

**IDENTIFIKASI PERMASALAHAN *SLIDING BOWL*
PADA *FUEL OIL PURIFIER* DI MT CAPELLA
DENGAN METODE *FAULT TREE ANALYSIS***



Disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan
Program Pendidikan dan pelatihan pelaut diploma IV pelayaran

AKBAR PRASETYA
NIT. 08.20.005.1.10

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA
PERMESINAN KAPAL**

**PROGRAM DIPLOMA – IV PELAYARAN
POLITEKNIK PELAYARAN SURABAYA
TAHUN 2025**

**IDENTIFIKASI PERMASALAHAN *SLIDING BOWL*
PADA *FUEL OIL PURIFIER* DI MT CAPELLA
DENGAN METODE *FAULT TREE ANALYSIS***



Disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan
Program Pendidikan dan pelatihan pelaut diploma IV pelayaran

AKBAR PRASETYA
NIT. 08.20.005.1.10

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA
PERMESINAN KAPAL**

**PROGRAM DIPLOMA – IV PELAYARAN
POLITEKNIK PELAYARAN SURABAYA
TAHUN 2025**

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Akbar Prasetya

Nomor Induk Taruna : 08.20.005.1.10

Program Studi : Diploma IV Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal

Menyatakan bahwa KIT yang saya tulis dengan judul :

“IDENTIFIKASI PERMASALAHAN SLIDING BOWL PADA FUEL OIL PURIFIER DI KAPAL MT CAPELLA DENGAN METODE FAULT TREE ANALYSIS”

Merupakan karya asli seluruh ide yang ada dalam KIT tersebut, kecuali tema yang saya nyatakan dengan kutipan, merupakan ide dari saya sendiri.

Jika pernyataan diatas terbukti tidak benar, maka saya bersedia menerima sanksi yang ditetapkan oleh Politeknik Pelayaran Surabaya.

Surabaya, 12 Februari 2025



AKBAR PRASETYA

NIT.08.20.005.1.10

PERSETUJUAN SEMINAR HASIL

KARYA ILMIAH TERAPAN

Judul : **IDENTIFIKASI PERMSALAHAN *SLIDING BOWL* PADA
FUEL OIL PURIFIER DI MT CAPELLA DENGAN METODE
*FAULT TREE ANALYSIS***

Nama Taruna : AKBAR PRASETYA

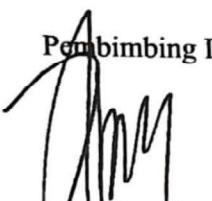
Nomor Induk Taruna : 08.20.005.1.10

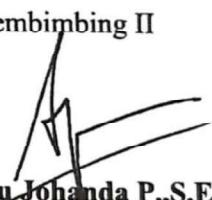
Program Studi : Diploma IV Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal

Dengan ini dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diseminarkan.

Surabaya,7 November.....2024

Menyetujui,

Pembimbing I

(Muhammad Darwis, M.Mar.E.)
Penata Muda Tk1 (III/d)
NIP. 197501271998081001

Pembimbing II

(Dr. Indah Ayu Johanda P.,S.E.,M.Ak.)
Pembina (IV/a)
NIP . 198609022009122001

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknika
Politeknik Pelayaran Surabaya


(Monika Retno Gunarti, M.Pd,M.Mar.E.)
Penata Tk. I (III/d)
NIP.197605282009122002

PENGESAHAN KARYA ILMIAH TERAPAN
IDENTIFIKASI PERMASALAHAN *SLIDING BOWL* PADA FUEL OIL
PURIFIER DI KAPAL MT CAPELLA DENGAN METODE
FAULT TREE ANALYSIS

Disusun Dan Diajukan Oleh :

AKBAR PRASETYA

NIT. 08.20.005.1.10

Program Studi Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal

Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian KIT

Pada tanggal, 12 Februari 2025

Pengaji I

Shofa Dai Robbi, S.T, M.T.
Penata (III/c)
NIP. 198203022006041001

Menyetujui
Pengaji II

Muhammad Darwis, M.Mar.E.
Penata Tk.I (III/d)
NIP. 197501271998081001

Pengaji III

Dr. Indah Ayu Johanca P., S.E., M.Ak.
Pembina (IV/a)
NIP. 198609022009122001

Mengetahui

Ketua Program Studi D-IV Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal
Politeknik Pelayaran Surabaya

Dr. Antonius Edy Kristiyono, M.Pd., M.Mar.E.
Penata Tk.I (III/d)
NIP. 196905312003121001

KATA PENGANTAR

Penuh rasa syukur, saya mengucapkan terima kasih kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala karunia dan rahmat-Nya, yang telah memungkinkan saya untuk menyelesaikan penulisan Skripsi ini tepat waktu. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Diploma IV di Politeknik Pelayaran Surabaya.

Pada kesempatan ini, saya ingin mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan dan bantuan dalam kelancaran proses penyusunan skripsi ini, sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik.:

1. Bapak Moejiono, M.T., M. Mar. E. selaku Direktur Politeknik Pelayaran Surabaya.
2. Ibu Monika Retno Gunarti, S.Si. T., M.Pd. selaku kepala jurusan Teknika Pelayaran Surabaya.
3. Bapak M.Darwis, S.T., M.Mar.E. selaku dosen pembimbing I yang selalu memberi petunjuk.
4. Dr. Indah Ayu Johanda Putri, S.E,M.Ak. selaku dosen pembimbing II yang juga turut memberi arahan dan bimbingan.
5. Kedua orang tua saya yang selalu memberikan dukungan doa, moral dan material.
6. Teman teman yang selalu mendukung dan membantu saya.

Saya menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penulisan KIT ini. Kritik dan saran yang membangun sangat di harapkan dan semoga penelitian ini akan bermanfaat bagi semua pihak.

Surabaya,.....

AKBAR PRASETYA

ABSTRAK

AKBAR PRASETYA, Identifikasi Penyebab Tidak Bergeraknya *Sliding Bowl* pada *Fuel oil Purifier* di kapal MT. Capella Dibimbing oleh M. Darwis, S.T., M. Mar. E. dan II. Dibimbing Dr. Indah Ayu Johanda Putri,S. E., M. AK.

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi penyebab terhentinya pergerakan Sliding Bowl pada Fuel Oil Purifier. Purifier di kapal merupakan salah satu peralatan pendukung yang memiliki peranan sangat penting dalam memisahkan bahan bakar dari air, lumpur, dan kotoran lainnya. Penggunaan bahan bakar yang bersih bertujuan untuk mendukung proses pembakaran yang optimal pada mesin generator dan mengurangi potensi kerusakan pada mesin akibat penggunaan bahan bakar yang tercemar..

Penulis menggunakan metode *Fault Tree Analysis* untuk menganalisis data dalam skripsi. Metode ini menampilkan semua kejadian yang mungkin menyebabkan kerusakan kapal. Sebuah pohon menunjukkan kegagalan dalam proses purifikasi, seperti kegagalan Sliding Bowl yang tidak bergerak atau kerusakan pada *Fuel Oil Purifier* yang terjadi selama proses purifikasi.

Data yang diperoleh dari penelitian ini menunjukkan bahwa penyebab tidak bergeraknya *Sliding Bowl* pada *Fuel Oil Purifier* adalah *kurangnya tekanan air yang menuju purifier*. Kebuntuan pada pipa suplai air berdampak buruk terhadap kerja dari *purifier*. Hal ini ditandai dengan tidak normalnya proses pemurnian pada *Fuel Oil Purifier* yang mengakibatkan proses *desludging* atau biasa disebut pembuangan kotoran hasil sisa purifikasi ke dalam *sludge tank* tidak terjadi sehingga banyak air yang ikut tercampur ke dalam tangki harian atau *service tank*. Untuk mengatasi permasalahan di atas cara melakukan pengoperasian harus sesuai dengan prosedur ataupun instruksi *manual book*. Pada saat perawatan *purifier* selalu melakukan pengecekan dan pembersihan di *water block* dan selalu lakukan pengecekan tekanan di lokasi *fresh water hydrophore tank*. Apabila terjadi kebuntuan pada pipa suplai air tawar maka segera dilakukan pembongkaran pipa dan dibersihkan dikarenakan kebuntuan dan kerak yang terjadi di dalam pipa suplai air tawar disebabkan oleh jam kerja atau perawatan yang kurang diperhatikan.

Kata Kunci : *Sliding Bowl, Fuel Oil Purifier, Water Block, Tekanan Air Tawar*

ABSTRACT

AKBAR PRASETYA, Identify the causes of the sliding bowl not moving on the fuel oil purifier on the MT ship. Capella Supervised by M. Darwis, S.T., M. Mar. E. and II. Supervised by Dr. Indah Ayu Johanda Putri, S. E., M. AK.

This research aims to identify the cause of the Sliding Bowl malfunction on the Fuel Oil Purifier. A purifier on a ship is an essential piece of auxiliary equipment that plays a crucial role in separating fuel from water, sludge, and dirt. Using clean fuel is intended to promote efficient combustion in the generator engine and help minimize engine damage caused by the use of contaminated fuel..

The method used by the author to analyze the data in the thesis is the Fault Tree Analysis method. This method describes all events that occurred or that might cause damage to the ship. This is explained by creating a failure tree for the Sliding Bowl not moving or damage to the Fuel Oil Purifier in the purification process.

The data obtained from this research shows that the cause of the Sliding Bowl not moving on the Fuel Oil Purifier is the lack of water pressure going to the purifier. A deadlock in the water supply pipe has a negative impact on the work of the purifier. This is characterized by the abnormality of the refining process in the Fuel Oil Purifier which results in the desludging process or what is usually called the disposal of residual purification waste into the sludge tank, which does not occur so that a lot of water is mixed into the daily tank or service tank. To overcome the above problems, the operation method must be in accordance with the procedures or instruction manual book. When maintaining the purifier, always check and clean the water block and always check the pressure at the location of the fresh water hydrophore tank. If a deadlock occurs in the fresh water supply pipe, the pipe must be dismantled immediately and cleaned because the deadlock and crusting that occurs in the fresh water supply pipe is caused by working hours or lack of attention to maintenance.

Key Words : *Sliding Bowl, Fuel Oil Purifier, Water Block, Fresh Water Pressure*

DAFTAR ISI

JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN	ii
PERSETUJUAN SEMINAR	iii
PENGESAHAN	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
DAFTAR ISI	viii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. LATAR BELAKANG	1
B. RUMUSAN MASALAH	7
C. TUJUAN PENELITIAN	7
D. MANFAAT PENELITIAN.....	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	10
A. REVIEW PENELITIAN SEBELUMNYA	10
B. LANDASAN TEORI	12
1. Pengertian Purifier	12
2. Sliding Bowl pada Purifier.....	13
3. Prinsip Kerja Purifier	14
4. Komponen – Komponen Fuel Oil Purifier.....	16
5. Prosedur Pengoperasian Purifier	21
6. Keuntungan dan Kerugian Fuel Oil Purifier	22
7. Objek Penulisan	24

C. Kerangka Pikir Penelitian.....	26
BAB III METODE PENELITIAN.....	28
A. JENISPENELITIAN	28
B. LOKASIDANWAKTUPENELITIAN	32
C. SUMBERDATA	32
D. TEKNIKANALISISDATA	36
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	41
A. Gambaran Umum Objek Penelitian	41
B. Hasil Penelitian.....	43
1. Penyajian Data	43
2. Analisis Hasil Penlitian	44
C.Pembahasan	47
BAB V PENUTUP.....	58
A. Kesimpulan	58
B. Saran	59
DAFTAR PUSTAKA	65
LAMPIRAN.....	65

BAB I **PENDAHULUAN**

A. LATAR BELAKANG

Pertumbuhan ekonomi yang pesat di berbagai sektor, termasuk perdagangan, memiliki dampak signifikan terhadap perekonomian suatu negara. Sarana transportasi, yang juga dikenal sebagai alat transportasi, memegang peran penting dalam proses distribusi dan pergerakan komoditas yang dihasilkan oleh suatu negara. Inilah yang menjadikan transportasi sebagai elemen penting dalam dunia perdagangan, yang meliputi kegiatan ekspor dan impor berbagai jenis barang.

Dalam menghadapi persaingan yang semakin ketat di industri pelayaran, perusahaan pelayaran diharuskan untuk menyediakan pelayanan yang terbaik kepada penggunanya. Hal ini dapat tercapai dengan memanfaatkan teknologi pada kapal milik perusahaan pelayaran tersebut. Salah satu faktor kunci dalam pengoperasian mesin adalah konsumsi bahan bakar mesin.

Untuk memastikan kinerja mesin berjalan dengan lancar, kualitas dan kuantitas bahan bakar yang digunakan harus memenuhi kebutuhan pasokan mesin. Bahan bakar kapal sering kali mengandung air dan sedimen, sehingga sebelum digunakan untuk mesin utama maupun mesin bantu, bahan bakar tersebut harus melalui proses seperti pengendapan, filtrasi, dan pembersihan. Ketidakteraturan dalam penyaluran bahan bakar dapat mengakibatkan kinerja mesin yang kurang optimal. Gangguan dan hambatan selama pelayaran perlu diminimalkan, karena jika masalah tersebut tidak dapat diatasi dalam waktu singkat, akan sangat merugikan banyak pihak. Kelancaran operasi mesin utama

juga bergantung pada mesin-mesin bantu yang menjadi bagian dari sistem internal kapal.

Pada kapal yang menggunakan mesin diesel, sangat penting untuk memperhatikan konsumsi bahan bakar serta menjaga kebersihan bagian dalam kapal. Bahan bakar yang kotor dapat mempengaruhi kinerja mesin diesel, karena kotoran dalam bahan bakar dapat menyumbat lubang penyemprot dan mengakibatkan pembakaran yang tidak sempurna. Jika terjadi gangguan dalam operasional kapal, seperti penurunan kecepatan putar atau tenaga mesin yang berkurang, hal ini bisa disebabkan oleh masalah tersebut.

Saat ini, tersedia berbagai pilihan transportasi, baik darat, laut, maupun udara, yang masing-masing memiliki kelebihan dan kekurangan tersendiri. Untuk keperluan bisnis, terutama dalam perdagangan internasional, metode yang paling dibutuhkan adalah yang mampu mengangkut barang dalam jumlah besar dengan biaya yang efisien, aman, dan tepat waktu. Hal ini menjadi prioritas utama karena alasan yang paling umum adalah :

1. Untuk meraih keuntungan yang maksimal, produsen memilih alternatif pengangkutan dalam jumlah besar, karena kapasitas angkut yang besar memungkinkan peningkatan laba secara signifikan.
2. Ketepatan waktu dalam proses pengangkutan hingga muatan tiba di tujuan dengan aman dan selamat menjadi faktor krusial dalam distribusi barang, sehingga diharapkan penyebaran barang dapat dilakukan secara merata.
3. Penggunaan sarana transportasi berbiaya rendah bertujuan untuk menekan harga jual, sehingga produk dapat dijual dengan harga terjangkau oleh semua kalangan masyarakat.

4. Keamanan ditandai dengan minimnya risiko kerusakan muatan (low risk) yang dapat terjadi akibat pengangkutan dalam jumlah besar.

Berdasarkan penjelasan sebelumnya, transportasi menggunakan kapal laut merupakan salah satu jenis transportasi yang mencakup berbagai macam kapal, seperti kapal pengangkut mobil, kapal pengangkut logam, kapal penumpang, kapal kontainer, kapal curah, dan kapal tanker, yang semuanya memenuhi kriteria tersebut. Setiap jenis kapal dirancang untuk mengangkut barang yang berbeda-beda. Misalnya, kapal kontainer digunakan untuk mengangkut barang yang dikemas dalam peti kemas, kapal curah digunakan untuk mengangkut muatan curah, kapal pengangkut log digunakan untuk membawa muatan kayu, dan kapal tanker digunakan untuk mengangkut minyak.

Kapal jenis ini dirancang untuk mempercepat proses bongkar muat serta mengurangi risiko kerusakan muatan melalui penempatan dan penanganan kargo yang disesuaikan dengan jenis muatan yang diangkut. Di berbagai negara, banyak perusahaan besar yang bergerak di sektor transportasi laut dengan beragam jenis kapal yang tersedia. Salah satu contohnya adalah perusahaan pelayaran yang berfokus pada pengangkutan produk minyak menggunakan kapal tanker adalah Hong Lam Marine Pte Ltd yang beralamat di 60 Paya Lebar Rd, #09-39 Paya Lebar Square, Singapore 409051 yang beroperasi di Asia Tenggara, pada umumnya jenis muatan yang dikirim oleh pemilik muatan berupa bahan bakar fosil untuk kendaraan bermotor seperti, pertamax, petronas, Shell, Ulg 95, dll.

Saat ini, hampir seluruh kapal niaga yang beroperasi menggunakan mesin diesel 2 tak berkecepatan rendah (*low-speed two-stroke diesel engine*) sebagai

mesin penggerak utama, yang juga dikenal sebagai *main engine*. Pada MT Capella yang memiliki main engine bertipe WIN G&D X35-B buatan Wartsila Services Switzerland Ltd menggunakan 2 macam system bahan bakar.

Sistem bahan bakar pada kapal terdiri dari *Heavy Fuel Oil (HFO)* dan *Marine Diesel Oil (MDO)*. *Marine Diesel Oil* berfungsi sebagai bahan bakar utama untuk menggerakkan mesin utama kapal saat kapal akan bermanuver, baik saat menuju pelabuhan maupun saat meninggalkan pelabuhan. Sementara itu, *Heavy Fuel Oil* digunakan saat kapal berlayar di laut lepas, dengan tujuan untuk menghemat biaya bahan bakar. Namun, *Heavy Fuel Oil* tidak bisa langsung digunakan pada mesin kapal karena viskositasnya yang tinggi dan kandungan endapan seperti lumpur, pasir, dan air. Endapan ini dapat menyumbat lubang *Nozzle Injector*. Untuk menghindari hal tersebut, bahan bakar perlu dibersihkan dengan memisahkan endapan menggunakan mesin purifier atau *Fuel Oil Purifier*. Alat ini berfungsi untuk memisahkan kotoran dari bahan bakar, sehingga endapan tidak masuk ke *dalam Service Tank* (tangki harian). Dengan demikian, bahan bakar dalam *Service Tank* tetap bersih dan siap digunakan oleh mesin kapal. Kebersihan bahan bakar sangat penting untuk memastikan kelancaran operasi mesin. Ketersediaan bahan bakar yang bersih menjadi aspek krusial, terutama bagi kapal-kapal yang melayari rute internasional, antar benua, atau global, di mana satu perjalanan dapat memakan waktu lebih dari sebulan.

Salah satu faktor penting untuk menjaga kelancaran pengoperasian mesin induk diesel adalah kualitas bahan bakarnya. Bahan bakar yang berkualitas buruk dapat menurunkan kinerja mesin utama dan menyebabkan kerusakan,

yang pada akhirnya mengganggu operasi kapal. Secara umum, bahan bakar yang digunakan di kapal sering kali masih mengandung endapan air dan kotoran. Oleh karena itu, sebelum digunakan untuk memenuhi kebutuhan mesin diesel, baik mesin utama maupun mesin bantu, bahan bakar perlu melalui serangkaian proses seperti pengendapan, pemanasan, filtrasi, dan pemurnian. Tujuan dari proses ini adalah untuk menghasilkan bahan bakar yang bersih, bebas dari air dan kotoran.

Untuk kapal yang menggunakan mesin diesel, konsumsi bahan bakar sangat penting dan kebersihannya perlu dijaga, karena bahan bakar yang kotor dapat berdampak negatif pada mesin. Penggunaan bahan bakar yang tercemar dapat menyebabkan penyumbatan pada lubang injektor, yaitu alat yang menyemprotkan bahan bakar. Jika lubang kabut tersumbat, mesin diesel tidak akan dapat terbakar dengan baik, yang tidak hanya mencemari udara tetapi juga mempengaruhi operasional kapal.

Sebagai calon masinis kapal, kita harus siap untuk mengoperasikan kapal dengan prosedur yang tepat dan aman, baik bagi awak kapal maupun kargo. Kapal dilengkapi dengan berbagai sistem yang mendukung kelancaran pengoperasian mesin utama, seperti sistem bahan bakar, sistem pendingin, dan sistem pelumas. Di antara sistem-sistem tersebut, sistem bahan bakar memiliki peran yang sangat penting dalam menjaga kelancaran kerja mesin. Salah satu komponen dalam sistem bahan bakar adalah purifier, sebuah alat yang berfungsi untuk memisahkan minyak, air, dan kotoran berdasarkan perbedaan berat jenis zat dengan memanfaatkan gaya sentrifugal.

Menurut Jackson dan Marton (1977), Fuel Oil Purifier adalah alat bantu yang digunakan untuk memisahkan dua cairan yang berbeda berdasarkan perbedaan berat jenisnya. Sistem pemisahan bahan bakar dirancang untuk menghilangkan kontaminan cair dan padat, serta untuk mengoptimalkan kualitas dan kuantitas bahan bakar yang dibutuhkan oleh mesin kapal. Proses pembersihan dalam sistem permesinan ini terbagi menjadi dua metode, yaitu metode gravitasi dan metode sentrifugal. Metode gravitasi memanfaatkan perbedaan berat jenis untuk memisahkan bahan bakar dari pengotor, di mana bahan bakar dipindahkan dari beberapa tangki dasar ke tangki penyimpanan atau pengendapan menggunakan pompa, sehingga air dan lumpur dalam bahan bakar dapat mengendap. Sementara itu, metode sentrifugal menggunakan gaya sentrifugal dengan kecepatan tinggi untuk memisahkan kotoran berdasarkan perbedaan berat jenisnya.

Fuel Oil Purifier memegang peran yang sangat penting dalam sistem bahan bakar kapal. Karena fungsinya yang krusial, alat ini harus selalu dijaga agar dapat beroperasi dengan maksimal. Tanpa adanya Fuel Oil Purifier, sistem bahan bakar kapal akan terganggu, yang pada gilirannya dapat mempengaruhi kinerja mesin utama dan menghambat kelancaran operasional kapal. Mengingat betapa vitalnya peran Fuel Oil Purifier, perawatan yang tepat sangat diperlukan agar alat ini tetap siap pakai dan berfungsi dengan baik, mendukung kondisi sistem bahan bakar selama pelayaran. Inilah yang menjadi alasan penulis memilih makalah dengan judul "Identifikasi Permasalahan *Sliding Bowl* Pada *Fuel Oil Purifier* Di Mt Capella Dengan Metode *Fault Tree Analysis*."

B. RUMUSAN MASALAH

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan sebelumnya, serta pengalaman penulis selama praktek di laut dan beberapa kejadian yang dialami di atas MT. Capella, penulis merumuskan masalah dalam skripsi ini yang berkaitan dengan gangguan-gangguan yang dapat mempengaruhi sistem operasional *Fuel Oil Purifier* dan identifikasi potensi bahaya atau risiko dalam operasional sistem tersebut. Rumusan masalah ini bertujuan untuk mempermudah dan memperlancar proses penyusunan skripsi.

Rumusan masalah tersebut adalah :

1. Apakah faktor permasalahan *Sliding Bowl* pada *Fuel Oil Purifier* saat beroperasi?
2. Bagaimana upaya mencegah terjadinya permasalahan *Sliding Bowl* pada *Fuel Oil Purifier*?

C. TUJUAN PENELITIAN

Tujuan yang ingin dicapai peniliti yaitu :

1. Untuk mengetahui apakah faktor permasalahan *Sliding Bowl* pada *Fuel Oil Purifier* saat beroperasi.
2. Untuk mengetahui cara bagaimana upaya mencegah terjadinya permasalahan *Sliding Bowl* pada *Fuel Oil Purifier*.

D. MANFAAT PENELITIAN

Penelitian yang dilakukan terhadap permesinan bantu *Fuel Oil Purifier* secara tidak langsung akan berkaitan dengan masalah kebutuhan dan kualitas bahan bakar untuk proses pembakaran mesin diesel di kapal. Oleh karena itu, penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi berbagai pihak

yang terlibat.

Manfaat yang ingin dicapai Penulis dalam penelitian ini antara lain:

1. Manfaat secara teoritis

a. Bagi Penulis

Penelitian ini memberikan kesempatan bagi penulis untuk mengaplikasikan teori yang telah dipelajari, memperdalam pemahaman penulis tentang masalah yang diteliti, serta menjadi bekal bagi penulis untuk menjadi seorang masinis kapal yang berpikir kritis dan bertanggung jawab.

b. Bagi Lembaga Pendidikan

Karya ini diharapkan dapat menambah koleksi perpustakaan Politeknik Pelayaran Surabaya dan menjadi sumber bacaan serta referensi yang bermanfaat bagi semua pihak yang memerlukannya.

c. Bagi Perusahaan Pelayaran

Hasil penelitian ini dapat menjadi sumber referensi tambahan dalam mencari solusi atas masalah yang terjadi di kapal, khususnya yang berkaitan dengan *Fuel Oil Purifier*, yang pada gilirannya dapat meningkatkan kinerja perusahaan dalam mempercepat penyelesaian masalah tersebut.

d. Bagi Pembaca

Penelitian ini bertujuan untuk memberikan wawasan ilmiah, sehingga pembaca dapat memahami dan mengetahui faktor-faktor yang menyebabkan perubahan parameter tekanan pada *fresh water hydrophore* serta komponen-komponen lain pada *Fuel Oil Purifier*,

yang dapat memastikan pengoperasian *Fuel Oil Purifier* berjalan dengan optimal.

2. Manfaat secara praktis

Sebagai kontribusi yang berguna dalam memahami sistem keselamatan operasional *Fuel Oil Purifier* dengan menggunakan metode *Fault Tree Analysis (FTA)*.

BAB II **TINJAUAN PUSTAKA**

A. REVIEW PENELITIAN SEBELUMNYA

Pada bab ini, Review penelitian terdahulu sangat berguna untuk mengenali hasil serta riset terdahulu. Review penelitian terdahulu yang digunakan di dalam penelitian ini ditunjukan pada tabel 2.1 review peneliti sebelumnya dibahas.

Tabel 2. 1 Review Penelitian Sebelumnya

No.	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Hasil Penelitian Sebelumnya	Perbedaan Penelitian
1.	Dedy Kurniadi (2022)	Optimalisasi Perawatan Fuel Oil Purifier Untuk Meningkatkan Kerja Mesin Induk Di Kapal MT. Griya Ambon	Faktor yang menyebabkan penumpukan kotoran pada <i>Sliding Bowl</i> . Akibatnya, bahan bakar yang berlebih masuk ke dalam <i>sludge tank</i> . Selain itu, kotoran atau lumpur yang tidak dibersihkan secara berkala dapat menumpuk di dalam <i>Bowl Body Fuel Oil Purifier</i> .	Pada penelitian sebelumnya telah dijelaskan penyebab bahan bakar minyak purifier meluap dikarenakan <i>drain nozzle</i> rusak, <i>bowl disc</i> yang kotor, dan <i>main seal ring</i> aus, namun kali ini saya membahas tidak optimalnya pengoperasian atau tidak bergeraknya <i>Sliding Bowl</i> dikarenakan kurangnya tekanan suplai air tawar yang masuk ke dalam <i>Purifier</i> yang disebabkan oleh kotornya pipa suplai air tawar.
2.	Satrio Kurnia Frabowo (2018)	Optimalisasi Perawatan Fuel Oil Purifier Guna Mempertahankan Kualitas Bahan Bakar Di Kapal MV. Sinar Kapuas	Dapat disimpulkan bahwa tidak optimalnya kineja <i>Fuel Oil Purifier</i> dikarenakan penumpukan sludge pada <i>bowl disc</i> yang kurangnya perawatan. Hal ini menyebabkan tumpahan minyak yang mengalir dari saluran <i>discharge</i> menuju <i>sludge tank</i> .	Pada penelitian sebelumnya telah dijelaskan penyebab bahan bakar minyak purifier meluap dikarenakan <i>drain nozzle</i> rusak, <i>bowl disc</i> yang kotor, dan <i>main seal ring</i> aus, namun kali ini saya membahas tidak optimalnya pengoperasian atau tidak bergeraknya <i>Sliding Bowl</i> dikarenakan kurangnya tekanan suplai air tawar

				yang masuk ke dalam <i>Purifier</i> yang disebabkan oleh kotornya pipa suplai air tawar.
3.	Ramadhana samsputra s, 2023	Analisis penyebab terjadinya <i>Overflow</i> pada <i>Fuel Oil Purifier</i> di kapal mv. Tai fu no 1	Hasil yang diperoleh dari penelitian ini menunjukkan bahwa telah terjadinya tidak berfungsiya <i>Drain Nozzle</i> , kerusakan (<i>Running hours</i>) pada <i>Main seal ring</i> sehingga terjadi kebocoran dan terbuangnya minyak ke <i>sludge tank</i> . Oleh karena itu, perawatan komponen <i>purifier</i> sesuai dengan petunjuk yang tercantum dalam buku panduan adalah langkah yang tepat untuk meningkatkan kinerja <i>Purifier</i> .	Pada penelitian sebelumnya telah dijelaskan penyebab bahan bakar minyak <i>purifier</i> meluap dikarenakan <i>drain nozzle</i> rusak, <i>bowl disc</i> yang kotor, dan <i>main seal ring</i> aus, namun kali ini saya membahas tidak optimalnya pengoperasian atau tidak bergeraknya <i>Sliding Bowl</i> dikarenakan kurangnya tekanan suplai air tawar yang masuk ke dalam <i>Purifier</i> yang disebabkan oleh kotornya pipa suplai air tawar.
4.	Hotbernandi simanjuntak, 2023	Analisis penyebab terjadinya <i>overflow</i> pada <i>fuel oil purifier</i> guna menghindari terbuangnya minyak di MV. Rasuna baruna	Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat getaran pada <i>Fuel Oil Purifier</i> , filter yang kotor, serta <i>valve</i> yang tidak berfungsi, yang mengakibatkan minyak terbuang ke <i>sludge tank</i> . Oleh karena itu, merawat komponen <i>purifier</i> sesuai dengan panduan dalam buku petunjuk menjadi langkah efektif untuk meningkatkan kinerja <i>purifier</i> .	Pada penelitian sebelumnya telah dijelaskan penyebab bahan bakar minyak <i>purifier</i> meluap dikarenakan <i>drain nozzle</i> rusak, <i>bowl disc</i> yang kotor, dan <i>main seal ring</i> aus, namun kali ini saya membahas tidak optimalnya pengoperasian atau tidak bergeraknya <i>Sliding Bowl</i> dikarenakan kurangnya tekanan suplai air tawar yang masuk ke dalam <i>Purifier</i> yang disebabkan oleh kotornya pipa suplai air tawar.

5.	Muhammad Rusli, 2024	Terjadinya <i>Overflow</i> pada <i>Fuel Oil Purifier</i> di MV. IRIANA	Penyebab overflow pada fuel oil purifier ini, berdasarkan hasil observasi langsung penulis pada <i>fuel oil purifier</i> di kapal MV. Iriana, meliputi penyumbatan drain <i>nozzle</i> , pemanasan bahan bakar <i>Fuel Oil</i> yang tidak optimal, penumpukan kotoran pada <i>bowl disc</i> yang terdeteksi melalui pemeriksaan visual pada komponen purifier, serta kerusakan pada <i>heavy liquid chamber</i> yang berupa bopeng dan goresan.	Pada penelitian sebelumnya telah dijelaskan penyebab bahan bakar minyak purifier meluap dikarenakan <i>drain nozzle</i> rusak, <i>bowl disc</i> yang kotor, dan <i>main seal ring</i> aus, namun kali ini saya membahas tidak optimalnya pengoperasian atau tidak bergeraknya <i>Sliding Bowl</i> dikarenakan kurangnya tekanan suplai air tawar yang masuk ke dalam <i>Purifier</i> yang disebabkan oleh kotornya pipa suplai air tawar.
----	----------------------	--	---	---

B. LANDASAN TEORI

1. Pengertian Purifier

Fuel Oil Purifier, atau yang biasa disebut *FO Purifier*, adalah alat bantu yang berfungsi untuk memisahkan minyak, air, dan kotoran berdasarkan perbedaan berat jenis zat melalui gaya sentrifugal (Jackson dan Morton, 1977). Di kapal, *FO Purifier* berfungsi untuk memisahkan bahan bakar dari kontaminan cair maupun padat seperti lumpur, sehingga dapat mengurangi risiko kerusakan pada mesin akibat penggunaan bahan bakar yang terkontaminasi. Untuk mencegah masalah pada mesin, boiler, dan *incinerator*, diterapkan sistem pembersihan bahan bakar mulai dari tangki *Double Bottom*, pengendapan dalam settling tank, hingga *service tank*, sedangkan minyak pelumas diproses setelah berada di *settling* dan *service tank* (sumber: Jackson, 2010, Pengertian Purifier).

Pada *FO Purifier*, proses pembersihan dilakukan dengan

memanfaatkan sistem putaran sentrifugal. Ketika gaya sentrifugal berputar antara 6000-7000 putaran dalam waktu tertentu, tenaga yang dihasilkan dapat mengatasi gaya gravitasi dan statis dengan jauh lebih besar. Pembahasan tentang Purifier ini bertujuan untuk memperdalam pemahaman mengenai prinsip kerjanya, serta dampak penggunaan *gravity disc* dan putaran yang kurang optimal terhadap kemurnian bahan bakar dan kebersihan minyak pelumas (sumber: Herman B, operation purifier in vessel).

Prinsip kerja *FO Purifier* sangat bergantung pada perbedaan berat jenis yang dipicu oleh gaya sentrifugal, yang memungkinkan proses pemisahan berlangsung dengan sangat cepat. Kecepatan gaya sentrifugal ini dapat mencapai 6000-7000 kali lebih besar dibandingkan dengan pengendapan yang bergantung pada gravitasi statis. Dengan putaran yang sangat cepat, minyak dan kotoran akan terlempar keluar, kemudian minyak dialirkan ke *service tank* melalui pipa *discharge*, sementara kotoran dan air terkumpul di *sludge tank*.

2. *Sliding Bowl* pada Purifier

Sliding Bowl pada fuel purifier adalah komponen yang memungkinkan proses pembuangan atau pengeluaran endapan (*sludge*) dari dalam purifier. *Sliding Bowl* berfungsi sebagai katup atau mekanisme yang terbuka untuk mengeluarkan *sludge* atau kotoran dari bagian dalam mangkuk purifier ketika terjadi siklus pembuangan. (sumber : 2013, Manual Book Alfa Laval S and P Flex Spearation S921)

Pada saat *Fuel Oil Purifier* bekerja, minyak diputar dengan kecepatan tinggi, sehingga gaya sentrifugal memisahkan minyak dari air dan partikel kotoran. Kotoran dan air yang lebih berat bergerak ke bagian luar mangkuk dan menumpuk sebagai *sludge*. Ketika waktu pembuangan tiba, *Sliding Bowl* akan terbuka untuk mengeluarkan *sludge* tersebut ke luar sistem, dan kemudian menutup kembali untuk melanjutkan proses pemurnian.

Sliding Bowl membantu menjaga kebersihan dan efisiensi operasi purifier dengan mengeluarkan *sludge* secara berkala sehingga endapan tidak menumpuk di dalam alat dan menyebabkan gangguan pada proses pemurnian.



Gambar. 2.1 *Sliding Bowl*
(Sumber : Dokumen Pribadi di Kapal MT. Capella)

3. Prinsip Kerja Purifier

Purifier adalah mesin bantu yang berfungsi untuk menyaring minyak dengan cara memisahkan minyak, lumpur, dan air berdasarkan prinsip sentrifugal yang berkaitan dengan perbedaan massa jenis. Sebagian besar kapal yang menggunakan *Heavy Fuel Oil (HFO)* atau *Fuel Oil* dilengkapi

dengan purifier untuk memastikan bahan bakar yang digunakan memenuhi standar. Selain itu, purifier juga berperan dalam menyaring minyak pelumas (*lubricating oil*). Suhu *Fuel Oil* yang keluar dari purifier dan masuk ke Fuel Injection Pump pada mesin utama harus sesuai dengan pedoman manual, dengan contoh suhu yang diterapkan adalah:

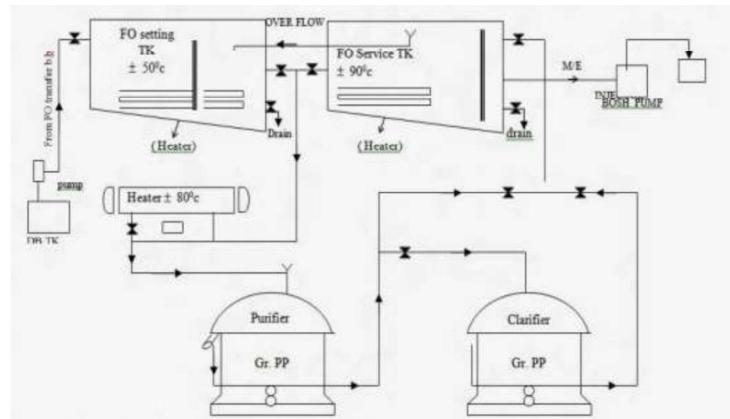
- a. 180 CST = 120° C
- b. 380 CST = 130-135° C
- c. 500 CST = 150° C

Prinsip kerja *Separator* adalah memisahkan minyak, air, dan kotoran dengan memanfaatkan gaya gravitasi berdasarkan perbedaan massa jenis zat. Proses filtrasi ini membuat kotoran dan minyak mengendap di bagian bawah, yang dilengkapi dengan keran untuk pembuangan. Minyak yang telah disaring kemudian diteruskan ke sistem bahan bakar. Jika kapal menggunakan *MGO* (*Marine Gas Oil*) atau *Diesel Oil* (*DO*), meskipun keduanya memiliki sedikit perbedaan, penggunaan Purifier tidak lagi diperlukan.

Cara kerja *Fuel Oil Purifier* memanfaatkan prinsip gaya berat yang didukung oleh gaya sentrifugal, memungkinkan proses pemisahan berlangsung dengan sangat cepat. Gaya sentrifugal yang dihasilkan bisa mencapai 6000-7000 kali lebih besar dibandingkan dengan pengendapan gravitasi statis. Mesin pemisah kotoran ini biasanya disebut *Separator* atau Purifier. Proses pembersihan bahan bakar dilakukan dalam dua tahap penyaringan untuk mendapatkan hasil yang optimal. Tahap pertama bertujuan untuk memisahkan kotoran berukuran besar, sementara tahap

kedua fokus pada penyaringan kotoran yang lebih kecil. Selain itu, *Fuel Oil Purifier* menawarkan berbagai keunggulan dalam proses pemisahan bahan bakar, seperti:

- a. Lumpur dapat dipisahkan dengan mudah dan dibuang melalui proses *blow-up*.
- b. Bahan bakar yang dihasilkan oleh *Fuel Oil Purifier* memiliki kualitas yang lebih baik, sehingga lubang *nozzle* pada injektor mesin utama menjadi lebih tahan terhadap penyumbatan.
- c. Proses pembersihan lebih efisien dan ekonomis, karena *purifier* memanfaatkan perbedaan berat jenis zat untuk proses pemisahan



Gambar. 2.2 Sistem Purifier
(Sumber : Romaga, 2014. System work Purifier.
<http://www.romaga.com.br/english/servicos.html>)

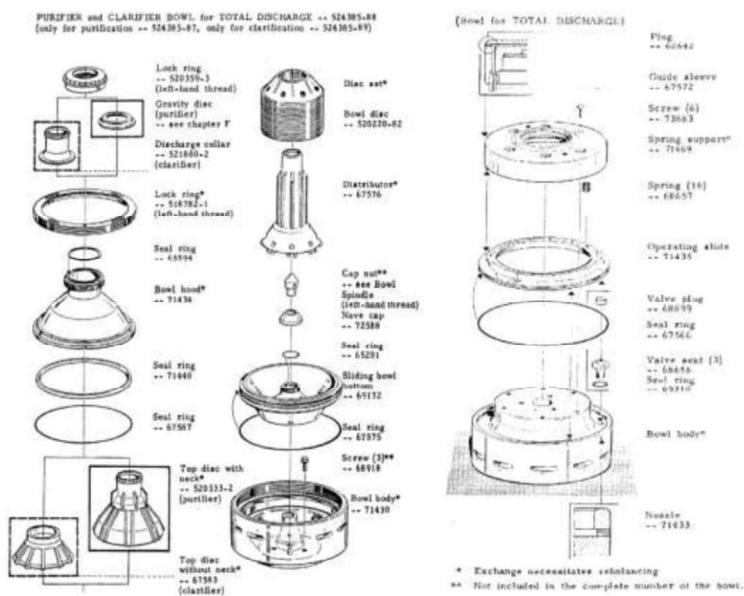
4. Komponen – Komponen *Fuel Oil Purifier*

Di dalam *FO Purifier* terdapat berbagai komponen yang saling terhubung. Jika salah satu komponen mengalami kerusakan, maka *FO Purifier* tidak akan berfungsi secara optimal. Oleh karena itu, seorang *engineer* perlu memahami komponen-komponen tersebut serta mengetahui fungsi dan cara kerjanya. Beberapa komponen yang

dimaksud antara lain :

a. *Disc*

Disc merupakan komponen dalam *FO Purifier* yang berfungsi untuk mengatur aliran minyak yang akan disaring secara bertahap hingga akhirnya minyak mengalir menuju tangki harian. *Disc* ini dilengkapi dengan lubang-lubang sebagai saluran masuknya bahan bakar yang akan disaring, sehingga minyak dan kotoran dapat terpisah.



Gambar.2.3 Disc
(Sumber : Onny, 2004. Komponen-komponen *Purifier*.
: <http://artikel-teknologi.com/tag/Purifier>)

b. *Bowl Body*

Komponen ini berperan sebagai penopang bagi *bowl hood* purifier. Agar *bowl hood* tetap berfungsi secara optimal, perawatan dan kebersihannya harus dijaga dengan baik. Selain itu, terdapat *seal* pada bibir *bowl body* yang berfungsi untuk menahan dan mencegah

terjadinya kebocoran minyak yang dapat terlempar ke dinding *FO Purifier.*



: <http://artikel-teknologi.com/tag/Purifier>)

c. Distributor

Komponen ini berfungsi sebagai saluran untuk memasukkan bahan bakar kotor yang akan disaring, sekaligus membagi minyak ke setiap bagian *Bowl Disc* melalui lubang distributor. Selanjutnya, *disc* tersebut akan berputar mengikuti gerakan *bowl hood* yang terletak di bawahnya.



Gambar.2.5 Distributor
 (Sumber : Sahrilsoni, 2012. *Purifier*:
<http://sahriloto.blogspot.co.id/2012/01/Separator.html>)

d. *Gravity Disc*

Gravity Disc adalah cincin yang dipasang pada Purifier untuk mencegah tercampurnya minyak dan air saat keluar dari sistem. Komponen ini memiliki peran yang sangat penting, dan ukurannya berbeda antara *Lubricating Oil Purifier* dan *Fuel Oil Purifier*, karena viskositas kedua zat tersebut berbeda..

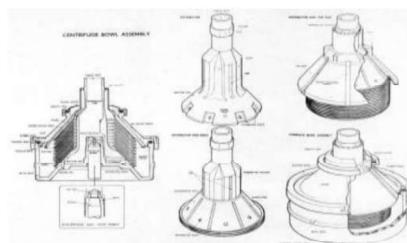


Gambar.2.6 Gravity Disc

(Sumber : Jackson 2004. Komponen-komponen *Purifier*.
<http://artikel.teknologi.com/tag/Purifierr>)

e. *Bowl Disc*

Piringan-piringan ini berfungsi untuk memisahkan minyak, air, dan kotoran berdasarkan struktur dan susunan mangkoknya. Piringan harus dipasang dengan tepat sesuai petunjuk dalam buku manual, mengingat ukurannya yang bervariasi. Oleh karena itu, saat membongkar atau memasangnya kembali, piringan perlu diberi tanda untuk menghindari kesalahan dalam proses perakitan ulang..



Gambar. 2.7 Bowl Disc

(Morton, 2009. Mengenal dan Merawat mesin bantu Purifier.
<https://panjimitiqo.wordpress.com>)

f. *Drain Nozzle pada Bowl Body*

Komponen ini berfungsi untuk mengeluarkan air pengisian yang digunakan untuk mengangkat *Main Cylinder (Low Pressure)* ketika air pengisian (*High Pressure*) masuk dan membuka *Pilot Valve*.



Gambar. 2.8 Bowl Body

(Sumber : Sahrilsoni, 2012. *Purifier*.

Tersedia: <http://sahriloto.blogspot.co.id/2012/01/lanjutan-dari-Purifier.html>)

g. *Bowl Bottom*

Komponen ini berfungsi untuk membuka dan membuang kotoran yang ada di dalam *Bowl* melalui *Sludge Port*. Proses membuka *sliding bowl* dilakukan dengan memanfaatkan air pada *SV2*, yang kemudian menutup *seal* pada *pilot valve*, sehingga *sliding bowl* terbuka dan kotoran dapat dikeluarkan.



Gambar. 2.9 Bowl Bottom

(Sumber:, 2006. Komponen-komponen Purifier.
Tersedia: <http://artikel-teknologi.com/separator>)

5. Prosedur Pengoperasian Purifier

a. Cara Menjalankan *Purifier*

- 1) Nyalakan sumber daya dan papan penghubung utama yang ada di *Control Room*.
- 2) Buka kran atau katup air tawar dari tangki air tawar ke *purifier*.
- 3) Buka kran bahan bakar masuk dan keluar *purifier*.
- 4) Buka kran untuk heater atau pemanas, dengan mengatur suhu uap antara 65° C-70° C untuk pemanasan yang merata.
- 5) Setelah semua kran terbuka, periksa pelumas (*lubricating oil*) pada rumah *worm gear* yang dapat dilihat melalui gelas duga, dan tambahkan jika diperlukan.
- 6) Periksa rem (*brake*) harus dalam keadaan bebas.
- 7) Nyalakan heater dengan menekan tombol on pada *Control Box*.
- 8) *Purifier siap* dioperasikan, tekan tombol start untuk memutar motor *purifier*, dan dalam waktu sekitar 5 menit, putaran *purifier* akan mencapai maksimal, yang terlihat pada jarum *ampere meter*.
- 9) Saat pertama kali di-start, beban untuk berputar cukup berat, sehingga jarum *ampere meter* mencapai 10 *ampere*, namun setelah putaran normal, jarum *ampere meter* akan turun hingga sekitar 6 *ampere*.
- 10) Setelah putaran normal, lakukan *sludging* atau *blow up* secara manual menggunakan air tawar 2-3 kali untuk membuang kotoran yang menempel pada *bowl disc*.

- 11) Setelah sistem air tawar berfungsi dengan baik, *purifier* siap melakukan pemisahan bahan bakar dengan air dan kotoran secara otomatis, dengan menekan tombol on pada panel kontrol *purifier*.

b. Cara Menghentikan *Purifier*

- 1) Tutup kran bahan bakar masuk dan keluar *purifier*.
- 2) Matikan pemanas bahan bakar.
- 3) Lakukan *Blow up* dengan menggunakan air tawar 2-3 kali
- 4) Tekan tombol off pada Panel *Control Program Purifier*, dan *purifier* akan otomatis melakukan sludging untuk membuang kotoran yang tersisa di dalam *bowl* sebelum berhenti.
- 5) Mematikan motor *purifier*. Ada 4 (empat) hal yang perlu diperhatikan yaitu:
 - a) Temperatur bahan bakar
 - b) Tekanannya, baik tekanan hisap dari *purifier* maupun tekanan dari dalam *purifier* ke tangki harian bahan bakar,
 - c) *Lubricating Oil* pada rumah *worm gear* (roda gigi).
 - d) Getaran dan suara yang mencurigakan pada *purifier*.

6. Keuntungan dan Kerugian *Fuel Oil Purifier*

Penggunaan *Fuel Oil Purifier* menawarkan berbagai keuntungan dan kerugian. Sebagai permesinan bantu yang cukup kompleks namun mudah untuk dioperasikan, purifier banyak diterapkan pada kapal yang menggunakan bahan bakar *Heavy Fuel Oil*. Berikut adalah beberapa keuntungan dan kerugian dari penerapan sistem *Fuel Oil Purifier* pada

mesin utama kapal.:

1. Keuntungan *Fuel Oil Purifier*

a. Lebih Efisien

Fuel Oil Purifier dapat membersihkan minyak yang digunakan sebagai bahan bakar untuk mesin induk atau generator, karena minyak telah dipisahkan dari kotoran dan air yang terkandung dalam minyak di tangki pengendapan. *FO Purifier* akan berfungsi dengan optimal jika dirawat secara rutin, dan memiliki konstruksi yang sederhana.

b. Mempermudah Pekerjaan

Dalam industri pelayaran, tidak semua kapal dilengkapi dengan Purifier, hanya kapal yang menggunakan mesin induk berbahan bakar Fuel Oil yang memerlukannya. Oleh karena itu, pengisian bahan bakar ke dalam tangki-tangki dilakukan menggunakan pompa transfer. Pada kapal yang dilengkapi dengan Purifier, pengisian service tank menjadi lebih praktis.

c. Lebih Ekonomis

Kualitas dan viskositas bahan bakar maupun oli akan lebih terjaga, karena minyak dan oli yang diproses oleh *purifier* akan melewati pemanas dan diputar, kemudian dipisahkan antara minyak, kotoran, dan air menggunakan gaya sentrifugal atau putaran.

2. Kerugian *Fuel Oil Purifier*

Beberapa kelemahan dalam pemasangan FO Purifier pada sistem bahan bakar antara lain adalah :

a. Membutuhkan Pelumasan yang Rutin

Fuel Oil Purifier memerlukan perawatan ekstra karena putarannya yang sangat tinggi, menyebabkan media seperti minyak, air, dan kotoran terlempar ke dinding bagian dalam purifier. Pada porosnya terdapat roda gigi yang terhubung dengan motor atau elektromotor, sehingga *sliding bowl* dapat berputar. Roda gigi tersebut rentan mengalami keausan jika pelumasannya kurang memadai. Oleh karena itu, volume oli harus selalu diperiksa dan dijaga.

b. Minyak Terbuang

Pada *Fuel Oil Purifier*, sering terjadi kebocoran atau pelolosan media yang digunakan. Hal ini disebabkan oleh *disc bowl* yang kotor, sehingga lubang pada impeller sering tersumbat. Akibatnya, minyak dapat terbuang bersama kotoran dan air menuju *sludge tank*.

7. Objek Penulisan

Objek yang menjadi fokus dalam penulisan karya tulis ini adalah pengoperasian dan perawatan Fuel Oil Purifier serta Separator yang berperan dalam sistem bahan bakar di kapal MT. CAPELLA milik perusahaan Hong Lam Marine Pte Ltd yang terletak di 60 Paya Lebar Rd, #09-39 Paya Lebar Square, Singapore 409051. Hong Lam Marine Pte Ltd

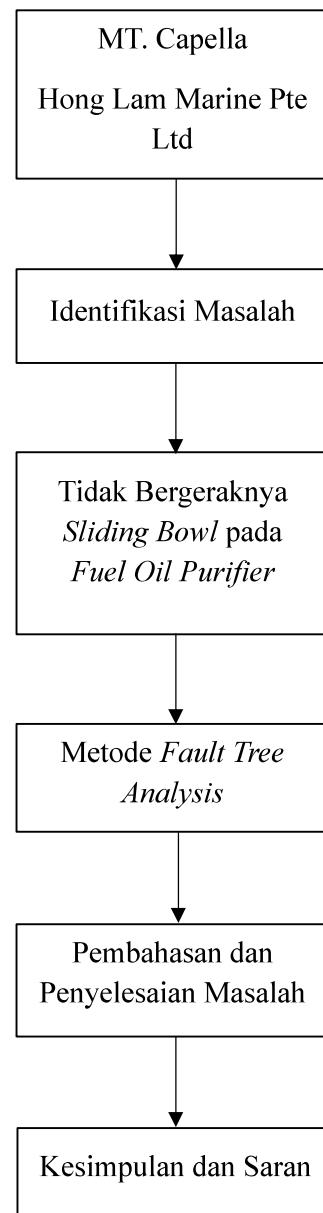
didirikan pada tahun 1981 di Singapore. Hong Lam Marine Pte Ltd telah mengembangkan dan mengimplementasikan Sistem Manajemen Mutu Keselamatan dan Perlindungan Lingkungan (SMMKPL) berdasarkan standar ISO 9001:2008 dan *ISM Code* sebagai upaya untuk menjaga aspek perlindungan lingkungan. Langkah ini mencerminkan komitmen terhadap kebijakan dan standar perusahaan, yang diwujudkan melalui pelatihan yang relevan dan dukungan dari personel berkualitas, baik di darat maupun di kapal, guna memastikan operasi kapal berjalan optimal.

Fuel Oil Purifier dijadikan sebagai objek penelitian karena selama penulis menjalani praktek berlayar selama satu tahun di kapal ini, penulis menyadari betapa pentingnya peran *Fuel Oil Purifier* dalam sistem bahan bakar mesin induk pada kapal yang menggunakan *Diesel Oil* maupun *Heavy Fuel Oil*. Sementara itu, metode penulisan objek penelitian ini didasarkan pada *Manual Book Alva Laval S Flex Separation S921* yang terdapat di kapal MT. CAPELLA.

Proses sistem bahan bakar pada mesin induk memiliki peranan yang sangat penting demi kelancaran operasional mesin induk serta pelayaran. Meskipun bahan bakar yang dimasukkan ke dalam tangki saat proses bunker telah diuji di laboratorium, masih memungkinkan terdapat kandungan air. Oleh sebab itu, Purifier berfungsi untuk memisahkan bahan bakar dari kotoran dan air, sehingga menghasilkan bahan bakar yang bersih dan siap digunakan untuk mesin induk.

C. Kerangka Pikir Penelitian

Kerangka pemikiran ini bertujuan untuk menjelaskan dan menggambarkan proses identifikasi potensi permasalahan serta kejadian yang dapat menyebabkan kegagalan dalam sistem atau operasi permesinan.



Berdasarkan gambar kerangka pemikiran, penulis menetapkan tidak berfungsinya *Sliding Bowl* pada *Fuel Oil Purifier* sebagai permasalahan utama. Untuk mengidentifikasi penyebab dari masalah ini, penulis menggunakan metode *Fault Tree Analysis (FTA)* sebagai alat untuk menggali faktor-faktor yang memicu kerusakan, seperti kesalahan dalam prosedur perawatan, kesalahan dalam prosedur pengoperasian, serta ketidaknormalan selama operasi *Fuel Oil Purifier* yang tidak terdeteksi oleh operator. Hasil analisis dengan metode FTA tersebut akan dijadikan sebagai referensi untuk menentukan langkah penyelesaian masalah sekaligus solusi, guna mencegah terjadinya kerusakan serupa di masa mendatang.

BAB III **METODE PENELITIAN**

A. JENIS PENELITIAN

Peneliti menerapkan pendekatan penelitian kualitatif, yang didefinisikan sebagai strategi untuk memahami makna, konsep, karakteristik, gejala, simbol, atau deskripsi suatu fenomena. Pendekatan ini berfokus pada penggunaan berbagai metode, bersifat alami dan holistik, mengutamakan aspek kualitas, serta disajikan dalam bentuk narasi dalam penelitian ilmiah (Sidiq & Choiri, 2019).

Metode kualitatif fokus pada ciri-ciri fenomenologis dan menekankan pemahaman dan evaluasi. Pendekatan kualitatif bertujuan untuk memahami dan menafsirkan makna peristiwa perilaku manusia dalam lingkungan tertentu dari sudut pandang peneliti. Tujuan penelitian kualitatif adalah untuk mengembangkan pemahaman komprehensif tentang topik penelitian. Mereka biasanya tidak menggunakan atau mengandalkan survei atau instrumen yang dibuat oleh peneliti lain. Berdasarkan informasi yang diberikan, dapat disimpulkan bahwa peneliti penelitian kualitatif mempunyai peranan penting dalam menjamin kemajuan penelitian. Peneliti bertanggung jawab untuk mengumpulkan data, mengembangkan alat penelitian unik, dan mengidentifikasi temuan penelitian.

Mengidentifikasi permasalahan gangguan atau kerusakan yang dapat mengganggu sistem operasional mesin bantu pembersih minyak pelumas, *Fuel Oil Purifier*, dengan menggunakan pendekatan deskriptif dalam metodologi kualitatif serta metode FTA untuk memahami faktor penyebab dan kejadian yang berpotensi menyebabkan kegagalan sistem.

Fault Tree Analysis (FTA) adalah teknik analitis yang digunakan untuk menganalisis lingkungan dan operasi guna menemukan solusi dari *masalah-masalah* yang muncul. FTA merupakan model grafik yang menggambarkan kombinasi kesalahan atau variasi paralel yang timbul sebagai akibat dari identifikasi masalah yang ada. Kesalahan ini bisa disebabkan oleh kerusakan perangkat keras, kesalahan manusia, atau kejadian lainnya. FTA menunjukkan hubungan logis antara penyebab utama dan penyebab masalah yang ada di tingkat atas (*Fault Tree Handbook, 1981; IV-1*).

FTA adalah teknik yang digunakan untuk mengidentifikasi risiko yang berkontribusi terhadap terjadinya kegagalan. Metode ini diterapkan dengan pendekatan *top-down*, dimulai dengan asumsi kegagalan atau kerugian dari kejadian utama (*top event*), kemudian menganalisis penyebab kejadian tersebut hingga mencapai penyebab dasar (*root cause*).

FTA adalah metode yang efektif untuk mengidentifikasi inti permasalahan karena memastikan bahwa kejadian yang tidak diinginkan atau kerugian yang terjadi tidak hanya disebabkan oleh satu titik kegagalan. FTA mengidentifikasi hubungan antara faktor penyebab dan menyajikannya dalam bentuk pohon kesalahan yang menggunakan gerbang logika sederhana. Gerbang logika ini menggambarkan kondisi yang dapat memicu kegagalan, baik yang berasal dari satu kondisi maupun kombinasi berbagai kondisi.

Gerbang logika menggambarkan kondisi yang dapat menyebabkan kegagalan, baik yang disebabkan oleh kondisi tunggal maupun kombinasi berbagai kondisi. Kegagalan dalam sistem dapat terjadi akibat kerusakan pada komponen, kesalahan manusia (*human error*), atau kejadian eksternal yang

berpotensi menyebabkan peristiwa yang tidak diinginkan. *Fault tree* dibangun berdasarkan salah satu peristiwa tidak diinginkan (*undesired event*) yang bisa terjadi dalam sistem. Hanya bagian tertentu dari sistem yang relevan dengan kegagalan yang ada yang digunakan untuk membangun *fault tree*. Sebuah sistem dapat memiliki lebih dari satu *undesired event*, dan setiap event tersebut memiliki *fault tree* yang berbeda, yang dipengaruhi oleh faktor atau bagian sistem yang berbeda. Dalam *fault tree*, peristiwa yang tidak diinginkan yang akan dianalisis disebut *top event*.

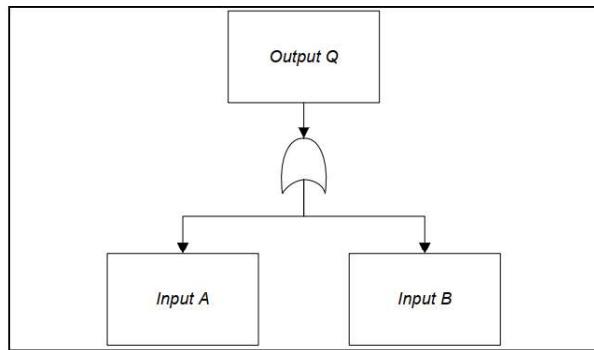
Simbol dan istilah yang digunakan dalam FTA mencakup simbol untuk kejadian, gerbang, dan transfer. Berikut ini adalah penjelasan tentang bentuk simbol dan arti dari setiap simbol yang digunakan dalam metode FTA, termasuk simbol untuk kejadian, transfer, dan gerbang.

FTA memiliki simbol-simbol khusus dalam pembuatannya. Simbol-simbol dan pengertiannya dapat dilihat pada Tabel 2.2

Tabel 2.2 Simbol Dalam FTA

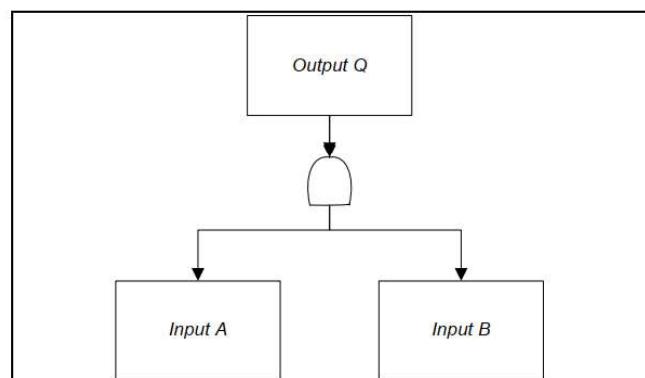
Simbol	Arti
	<i>Basic Event</i> Dasar inisiasi kesalahan yang tidak membutuhkan pengembangan yang lebih jauh
	<i>Conditioning Event</i> Kondisi spesifik yang dapat diterapkan ke berbagai gerbang logika.
	<i>Undevelopment Event</i> Event yang tidak dapat dikembangkan lagi karena informasi tidak tersedia.
	<i>External Event</i> Event yang diekspektasikan muncul
	<i>Gerbang AND</i> Kesalahan muncul akibat semua input masalah yang terjadi.
	<i>Gerbang OR</i> Kesalahan muncul akibat salah satu input masalah yang terjadi.

Dalam pembuatan FTA, terdapat dua jenis gerbang, yaitu gerbang "AND" dan gerbang "OR". Gerbang *OR* digunakan untuk menunjukkan bahwa *output event* akan terjadi jika salah satu atau lebih *input event* terjadi. Beberapa *input event* dapat masuk ke dalam gerbang *OR*. Sebagai contoh, pada Gambar 2.3, terdapat dua input event, A dan B, serta output Q. Output Q akan terjadi jika input A terjadi, input B terjadi, atau keduanya terjadi. (*Fault Tree Handbook*, 1981; IV-4)



Gambar 3.1 Gerbang *OR*

Gerbang *AND* digunakan untuk menunjukkan bahwa output akan terjadi hanya jika semua input terjadi. Pada gerbang *AND*, beberapa input dapat terjadi. Sebagai contoh, Gambar 2.4 menunjukkan dua *input event*, A dan B, serta *output event* Q. Output Q akan terjadi jika kedua input, A dan B, terjadi secara bersamaan. (*Fault Tree Handbook*, 1981; IV-6)



Gambar 3.2 Gerbang *AND*

B. LOKASI DAN WAKTU PENELITIAN

1. Tempat Penilitian

Penelitian ini dilaksanakan diatas kapal dimana saat penulis melakukan Praktek Berlayar (prala) diatas kapal MT. Capella. Kapal ini berbendera Singapore milik Hong Lam Marine Pte Ltd.

2. Waktu Penelitian

Adapun waktu penelitian yang dilaksanakan oleh peneliti adalah selama satu tahun Praktek Berlayar (prala) yang terhitung saat penulis sign on pada tanggal 25 Oktober 2022 dan diakhiri saat penulis sign off pada tanggal 27 Oktober 2023 dari kapal MT. Capella.

C. SUMBER DATA

Data yang dikumpulkan dan digunakan oleh penulis, dalam penyusunan skripsi ini adalah data yang penulis peroleh melalui pengamatan langsung terhadap objek yang diselidiki, serta melalui informasi yang diambil dari buku-buku dan jurnal yang sesuai dengan penelitian ini. Berikut adalah rincian data yang diperoleh :

1. Jenis Data

a. Data Primer

Data primer adalah data primer dikumpulkan langsung dari sumber asli atau yang dapat diterima, digunakan sebagai responden dalam penelitian. Peneliti mengumpulkan data primer dengan melakukan wawancara langsung kepada responden mengenai tata cara perawatan *Fuel Oil Purifier* dengan baik dan penanganan problem pada saat cargo

oil pump bekerja. Dalam melengkapi data yang diperoleh juga dilakukan wawancara dengan *Chief Engineer, Fourth Engineer*.

b. Data Sekunder

Data sekunder adalah Data dikumpulkan oleh peneliti dari berbagai sumber yang sudah ada sebelumnya. Para peneliti memperoleh data otentik berdasarkan lokasi, karena data tersebut mudah diakses di atas kapal. Misalnya data mengenai waktu pengoperasian *Fuel Oil Purifier*, perawatan *Fuel Oil Purifier*, dan perbaikan *Fuel Oil Purifier*. Pentingnya untuk perawatan dan pengecekan *Fuel Oil Purifier* agar pengoperasian dapat berjalan dengan sebagaimana mestinya tanpa ada hambatan yang dapat merugikan perusahaan.

2. Sumber Data

Data yang dikumpulkan diperoleh melalui wawancara dengan beberapa informan, pengamatan langsung, serta pencatatan gejala-gejala yang terlihat pada objek penelitian. Selain itu, data juga didapatkan dari buku petunjuk (*manual book*) di kapal dan sumber informasi dari internet.

3. Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data adalah pendekatan ilmiah yang digunakan untuk memperoleh, mengembangkan, dan menguji kebenaran suatu pengetahuan. Dalam penelitian, terdapat aktivitas yang disebut penyelidikan, yaitu proses mencari fakta dengan cermat dan sistematis sesuai dengan kaidah tertentu untuk menjawab pertanyaan yang diajukan.

Menurut Fuad (2014:60) dalam penelitian kualitatif terdapat beberapa teknik dalam pengumpulan data, yakni :

1. Observasi, dimana peneliti bisa berperan sebagai *complete observer*, *complete participant*, *observer as participant*, dan *participant as observer*.
2. Wawancara mendalam, dengan kehati-hatian yang tinggi dalam rangka memilih informan, misalnya kompetensinya, keterlibatan informan dalam setting penelitian, non analitis, dan kesediaan untuk diwawancarai.
3. Diskusi Kelompok Terfokus (FGD), perlu diperhatikan terkait dengan proses pemilihan orang-orang yang mempunyai kompetensi yang berbeda-beda sehingga data yang diperoleh lebih komprehensif, tidak perlu menyamakan persepsi dari tiap informan, jumlah orang, pemilihan tempat dan jangan terjebak dengan pengkonseptualisasi dari informan.
4. Studi Dokumen, dengan cara mempelajari berbagai dokumen yang berhubungan atau terkait dengan fokus penelitian.

Data yang dikumpulkan dan digunakan dalam penyusunan Skripsi ini adalah data yang merupakan informasi yang diperoleh Penulis melalui pengamatan langsung dan wawancara. Dari sumber ini teknik pengumpulan data yang digunakan oleh Penulis antara lain yaitu :

1. Wawancara

Menurut Irawan (2006:59), metode wawancara adalah alat pengumpulan data yang digunakan bersama instrumen lainnya. Namun, sebagai metode, wawancara adalah satu-satunya alat yang berfokus pada informan (responden). Wawancara dalam penelitian kualitatif bersifat mendalam (*in-depth interview*). Dalam penelitian ini, jenis wawancara

yang digunakan adalah wawancara tidak terstruktur, di mana pertanyaan yang telah disusun akan disesuaikan dengan kondisi dan karakteristik unik dari informan, dan pelaksanaan wawancara berlangsung seperti percakapan sehari-hari..

Penulis mengumpulkan data melalui wawancara dengan pihak pihak yang memiliki pengetahuan tentang permasalahan yang akan dibahas. Penulis memperoleh informasi dari Masinis Tiga, yang bertanggung jawab atas permesinan *Fuel Oil Purifier*, serta dari Masinis lainnya yang lebih memahami permasalahan ini, saat Penulis melakukan praktek laut di MT. Capella.

2. Studi Pustaka

Studi pustaka adalah metode pengumpulan data dengan cara mendapatkan informasi dari karya ilmiah, media massa, buku teks, dan sumber lainnya, untuk menambah atau mendukung data yang dibutuhkan dalam penelitian, guna memperkuat validitas data yang diperoleh (Fuad, 2014:61).

Data diperoleh dari buku yang relevan dengan topik penelitian skripsi atau yang berkaitan dengan masalah yang akan dibahas, yang digunakan sebagai pedoman teoritis dan acuan formal untuk kondisi nyata yang diamati, serta dari informasi lain yang diperoleh selama kuliah.

3. Studi Dokumentasi

Studi dokumentasi adalah salah satu sumber data sekunder yang penting dalam penelitian. Teknik ini melibatkan pengumpulan data

melalui bahan-bahan tertulis, film, gambar, atau foto yang disiapkan sesuai permintaan peneliti. Studi dokumentasi dapat diartikan sebagai proses pengumpulan data dari dokumen tertulis yang diterbitkan oleh lembaga yang menjadi objek penelitian, seperti prosedur, peraturan, laporan pekerjaan, gambar, foto, atau dokumen elektronik (rekaman) (Fuad 2014:61).

Data dikumpulkan dengan cara memeriksa arsip, surat, dan file yang ada di kamar mesin, khususnya yang berkaitan dengan *Fuel Oil Purifier*. Data ini merupakan informasi yang konkret dan memberikan keterangan yang akurat mengenai kejadian nyata di kapal, yang juga telah didokumentasikan dan dilaporkan kepada perusahaan. Setiap kapal memiliki dokumen terkait, dan di kamar mesin terdapat dokumen khusus mengenai permesinan kapal. Dokumen terkait *Fuel Oil Purifier*, misalnya, meliputi buku petunjuk manual *Fuel Oil Purifier* yang disediakan oleh *maker*.

D. TEKNIK ANALISIS DATA

Penelitian kualitatif tidak memiliki metode yang sepenuhnya unik atau khusus. Peneliti kualitatif menggunakan berbagai pendekatan seperti semiotika, analisis naratif, analisis isi, kajian wacana, studi arsip, fenomenologi, dan bahkan statistika. Mereka juga mengaplikasikan metode dan teknik lain, seperti etnometodologi, hermeneutika, feminism, rhizomatik, dekonstruksionisme, etnografi, wawancara, psikoanalisis, kajian budaya, survei, serta observasi partisipatif, di antara lainnya. Semua praktik ini dianggap mampu memberikan wawasan dan pengetahuan yang bernilai. Tidak ada satu metode atau

pendekatan yang lebih unggul daripada yang lain, dan tidak ada pula yang sepenuhnya diabaikan (Denzin dan Lincoln, 2009: 4).

Metode yang digunakan untuk menganalisis data dalam Skripsi ini adalah metode Fault Tree Analysis (FTA). FTA merupakan metode yang digunakan untuk menganalisis berbagai faktor penyebab kegagalan dengan memulai dari asumsi kegagalan atau kerugian yang terjadi pada kejadian puncak (top event) dan kemudian menguraikan penyebab-penyebab dari kejadian tersebut hingga mencapai kegagalan dasar (Carlos dan Hanie, 2023, Jurnal Taguchi). Metode ini menjelaskan seluruh peristiwa yang telah terjadi atau berpotensi menjadi penyebab kerusakan pada kapal. Analisis dilakukan melalui penyusunan pohon kegagalan untuk mengidentifikasi kerusakan pada Fuel Oil Purifier dalam proses purifikasi.

Fault Tree Analysis (FTA) didefinisikan sebagai metode sistematis untuk menilai desain, proses yang sedang berlangsung, atau operasi dengan tujuan mengidentifikasi dan mengevaluasi masalah yang dapat memengaruhi kinerja sistem. Dengan kata lain, metode ini digunakan untuk mencari solusi terhadap masalah pada mesin (*troubleshooting*), sehingga semua potensi kerusakan dapat diatasi secara cepat dan akurat.

Pengamatan dan analisis terhadap data yang tersedia dimulai dari inti permasalahan yang muncul, kemudian data tersebut ditinjau dan dianalisis berdasarkan teori yang relevan. Hal ini dilakukan untuk menemukan solusi terbaik, sehingga masalah yang terjadi dapat diselesaikan secara cepat, efektif, dan aman.

FTA adalah metode yang efektif untuk mengidentifikasi akar permasalahan karena memastikan bahwa kejadian yang tidak diinginkan atau kerugian yang terjadi tidak hanya berasal dari satu titik kegagalan. Metode ini menganalisis hubungan antara berbagai faktor penyebab, yang divisualisasikan dalam bentuk diagram pohon kesalahan dengan melibatkan gerbang logika sederhana. Gerbang logika tersebut menggambarkan kondisi yang dapat memicu terjadinya kegagalan, baik berupa kondisi tunggal maupun kombinasi dari berbagai kondisi. Berikut adalah langkah-langkah dalam melakukan analisis terstruktur menggunakan sistem FTA:

1. Mengidentifikasi kejadian/peristiwa terpenting dalam sistem (*top level event*)

Langkah awal dalam pembuatan FTA sangatlah krusial karena akan memengaruhi hasil analisis sistem secara keseluruhan. Pada tahap ini, diperlukan pemahaman mendalam tentang sistem yang dianalisis serta pengetahuan mengenai jenis kerusakan atau gangguan pada sistem (*undesired event*) untuk mengidentifikasi akar masalahnya. Pemahaman terhadap sistem dilakukan dengan cara mempelajari semua informasi yang berkaitan dengan sistem dan cakupan operasionalnya.

2. Membuat pohon kesalahan

Setelah masalah utama berhasil diidentifikasi, langkah selanjutnya adalah menyusun rangkaian hubungan sebab-akibat melalui diagram pohon kesalahan. Pada tahap ini, diagram sebab-akibat dapat dimanfaatkan untuk menganalisis sumber kesalahan dan menggali potensi kerusakan tersembunyi. Penyusunan pohon kesalahan dilakukan dengan

memanfaatkan simbol *Boolean*. Standarisasi simbol ini penting untuk menjaga konsistensi dan mempermudah komunikasi dalam penyusunan pohon kesalahan.

3. Menganalisis pohon kesalahan

Analisis pohon kesalahan digunakan untuk mendapatkan informasi yang jelas mengenai suatu sistem serta menentukan perbaikan yang perlu dilakukan pada sistem tersebut.

Tahap analisis pohon kesalahan dapat dibedakan menjadi 3, yaitu:

a. Menyederhanakan pohon kesalahan

Langkah awal dalam analisis pohon kesalahan adalah menyederhanakan pohon tersebut dengan menghapus cabang-cabang yang memiliki karakteristik serupa. Penyederhanaan ini bertujuan untuk mempermudah proses analisis sistem pada tahap berikutnya.

b. Mengidentifikasi kemungkinan terjadinya peristiwa atau kejadian utama dalam sistem (*top-level event*).

Setelah pohon kesalahan disederhanakan, langkah berikutnya adalah menghitung kemungkinan terjadinya peristiwa utama dalam sistem. Pada tahap ini, peluang dari setiap input serta hubungan logika yang terlibat dijadikan dasar untuk menentukan probabilitas kejadian tersebut.

c. *Review* hasil analisis

Tinjauan hasil analisis dilakukan untuk mengidentifikasi kemungkinan perbaikan yang dapat diterapkan pada sistem. Hasil akhir dari *FTA* mencakup peluang terjadinya peristiwa utama dalam sistem

serta identifikasi akar masalah yang menjadi penyebabnya. Akar permasalahan ini kemudian digunakan sebagai dasar untuk menentukan prioritas perbaikan yang tepat pada sistem. Gerbang logika berfungsi untuk menjelaskan mekanisme terjadinya kerusakan..