

Perhitungan real dapat dilihat dalam tabel 4.3 yang merupakan sub risiko yang sudah dihitung menggunakan *Risk Periority Number* (RPN).

Tabel 4.3 Hasil Perhitungan RPN

Risiko	Kode Sub Risiko	Sub Risiko	S	O	D	RPN
Risiko Kegagalan Internal	IN 1	Filter oli yang kotor menyebabkan oli tidak tersaring dengan sempurna sehingga terjadi gesekan tinggi pada mesin.	7.33	8.66	6.66	422,76
	IN 2	Terjadi kerusakan pada <i>bearing</i> yang menyebabkan keausan pada as <i>turbocharger</i> .	7.00	7.00	6.66	326,34
	IN 3	Turbin yang mendorong gas buang mengalami kerusakan.	6.33	6.66	7.00	295.10
Risiko Kegagalan Internal	IN 4	<i>Intercooler</i> mengalami kebocoran, mesin mengalami <i>overhit</i> .	3.66	3.33	2.66	32.41
	IN 5	Perbaikan mesin kapal diluar jadwal saat ada kendala.	3.33	4.33	3.33	48.01
	IN 6	Penggantian oli mesin melampaui jadwal.	2.66	4.33	3.66	42.15
	IN 7	Pemakaian <i>sparepart</i> mesin dalam keadaan tidak layak pakai.	1.66	3.00	2.00	9.96
	IN 8	Kegagalan fungsi mesin kapal secara mendadak.	5.00	4.33	4.33	93.74
	IN 9	Pembengkakan biaya perbaikan mesin kapal.	7.00	8.00	7.66	428.96
Risiko Kegagalan Eksternal	EK 1	Suku cadang tidak tersedia atau <i>discontinue</i> .	4.33	4.33	4.00	74.99
	EK 2	Keterlambatan material suku cadang pada saat perawatan kapal.	3.33	2.66	3.33	29.50
	EK 3	Peningkatan harga suku cadang mesin kapal.	7.66	8.00	6.66	408.12
Risiko Kegagalan SDM	SDM 1	Jadwal perawatan mesin kapal tidak pada waktunya atau tidak <i>On time</i>	6.66	6.66	6.33	280.77
	SDM 2	Kurangnya kemampuan ABK dalam <i>maintenance</i> mesin kapal.	4.33	5.33	5.00	115.39
	SDM 3	Kelalaian ABK saat pemasangan atau penggantian <i>sparepart</i> mesin kapal.	5.66	6.00	4.66	158.25

Sumber : Pengolahan Data, 2025

Tabel diatas merupakan hasil perhitungan *Risk Priority Number* (RPN) yang digunakan untuk mengetahui tingkat prioritas suatu permasalahan pada tiap risiko yang akan di kelompokkan melalui evaluasi risiko.

4.4.2 Evaluasi Risiko

Pada tahap selanjutnya akan dilakukan evaluasi risiko dengan tujuan pemeringkatan sub risiko yang telah dihitung dalam perhitungan *Risk Priority Number* (RPN). Berikut pemeringkatan sub risiko yang tercantum dalam tabel 4.4 yang menunjukkan RPN mulai dari tertinggi hingga terendah.

Tabel 4.4 Hasil Pemeringkatan Sub Risiko

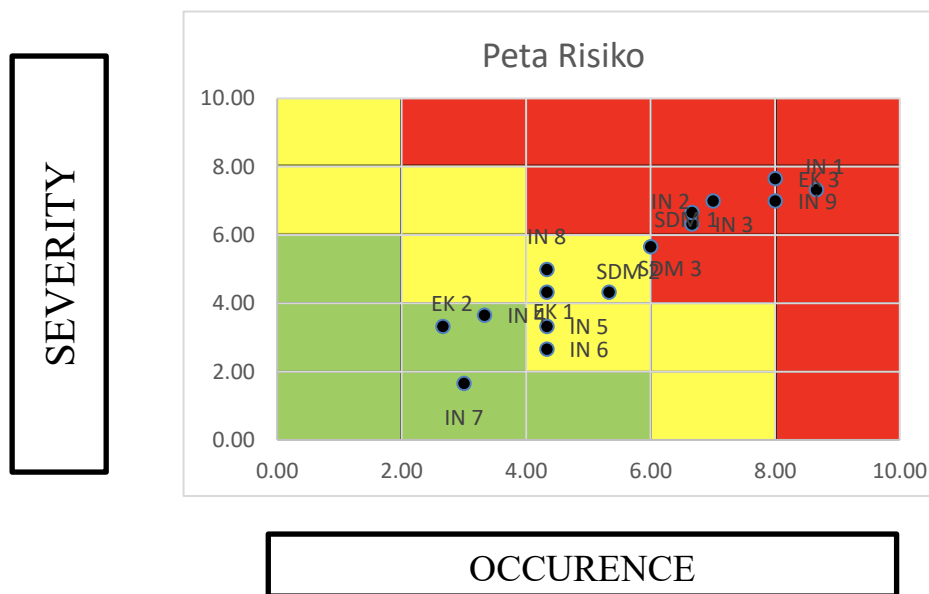
Kode Sub Risiko	Sub Risiko	RPN	Peringkat
IN 9	Pembengkakan biaya perbaikan mesin kapal.	428.96	1
IN 1	Filter oli yang kotor menyebabkan oli tidak tersaring dengan sempurna sehingga terjadi gesekan tinggi pada mesin.	422.76	2
EK 3	Peningkatan harga suku cadang mesin kapal.	408.12	3
IN 2	Terjadi kerusakan pada bearing yang menyebabkan keausan pada as <i>turbocharger</i> .	326.34	4
IN 3	Turbin yang mendorong gas buang mengalami kerusakan.	295.10	5
SDM 1	Jadwal perawatan mesin kapal tidak pada waktunya atau tidak <i>On time</i> .	280.77	6
SDM 3	Kelalaian ABK saat pemasangan atau penggantian <i>sparepart</i> mesin kapal.	158.25	7
SDM 2	Kurangnya kemampuan ABK dalam <i>maintenance</i> mesin kapal.	115.39	8
IN 8	Kegagalan fungsi mesin kapal secara mendadak.	93.74	9
EK 1	Suku cadang tidak tersedia atau <i>discontinue</i> .	74.99	10
IN 5	Perbaikan mesin kapal diluar jadwal saat ada kendala.	48.01	11
IN 6	Penggantian oli mesin melampaui jadwal.	42.15	12
IN 4	<i>Intercooler</i> mengalami kebocoran, mesin mengalami <i>overhit</i> .	32.41	13
EK 2	Keterlambatan material suku cadang pada saat perawatan kapal.	29.50	14
IN 7	Pemakaian <i>sparepart</i> mesin dalam keadaan tidak layak pakai.	9.96	15

Sumber : Pengolahan Data, 2025

Tabel diatas merupakan hasil pemeringkatan dari seluruh risiko berdasarkan perhitungan *Risk Priority Number* (RPN). Hasil tersebut akan diolah dengan pemetaan risiko yang bertujuan untuk mencari sub risiko prioritas dimana permasalahan tersebut akan dijadikan acuan dalam menentukan strategi mitigasi risiko yang tepat. Dari hasil perhitungan strategi itu nantinya diharapkan dapat mengurangi kejadian risiko yang ada selama proses *maintenance* kapal agar tidak terjadi pembengkakan biaya pada salah satu kapal di Perusahaan Pelayaran di Surabaya.

4.5 Pemetaan Risiko

Setelah melakukan perhitungan *Risk Priority Number* (RPN) pada seluruh sub risiko, akan dilanjutkan dengan pemetaan risiko dimana langkah ini bertujuan untuk mengelompokkan tingkat risiko dimulai dari *Low Risk*, *Medium Risk*, dan *High Risk*. Area *Low Risk* ditunjukkan dengan warna hijau, area *Medium Risk* ditunjukkan dengan warna kuning, dan area *High Risk* ditunjukkan dengan warna merah. Pada gambar 4.1 terdapat 15 risiko yang telah dipetakan atau dikelompokkan pada masing masing area.



Gambar 4. 1 Diagram Peta Risiko

Pada gambar 4.1 terdapat 6 sub risiko yang berada pada area *high risk* (warna merah) adalah sebagai berikut :

1. Filter oli yang kotor menyebabkan oli tidak tersaring dengan sempurna sehingga terjadi gesekan tinggi pada mesin (IN 1)
2. Terjadi kerusakan pada *bearing* yang menyebabkan keausan pada as *turbocharger* (IN 2)
3. Turbin yang mendorong gas buang mengalami kerusakan (IN 3)
4. Pembengkakan biaya perbaikan mesin kapal (IN 9)
5. Peningkatan harga suku cadang mesin kapal (EK 3)
6. Jadwal perawatan mesin kapal tidak pada waktunya atau tidak *Ontime* (SDM 1)

Enam sub risiko tersebut menjadi risiko prioritas yang akan ditinjaulanjuti dan dilakukan langkah strategi mitigasi yang tepat agar masalah tersebut tidak terulang kembali dan tidak menimbulkan pembengkakan biaya. Dengan adanya pemetaan risiko secara sistematis, perusahaan dapat memiliki panduan yang lebih jelas dalam mengendalikan potensi permasalahan di masa mendatang. Adapun rincian lengkap mengenai hasil pemetaan risiko dari seluruh sub kejadian risiko disajikan pada Tabel 4.5 sebagai dasar dalam merumuskan strategi perbaikan dan pencegahan yang berkelanjutan.

Tabel 4.5 Hasil Pemetaan Risiko

Risiko	Kode Sub Risiko	Sub Risiko	S	O	Kategori Risiko
Risiko Kegagalan internal	IN 1	Filter oli yang kotor menyebabkan oli tidak tersaring dengan sempurna sehingga terjadi gesekan tinggi pada mesin.	7.33	8.66	HIGH
	IN 2	Terjadi kerusakan pada <i>bearing</i> yang menyebabkan keausan pada <i>as turbocharger</i> .	7.00	7.00	HIGH
	IN 3	Turbin yang mendorong gas buang mengalami kerusakan.	6.33	6.66	HIGH
	IN 4	<i>Intercooler</i> mengalami kebocoran, mesin mengalami <i>overhit</i> .	3.66	3.33	LOW
Risiko Kegagalan Internal	IN 5	Perbaikan mesin kapal diluar jadwal saat ada kendala.	3.33	4.33	MEDIUM
	IN 6	Penggantian oli mesin melampaui jadwal.	2.66	4.33	MEDIUM
	IN 7	Pemakaian <i>sparepart</i> mesin dalam keadaan tidak layak pakai.	1.66	3.00	LOW
	IN 8	Kegagalan fungsi mesin kapal secara mendadak.	5.00	4.33	MEDIUM
	IN 9	Pembengkakan biaya perbaikan mesin kapal.	7.00	8.00	HIGH
Risiko Kegagalan Eksternal	EK 1	Suku cadang tidak tersedia atau <i>discontinue</i> .	4.33	4.33	MEDIUM
	EK 2	Keterlambatan material suku cadang pada saat perawatan kapal.	3.33	2.66	LOW
	EK 3	Peningkatan harga suku cadang mesin kapal.	7.66	8.00	HIGH
Risiko Kegagalan SDM	SDM 1	Jadwal perawatan mesin kapal tidak pada waktunya atau tidak <i>On time</i> .	6.66	6.66	HIGH
	SDM 2	Kurangnya kemampuan ABK dalam <i>maintenance</i> mesin kapal.	4.33	5.33	MEDIUM
	SDM 3	Kelalaian ABK saat pemasangan atau penggantian <i>sparepart</i> mesin kapal.	5.66	6.00	MEDIUM

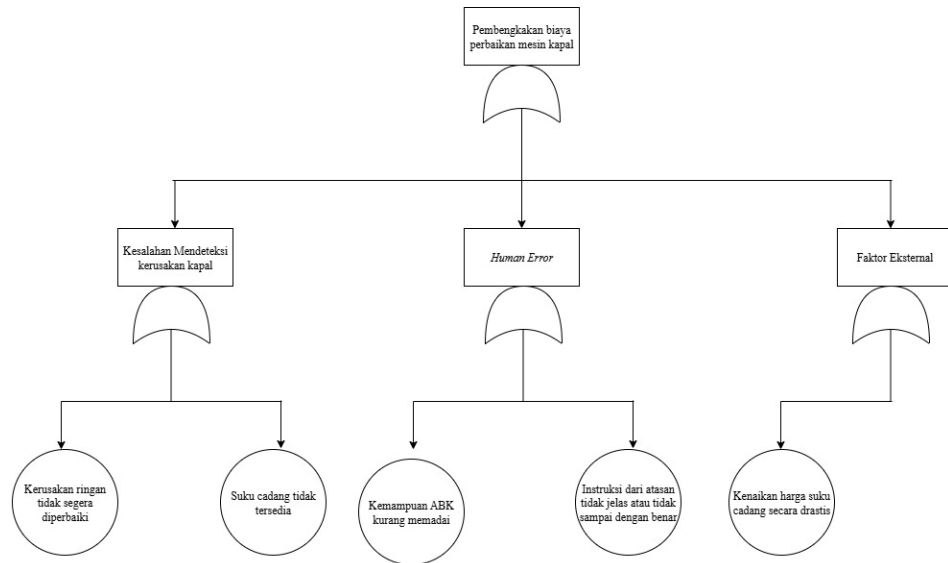
Sumber : Pengolahan Data, 2025

Tabel 4.5 menunjukkan ada 3 sub risiko yang masuk pada area *low risk*, 6 sub risiko pada area *medium risk*, dan 6 sub risiko pada area *high risk*. Pengelompokan tersebut dapat membantu perusahaan dalam menanggulangi permasalahan yang ada. Dalam tabel 4.5 area *low risk* menunjukkan bahwa tingkat *severity* dan *occurrence* rendah dimana perusahaan dapat melakukan perawatan atau pengawasan dalam jangka waktu yang panjang atau disebut juga dengan *annual evaluation*. Sedangkan pada area *medium risk*, perusahaan dapat melakukan pengawasan secara berkala atau disebut juga dengan *periodic*. Dan pada area *high risk*, perusahaan harus segera melakukan penanganan dengan cepat dan tepat agar permasalahan dapat diselesaikan atau disebut juga dengan *immediate action*.

4.6 Analisis Risiko Dengan Metode *Fault Tree Analysis* (FTA)

Pada Tabel 4.5 yang memuat hasil pemetaan risiko, diperoleh enam sub-risiko prioritas yang memiliki tingkat urgensi lebih tinggi dibandingkan dengan risiko lainnya. Keenam sub-risiko prioritas tersebut selanjutnya dijadikan fokus utama dalam tahap mitigasi risiko dengan menggunakan metode Fault Tree Analysis (FTA). Risiko-risiko prioritas ini dipilih sebagai acuan sekaligus ditetapkan sebagai Top Event, yang penentuannya dilakukan melalui proses wawancara lanjutan dengan para ahli atau ekspert di bidangnya. Dalam proses tersebut, para ekspert berperan penting untuk mengidentifikasi secara mendalam faktor-faktor yang memengaruhi timbulnya permasalahan pada masing-masing top event, sekaligus menelusuri akar penyebab yang mendasari terjadinya risiko tersebut. Selain itu, para ekspert juga memberikan masukan dalam bentuk rekomendasi atau usulan strategi mitigasi yang dinilai paling relevan, *aplikatif*, dan sesuai dengan karakteristik risiko yang dihadapi. Strategi mitigasi yang telah disusun dan disepakati tersebut kemudian dituangkan secara lebih rinci dalam Lampiran 13 (tiga belas) sebagai dokumen pendukung penelitian. Tahap analisis ini selanjutnya dilanjutkan dengan penyusunan diagram *Fault Tree Analysis* (FTA), yang berfungsi untuk memetakan secara sistematis hubungan antara *top event*, faktor penyebab, serta akar masalah yang berkontribusi terhadap terjadinya risiko.

1. Analisa Faktor dan Penyebab Pembengkakan Biaya Perbaikan Mesin Kapal
Pada gambar 4.2 adalah faktor dan akar penyebab pembengkakan biaya perbaikan mesin kapal menggunakan pohon *Fault Tree Analysis* (FTA).

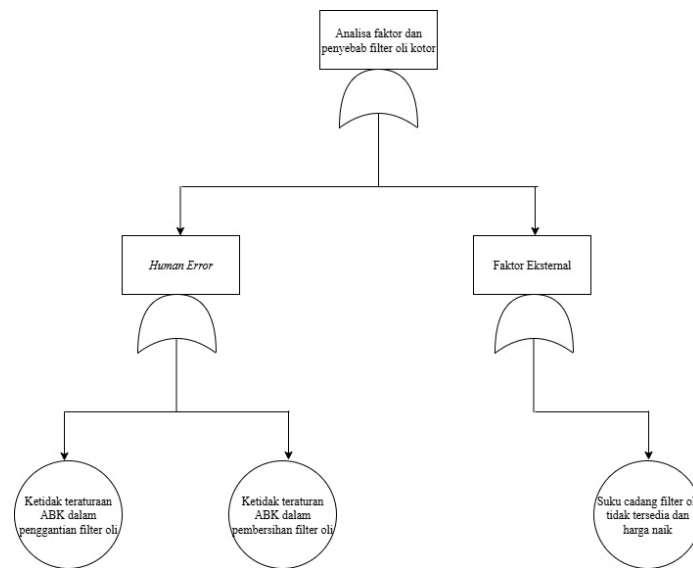


Gambar 4. 2 *Fault Tree Analysis* Sub Risiko IN 9

Pada Gambar 4.2 dapat diketahui bahwa faktor penyebab utama dari pembengkakan biaya perbaikan mesin kapal (A1) terdiri atas tiga aspek, yaitu kesalahan dalam mendeteksi kerusakan (B1), *human error* (B2), serta faktor eksternal (B3). Akar penyebab dari kesalahan dalam mendeteksi kerusakan pada mesin kapal adalah adanya kerusakan ringan yang tidak segera diatasi (C1) sehingga berkembang menjadi kerusakan yang lebih parah, serta ketersediaan suku cadang yang terbatas atau tidak tersedia tepat waktu (C2), yang menyebabkan proses perbaikan terhambat. Sementara itu, akar penyebab dari *human error* meliputi kemampuan dan keterampilan ABK yang kurang memadai (C3) dalam melaksanakan perawatan maupun perbaikan, serta instruksi dari atasan yang tidak jelas atau tidak tersampaikan dengan benar (C4), sehingga menimbulkan kesalahan dalam pengambilan keputusan teknis. Akar penyebab dari faktor eksternal adalah kenaikan harga material dan suku cadang secara drastis (C5).

2. Analisa Faktor dan Penyebab Filter Oli Kotor

Pada gambar 4.3 adalah faktor dan akar penyebab Filter Oli Kotor menggunakan pohon *Fault Tree Analysis* (FTA).

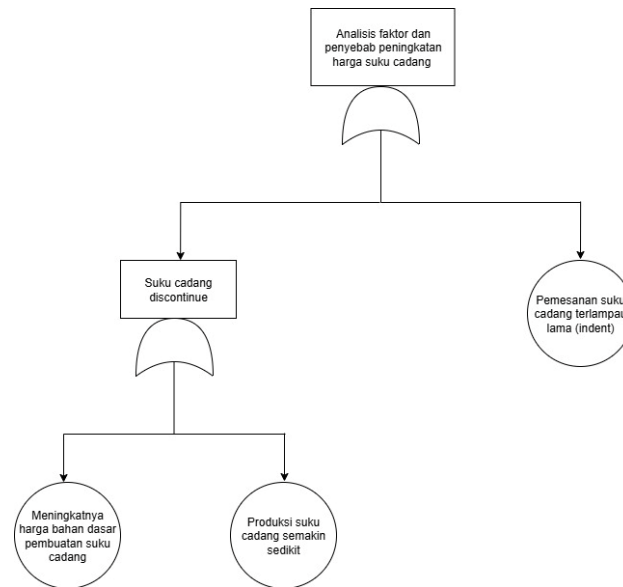


Gambar 4. 3 *Fault Tree Analysis* Sub Risiko IN 1

Pada Gambar 4.3 dapat diketahui bahwa faktor penyebab utama dari kondisi filter oli yang kotor (A1) terdiri atas dua aspek, yaitu *human error* (B1) dan faktor eksternal (B2). Akar penyebab dari human error dapat ditelusuri pada ketidakteraturan jadwal ABK dalam melakukan penggantian filter oli (C1) serta ketidakteraturan ABK dalam melakukan pembersihan filter oli (C2), yang menunjukkan adanya kelemahan dalam disiplin perawatan rutin. Sementara itu, akar penyebab dari faktor eksternal berasal dari ketersediaan suku cadang filter oli yang tidak terjamin serta fluktuasi harga suku cadang yang mengalami kenaikan (C3), sehingga berpengaruh terhadap keterlambatan perawatan. Kombinasi antara faktor human error dan faktor eksternal tersebut pada akhirnya mengakibatkan filter oli tidak terawat dengan baik, yang tidak hanya menimbulkan risiko penyumbatan dan kerusakan lanjutan pada sistem pelumasan mesin, tetapi juga berpotensi meningkatkan biaya operasional kapal serta menurunkan keandalan performa mesin secara keseluruhan dalam jangka panjang.

3. Analisa Faktor dan Penyebab Peningkatan Harga Suku Cadang

Pada gambar 4.4 adalah faktor dan akar penyebab Peningkatan Harga Suku Cadang menggunakan pohon *Fault Tree Analysis* (FTA).

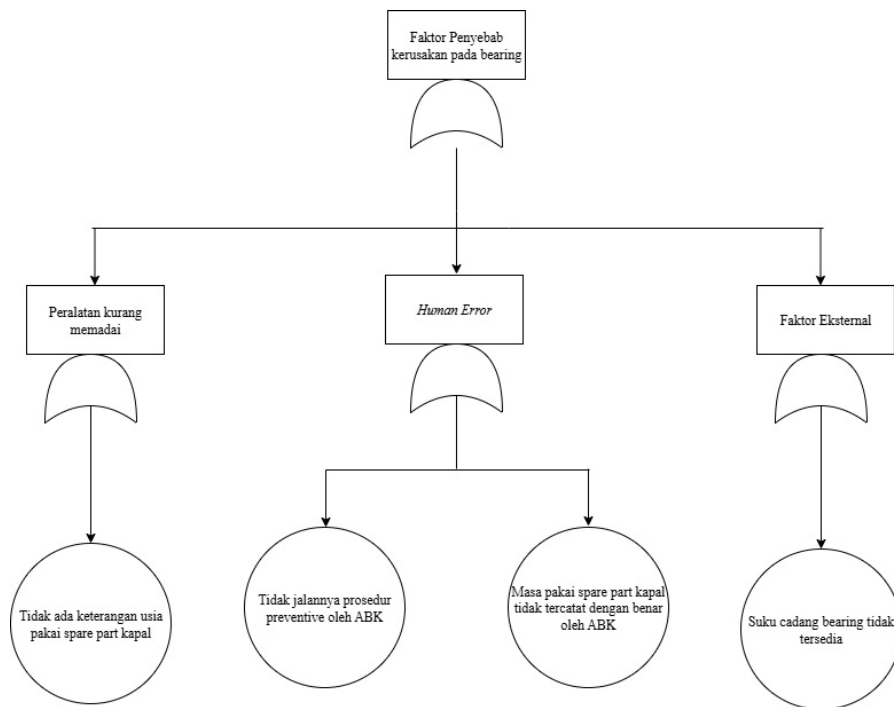


Gambar 4. 4 *Fault Tree Analysis* Sub Risiko EK 3

Pada Gambar 4.4 dapat diketahui faktor penyebab peningkatan harga suku cadang (A1) adalah suku cadang *discontinue* (B1). Akar penyebab dari suku cadang *discontinue* adalah meningkatnya harga bahan dasar suku cadang (C1), produksi suku cadang semakin sedikit (C2), dan pemesanan suku cadang terlampaui lama (*indent*) (C3). Kombinasi dari ketiga akar penyebab ini menjadikan keberlangsungan operasional semakin rentan terhadap peningkatan biaya, baik dari sisi perawatan rutin maupun saat terjadi kerusakan mendadak. Oleh karena itu, pemahaman terhadap hubungan sebab-akibat ini penting untuk merumuskan strategi mitigasi, seperti mencari alternatif pemasok, melakukan manajemen persediaan yang lebih baik, serta merencanakan perawatan secara lebih terjadwal agar dampak dari kenaikan harga suku cadang dapat diminimalisir.

4. Analisa Faktor dan Penyebab Kerusakan Pada *Bearing*

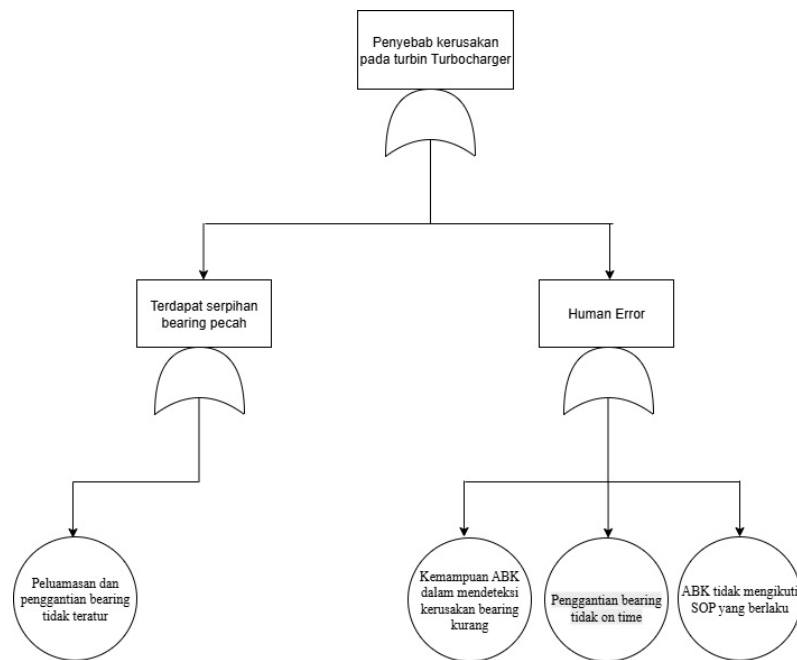
Pada gambar 4.5 adalah faktor dan akar penyebab kerusakan pada *bearing* menggunakan pohon *Fault Tree Analysis* (FTA).



Gambar 4. 5 *Fault Tree Analysis* Sub Risiko IN 2

Pada gambar 4.5 dapat diketahui faktor penyebab kerusakan pada *bearing* (A1) adalah peralatan kurang memadai (B1), *human error* (B2), dan faktor eksternal (B3). Akar penyebab dari peralatan kurang memadai adalah tidak ada keterangan usia pakai *spare part* kapal (C1). Akar penyebab dari *human error* adalah tidak jalannya prosedur perawatan *preventive* oleh ABK (C2), dan masa pakai *sparepart* kapal tidak tercatat dengan benar (C3), kemampuan dan pengetahuan ABK kurang memadai. Akar penyebab faktor eksternal adalah suku cadang *bearing* tidak tersedia (C4). Permasalahan tersebut dapat menghambat proses perawatan maupun penggantian ketika terjadi kerusakan. Kombinasi dari ketiga faktor tersebut menjadikan perawatan *bearing* tidak berjalan efektif, sehingga berpotensi meningkatkan risiko kerusakan berulang dan menurunkan kinerja sistem mesin secara keseluruhan.

5. Analisa Faktor dan Penyebab Kerusakan Pada Turbin *Turbocharger*
- Pada gambar 4.6 adalah faktor dan akar penyebab Kerusakan Pada Turbin *Turbocharger* menggunakan pohon *Fault Tree Analysis* (FTA).

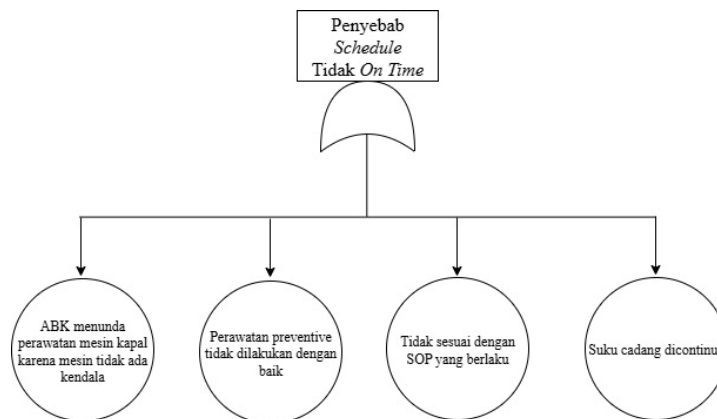


Gambar 4. 6 *Fault Tree Analysis* Sub Risiko IN 3

Pada Gambar 4.6 dapat diketahui bahwa faktor penyebab utama dari kerusakan pada *turbine turbocharger* (A1) terdiri atas dua aspek, yaitu adanya serpihan bearing yang pecah (B1) serta faktor *human error* (B2). Akar penyebab dari munculnya serpihan *bearing* yang pecah adalah pelumasan serta penggantian *bearing* yang tidak dilakukan secara teratur (C1), sehingga mempercepat keausan komponen dan menimbulkan kerusakan. Sementara itu, akar penyebab dari faktor *human error* meliputi keterbatasan kemampuan ABK dalam mendeteksi tanda-tanda awal kerusakan pada bearing (C2), keterlambatan dalam melakukan penggantian bearing yang tidak sesuai jadwal atau tidak tepat waktu (C3), serta kelalaian ABK dalam mengikuti prosedur standar operasional (SOP) yang telah ditetapkan (C4). Kombinasi antara faktor teknis berupa kerusakan *bearing* dan faktor *human error* tersebut berpotensi memperburuk kondisi turbocharger dan mengurangi efisiensi kerja mesin.

6. Analisa Faktor dan Penyebab *Schedule Tidak On Time*

Pada gambar 4.7 adalah faktor dan akar penyebab *Schedule Tidak On Time* menggunakan pohon *Fault Tree Analysis* (FTA).



Gambar 4. 7 *Fault Tree Analysis* Sub Risiko SDM 1

Pada Gambar 4.7 diketahui faktor penyebab schedule tidak on time (A1) adalah ABK menunda perawatan karena mesin masih bisa berjalan dan tidak ada kendala (C1), perawatan *preventive* tidak dilakukan dengan baik (C2), tidak sesuai SOP yang berlaku (C3). Suku cadang discontinue (C4).

4.7 Mitigasi Risiko

Mitigasi risiko ditentukan berdasar pada peta risiko dengan mempertimbangkan 2 kriteria yakni, *occurrence* pada sumbu x dan *severity* pada sumbu y. Selain itu, mitigasi risiko dilakukan dengan proses wawancara kepada ketiga ekspert yaitu Pimpro (Pimpinan *Project*), Mandor mesin, dan Mualim untuk menentukan langkah usulan mitigasi risiko yang paling tepat pada salah satu kapal penyeberangan disalah satu perusahaan Pelayaran di Surabaya. Pada tabel 4.5 terdapat 6 risiko prioritas yang masuk dalam kategori *high risk* yaitu Filter oli yang kotor menyebabkan oli tidak tersaring dengan sempurna sehingga terjadi gesekan tinggi pada mesin (IN 1), Terjadi kerusakan pada *bearing* yang menyebabkan keausan pada as turbocharger (IN 2), Turbin yang mendorong gas buang mengalami kerusakan (IN 3), Pembengkakan biaya perbaikan mesin kapal (IN 9), Peningkatan harga suku cadang mesin kapal (EK 3), dan Jadwal perawatan mesin kapal tidak pada waktunya atau tidak *On time* (SDM 1). Adapun langkah-langkah usulan

mitigasi risiko yang dirancang untuk mengatasi keenam risiko prioritas tersebut dijabarkan secara lebih rinci pada Tabel 4.8, yang sekaligus menjadi acuan dalam perencanaan strategi pencegahan dan perbaikan risiko operasional di masa mendatang.

Tabel 4.7 Langkah Mitigasi risiko

Kode Risiko	Top Event	Akar Penyebab	Strategi Mitigasi
IN 9	Pembengkakan biaya perbaikan mesin kapal.	<ul style="list-style-type: none"> • kerusakan ringan tidak segera diatasi (C1) • suku cadang yang tidak tersedia (C2) • kemampuan ABK kurang memadai (C3) • instruksi dari atasan tidak jelas atau tidak sampai dengan benar (C4) • kenaikan harga material dan suku cadang secara drastis (C5) 	<ul style="list-style-type: none"> • melakukan pengecekan secara rutin untuk mendeteksi kerusakan kecil. • Melakukan evaluasi terhadap ketersediaan suku cadang minimal satu bulan sebelum pemakaian. • Melakukan koordinasi dengan departemen keuangan perusahaan untuk mengantisipasi kenaikan harga <i>spare part</i>.
IN 1	Filter oli yang kotor menyebabkan oli tidak tersaring dengan sempurna sehingga terjadi gesekan tinggi pada mesin.	<ul style="list-style-type: none"> • ketidak teraturan jadwal ABK saat penggantian filter oli (C1) • ketidak teraturan ABK dalam pembersihan filter oli (C2) • suku cadang filter oli tidak tersedia dan harga naik (C3) 	<ul style="list-style-type: none"> • melakukan perencanaan secara teratur dan disiplin penggantian oli mesin untuk meningkatkan performa mesin kapal. • Melakukan evaluasi terhadap ketersediaan suku cadang minimal satu bulan sebelum pemakaian.
EK 3	Peningkatan harga suku cadang mesin kapal.	<ul style="list-style-type: none"> • meningkatnya harga bahan dasar suku cadang (C1) • produksi suku cadang semakin sedikit (C2) • pemesanan suku cadang terlampau lama (<i>indent</i>) (C3) 	<ul style="list-style-type: none"> • selalu berkoordinasi dengan suplier bahan dasar suku cadang untuk mengantisipasi kenaikan harga. • Mengecek ketersediaan barang pada vendor untuk mengantisipasi penggantian <i>spare part</i> yang dibutuhkan. • Melakukan antisipasi jangka waktu kedatangan spare part dan pemesanan <i>spae part</i> dengan koordinasi pada suplier.

Kode Risiko	Top Event	Akar Penyebab	Strategi Mitigasi
IN 2	Terjadi kerusakan pada bearing yang menyebabkan keausan pada as <i>turbocharger</i> .	<ul style="list-style-type: none"> • tidak ada keterangan usia pakai <i>spare part</i> kapal (C1) • tidak jalannya prosedur perawatan <i>preventive</i> oleh ABK (C2) • masa pakai sparepart kapal tidak tercatat dengan benar (C3) • suku cadang <i>bearing</i> tidak tersedia (C4) 	<ul style="list-style-type: none"> • selalu melakukan pencatatan dan perndataan secara rutin usia <i>spare part</i> dan kapan terpasangnya pada mesin kapal. • Melakukan evaluasi kepada seluruh ABK untuk mengikuti SOP yang berlaku. • Melakukan pendataan pada ruang <i>spare part</i> kelengkapan <i>spare part</i> dan bahan material yang dibutuhkan.
IN 3	Turbin yang mendorong gas buang mengalami kerusakan.	<ul style="list-style-type: none"> • pelumasan dan penggantian bearing tidak teratur (C1) • kemampuan ABK dalam mendeteksi kerusakan <i>bearing</i> kurang (C2) • penggantian <i>bearing</i> tidak <i>on time</i> (C3) • ABK tidak mengikuti SOP yang berlaku (C4). 	<ul style="list-style-type: none"> • Melakukan evaluasi pada bagian maintenance untuk mematuhi dan melaksanakan jadwal pelumasan secara rutin dan disiplin. • melakukan pelatihan untuk menambah pengetahuan dan skill terhadap ABK. • Rutin mengontrol ABK agar selalu melakukan kegiatan sesuai dengan SOP.
SDM 1	Jadwal perawatan mesin kapal tidak pada waktunya atau tidak <i>On time</i> .	<ul style="list-style-type: none"> • ABK menunda perawatan karena mesin masih bisa berjalan dan tidak ada kendala (C1) • perawatan <i>preventive</i> tidak dilakukan dengan baik (C2) • tidak sesuai SOP yang berlaku (C3) • Suku cadang <i>discontinue</i> (C4) 	<ul style="list-style-type: none"> • Melakukan evaluasi terhadap ABK agar tidak mengabaikan jadwal perawatan dan pemeliharaan kapal secara rutin, teratur, dan disiplin. • Mengingatkan pada seluruh ABK agar melakukan perawatan <i>preventive</i> secara menyeluruh agar tidak terjadi kendala saat operasional kapal. • Melakukan analisa dan penelitian untuk mencari persamaan spare part yang tidak lagi diproduksi (<i>discontinue</i>).

Sumber : Hasil Wawancara, 2025

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengolahan data pada bab sebelumnya, didapatkan kesimpulan, sebagai berikut :

1. Risiko yang terjadi pada proses perawatan mesin kapal (*Auxiliary Engine*) dimasukkan dalam 3 kategori risiko yaitu risiko kegagalan internal, risiko kegagalan eksternal, dan risiko kegagalan sdm. Dari proses wawancara dengan ketiga ekspert menghasilkan 15 risiko kejadian dengan 6 *high risk*, 6 *medium risk*, dan 3 *low risk*. Dari ke 3 (tiga) areka risiko, didapatkan 6 *high risk* yang dijadikan risiko prioritas dari permasalahan dalam penelitian ini.
2. *Basic event* yang terjadi dalam risiko prioritas pada salah satu kapal disalah satu Perusahaan Pelayaran di Surabaya adalah sebagai berikut:
 - a. Pembengkakan biaya perbaikan mesin kapal. (IN 9) dengan nilai RPN sebesar 428.96.
 - b. Filter oli yang kotor menyebabkan oli tidak tersaring dengan sempurna sehingga terjadi gesekan tinggi pada mesin. (IN 1) dengan nilai RPN sebesar 422.76.
 - c. Peningkatan harga suku cadang mesin kapal (EK 3) dengan nilai RPN sebesar 408.12.
 - d. Terjadi kerusakan pada *bearing* yang menyebabkan keausan pada as *turbocharger* (IN 2) dengan nilai RPN sebesar 326.34.
 - e. Turbin yang mendorong gas buang mengalami kerusakan (IN 3) dengan nilai RPN sebesar 295.10.
 - f. Jadwal perawatan mesin kapal tidak pada waktunya atau tidak *On time* (SDM 1) dengan nilai RPN sebesar 280.77.
3. Langkah mitigasi risiko yang dilakukan untuk mengantisipasi risiko prioritas yang terjadi adalah dengan menerapkan metode perawatan *preventive*, yaitu perawatan mesin secara berkala, tepat waktu dan disiplin tinggi agar tidak terjadi kerusakan yang dapat berakibat fatal terhadap

bagian bagian lain yang tidak terdampak.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran yang dapat saya berikan kepada perusahaan adalah sebagai berikut :

1. Melakukan antisipasi kerusakan pada mesin kapal dengan melakukan pendeteksian secara dini terhadap *sparepart* mesin kapal agar tidak terjadi gejala yang berkelanjutan.
2. Melakukan edukasi dan pelatihan terhadap ABK untuk meningkatkan pengetahuan dan kemampuan ABK dalam mengatasi kerusakan pada mesin kapal.
3. Bagi peneliti selanjutnya diharap dapat melakukan analisa terhadap departemen lainnya agar perusahaan dapat mengetahui keseluruhan risiko pada salah satu perusahaan Pelayaran di Surabaya.

DAFTAR PUSTAKA

- Aprianto, T., Setiawan, I., & Purba, H. H. (2021). *Implementasi metode Failure Mode and Effect Analysis pada Industri di Asia–Kajian Literature*. Matrik: **Jurnal Manajemen dan Teknik Industri Produksi**, 21(2), 165-174.
- Arifudin, O., Udin, W., & Rusmana, F. D. (2020). **Manajemen Risiko**. Widina Bhakti Persada Bandung, Bandung.
- Ananto, A. D. (2022). *Analisis Keterlambatan Perawatan Shaft Propeller dengan Metode FTA dan FMEA*. Skripsi, Program Studi Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.
- Arta, I Putu Sugih, dkk. (2021). **Manajemen Risiko**. Widina Bhakti Persada Bandung, Bandung.
- Asmara, R. G. (2022). *Analisa Kegagalan Sistem Bahan bakar Kapal Dengan Menggunakan Metode Preliminary Hazard Analysis(PHA) dan Fault tree analysis (FTA)*. Matrik : **Jurnal Teknik dan Sains Fakultas Teknologi Lingkungan dan Mineral**. Vol 3 No. 1, PP.34-39. Universitas Teknologi Sumbawa.
- Azhari, H., Ganap, J. G., & Nisah, F. A. (2024). Analisis Perawatan Mesin Kapal dengan Metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM) di PT Jasa Armada Indonesia Tbk. Industrika: **Jurnal Ilmiah Teknik Industri**, Vol. 8 No. 2, pp. 407–417. Universitas Teknologi Batam.
- Bancin S, G. K., Yudo, H., & Kiryanto. (2025). Analisis Keandalan Sistem Pelumasan Mesin Induk Kapal Menggunakan Metode Rantai Markov dan FMEA Berbasis Fuzzy. **Jurnal Teknik Perkapalan**, Vol. 13 No. 1, pp. 1–10. Universitas Diponegoro.
- Huda, A. M., & Basuki, M. (2023). *Penilaian Risiko Keterlambatan Pekerjaan Reparasi Kapal Bg. APC XVIII di PT. Gapura Shipyard*. *Ocean Engineering: Jurnal Ilmu Teknik dan Teknologi Maritim*, 2(3), 207-219.
- Irwan, I., Ilham, C. I., & Novrianti, N. (2023). *Analysis Of Injector Flowing On Auxiliary Engine On KMP. Portlink*. IWTJ: **International Water Transport Journal**, 5(1).
- Laksono, A., & Dwisetiono. (2021). Penyebab Kegagalan Sistem Pendingin Mesin Kapal Ikan (Engine Cooling System) di Kabupaten Lamongan. MIDSHIP: **Jurnal Teknik Perkapalan**, Vol. 4 No. 1, pp. 1–10. Universitas Muhammadiyah Surabaya.
- Madyantoro, H. I., Adib, A., Yaqin, R. I., Siahaan, J. P., & Barokah, B. (2022). *Penerapan Metode FMEA Dalam Perawatan Mesin Pendingin Kapal*

Penangkap Ikan (Studi Kasus: KM. Sinar Bayu Utama). **Aurelia Journal**, 4(1), 97-106.

Nainggolan, B. A., & Wulandari, L. M. C. (2021). *Analisis risiko operasional menggunakan metode FMEA di CV. Gamarends Marine Supply Surabaya*. **Proceedings of human centered intelligent technology**. A15-1.

Pibisono, A., Suprpto, S., & Ahya, R. (2020). *Analisis Kegagalan Maintenance Unit Produksi Menggunakan Metode FMEA dan FTA di PT. Saptaindra Sejati*. **Jurnal Aplikasi Ilmu Teknik Industri (JAPTI)**, 1(2), 1-10.

Ramadhan, R. F., Wanda, R., Nugraha, M. A. P., & Kelana, S. (2024). Analisis Perawatan Lub Oil pada Generator di Kapal KM. Tirta Samudra XXVIII. **Jurnal Cakrawala Bahari**, 7(1), 1–9. <https://doi.org/10.70031/jkb.v7i1.6>

Siahaan, J. P., Yaqin, R. I., Tumpu, M., Hermawan, A., Nugroho, S. D., Prakoso, B., Luthfiani, F., & Zein, L. A. S. (2025). *Implementation of Failure Mode and Effects Analysis in the Maintenance Strategy for the Main Engine Cooling System Pump of Fishing Vessels*. Kapal: **Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Kelautan**, Vol. 22 No. 1, pp. 1–10. Politeknik Kelautan dan Perikanan Dumai.

Silitonga, T., Arifin, M. D., & Faturachman, D. (2022). Analisa Prioritas Pemeliharaan Komponen General Service System Berdasarkan Efek & Tipe Kegagalan Menggunakan Metode FMEA. **Jurnal Sains & Teknologi Fakultas Teknik Universitas Darma Persada**, Vol. 12 No. 1, pp. 128–137. Universitas Darma Persada.

Sonong, S., Yunus, M. Y., Marhatang, M., Saini, M., Nawir, H., & Djalal, M. R. (2023). Pengaturan Jarak Bola (Sphere Gap) Pembangkitan Tegangan Tinggi Impuls Secara Semi Otomatis. **Jurnal JEETech**, 4(1), 1-8.

Wibowo, Agus. (2022). **Manajemen Resiko**. Yayasan Prima Agus Teknik, Semarang

Yaqin, R. I., Zamri, Z. Z., Siahaan, J. P., Priharanto, Y. E., Alirejo, M. S., & Umar, M. L. (2020). Pendekatan FMEA dalam Analisa Risiko Perawatan Sistem Bahan Bakar Mesin Induk: Studi Kasus di KM. Sidomulyo. **Jurnal Rekayasa Sistem Industri**, 9(3), 189-200.

Yusuf, Z. A. (2016). Analisa Perawatan Berbasis Risiko pada Sistem Pelumas KM. Lambelu. **Jurnal Riset Teknologi Kelautan (JRTK)**, Vol. 14 No. 1, pp. 1–10. Universitas Hasanuddin.

LAMPIRAN

Lampiran 1 : *Repair List*

Lampiran dibawah merupakan data Perusahaan berupa *repair list* pelaksanaan *Overhaul*.

Auxiliary Engine I (DAIHATSU 6 DL 16) kanan, jam kerja sesuai LKM tgl 21 Oktober 2022 3452 jam, estimasi jam kerja s/d dock bln September : 3923 jam	GENERAL OVERHOUL	PELAKSANA
a. Dilaksanakan pengukuran Clock deflection sebelum dan sesudah naik dock dengan pihak galangan.	1 set	T. Mesin + ABK
b. Pengambilan data ukur P maks & P Compressi sebelum dan sesudah dock	1 Unit	T. Mesin + ABK
c. Pelaksanaan general <i>overhaul</i> cyl. No.1 sd 6 dibuatkan laporan untuk dilaporkan ke BKI sebagai pemenuhan Rekomendasi	6 Set	T. Mesin + ABK
d. Check kondisi metal duduk dan metal jalan Cylinder No. 1 sd 6, dilaksanakan pengukuran & penggantian apabila hasil pengukuran melebihi limit	6 set	T. Mesin + ABK
e. Pengambilan data ukur liner, piston, ring piston, crankshaft, pocket metal jalan, apabila kondisi melebihi limit agar diganti baru	6 set	T. Mesin + ABK
f. Color cek crankpin jurnal, permukaan cyl head, conrod		T. Mesin + ABK
g. Bersihkan dan sekur intake valve dan exhaust valve		T. Mesin + ABK
h. Sekur starting valve		T. Mesin + ABK
i. Penggantian ring tembaga cylinder head no 1 sd 6	6 set	T. Mesin + ABK
j. Test pressure dan repair injector Cyl. No. 1 - 6	6 set	T. Mesin + ABK
k. Pengecekan ikatan mur & baut pondasi AE		T. Mesin + ABK

Auxiliary Engine I (DAIHATSU 6 DL 16) kanan, jam kerja sesuai LKM tgl 21 Oktober 2022 3452 jam, estimasi jam kerja s/d dock bln September : 3923 jam	GENERAL OVERHOUL	PELAKSA NA
l. Pengecekan ikatan baut pondasi trus block		T. Mesin +ABK
m. Dilaksanakan perawatan body ME yang sudah kusam ,dilaksanakan pengecatan ulang		T. Mesin + ABK
n. General Overhaul Turbo Charge jam kerja per tgl 07 Oktober 2022 = 8.418 jam, estimasi jam kerja s/d bln Desember = 8.918 jam	tipe RU 110	T. Mesin + ABK
o. Perawatan Boschpump Cyl. 1-6		T. Mesin + ABK
p. Inject grease pada bearing alternator		T. Mesin + ABK
q. Cleaning Alternator AE I dikarenakan kondisi sudah sangat kotor	1 Unit	Electriciant
Total biaya General <i>Overhaul Auxiliary Engine I</i> (Daihatsu 6 DL 16)Kanan : Rp.	148,435,56 8.00	


Lampiran 2 : Biaya pelaksanaan *feneran overhaul* pada mesin AE 1

Lampiran berikut merupakan rincian biaya pelaksanaan *general Overhaul* pada mesin AE 1.

<i>General Overhaul Turbocharger AE I Type, RU 120 A</i>					
Bulan September 2022, Operasional 8.918 jam					
No	ITEM	Qty	NOMINAL	PELAKSANA	
1	Penggantian Turbin <i>Wheel Assy</i>	1	28,052,600.00	T. Mesin + ABK	DLU
2	Penggantian Turbin <i>Shaft</i>	1	19,902,607.00	T. Mesin + ABK	DLU
3	Seal Piston Ring Set	1 set	3,850,000.00	T. Mesin + ABK	DLU
4	Penggantian <i>Wheel Shroud</i>	1	5,350,000.00	T. Mesin + ABK	DLU
5	Bearing + Ring + Snapring	2 set	4,600,000.00	T. Mesin + ABK	DLU
	Total Biaya		61,755,207.00		

Lampiran 3 : Formulir perzinan pengambilan data

Lampiran berikut merupakan formulir perizinan mengambil data perusahaan.

 PPNS	FORMULIR IJIN SURVEI DAN PENGAMBILAN DATA KE PERUSAHAAN	No. : F.WD1.008 Date : 02 Maret 2020 Rev. : 02 Page : 1 dari 1
---	--	---

JURUSAN : Teknik Bangunan Kapal
PROGRAM STUDI : D4 - Manajemen Bisnis

1. NAMA : Maulana Bintang Fajar
NRP : 1120040094

JUDUL TUGAS AKHIR : Analisa Pengaruh Kualitas Pelayanan dan Ketepatan Waktu terhadap Kepuasan Pengguna Jasa Kapal Penyeberangan (Studi Kasus Perusahaan Pelayaran di Surabaya)

TEMPAT SURVEI : PT. Dharma Lautan Utama

ALAMAT SURVEI : JL. Kanganan 3-5 Surabaya 60272

DATA YANG DISURVEI :

1. Laporan tahunan docking Kapal Dharma Kencana 3
2. Spesifikasi Kapal Dharma Kencana 3
3. Izin penyebaran kuisioner terkait analisis risiko maintenance kapal DKC 3 terkhusus department mesin
4. Laporan perawatan mesin AE Kapal Dharma Kencana 3
5. Data lain yang sewaktu – waktu dibutuhkan masa penelitian

Surabaya, 06 Februari 2024

Dosen Pembimbing I / II



Aditya Maharani, S.Si., M. T.
NIP. 198309152015042001

**Lampiran 4 : Formulir permohonan wawancara perusahaan
pelayaran**

PERMOHONAN WAWANCARA

Kepada Yth,

Bapak/Ibu Narasumber

Di PT. Dharma Lautan Utama

Dengan Hormat,

Perkenalkan saya Maulana Bintang Fajar, mahasiswa Manajemen Bisnis Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya. Sehubungan dengan penelitian tugas akhir saya yang berjudul **“Analisis Risiko Operasional Perawatan Berkala Pada *Auxiliary Engine* Untuk Mengurangi Peningkatan Biaya *Overhaul* Dengan Metode FMEA Dan FTA”**. Mohon dengan hormat kepada Bapak/Ibu bersedia meluangkan waktu kepada saya untuk melakukan wawancara.

Demikian atas perhatian dan kesediaan Bapak/Ibu menjadi narasumber, saya ucapkan banyak terimakasih. Partisipasi dan jawaban yang diberikan sangat berarti dan akan saya gunakan sebagai data pendukung dalam penyusunan Tugas Akhir saya.

Hormat Saya,

Maulana Bintang Fajar

Lampiran 5 : Formulir permohonan pengisian kuesioner perusahaan pelayaran

PERMOHONAN PENGISIAN KUESIONER

Kepada Yth,

Bapak/Ibu Responden

Di PT. Dharma Lautan Utama

Dengan Hormat,

Perkenalkan saya Maulana Bintang Fajar, mahasiswa Manajemen Bisnis Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, saat ini saya sedang menyusun tugas akhir dengan judul **“Analisis Risiko Operasional Perawatan Berkala Pada *Auxiliary Engine* Untuk Mengurangi Peningkatan Biaya *Overhaul* Dengan Metode FMEA Dan FTA”**.




Sehubungan dengan hal tersebut, dengan hormat saya mohon kesediaannya Bapak/Ibu agar berkenan mengisi kuesioner terlampir. Kuesioner ini sebagai alat bantu saya dalam mengidentifikasi risiko yang telah terjadi, sedang terjadi, dan mungkin terjadi pada proses perawatan mesin *Auxiliary Engine* secara berkala. Data dari kuesioner ini akan diolah dan dapat memberikan informasi lebih lanjut untuk menemukan mitigasi risiko dalam proses perawatan *Auxiliary Engine* secara berkala.

Demikian atas perhatian dan kesediaan Bapak/Ibu mengisi kuesioner ini saya ucapkan banyak terimakasih. Partisipasi dan jawaban yang diberikan sangat berarti dan akan saya gunakan sebagai data pendukung dalam penyusunan Tugas Akhir saya. Seluruh informasi yang diberikan akan saya jaga kerahasiaannya dan hanya akan digunakan untuk keperluan akademik.




Hormat Saya,


Maulana Bintang Fajar

Lampiran 6 : Dokumentasi Mesin Kapal pada perusahaan pelayaran

Dokumentasi Mesin Kapal	Keterangan
	<p>Kondisi mesin AE (<i>Auxiliary Engine</i>) saat <i>overhaul</i></p>
	<p>Kondisi mesin AE (<i>Auxiliary Engine</i>) saat normal (operasional)</p>
	<p>Kondisi mesin AE (<i>Auxiliary Engine</i>) saat normal (operasional)</p>

Lampiran 7 : Dokumentasi kondisi *Turbocharger* dan turbin pada perusahaan pelayaran

Dokumentasi Mesin Kapal	Keterangan
	<p>Kondisi sparepart mesin <i>Auxiliary Engine</i> (As / <i>Shaft</i>) tergerus oleh <i>bearing</i>.</p>
	<p>Kondisi <i>turbocharger</i> mesin <i>Auxiliary Engine</i>.</p>
	<p>Kondisi <i>turbine</i> gas buang mesin <i>Auxiliary Engine</i> (<i>Intercooler</i>).</p>

Dokumentasi Mesin Kapal	Keterangan
	<p>Kondisi sparepart mesin <i>Auxiliary Engine</i> (As / <i>Shaft</i>) tergerus oleh <i>bearing (in)</i>.</p>
	<p>Sparepart mesin <i>Auxiliary Engine</i> (Tromol / Cakram).</p>

Lampiran 8 : Dokumentasi proses wawancara penyusunan kuesioner dan validasi kuesioner



Lampiran 9 : Hasil wawancara penyusunan kuesioner (Pimpinan Project)

FORM WAWANCARA

Nama : STEVEN IRVANDO
 Jabatan : Pimpro
 Masa Bekerja : 12 th
 Tanggal Wawancara : 16 Juli 2025

Risiko	Kode Kejadian	Kejadian Risiko	S	TS	Keterangan
Risiko Kegagalan Interna	IN 1	Filter oli yang kotor, oli tidak tertaring sempurna terjadi gesekan yang tinggi pada mesin.	✓		Daftar obyek Filter
	IN 2	Kebocoran Lo Cooler, mesin mengalami <i>overhit</i> dan mesin berhenti karena panas yang tinggi.		✓	
	IN 3	Kebocoran pada pipa saluran bahan bakar.		✓	Jarang terjadi
	IN 4	Terjadi kegagalan fungsi <i>turbocarger</i> kapal.	✓		
	IN 5	Terjadi kerusakan pada <i>AC</i> mesin <i>turbocarger</i> .	✓		Motor & Rotor
	IN 6	Terjadi kerusakan pada <i>bearing</i> yang menyebabkan keausan pada <i>as turbocarger</i> .	✓		terjadi
	IN 7	Bagian lain yang terdampak akibat kerusakan pada <i>turbocarger</i> .	✓		
Tambahkan Ekspert	IN	<i>Sering - Penggantian oli mesin menggunakan Jolene</i>			
	IN	<i>Perbaikan mesin kapal</i>			
	IN	<i>dan lain jadwal saat ada tanda</i>			
	IN				
Risiko Kegagalan Eksternal	EK 1	Suku cadang tidak tersedia atau <i>discontinue</i> .	✓		
	EK 2	Keterlambatan material suku cadang pada saat perawatan kapal.	✓		
	EK 3	Peningkatan harga suku cadang mesin kapal.	✓		
Tambahkan Ekspert	EK				
	EK				

*Tambahan Eksternal
 Spare part → Siap, part yang rusak turun & Repair, part baru naik.*

	EK				
	EK				
	EK				
Risiko Kegagalan SDM	SDM 1	Kurangnya pelatihan pada ABK dalam merawat mesin AE kapal.	✓		✓ Pelatihan menggunakan
	SDM 2	Kesalahan pencatatan jadwal perawatan mesin kapal oleh ABK.	✓		
	SDM 3	Minimnya pelaksanaan perawatan <i>Preventive</i> pada mesin AE mengakibatkan ketidakaturan jadwal perawatan dan memperbesar peluang terjadinya kerusakan kritis.	✓		
Tambahkan Ekspert	SDM	<i>Walaupun mesin tidak ada kerusakan / lancar</i>			
	SDM	<i>Jadwal perawatan setiap tahun</i>			
	SDM				
	SDM				

Surabaya, 16 Juli 2025

(STEVEN I.)

Lampiran 10 : Hasil wawancara penyusunan kuesioner (Mandor Mesin)

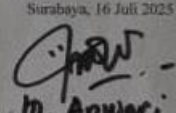
FORM WAWANCARA

Nama : Moh. Anwari
Jabatan : Mandor Mesin.
Masa Bekerja : 17 th.
Tanggal Wawancara : 16 - 7 - 25

Risiko	Kode Kejadian	Kejadian Risiko	S	TS	Keterangan
Risiko Kegagalan Interna	IN 1	Filter oli yang kotor, oli tidak tersaring sempurna terjadi gesekan yang tinggi pada mesin.	✓		
	IN 2	Kebocoran Lo Cooler, mesin mengalami <i>overhit</i> dan mesin berhenti karena panas yang tinggi.	✓		
	IN 3	Kebocoran pada pipa saluran bahan bakar.		✓	
	IN 4	Terjadi kegagalan fungsi <i>turbocharger</i> kapal.	✓		
	IN 5	Terjadi kerusakan pada Rotor <i>turbocharger</i> .	✓		
	IN 6	Terjadi kerusakan pada <i>bearing</i> yang menyebabkan krusakan pada as <i>turbocharger</i> .	✓		
	IN 7	Bagian lain yang terdampak akibat kerusakan pada <i>turbocharger</i> .		✓	Tidak ada.
Tambahkan Ekspert	IN				
	IN				
	IN				
	IN				
Risiko Kegagalan Eksternal	EK 1	Suku cadang tidak tersedia atau <i>discontinue</i> .		✓	ada, <i>indent</i>
	EK 2	Keterlambatan material suku cadang pada saat perawatan kapal.	✓		
	EK 3	Peningkatan harga suku cadang mesin kapal.	✓		
Tambahkan Ekspert	EK				
	EK				

	EK				
	EK				
	EK				
Risiko Kegagalan SDM	SDM 1	Kurangnya pelatihan pada ABK dalam merawat mesin AE kapal.		✓	
	SDM 2	Kesalahan pencatatan jadwal perawatan mesin kapal oleh ABK.		✓	
	SDM 3	Minimnya pelaksanaan perawatan <i>Preventive</i> pada mesin AE mengakibatkan ketidakaturan jadwal perawatan dan memperbesar peluang terjadinya kerusakan kritis.	✓		
	SDM	<i>skill mtc.</i>			
Tambahkan Ekspert	SDM				
	SDM				
	SDM				
	SDM				

Surabaya, 16 Juli 2025


(M. Anwari)

Lampiran 11 : Hasil wawancara penyusunan kuesioner (Mualim)

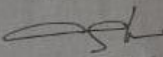
FORM WAWANCARA

Nama : Ahmad Asykar N.
 Jabatan : Mualim
 Masa Bekerja : 9 th
 Tanggal Wawancara : 16 Juli 2025

Risiko	Kode Kejadian	Kejadian Risiko	S	TS	Keterangan
Risiko Kegagalan Interna	IN 1	Filter oli yang kotor, oli tidak tersaring sempurna terjadi gesekan yang tinggi pada mesin.	✓		
	IN 2	Kebocoran Lo Cooler, mesin mengalami <i>overheat</i> dan mesin berhenti karena panas yang tinggi.	✓		
	IN 3	Kebocoran pada pipa saluran bahan bakar.		✓	tidak
	IN 4	Terjadi kegagalan fungsi <i>turbocharger</i> kapal.	✓		
	IN 5	Terjadi kerusakan pada Rotor <i>turbocharger</i> .	✓		
	IN 6	Terjadi kerusakan pada <i>bearing</i> yang menyebabkan keausan pada as <i>turbocharger</i> .	✓		
	IN 7	Bagian lain yang terdampak akibat kerusakan pada <i>turbocharger</i> .		✓	
Tambahkan Ekspert	IN	Jadwal ganti oli & filter oli			
	IN				
	IN				
	IN				
	IN				
Risiko Kegagalan Eksternal	EK 1	Suku cadang tidak tersedia atau <i>discontinue</i> .			
	EK 2	Keterlambatan material suku cadang pada saat perawatan kapal.	✓		
	EK 3	Peningkatan harga suku cadang mesin kapal.	✓		
Tambahkan Ekspert	EK	Pengencangan part mesin			
	EK	(Kurangnya teliti)			

	EK				
	EK				
	EK				
Risiko Kegagalan SDM	SDM 1	Kurangnya pelatihan pada ABK dalam merawat mesin AE kapal.	✓		
	SDM 2	Kesalahan pencatatan jadwal perawatan mesin kapal oleh ABK.		✓	
	SDM 3	Minimnya pelaksanaan perawatan <i>Preventive</i> pada mesin AE mengakibatkan ketidakteraturan jadwal perawatan dan memperbesar peluang terjadinya kerusakan kritis.		✓	
Tambahkan Ekspert	SDM	Jadwal pelatihan yg			
	SDM	terencana			
	SDM				
	SDM				
	SDM				

Surabaya, 16 Juli 2025


A. Asykar N.

Lampiran 10 : Hasil pengisian kuesioner (Pimpinan *Project*)

KUESIONER

Nama : STEVEN IRVANDO
 Jabatan : Pimpro
 Masa Kerja : 12 th.

Petunjuk pengisian :
 Berilah angka dengan skala 1-10 pada kolom :
 Dampak (*Severity*), Kejadian (*Occurence*), Deteksi (*Detection*) sesuai dengan parameter penilaian yang sudah dijelaskan.

Risiko	Kode Kejadian	Kejadian Risiko	S	O	D
Risiko Kegagalan Internal	IN 1	Filiter oli yang kotor, oli tidak tersaring sempurna terjadi gesekan yang tinggi pada mesin.	7	9	6
	IN 2	Terjadi kerusakan pada <i>bearing</i> yang menyebabkan keausan pada as <i>turbocharger</i> .	8	7	7
	IN 3	Turbin yang mendorong gas buang mengalami kerusakan.	7	7	8
	IN 4	<i>Intercooler</i> mengalami kebocoran, mesin mengalami <i>overhit</i> .	4	3	2
	IN 5	Perbaikan mesin kapal dituru jadwal saat ada kendala.	5	6	4
	IN 6	Penggantian oli mesin melampaui jadwal.	2	3	3
	IN 7	Pemakaian <i>sparepart</i> mesin dalam keadaan tidak layak pakai.	2	2	1
	IN 8	Kegagalan fungsi mesin kapal secara mendadak.	6	5	4
	IN 9	Pembengkakan biaya perbaikan mesin kapal.	7	8	9
Risiko Kegagalan Eksternal	EK 1	Suku cadang tidak tersedia atau <i>discontinue</i> .	3	4	4
	EK 2	Keterlambatan material suku cadang pada saat perawatan kapal.	3	4	3
	EK 3	Peningkatan harga suku cadang mesin kapal.	8	8	7
Risiko Kegagalan SDM	SDM 1	Jadwal perawatan mesin kapal tidak pada waktunya atau tidak <i>On time</i> .	6	6	7
	SDM 2	Kurangnya kemampuan ABK dalam <i>maintenance</i> mesin kapal.	3	4	5
	SDM 3	Kelalaian ABK saat pemasangan atau penggantian <i>sparepart</i> mesin kapal.	7	7	5

Noted : Semakin rendah skala, maka semakin mudah atau tidak berbahaya / berpengaruh pada proses operasional kapal. Namun, makin tinggi skala maka semakin berpengaruh pada proses operasional kapal dan peningkatan biaya.

Surabaya, 13 Agst 2021
STEVEN I

Lampiran 11 : Hasil pengisian kuesioner (Mandor Mesin)

KUESIONER

Nama : Moh. Anwar i

Jabatan : Mandor Mesin

Masa Kerja : 17 th.

Petunjuk pengisian :

Berilah angka dengan skala 1-10 pada kolom :

Dampak (Severity), Kejadian (Occurrence), Deteksi (Detection) sesuai dengan parameter penilaian yang sudah dijelaskan.

Risiko	Kode Kejadian	Kejadian Risiko	S	O	D
Risiko Kegagalan Internal	IN 1	Filter oli yang kotor, oli tidak tersaring sempurna terjadi gesekan yang tinggi pada mesin.	7	8	7
	IN 2	Terjadi kerusakan pada bearing yang menyebabkan keausan pada as turbocharger.	7	8	9
	IN 3	Turbin yang mendorong gas buang mengalami kerusakan.	6	7	9
	IN 4	Intercooler mengalami kebocoran, mesin mengalami overhit.	3	2	3
	IN 5	Perbaikan mesin kapal diluar jadwal saat ada kendala.	4	5	5
	IN 6	Penggantian oli mesin melampaui jadwal.	1	4	2
	IN 7	Pemakaian sparepart mesin dalam keadaan tidak layak pakai.	2	4	3
	IN 8	Kegagalan fungsi mesin kapal secara mendadak.	1	2	2
	IN 9	Pembengkakan biaya perbaikan mesin kapal.	8	8	7
Risiko Kegagalan Eksternal	EK 1	Suku cadang tidak tersedia atau <i>discontinue</i> .	3	3	2
	EK 2	Keterlambatan material suku cadang pada saat perawatan kapal.	5	2	4
	EK 3	Peningkatan harga suku cadang mesin kapal.	8	8	7
Risiko Kegagalan SDM	SDM 1	Jadwal perawatan mesin kapal tidak pada waktunya atau tidak <i>On time</i> .	7	7	6
	SDM 2	Kurangnya kemampuan ABK dalam <i>maintenance</i> mesin kapal.	5	6	5
	SDM 3	Kelalalan ABK saat pemasangan atau penggantian <i>sparepart</i> mesin kapal.	6	5	4

Noted : Semakin rendah skala, maka semakin mudah atau tidak berbahaya / berpengaruh pada proses operasional kapal. Namun, makin tinggi skala maka semakin berpengaruh pada proses operasional kapal dan peningkatan biaya.

Surabaya, 13 Agustus '25

(M. Anwar i)

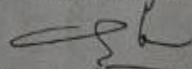
Lampiran 12 : Hasil pengisian kuesioner (Mualim)

KUESIONER

Nama : Ahmad Anykar N
 Jabatan : Mualim
 Masa Kerja : 9 th.
 Petunjuk pengisian :
 Berilah angka dengan skala 1-10 pada kolom :
 Dampak (*Severity*), Kejadian (*Occurrence*), Deteksi (*Detection*) sesuai dengan parameter penilaian yang sudah dijelaskan.

Risiko	Kode Kejadian	Kejadian Risiko	S	O	D
Risiko Kegagalan Internal	IN 1	Filter oli yang kotor, oli tidak tersaring sempurna terjadi gesekan yang tinggi pada mesin.	8	9	7
	IN 2	Terjadi kerusakan pada bearing yang menyebabkan kerusakan pada <i>as turbocharger</i> .	6	6	6
	IN 3	Turbin yang mendorong gas buang mengalami kerusakan.	6	6	6
	IN 4	<i>Intercooler</i> mengalami kebocoran, mesin mengalami <i>overhit</i> .	4	5	3
	IN 5	Perbaikan mesin kapal diluar jadwal saat ada kendala.	1	2	1
	IN 6	Penggantian oli mesin melampaui jadwal.	5	6	6
	IN 7	Pemakaian <i>sparepart</i> mesin dalam keadaan tidak layak pakai.	1	3	2
	IN 8	Kegagalan fungsi mesin kapal secara mendadak.	8	6	7
	IN 9	Peningkatan biaya perbaikan mesin kapal.	6	8	7
Risiko Kegagalan Eksternal	EK 1	Suku cadang tidak tersedia atau <i>discontinue</i> .	7	6	6
	EK 2	Keterlambatan material suku cadang pada saat perawatan kapal.	2	2	3
	EK 3	Peningkatan harga suku cadang mesin kapal.	7	8	6
Risiko Kegagalan SDM	SDM 1	Jadwal perawatan mesin kapal tidak pada waktunya atau tidak <i>On time</i> .	7	7	6
	SDM 2	Kurangnya kemampuan AHK dalam <i>maintenance</i> mesin kapal.	5	6	5
	SDM 3	Kelalaian AHK saat pemasangan atau penggantian <i>sparepart</i> mesin kapal.	4	6	5

Noted : Semakin rendah skala, maka semakin mudah atau tidak berbahaya / berpengaruh pada proses operasional kapal. Namun, makin tinggi skala maka semakin berpengaruh pada proses operasional kapal dan peningkatan biaya.

Surabaya, 13 Agt 25

 (A. Anykar)

Lampiran 13 : Hasil Wawancara Identifikasi Penyebab Risiko dan Usulan Strategi Mitigasi

No.	Pertanyaan	Jawaban
1.	Apa saja faktor penyebab pembengkakan biaya?	<ul style="list-style-type: none"> • Kerusakan ringan tidak segera diatasi oleh ABK karena menganggap mesin masih bisa berjalan. • Suku cadang yang dibutuhkan tidak tersedia. • Kemampuan ABK kurang dalam hal mendeteksi kesalahan secara dini. • Instruksi dari atasan tidak jelas atau tidak sampai dengan benar kepada ABK. • Kenaikan harga material dan suku cadang secara drastis
2.	Bagaimana usulan strategi mitigasi yang dapat dilakukan?	<ul style="list-style-type: none"> • Melakukan pengecekan secara rutin untuk mendeteksi kerusakan kecil. • Melakukan evaluasi terhadap ketersediaan suku cadang minimal satu bulan sebelum pemakaian. • Melakukan koordinasi dengan departemen keuangan perusahaan untuk mengantisipasi kenaikan harga <i>spare part</i>. • Melakukan evaluasi pada sistem perawatan kapal yang telah diimplementasikan.
3.	Apa saja faktor Filter oli yang kotor menyebabkan oli tidak tersaring dengan sempurna sehingga terjadi gesekan tinggi pada mesin?	<ul style="list-style-type: none"> • Ketidak teraturan jadwal ABK saat penggantian filter oli. • Ketidak teraturan ABK dalam pembersihan filter oli. • Suku cadang filter oli tidak tersedia dan harga naik.
4.	Bagaimana usulan strategi mitigasi yang dapat dilakukan?	<ul style="list-style-type: none"> • Secara teratur dan disiplin penggantian oli mesin untuk meningkatkan performa mesin kapal. • Melakukan evaluasi terhadap ketersediaan suku cadang minimal satu bulan sebelum pemakaian. • Saling mengingatkan antar sesama ABK untuk selalu mematuhi SOP yang ada.
5.	Apa saja faktor Peningkatan harga suku cadang mesin kapal?	<ul style="list-style-type: none"> • Meningkatnya harga bahan dasar suku cadang. • Produksi suku cadang semakin sedikit. • Pemesanan suku cadang terlampau lama (<i>indent</i>).
6.	Bagaimana usulan strategi mitigasi yang dapat dilakukan?	<ul style="list-style-type: none"> • Selalu berkoordinasi dengan suplier bahan dasar suku cadang untuk mengantisipasi kenaikan harga. • Mengecek keediaan barang ke vendor untuk mengantisipasi penggantian <i>spare part</i> yang dibutuhkan.

No.	Pertanyaan	Jawaban
		<ul style="list-style-type: none"> Melakukan antisipasi jangka waktu kedatangan <i>spare part</i> dan pemesanan <i>spae part</i> dengan koordinasi pada suplier.
7.	Apa saja faktor penyebab Terjadi kerusakan pada bearing yang menyebabkan keausan pada as <i>turbocharger</i> ?	<ul style="list-style-type: none"> Tidak ada keterangan usia pakai pada <i>spare part</i> kapal. Prosedur perawatan <i>preventive</i> tidak dijalankan dengan baik oleh ABK . Masa pakai <i>sparepart</i> kapal tidak tercatat dengan benar . Suku cadang <i>bearing</i> tidak tersedia.
8.	Bagaimana usulan strategi mitigasi yang dapat dilakukan?	<ul style="list-style-type: none"> Selalu melakukan pencatatan dan perndataan secara rutin usia <i>spare part</i> dan kapan terpasangnya pada mesin kapal. Melakukan evaluasi kepada seluruh ABK untuk mengikuti SOP yang berlaku. Melakukan pendataan pada ruang <i>spare part</i> kelengkapan <i>spare part</i> dan bahan material yang dibutuhkan.
9.	Apa saja faktor penyebab Turbin yang mendorong gas buang mengalami kerusakan.	<ul style="list-style-type: none"> Pelumasan dan penggantian bearing tidak teratur. Kemampuan ABK dalam mendeteksi kerusakan <i>bearing</i> kurang. Penggantian <i>bearing</i> tidak <i>on time</i>. ABK tidak mengikuti SOP yang berlaku.
10.	Bagaimana usulan strategi mitigasi yang dapat dilakukan?	<ul style="list-style-type: none"> Melakukan evaluasi pada bagian maintenance untuk mematuhi dan melaksanakan jadwal pelumasan secara rutin dan disiplin. Melakukan pelatihan untuk menambah pengetahuan dan skill terhadap ABK. Rutin mengontrol ABK agar selalu melakukan kegiatan sesuai dengan SOP. Selalu melakukan pencatatan dan perndataan secara rutin usia <i>spare part</i> dan kapan terpasangnya pada mesin kapal.
11.	Apa saja faktor Jadwal perawatan mesin kapal tidak pada waktunya atau tidak <i>Ontime</i>	<ul style="list-style-type: none"> ABK menunda perawatan karena mesin masih bisa berjalan dan tidak ada kendala. Perawatan <i>preventive</i> tidak dilakukan dengan baik. Tidak sesuai SOP yang berlaku. Suku cadang <i>discontinue</i>.
12.	Bagaimana usulan strategi mitigasi yang dapat dilakukan?	<ul style="list-style-type: none"> Melakukan evaluasi terhadap ABK agar tidak mengabaikan jadwal perawatan dan pemeliharaan kapal secara rutin, teratur, dan disiplin.

No.	Pertanyaan	Jawaban
		<ul style="list-style-type: none"> • Mengingatkan pada seluruh ABK agar melakukan perawatan preventive secara menyeluruh agar tidak terjadi kendala saat operasional kapal. • Melakukan analisa dan penelitian untuk mencari persamaan spare part yang tidak lagi diproduksi (<i>discontinue</i>).

Pimpinan Project

(.....)

Lampiran 14 : Form *Maintenance* Mesin Kapal

NAMA KAPAL :		TAHUN :		
No.	Jenis	Berkala	Pemeriksaan Terakhir	Pemeriksaan Selanjutnya
MESIN INDUK NO.1				
1	Bed Plate dan Column	6 bulan setelah konstruksi (pertama) dan selanjutnya setahun sekali		
2	Crank case	Sesuai dengan kebutuhan/tiap 1500 jam		
3	Piston	Sesuai manual book (saat naik dok) Setiap 3 bulan atau sesuai kebutuhan Setiap 5 tahun (saat dok CSM) Kurang lebih setiap 20.000 jam (saatdok sesuai kebutuhan)		
4	Cylinder Cover	Kurang lebih setiap 20.000 jam (saat dok/CMS)		
5	Cylinder Liner	Sesuai kebutuhan/ CMS batas maksimum 5/1000 x dia		
6	Exhaust Valve	Pada waktu pemeliharaan		
7	Starting Valve	Pada waktu pemeliharaan		
8	Fuel Valve	Pada waktu pemeliharaan		
9	Relief Valve	Pada waktu pemeliharaan		
10	Indicator Valve	Sesuai kebutuhan		
11	Fuel Pump	Setiap 4 sampai 5 tahun		
12	Governor dikerjakan oleh Expert	Setiap 5 tahun (saat naik dok/CMS)		
13	Main Bearing	Setiap 5 tahun (saat naik dok/CMS)		
14	Crankpin bearing	Setiap 5 tahun (saat naik dok/CMS)		
15	Turbo Charger	Pada waktu pemeliharaan		
16	LO Sump Tank	Saat naik dok hasil laboratorium test		
17	Remote maneuvering System (dikerjakan oleh Expert)	Setiap 2.5 tahun saat naik dok		
MESIN INDUK NO.2				
1	Bed Plate dan Column	6 bulan setelah konstruksi (pertama) dan selanjutnya setahun sekali		
2	Crank case	Sesuai dengan kebutuhan/tiap 1500 jam		
3	Piston	Sesuai manual book (saat naik dok) Setiap 3 bulan atau sesuai kebutuhan Setiap 5 tahun (saat dok CSM) Kurang lebih setiap 20.000jam (saat dok sesuai kebutuhan)		
4	Cylinder Cover	Kurang lebih setiap 20.000 jam (saat dok/CMS)		
5	Cylinder Liner	Sesuai kebutuhan/ CMS batas maksimum 5/1000 x dia		
6	Exhaust Valve	Pada waktu pemeliharaan		
7	Starting Valve	Pada waktu pemeliharaan		
8	Fuel Valve	Pada waktu pemeliharaan		
9	Relief Valve	Pada waktu pemeliharaan		
10	Indicator Valve	Sesuai kebutuhan		
11	Fuel Pump	Setiap 4 sampai 5 tahun		
12	Governor dikerjakan	Setiap 5 tahun (saat naik dok/CMS)		

Lamjutan lampiran 14

MESIN DIESEL GENERATOR NO.1				
1	Crank case	Setiap penggantian lube oil carter		
2	Piston	Setiap 7000 jam / waktu dok		
3	Cylinder cover	Setiap 3500 jam injector setiap 500 jam		
4	Governor	Setiap 10000 jam		
5	Attached Cooler	Sesuai kebutuhan setiap 6 bulan		
6	Attached Pump	Setiap CMS		
7	Sump Tank	Setiap CMS		
8	Turbo Charger*	Setiap 7500 – 15000 jam		
9	Lube Oil **	Setiap 1500 jam atau waktu pemeriksaan terurai		
MESIN DIESEL GENERATOR NO.2				
1	Crank case	Setiap penggantian lube oil carter		
2	Piston	Setiap 7000 jam / waktu dok		
3	Cylinder cover	Setiap 3500 jam injector setiap 500 jam		
4	Governor	Setiap 10000 jam		
5	Attached Cooler	Sesuai kebutuhan setiap 6 bulan		
6	Attached Pump	Setiap CMS		
7	Sump Tank	Setiap CMS		
8	Turbo Charger*	Setiap 7500 – 15000 jam		
9	Lube Oil **	Setiap 1500 jam atau waktu pemeriksaan terurai		

BIODATA PENULIS



Nama	: Maulana Bintang Fajar
NRP	: 11200400094
Program Studi	: D4 – Manajemen Bisnis, Teknik Bangunan Kapal
Tempat, tanggal Lahir	: Surabaya, 01 Juni 2002
Alamat	: Ngagel Dadi III, No. 14, Surabaya
No. Telp	: +62895340105758
Email	: maulanabintangfajar01@gmail.com
Riwayat Pendidikan	SDN Ngagel Rejo II (2009 – 2014) SMPN 12 Surabaya (2014 – 2017) SMAN 18 Surabaya (2017 – 2020) Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya (2020 – 2025)