

**ANALISIS MENURUNNYA TEKANAN MINYAK
LUMAS PADA MESIN INDUK KAPAL MODEL STX
MAN B&W 6S42MC DI *MV. H SEAL* DENGAN
METODE *FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS***



Disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Pendidikan
Diploma IV Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal

MUHAMMAD ANAS SHOFI

NIT. 0719014102

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA
PERMESINAN KAPAL**

**PROGRAM DIPLOMA IV PELAYARAN
POLITEKNIK PELAYARAN SURABAYA**

TAHUN 2023

HALAMAN JUDUL

**ANALISIS MENURUNNYA TEKANAN MINYAK
LUMAS PADA MESIN INDUK KAPAL MODEL STX
MAN B&W 6S42MC DI *MV. H SEAL* DENGAN
METODE *FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS***



Disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Pendidikan
Diploma IV Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal

MUHAMMAD ANAS SHOFI

NIT. 0719014102

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA
PERMESINAN KAPAL**

**PROGRAM DIPLOMA IV PELAYARAN
POLITEKNIK PELAYARAN SURABAYA**

TAHUN 2023

PERNYATAAN KEASLIAN

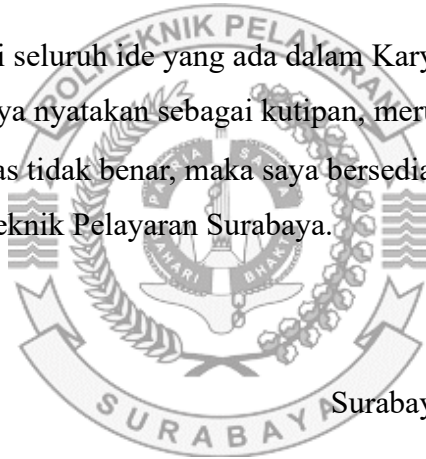
Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Anas Shofi
Nomor Induk Taruna : 0719014102
Program Studi : Diploma IV Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal

Menyatakan bahwa KIT yang saya tulis dengan judul:

**“ANALISIS MENURUNNYA TEKANAN MINYAK LUMAS PADA MESIN
INDUK KAPAL MODEL STX MAN B&W 6S42MC DI *MV. H SEAL*
DENGAN METODE *FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS*”**

Merupakan karya asli seluruh ide yang ada dalam Karya Ilmiah Terapan tersebut, kecuali tema yang saya nyatakan sebagai kutipan, merupakan ide saya sendiri. Jika pernyataan di atas tidak benar, maka saya bersedia menerima sanksi yang ditetapkan oleh Politeknik Pelayaran Surabaya.



Surabaya, 17 November 2023

Muhammad Anas Shofi

NIT. 0719014102

PERSETUJUAN SEMINAR HASIL KARYA ILMIAH TERAPAN

Judul : **ANALISIS MENURUNNYA TEKANAN MINYAK
LUMAS PADA MESIN INDUK KAPAL MODEL
STX MAN B&W 6S42MC DI MV. H SEAL DENGAN
METODE *FAILURE MODE AND EFFECT
ANALYSIS***

Nama Taruna : Muhammad Anas Shofi

NIT : 0719014102

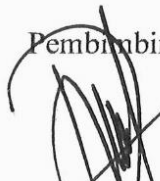
Program Diklat : Diploma IV Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal

Dengan ini dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diseminarkan.

Surabaya, 17 November 2023

Menyetujui:

Pembimbing I

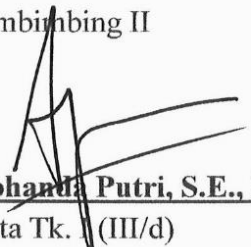


Dirhamsyah, M.Pd., M.Mar.E.

Penata Tk. I (III/d)

NIP. 197504302002121002

Pembimbing II



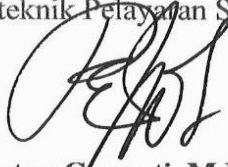
Dr. Indah Ayu Johanda Putri, S.E., M.Ak.

Penata Tk. I (III/d)

NIP. 19860902200122001

Mengetahui:

Ketua Jurusan Teknika
Politeknik Pelayaran Surabaya



Monika Retno Gunarti, M.Pd., M.Mar.E.

Penata Tk. I (III/d)

NIP. 1976052009122002

PENGESAHAN KARYA ILMIAH TERAPAN
ANALISIS MENURUNNYA TEKANAN MINYAK LUMAS PADA MESIN
INDUK KAPAL MODEL STX MAN B&W 6S42MC DI *MV. H SEAL*
DENGAN METODE *FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS*

Disusun dan diajukan oleh:

MUHAMMAD ANAS SHOFI
NIT. 0719014102
Ahli Teknika Tingkat III

Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Karya Ilmiah Terapan
Pada tanggal, 21 November 2023



Penguji I

Monika Retno Gunarti, M.Pd., M.Mar.E.
Penata Tk.1 (III/d)
NIP. 1976052009122002

Penguji II

Dirhamsyah, M.Pd., M.Mar.E.
Penata Tk. I (III/d)
NIP. 197504302002121002

Penguji III

Dr. Indah Ayu Johanda Putri, S.E., M.Ak.
Penata Tk.1 (III/d)
NIP. 198609022009122001

Mengetahui
Ketua Jurusan Teknika
Politeknik Pelayaran Surabaya

Monika Retno Gunarti, M.Pd., M.Mar.E.
Penata Tk.1 (III/d)
NIP. 1976052009122002

KATA PENGANTAR

Dengan mengucap dan memanjatkan puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, atas segala nikmat, berkah, dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan karya ilmiah terapan dengan judul “Analisis Menurunnya Tekanan Minyak Lumas pada Mesin Induk Kapal Model STX MAN B&W 6S42MC di *MV. H Seal* dengan Metode *Failure Mode and Effect Analysis*”, dengan tepat waktu tanpa adanya hambatan serta hal-hal yang tidak di inginkan.

Penulisan karya ilmiah terapan ini merupakan laporan tugas akhir yang diperlukan untuk persyaratan menyelesaikan pendidikan Diploma IV di Politeknik Pelayaran Surabaya. Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan, arahan, nasihat dan arahan petunjuk yang sangat berarti dalam menyelesaikan makalah penelitian ini. Izinkan penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa, Allah SWT.
2. Direktur Politeknik Pelayaran Surabaya Bapak Moejiono, M.T., M.Mar.E., yang memberikan fasilitas dalam tersusunnya karya ilmiah terapan ini.
3. Ketua program studi teknologi rekayasa permesinan kapal Politeknik Pelayaran Surabaya, Ibu Monika Retno Gunarti, M.Pd, M.Mar.E., yang telah memberikan arahan dalam pembuatan karya ilmiah terapan (KIT) ini, sehingga penulis dapat menyelesaikan karya ilmiah terapan (KIT) ini dengan baik.
4. Sekretaris program studi teknologi rekayasa permesinan kapal Politeknik Pelayaran Surabaya sekaligus dosen pembimbing II, Ibu Dr. Indah Ayu Johanda Putri, S.E., M.Ak., yang telah membantu penulis dalam memberikan bimbingan dan arahan, sehingga penulis dapat menyelesaikan karya ilmiah terapan (KIT) ini dengan baik.
5. Dosen pembimbing I, Bapak Dirhamsyah, M.Pd., M.Mar.E., yang telah membantu penulis dalam memberikan bimbingan dan arahan, sehingga penulis dapat menyelesaikan karya ilmiah terapan (KIT) ini dengan baik.
6. Segenap Bapak/Ibu dosen program studi teknologi rekayasa permesinan kapal Politeknik Pelayaran Surabaya, yang memberikan arahan dan masukan dalam penyusunan karya ilmiah terapan ini.

7. Kepada bapak saya, Drs. H. Sugeng, dan ibu saya, Nur Chomsyah Yunkustiyawati, yang tercinta beserta keluarga yang selalu memberikan dukungan moral dan materi serta doa dalam penyusunan karya ilmiah terapan ini.
8. Seluruh *crew MV. H Seal* yang telah memberikan ilmu dan bimbingan selama penulis menjalankan praktik laut, serta mendukung penelitian karya ilmiah terapan ini.
9. PT. Samudera Indonesia, yang telah memberi kesempatan penulis untuk melaksanakan praktik laut serta melakukan penelitian diatas kapal sehingga penulis dapat menyusun karya ilmiah terapan dengan baik.
10. Seluruh rekan-rekan taruna Politeknik Pelayaran Surabaya, yang telah memberikan dukungan yang tiada henti-hentinya kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan karya ilmiah terapan ini, khususnya angkatan X diploma IV.
11. Pihak-pihak yang memberikan saran dan masukan yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu namanya.

Semoga kedepannya penelitian ini dapat bermanfaat bagi semua pihak khususnya dalam mengembangkan ilmu pengetahuan taruna-taruni Politeknik Pelayaran Surabaya, serta dunia pelayaran pada umumnya.

Penulis menyadari bahwa cara penulisan karya ilmiah terapan ini masih belum sempurna, masih banyak kekurangan dari segi isi dan teknik penulisan, oleh karena itu penulis berharap dapat menerima kritik dan saran yang membangun untuk kesempurnaan penulisan karya ilmiah terapan ini.

Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih dan mohon maaf atas kekurangannya.

Surabaya, 17 November 2023

Muhammad Anas Shofi

NIT. 0719014102

ABSTRAK

MUHAMMAD ANAS SHOFI, Analisis Menurunnya Tekanan Minyak Lumas pada Mesin Induk Kapal Model STX MAN B&W 6S42MC di *MV. H Seal* dengan *Metode Failure Mode and Effect Analysis* dibimbing oleh Bapak Dirhamsyah, M.Pd., M.Mar.E. selaku pembimbing I dan Ibu Dr. Indah Ayu Johanda Putri, S.E., M.Ak. selaku pembimbing II.

Pada Kapal *MV. H Seal* memiliki sebuah mesin induk sebagai sumber daya penggerak utama, mesin ini akan bertanggung jawab untuk mengoperasikan baling-baling kapal, yang kemudian akan mendorong air dan menggerakkan kapal ke depan atau ke belakang sehingga kapal dapat melakukan pelayaran dalam jangka waktu yang lama maupun cepat. Demi menjamin kelancaran dalam suatu pelayaran, diperlukan adanya suatu perawatan dan perbaikan terhadap mesin induk. Salah satunya perawatan dan perbaikan pada sistem pelumasan mesin induk. Sistem pelumasan adalah suatu sistem yang berperan dalam memberikan pelumasan pada komponen yang bergerak di dalam mesin, bertujuan untuk mengurangi gesekan sehingga mencegah terjadinya kelebihan panas (*overheat*) dan memperlambat proses keausan. Penelitian dalam karya ilmiah terapan ini dilakukan untuk mengetahui faktor-faktor penyebab, dampak yang akan terjadi, dan upaya/tindakan yang perlu diambil ketika terjadi penurunan tekanan minyak lumas pada mesin induk kapal. Dalam karya ilmiah terapan ini, penulis menggunakan jenis penelitian kualitatif dengan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dengan melakukan review dari berbagai komponen. Selanjutnya melakukan identifikasi mode-mode kegagalan, penyebab kegagalan, dan dampak atau efek yang ditimbulkan dari kegagalan tersebut. Selanjutnya data tersebut digunakan sebagai *input* dalam lembar kerja FMEA tentang menurunnya tekanan minyak lumas pada mesin induk kapal.

Hasil penelitian penulis bahwa faktor penyebab menurunnya tekanan minyak lumas mesin induk yaitu tersumbatnya *L.O. auto back flushing filter*, kebocoran pada *L.O. pipe system*, ausnya *shaft & adjuster L.O. Pump*, kegagalan *L.O. Purifier* dalam memisahkan minyak lumas dari kotoran dan air, komponen plat pada M/E L.O. Cooler berlumpur kotoran dan minyak lumas, rusaknya *manometer*. Hal tersebut akan berdampak serius pada komponen-komponen mesin induk kapal seperti keausan, sehingga tenaga yang dihasilkan dari mesin induk kapal kurang maksimal. Berdasarkan hasil penelitian penulis dapat disimpulkan bahwa untuk mencegah dan mengatasi masalah tersebut, upaya yang dilakukan untuk mengoptimalkan tekanan minyak lumas pada mesin induk dengan memperbaiki model perawatan mesin induk kapal sesuai dengan *Planned Maintenance System* (PMS) dengan tujuan untuk memperbaiki kerusakan yang terjadi pada beberapa bagian komponen sistem pelumasan.

Kata kunci: Analisis, Menurun, Tekanan Minyak Lumas, Mesin Induk

ABSTRACT

MUHAMMAD ANAS SHOFI, Analysis of Decreasing Lubricating Oil Pressure on the STX MAN B&W 6S42MC Model Ship Main Engine of the MV. H SEAL with Failure Mode and Effect Analysis Method was guided by Mr. Dirhamsyah, M.Pd., M.Mar.E. as supervisor I and Mrs. Dr. Indah Ayu Johanda Putri, S.E., M.Ak. as supervisor II.

On the MV H Seal ship, there is a main engine that serves as its primary source of propulsion. This engine is responsible for driving the ship's propellers, which, in turn, propel the ship forward or backward by moving water. This enables the ship to undertake long or fast voyages. To ensure the smooth operation of a voyage, it is essential to maintain and repair the main engine. One of the maintenance and repair tasks involves the lubrication system of the main engine. The lubrication system functions to lubricate moving parts within the engine, reducing friction to prevent overheating and premature wear during engine operation. The purpose of this applied scientific work is to identify the causes, potential impacts, and necessary actions when a decrease in lubricating oil pressure occurs in the ship's main engine. In this applied scientific work, the author employs a qualitative research approach using the Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) method, which involves reviewing various components. Subsequently, the author identifies failure modes, their causes, and the resulting effects. This data is then used as input in the FMEA worksheet related to the decrease in lubricating oil pressure in the ship's main engine.

The results of the author's research indicate that the factors causing a decrease in lubricating oil pressure in the ship's main engine include the L.O. auto back-flushing filter is clogged, leaks in the L.O. pipe system, wear and tear of the shaft & adjuster of the L.O. Pump, the failure of the L.O. Purifier in separating lubricating oil from contaminants and water, sludge and oil accumulation in the plate components of the M/E L.O. Cooler, and the damage to the pressure gauge. These issues can have serious consequences for the components of the ship's main engine, leading to wear and a reduction in the engine's maximum power output. Based on the research findings, it can be concluded that preventive measures to optimize lubricating oil pressure in the main engine include improving the maintenance model of the ship's main engine in accordance with the Planned Maintenance System (PMS). This is done with the aim of addressing the damage occurring in various components of the lubrication system.

Keywords: *Analysis, Decrease, Pressure Lubricating Oil, Main Engine*

DAFTAR ISI

| | |
|--|------|
| HALAMAN JUDUL..... | i |
| PERNYATAAN KEASLIAN..... | ii |
| PERSETUJUAN SEMINAR HASIL KARYA ILMIAH TERAPAN | iii |
| PENGESAHAN KARYA ILMIAH TERAPAN | iv |
| KATA PENGANTAR | v |
| ABSTRAK | vii |
| <i>ABSTRACT</i> | viii |
| DAFTAR ISI..... | ix |
| DAFTAR TABEL..... | xi |
| DAFTAR GAMBAR | xii |
| DAFTAR LAMPIRAN..... | xiv |
| DAFTAR SINGKATAN | xv |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| A. LATAR BELAKANG PENELITIAN | 1 |
| B. RUMUSAN MASALAH | 8 |
| C. BATASAN MASALAH | 8 |
| D. TUJUAN PENELITIAN | 9 |
| E. MANFAAT PENELITIAN..... | 9 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA..... | 12 |
| A. <i>REVIEW</i> PENELITIAN SEBELUMNYA..... | 12 |
| B. LANDASAN TEORI | 13 |
| 1. Pengertian Mesin Induk Kapal | 13 |
| 2. Sistem Pelumasan | 15 |
| 3. Komponen-Komponen Sistem Pelumasan | 21 |
| 4. Komponen mesin induk kapal yang perlu dilumasi..... | 27 |

| | |
|---|----|
| 5. Pengertian Minyak Pelumas | 30 |
| 6. Fungsi dan Tujuan Utama Pelumasan | 31 |
| 7. Bahan Dasar dan Bentuk Bahan Pelumas..... | 33 |
| 8. Sifat-Sifat Minyak Lumas..... | 36 |
| 9. Klasifikasi Minyak Lumas..... | 39 |
| 10. Jenis Pelumas..... | 42 |
| 11. Persyaratan Penggunaan Minyak Pelumas | 43 |
| 12. Metode <i>Failure Mode and Effect Analysis</i> (FMEA) | 44 |
| C. KERANGKA PIKIR PENELITIAN..... | 45 |
| BAB III METODE PENELITIAN..... | 47 |
| A. JENIS PENELITIAN | 47 |
| B. TEMPAT DAN WAKTU PENELITIAN | 48 |
| C. SUMBER DATA PENELITIAN DAN TEKNIK PENGUMPULAN | |
| DATA..... | 48 |
| D. TEKNIK ANALISIS DATA..... | 51 |
| BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN..... | 54 |
| A. GAMBARAN UMUM SUBYEK PENELITIAN | 54 |
| B. HASIL PENELITIAN..... | 57 |
| C. PEMBAHASAN | 69 |
| BAB V PENUTUP..... | 78 |
| A. SIMPULAN | 78 |
| B. SARAN | 79 |
| DAFTAR PUSTAKA | 81 |
| LAMPIRAN..... | 83 |

DAFTAR TABEL

| | |
|--|----|
| Tabel 1.1 Nilai Temperatur dan Tekanan Minyak Lumas Mesin Induk Kapal..... | 6 |
| Tabel 2.1 <i>Review</i> Penelitian Sebelumnya..... | 12 |
| Tabel 4.1 Nilai Temperatur dan Tekanan Minyak Lumas Mesin Induk Kapal.... | 58 |
| Tabel 4.2 Hasil Wawancara Penulis dengan <i>2nd Engineer</i> | 61 |
| Tabel 4.3 <i>Failure Mode</i> | 62 |
| Tabel 4.4 Penyebab Kegagalan | 63 |
| Tabel 4.5 Potensi Efek Kegagalan | 63 |
| Tabel 4.6 <i>Rating Severity</i> | 64 |
| Tabel 4.7 Nilai <i>Severity</i> | 64 |
| Tabel 4.8 <i>Rating Occurance</i> | 65 |
| Tabel 4.9 Nilai <i>Occurance</i> | 66 |
| Tabel 4.10 <i>Rating Detection</i> | 67 |
| Tabel 4.11 Nilai <i>Detection</i> | 68 |
| Tabel 4.12 Nilai <i>Risk Priority Number (RPN)</i> | 69 |
| Tabel 4.13 Hasil FMEA | 70 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|--|----|
| Gambar 2.1 Mesin Induk Kapal | 14 |
| Gambar 2.2 Sistem Pelumasan Percik | 16 |
| Gambar 2.3 Sistem Pelumasan Tekan | 17 |
| Gambar 2.4 Sistem Pelumasan <i>Gravity</i> | 18 |
| Gambar 2.5 Sistem Pelumasan Kering | 19 |
| Gambar 2.6 Sistem Pelumasan Basah | 20 |
| Gambar 2.7 Komponen-Komponen Sistem Pelumasan | 21 |
| Gambar 2.8 <i>Oil Pan</i> | 21 |
| Gambar 2.9 <i>Oil Strainer</i> | 22 |
| Gambar 2.10 <i>Oil Pump</i> | 22 |
| Gambar 2.11 <i>Oil Filter</i> | 23 |
| Gambar 2.12 <i>Oil Pressure Regulator</i> | 24 |
| Gambar 2.13 <i>Oil Cooler</i> | 24 |
| Gambar 2.14 <i>Oil Switch</i> | 25 |
| Gambar 2.15 <i>Main Gallery</i> pada Blok Mesin | 26 |
| Gambar 2.16 <i>Oil Jet</i> | 26 |
| Gambar 2.17 <i>Engine Oil</i> | 27 |
| Gambar 2.18 <i>Piston</i> (Torak) | 27 |
| Gambar 2.19 <i>Ring Piston</i> | 28 |
| Gambar 2.20 <i>Cylinder Liner</i> | 28 |
| Gambar 2.21 <i>Connecting Rod</i> (Batang Penghubung) | 29 |
| Gambar 2.22 <i>Crankshaft</i> (poros engkol) | 29 |
| Gambar 2.23 <i>Main Bearing</i> | 30 |
| Gambar 2.24 Bentuk Minyak Pelumas Cair | 34 |
| Gambar 2.25 Bentuk Minyak Pelumas Setengah Padat | 35 |
| Gambar 2.26 Kerangka Pikir Penelitian | 46 |
| Gambar 4.1 Logo PT. Samudera Indonesia | 55 |

| | |
|--|----|
| Gambar 4.2 <i>MV. H Seal</i> | 56 |
| Gambar 4.3 Grafik Penurunan Tekanan Minyak Lumas Mesin Induk Kapal..... | 58 |
| Gambar 4.4 Data Penurunan Tekanan Minyak Lumas..... | 59 |
| Gambar 4.5 <i>L.O. Auto Back Flushing Filter</i> | 71 |
| Gambar 4.6 Kebocoran pada Sistem Perpipaan | 72 |
| Gambar 4.7 <i>Shaft & Adjuster L.O Pump</i> | 73 |
| Gambar 4.8 <i>Bowl Disc L.O. Purifier Kotor</i> | 74 |
| Gambar 4.9 Plat <i>M/E L.O. Cooler</i> | 75 |
| Gambar 4.10 <i>Manometer</i> pada Mesin Induk | 76 |

DAFTAR LAMPIRAN

| | |
|--|----|
| Lampiran 1: <i>Main Engine Data Record</i> | 83 |
| Lampiran 2: <i>Daily Main Engine Running Hours</i> | 84 |
| Lampiran 3: <i>Record ROB of Lub Oil</i> | 85 |
| Lampiran 4: <i>Bukti Hasil Wawancara Cadet dengan 2nd Engineer</i> | 86 |
| Lampiran 5: <i>Emergency Team Muster List MV. H Seal</i> | 87 |
| Lampiran 6: <i>Embarkation Order (Sign On)</i> | 88 |
| Lampiran 7: <i>Mutasi Sign Off</i> | 89 |
| Lampiran 8: <i>Crew List</i> | 90 |
| Lampiran 9: <i>Ship's Particular of MV. H Seal</i> | 91 |
| Lampiran 10 <i>M/E Pressure & Temperature Data</i> | 92 |
| Lampiran 11 <i>Lub. Oil Service System</i> | 93 |
| Lampiran 12 <i>Lub. Oil Charts</i> | 94 |

DAFTAR SINGKATAN

| Singkatan | Arti |
|-----------|--|
| STX | : <i>Sungdong-Tsuneishi-Xinya</i> |
| MAN | : <i>Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg</i> |
| B&W | : <i>Burmeister & Wain</i> |
| FMEA | : <i>Failure Mode and Effect Analysis</i> |
| RPN | : <i>Risk Priority Number</i> |
| M/E | : <i>Main Engine</i> |
| L.O. | : <i>Lubricating Oil</i> |
| ROB | : <i>Remaining On Board</i> |

BAB I PENDAHULUAN

A. LATAR BELAKANG PENELITIAN

Di era globalisasi sekarang ini, kemajuan teknologi hampir mempengaruhi setiap sudut pandang kehidupan manusia. Hal tersebut membuat kehidupan menjadi lebih bersaing dan oleh karena itu kita harus mampu memberikan hasil yang terbaik. Begitu pula dalam dunia pelayaran yang bergerak di bidang transportasi laut. Dalam dunia pelayaran, kapal menyediakan sarana transportasi laut yang sangat efisien untuk menghubungkan manusia, barang dan jasa dari satu negara ke negara lain dan dari pulau ke pulau.

Demi memastikan kelancaran kapal dalam pelayarannya, maka kapal harus mempunyai tenaga mesin yang cukup untuk menjamin kelancaran berlayar. Saat mengoperasikan semua jenis peralatan mesin apapun di ruang mesin, sangat penting untuk memperhatikan kondisi mesin kapal. Oleh karena itu, pengoperasian kapal membutuhkan perawatan dan perbaikan mesin induk yang berkala dan teratur. Peran mesin induk sangat penting untuk menunjang kelancaran navigasi kapal dalam pelayaran, karena mesin induk menggerakkan *propeller* atau baling-baling kapal yang akan mendorong air membuat kapal bergerak maju atau mundur sehingga kapal dapat melakukan pelayaran dalam jangka waktu tertentu. Oleh sebab itu, mesin induk berperan sangat penting pada sebuah kapal.

Mesin induk kapal adalah mesin yang menggerakkan kapal. Sebuah kapal tidak dapat mencapai tujuannya tanpa mesin induknya. Oleh karena

itu, mesin induk harus dirancang dan dioperasikan dengan hati-hati agar kapal dapat membawa beban berat dan mengarungi berbagai perairan. Proses pengangkutan barang dapat dilakukan dengan cepat, aman, dan ekonomis apabila didukung oleh mesin kapal dengan kondisi yang baik. Kelancaran dalam operasional kapal ini tidak terlepas dari operasional mesin induk yang bagus dan lancar. Mesin induk ini bisa dipengaruhi oleh tingkat tekanan minyak lumas yang mendukung kinerja mesin induk.

Salah satu faktor yang berkontribusi terhadap pengoperasian mesin induk yang baik adalah pelumasan. Pelumasan mesin induk yang tidak memadai memengaruhi bagian kontak dan gesekan. Ini dapat menyebabkan kerusakan fatal yang mempengaruhi operasi kapal. Oleh sebab itu, pelumasan memiliki pengaruh besar terhadap kelancaran pengoperasian mesin induk. Untuk alasan ini, maka penulis sangat tertarik dengan permasalahan ini, terutama pada menurunnya tekanan minyak lumas serta penyebab dan pengaruhnya.

Sistem pelumasan mesin dirancang untuk meminimalkan gesekan permukaan pada bagian yang saling bersentuhan dan bergerak. Selain hal itu, minyak lumas juga memiliki fungsi sebagai pendingin di beberapa bagian mesin. Mengenai hal ini, karena mesin induk adalah mesin dengan kapasitas sistem pelumasan yang besar, pompa pelumas membantu sistem pelumasan disetiap bagian mesin dan bagian mekanisnya.

Kelancaran pengoperasian mesin induk membutuhkan sistem pelumasan yang sistematis dan teratur. Hal ini sangat penting untuk mesin induk selaku sistem penggerak dan pendukung. Pemakaian minyak lumas

yang benar sesuai dengan putaran yang dihasilkan mesin induk akan menghasilkan manfaat yang begitu besar bagi operasional kapal.

Penerapan nyata untuk sistem pelumasan ini ialah bagaimana cara untuk mencapai pelumasan pada mesin yang optimal dalam bermacam kondisi di atas kapal, seperti cara pengoperasian mesin induk dan jenis pelumasan oli. Jika sistem pelumasan tidak optimal akan menyebabkan keausan dan memperpendek umur komponen utama mesin. Hal ini disebabkan karena kurangnya pelumasan yang lengkap untuk mencegah keausan pada bagian utama mesin.

Society of Automotive Engineers (SAE) mendefinisikan minyak pelumas sebagai bahan yang penggunaannya untuk melumasi setiap komponen mesin, mengurangi gesekan dan keausan, serta menjaga suhu operasi yang diinginkan. Pelumas adalah zat atau bahan kimia biasanya berbentuk cairan yang diaplikasikan di antara dua komponen mesin yang bergerak demi menurunkan nilai gaya gesek. Bahan ini diperoleh dari penyulingan minyak bumi dan mempunyai temperatur antara 105-135 °C. minyak lumas bertindak sebagai lapisan pelindung untuk memisahkan dua bidang permukaan yang saling bersentuhan. Pelumas biasanya terdiri atas 90% minyak lumas dan 10% aditif.

Salah satu pemakaian minyak lumas yang sangat penting adalah minyak lumas mesin untuk jenis mesin pembakaran dalam. Kode yang tercetak pada sampul kemasan minyak lumas menandakan jenis mesin yang digunakan untuk meningkatkan performa mesin dengan kinerja yang baik. Ini berisi informasi penting yang sering tidak disadari atau tidak dipahami

oleh konsumen. Tiga badan internasional diakui memiliki wewenang untuk menetapkan standar kualitas global untuk pelumas: SAE, JASO dan API.

Memilih minyak lumas yang tepat, menggantinya secara teratur, dan merawatnya dengan benar sangat penting untuk berfungsi mesin dengan baik, meminimalkan kerusakan, dan memperpanjang umur mesin dan peralatannya. Pelumasan mesin induk sangat penting untuk mempertahankan performa dan masa pakai mesin yang optimal. Mesin induk kapal biasanya adalah mesin diesel yang menggerakkan baling-baling kapal dan beroperasi dalam kondisi yang sangat berat dan terus menerus.

Berikut poin-poin penting mengenai pelumasan mesin induk kapal adalah:

1. Jenis Pelumas

Mesin induk kapal biasanya menggunakan pelumas yang diformulasikan khusus untuk aplikasi kelautan/maritim, seperti pelumas mesin diesel berkinerja berat. Pelumas ini harus memenuhi standar internasional seperti spesifikasi API (*American Petroleum Institute*) dan dapat dimodifikasi untuk pembuatan dan model mesin tertentu yang digunakan.

2. Sistem Pelumasan

Mesin induk kapal dilengkapi dengan sistem pelumasan yang kompleks dan canggih. Sistem ini terdiri dari pompa pelumasan yang menyuplai minyak lumas pada bagian komponen mesin yang memerlukan pelumasan. Pelumas didistribusikan ke bagian-bagian

penting di dalam mesin seperti bantalan utama, bantalan engkol, bantalan poros, dan *piston*.

3. Monitoring dan Pemeliharaan

Penting untuk memantau dan memelihara sistem pelumasan utama mesin kapal secara teratur. Ini termasuk memeriksa level oli dan kualitas oli, memastikan tekanan oli yang benar, memantau suhu pengoperasian, dan mengganti oli sesuai dengan jadwal perawatan yang direkomendasikan pabrikan mesin.

4. Aditif Pelumas

Oli mesin kapal sering diperkaya dengan aditif khusus untuk lebih meningkatkan sifat yang diinginkan. Aditif ini termasuk peningkatan kinerja pembersihan, perlindungan korosi, pengurangan busa dan peningkatan stabilitas termal.

5. Pelumas Tambahan

Selain minyak pelumas utama, minyak pelumas seperti minyak pelumas sistem bantalan baling-baling (*propeller*), minyak pelumas kopling, dan minyak pelumas *turbocharger* digunakan pada mesin induk kapal. Setiap komponen memiliki persyaratan pelumasannya sendiri.

Mesin induk kapal Di atas *MV. H Seal* yang digunakan adalah merek STX yang dibidangi oleh 2 perusahaan *Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg* dan *Burmeister & Wain* dengan tipe mesin 6S42MC dengan negara asal Korea Selatan. Mesin induk ini menggunakan langkah kerja mesin diesel 2 tak dan menggunakan sistem pelumasan kering dengan

minyak lumas yang digunakan yaitu meditrans SAE 30. Ketika penulis sedang melaksanakan dinas jaga saat praktik laut di atas *MV. H Seal*, 7 November 2021 saat itu kapal sedang berlayar dari Jakarta menuju Weda, Maluku Utara, saat di perairan melintasi pulau Obi terjadi penurunan tekanan minyak lumas pada mesin induk kapal. Jika hal itu dibiarkan begitu saja akan berdampak pada mesin induk terhadap bagian-bagian mesin yang bergesekan. Masinis 3 yang berjaga di kamar mesin saat kejadian itu memerintahkan untuk mengambil tindakan melakukan *flushing* manual secara terus menerus pada *L.O. auto back flushing filter* setiap menjalankan *main air compressor*. Berikut data terkait dengan tekanan minyak lumas yang menurun pada saat penulis melaksanakan dinas jaga di atas kapal.

Tabel 1.1 Nilai Temperatur dan Tekanan Minyak Lumas Mesin Induk Kapal

| Tanggal | Jam Dinas Jaga | Temperatur Minyak Lumas (°C) | Tekanan Minyak Lumas (Kg/cm ²) | Keterangan |
|------------|----------------|------------------------------|--|--------------------------|
| 06-11-2021 | 04.00 – 08.00 | 47 | 2,21 | <i>Normal</i> |
| 06-11-2021 | 08.00 – 12.00 | 47 | 2,20 | <i>Normal</i> |
| 06-11-2021 | 12.00 – 16.00 | 48 | 2,19 | <i>Normal</i> |
| 06-11-2021 | 16.00 – 20.00 | 47 | 2,20 | <i>Normal</i> |
| 06-11-2021 | 20.00 – 00.00 | 48 | 2,19 | <i>Normal</i> |
| 07-11-2021 | 00.00 – 04.00 | 54 | 1,62 | <i>L.O. low pressure</i> |

Sumber: Dokumen Pribadi (2021)

Dari tabel diatas menunjukkan bahwa telah terjadi penurunan pada tekanan minyak lumas pada mesin induk kapal STX MAN B&W 6S42MC di atas *MV. H Seal* saat penulis melaksanakan dinas jaga 00-00 – 04.00 dengan masinis 3 dan *oiler* pada tanggal 7 November 2021. Diakhir jam jaganya menunjukkan adanya penurunan tekanan minyak lumas diangka 1,6

Kg/cm² sehingga menyebabkan alarm berbunyi pada kamar mesin. Dimana penurunan tekanan minyak lumas dari 1,9 Kg/cm² perlahan mengalami penurunan hingga mencapai 1,6 Kg/cm² pada saat itu juga berdampak pada temperatur minyak lumas mengalami kenaikan yang sebelumnya dengan nilai 48°C menjadi 54°C.

Kejadian penurunan tekanan minyak lumas yang dialami penulis tersebut bersama masinis jaga di kamar mesin, penulis segera melaksanakan perintah dari masinis jaga untuk segera melakukan pengecekan sebagai upaya untuk mengetahui penyebab dari kejadian tersebut. Beberapa hal yang dilakukan ialah *sounding* pada *sump tank* untuk memeriksa volume minyak lumas, pengecekan *M/E L.O. Pump*, pengecekan pada sambungan pipa-pipa, dan pengecekan baut-baut pengikat. Selanjutnya saat tiba di Weda, Maluku Utara dilakukan upaya pengecekan pada *L.O. auto back flushing filter*. Dari hasil pengecekan tersebut ditemukan bahwa sumber penyebab menurunnya tekanan minyak lumas pada mesin induk kapal yaitu kurangnya kinerja *L.O. auto back flushing filter* karena terdapat kotoran pada saringan minyak lumas sehingga sirkulasi minyak lumas menjadi kurang optimal.

Dengan adanya kejadian yang dialami penulis tersebut saat melaksanakan praktik laut bahwa sangatlah penting menjaga kinerja sistem pelumasan mesin induk agar tetap optimal. Untuk menjaga agar sistem pelumasan mesin induk kapal bekerja secara efisien dan optimal, penting untuk mengikuti panduan perawatan yang direkomendasikan pabrikan mesin dan mengikuti prosedur pelumasan yang tepat. Mengingat

pentingnya sistem pelumasan mesin induk kapal, maka dari itu penulis tertarik melaksanakan penelitian dengan judul. “**Analisis Menurunnya Tekanan Minyak Lumas pada Mesin Induk Kapal Model STX MAN B&W 6S42MC di *MV. H Seal* dengan Metode *Failure Mode and Effect Analysis*”.**

B. RUMUSAN MASALAH

1. Apa saja faktor-faktor yang dapat menyebabkan menurunnya tekanan minyak lumas pada mesin induk model STX MAN B&W 6S42MC di *MV. H Seal*?
2. Apa dampak yang akan terjadi apabila tekanan minyak lumas pada mesin induk model STX MAN B&W 6S42MC di *MV. H Seal* mengalami penurunan?
3. Bagaimana upaya yang akan dilakukan untuk mengoptimalkan tekanan minyak lumas pada mesin induk model STX MAN B&W 6S42MC di *MV. H Seal*?

C. BATASAN MASALAH

Penulis membatasi pembahasan penelitian karya ilmiah terapan ini agar pembahasan penelitian ini tidak meluas yaitu diantaranya:

1. Ruang lingkup materi ini pada penurunan tekanan minyak lumas mesin induk STX MAN B&W 6S42MC di *MV. H Seal*.
2. Ruang lingkup tempat dan waktu yaitu selama penulis melaksanakan praktik laut di *MV. H Seal* pada 31 Agustus 2021 – 13 September 2022.

D. TUJUAN PENELITIAN

1. Untuk mengetahui faktor-faktor apa saja yang dapat menyebabkan menurunnya tekanan minyak lumas pada mesin induk model STX MAN B&W 6S42MC di *MV. H Seal*.
2. Untuk mengetahui dampak apa yang akan terjadi apabila tekanan minyak lumas pada mesin induk model STX MAN B&W 6S42MC di *MV. H Seal* mengalami penurunan.
3. Untuk mengetahui upaya apa saja yang bisa dilakukan agar tekanan minyak pelumas dapat optimal sehingga pengoperasian mesin induk model STX MAN B&W 6S42MC di *MV. H Seal* dapat berjalan dengan lancar.

E. MANFAAT PENELITIAN

Penulis berharap dalam penulisan karya ilmiah terapan ini bisa memberikan berbagai manfaat bagi penulis sendiri dan orang lain, manfaat penulisan karya ilmiah terapan ini dibedakan menurut manfaat teoritis dan manfaat praktis yang bisa dilihat sebagai berikut:

1. Manfaat teoritis
 - a. Menambah wawasan dan pengetahuan tentang cara perawatan sistem pelumasan mesin induk kapal agar tidak mengakibatkan penurunan tekanan minyak lumas.
 - b. Hasil dari penelitian ini bisa digunakan sebagai penerapan teori-teori yang sudah diperoleh di kampus Politeknik Pelayaran Surabaya terutama tentang masalah yang berkaitan dengan sistem pelumasan mesin induk.

2. Manfaat praktis

a. Bagi penulis

Penulis mampu memahami langkah-langkah yang diambil saat terjadi penurunan tekanan minyak pelumas pada mesin induk kapal, dan penulis dapat menilai tingkat kerja sama dalam mengkoordinasikan perawatan pelumasan.

b. Bagi masinis

Bagi para masinis, diharapkan dapat menggunakan hasil penelitian ini sebagai panduan dalam melaksanakan perawatan sistem pelumasan mesin induk kapal.

c. Bagi taruna-taruni pelayaran jurusan teknika

Bagi taruna-taruni jurusan teknika pada sekolah pelayaran, hasil penelitian ini bisa menjadi bahan pelajaran tentang cara mengatasi penurunan tekanan minyak pelumas pada mesin induk kapal.

d. Bagi perusahaan pelayaran.

Bagi perusahaan pelayaran, hasil penelitian ini dapat menjadi landasan bagi perusahaan pelayaran dalam merumuskan kebijakan baru terkait manajemen perawatan sistem pelumasan mesin induk.

e. Bagi Polteknepel Surabaya

Bagi Polteknepel Surabaya, Penyusunan karya ilmiah terapan ini dapat memberikan kontribusi agar pemahaman terhadap sistem pelumasan mesin induk semakin diperdalam dan dapat menjadi

sumber pengetahuan tambahan bagi calon perwira yang akan berkarir di atas kapal, sekaligus menambah koleksi karya ilmiah di Perpustakaan Poltekpel Surabaya.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

A. REVIEW PENELITIAN SEBELUMNYA

Review penelitian adalah sekumpulan penelitian yang pernah dilakukan oleh orang lain yang relevan dengan isu atau permasalahan ini. Peneliti perlu pembelajaran dari penelitian sebelumnya yang dibuat oleh peneliti lain agar menghindari plagiasi, duplikasi, dan mengulangi kesalahan yang identik dari penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti sebelumnya. Berikut ini adalah beberapa contoh hasil penelitian sebelumnya yang digunakan oleh penulis dalam menunjang penelitian ini, yaitu sebagai berikut:

Tabel 2.1 *Review* Penelitian Sebelumnya

| No. | Nama Peneliti | Judul Penelitian | Hasil Penelitian | Beda Penelitian |
|-----|-------------------------------|--|--|--|
| 1. | Rizqi Ilmal Yaqin, dk. (2022) | Studi Perawatan Berbasis Risiko Sistem Pelumasan Mesin Induk KM Maburur dengan Pendekatan FMEA | Hasil penelitian menunjukkan bahwa, Risiko pada komponen sistem pelumasan dimanfaatkan untuk mendeteksi potensi kegagalan dan faktor-faktor penyebabnya yang mungkin terjadi selama proses operasional. Beberapa upaya untuk mengurangi kerusakan komponen sistem pelumasan adalah pemeriksaan beberapa komponen sebelum keberangkatan dan perawatan berkala di bengkel kapal sebelum dan setelah berlayar. Metode penelitian ini menggunakan pendekatan FMEA. | Perbedaan antara penelitian ini dengan penelitian penulis terletak pada lingkup penelitian yang dilakukan, di mana penelitian ini membahas mengenai perawatan pada sistem pelumasan mesin induk yang berbasis risiko sedangkan penelitian penulis membahas tentang menurunnya tekanan minyak lumas pada mesin induk dengan demikian menganalisis penyebab, dampak, dan upaya untuk mengoptimalkan tekanan minyak lumas yang menurun. |

| | | | | |
|----|--|--|--|--|
| 2. | Mohammad In'am Basthomi Jauhari (2021) | Pengaruh Tekanan Minyak Lumas yang Menurun Terhadap Kinerja Mesin Induk di Atas Kapal KT. Jayanegara 201 | Hasil penelitian menunjukkan bahwa, penelitian ini hanya menjelaskan mengenai pengaruh dari tekanan minyak lumas yang menurun terhadap mesin induk yaitu <i>overheating</i> , keausan pada metal jalan, metal duduk, & <i>camshaft</i> akibat gesekan, dan suara mesin terdengar berisik. Penelitian ini menggunakan metodologi <i>Fault Tree Analysis</i> . (FTA) | Perbedaan antara penelitian ini dengan penelitian penulis terletak pada lingkup penelitian yang dilakukan, di mana penelitian ini membahas mengenai pengaruh dari tekanan minyak lumas yang menurun sedangkan penelitian penulis membahas penyebab, dampak, dan upaya yang dilakukan untuk mengoptimalkan tekanan minyak lumas yang menurun dengan metode <i>Failure Mode and Effect Analysis</i> (FMEA) |
|----|--|--|--|--|

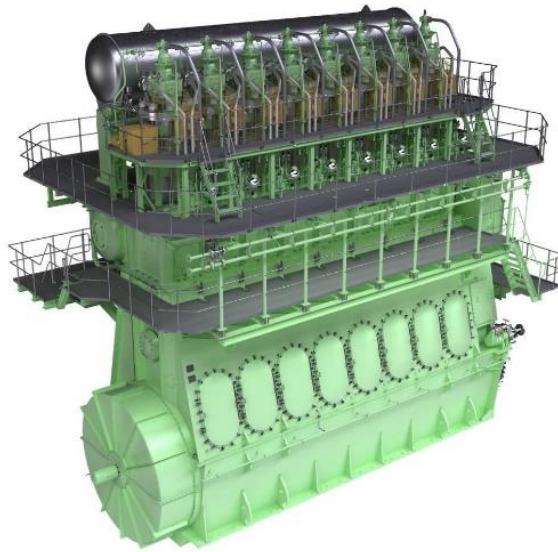
Sumber: Dokumen Pribadi (2023)

B. LANDASAN TEORI

Pada subbab ini menjelaskan tentang landasan teori dari penelitian yang didalamnya terdapat teori atau konsep-konsep yang didasarkan pada judul penelitian yang dirangkai sedemikian rupa sehingga membentuk satu kesatuan utuh yang menjadikan dasar-dasar teori bagi penelitian yang dipandang penting.

1. Pengertian Mesin Induk Kapal

Mesin induk kapal adalah sistem mesin induk yang digunakan untuk menghasilkan tenaga dan menggerakkan kapal. Mesin inilah yang menyediakan tenaga untuk penggerak kapal dan memungkinkannya berlayar di perairan. Mesin induk kapal biasanya adalah mesin pembakaran dalam, seperti mesin diesel atau mesin turbin gas, meskipun mesin turbin uap juga dapat digunakan di beberapa kapal yang lebih besar.



Gambar 2.1 Mesin Induk Kapal
Sumber: Eric Haun (2014)

Fungsi utama mesin induk kapal adalah menghasilkan tenaga yang cukup untuk menggerakkan baling-baling kapal dan mengatasi gaya hambat yang ditimbulkan oleh air. Tenaga ini digunakan untuk memutar poros engkol yang terhubung dengan baling-baling kapal, sehingga memberikan daya dorong yang dibutuhkan untuk bergerak maju.

Mesin induk kapal terdiri dari beberapa unit mesin yang bekerja sama untuk menghasilkan tenaga. Setiap unit mesin dapat memiliki silinder internal, di mana bahan bakar dibakar dan menghasilkan tenaga. Mesin ini dilengkapi dengan sistem bahan bakar, sistem pelumasan, sistem pendingin dan sistem kontrol kecepatan untuk mengoperasikan mesin secara efisien dan aman.

Selain itu, mesin induk kapal juga dilengkapi dengan sistem kendali dan pemantauan yang canggih untuk memantau kinerja mesin dan menjaganya tetap beroperasi dalam kondisi optimal. Sistem ini

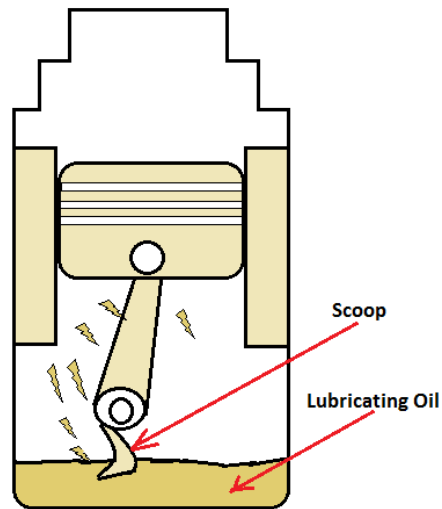
memungkinkan operator kapal memantau suhu, tekanan, kecepatan, dan parameter lain dari mesin induk, serta melakukan penyesuaian jika diperlukan.

Secara keseluruhan, mesin induk kapal merupakan komponen kunci dalam kapal yang memberikan tenaga bagi pergerakan kapal di dalam air. Desain dan efisiensi mesin induk terus berkembang seiring kemajuan teknologi, dengan tujuan mengoptimalkan konsumsi bahan bakar, mengurangi emisi, dan meningkatkan efisiensi propulsi kapal secara keseluruhan.

2. Sistem Pelumasan

Boentarto (1992), sistem pelumasan pada mesin induk memiliki peranan penting, khususnya untuk komponen yang membutuhkan pelumasan, seperti bantalan roda gigi, dinding silinder, dan komponen lainnya. Minyak lumas harus mampu meratakan diri ke area-area tersebut. Sistem pelumasan mesin dirancang untuk meminimalkan gesekan permukaan pada bagian yang saling bersentuhan dan bergerak. Selain hal itu, minyak lumas juga memiliki fungsi sebagai pendingin di beberapa bagian mesin. Mengenai hal ini, karena mesin induk adalah mesin dengan kapasitas sistem pelumasan yang besar, pompa pelumas membantu sistem pelumasan disetiap bagian mesin dan bagian mekanisnya. Terdapat 3 macam pada sistem pelumasan, yaitu:

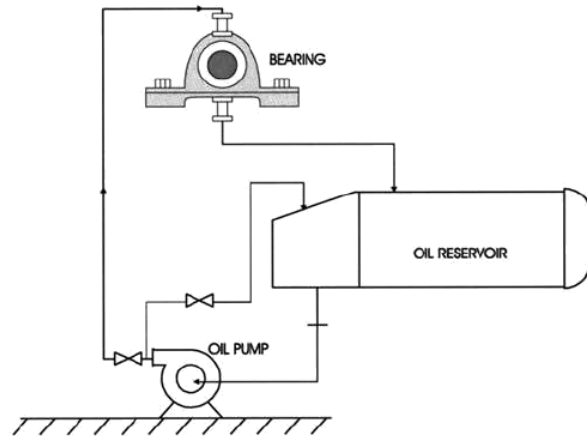
a. Sistem pelumasan percik



Gambar 2.2 Sistem Pelumasan Percik
Sumber: Mosil *Lubricants* (2020)

Sistem ini adalah sistem yang simpel dan digunakan pada mesin-mesin kecil. Batang penggerak terpasang pada perangkat yang dilengkapi dengan alat berbentuk sendok yang bernama *scoop*, sehingga saat beroperasi, komponen tersebut masuk ke dalam kotak engkol yang digunakan sebagai tempat penyimpanan minyak lumas dan memercikkan minyak lumas pada suku cadang yang membutuhkan pelumasan. Komponen yang mengharuskan pelumasan berlebih adalah bagian bantalan utama poros engkol, yang memerlukan penggunaan pompa untuk mengalirkan minyak lumas ke salurannya.

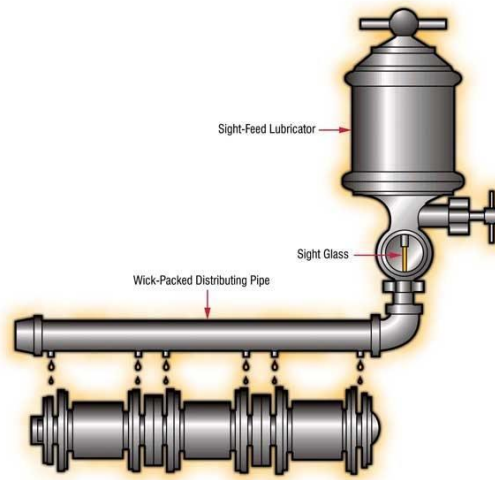
b. Sistem pelumasan tekan



Gambar 2.3 Sistem Pelumasan Tekan
Sumber: Mosil *Lubricants* (2020)

Sistem pelumas tekan adalah suatu sistem pelumasan yang dirancang untuk mengalirkan minyak pelumas ke komponen-komponen mesin atau peralatan yang memerlukan pelumasan dengan menggunakan tekanan. Sistem ini memanfaatkan pompa atau perangkat lainnya untuk menggerakkan minyak pelumas dengan tekanan tertentu ke bagian-bagian mesin yang perlu dilumasi, seperti bantalan, roda gigi, dinding silinder, atau komponen lainnya. Tekanan dalam sistem pelumas tekan bertujuan untuk memastikan bahwa minyak pelumas dapat merata dan efisien mencapai area yang memerlukan pelumasan, sehingga membantu mencegah keausan dan kerusakan pada komponen mesin. Sistem pelumas tekan umumnya digunakan pada mesin-mesin yang lebih besar dan canggih, dimana pelumasan yang efektif sangat penting untuk menjaga kinerja dan umur pakai mesin

c. Sistem pelumasan *gravity*



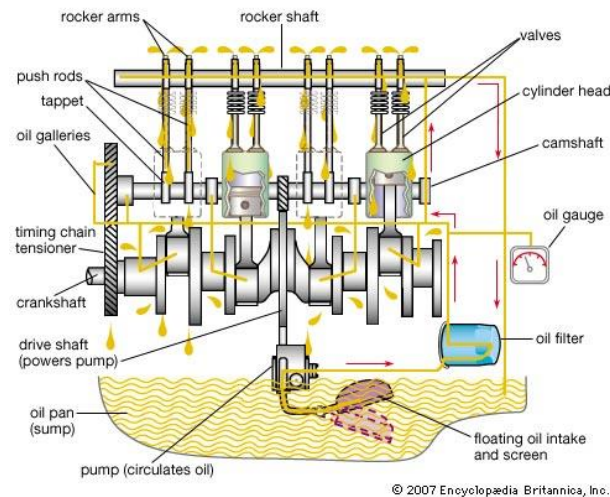
Gambar 2.4 Sistem Pelumasan *Gravity*
Sumber: Mosil *Lubricants* (2020)

Sistem pelumasan *gravity* adalah jenis sistem pelumasan yang mengandalkan gaya gravitasi untuk memasok pelumas ke komponen-komponen mesin yang membutuhkannya. Prinsip dasar sistem pelumasan *gravity* adalah bahwa pelumas ditampung dalam sebuah wadah yang terletak di posisi yang lebih tinggi dari bagian-bagian yang harus dilumasi. Pelumas kemudian mengalir secara gravitasi menuju bagian-bagian mesin yang membutuhkan pelumasan.

Sistem ini merupakan gabungan antara sistem pelumasan tekan dan sistem pelumasan percik. Keuntungan dari sistem ini ialah meskipun sistem pelumasan tekan gagal karena kerusakan pada pompa minyak lumas, pelumasan akan tetap berlangsung dengan menggunakan sistem gravitasi dari *lub. oil gravity tank*.

Secara umum, sistem pelumasan yang umumnya digunakan dalam mesin terbagi menjadi dua bagian, yaitu:

a. Sistem pelumasan kering



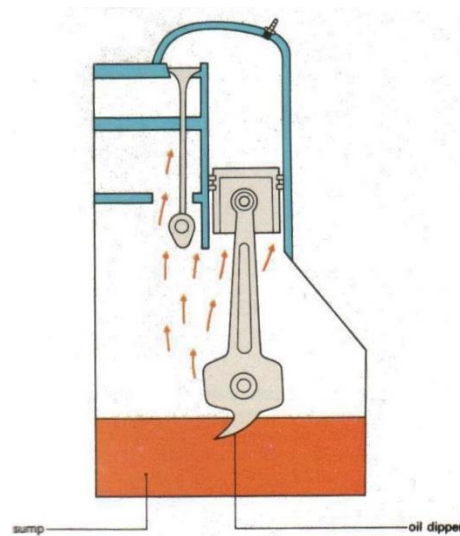
Gambar 2.5 Sistem Pelumasan Kering
Sumber: *Encyclopedia Britannica (2007)*

Sistem pelumasan kering merujuk pada penampungan minyak lumas di tempat terpisah, yang dalam kasus kapal disebut sebagai *sump tank*. Pada kapal, sistem pelumasan yang digunakan adalah sistem pelumasan kering, dengan kata lain, sistem pelumasan bertekanan penuh dimana minyak dari *sump tank* disirkulasikan dengan tekanan yang konsisten ke komponen mesin yang memerlukan pelumasan, kemudian dikembalikan ke tangki penampungan (*sump tank*).

Dalam sistem pelumasan yang diterapkan pada kapal, sebelum menghidupkan mesin, perlu dilakukan pelumasan awal pada *piston*, *piston crown*, engkol, bantalan utama *connecting rod*, *cylinder liner*, *turbo charge*, dan komponen penggerak katup.

Minyak pelumas disirkulasikan dengan memulai penyerapannya oleh pompa roda gigi dari *sump tank*, lalu melewati penyaringan dengan *oil filter*, kemudian menjalani pendinginan di *L.O. cooler*, sebelum akhirnya minyak pelumas tersebut digunakan untuk melumasi komponen yang memerlukan pelumasan. Setelah pelumasan, minyak pelumas kembali ke *sump tank*.

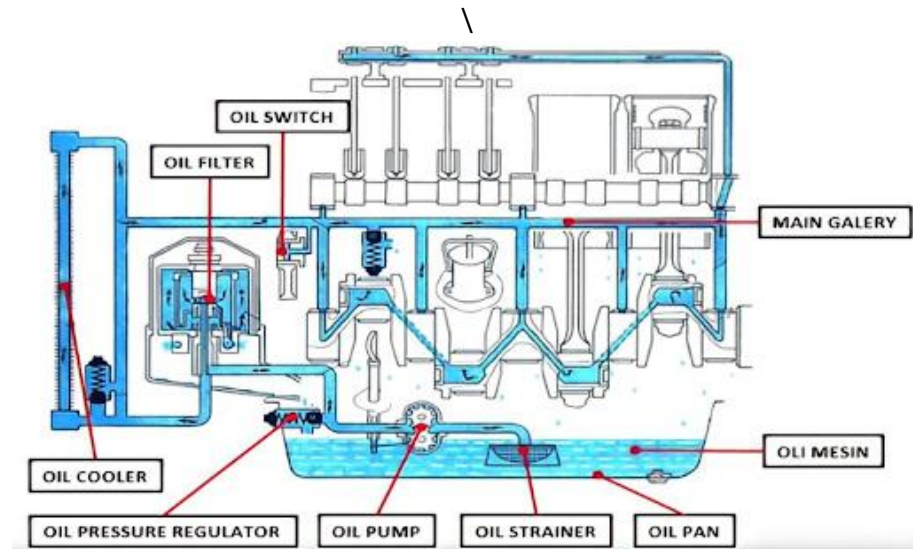
b. Sistem pelumasan basah



Gambar 2.6 Sistem Pelumasan Basah
Sumber: Anderson Luiz Dias (2019)

Sistem pelumasan ini sering digunakan pada mesin kapal dengan tenaga kuda atau daya rendah. Sebab, konstruksinya masih tergolong sederhana. Pada sistem pelumasan basah, pompa minyak pelumas memompa minyak pelumas dari tangki minyak pelumas ke mangkuk minyak pelumas. Pada setiap tingkat, batang penghubung yang dapat digerakkan masuk ke dalam mangkuk dan melepaskan minyak pelumas dari dalam mangkuk, sehingga membasahi bagian yang akan dilumasi.

3. Komponen-Komponen Sistem Pelumasan



Gambar 2.7 Komponen-Komponen Sistem Pelumasan
Sumber: Geraioto (2023)

a. *Oil pan* (tangki oli)



Gambar 2.8 *Oil Pan*
Sumber: Dorman Manufacturer (2017)

Tangki oli adalah bagian dari sistem pelumasan sebagai tempat penyimpanan oli yang nantinya dipergunakan untuk pelumasan mesin. Bagian ini juga bisa disebut dengan *sump tank*.

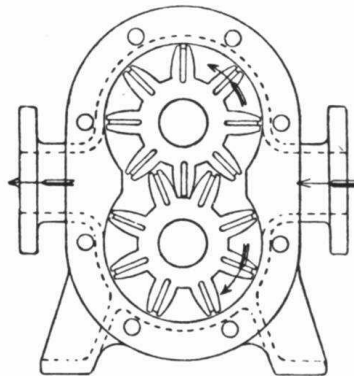
b. *Oil strainer*



Gambar 2.9 *Oil Strainer*
Sumber: Ajmer Singh (2011)

Oil Strainer berfungsi untuk meningkatkan kinerja penyaringan minyak lumas. *Oil strainer* mampu menyaring kotoran hingga diameter satu milimeter.

c. *Oil pump* (pompa oli)

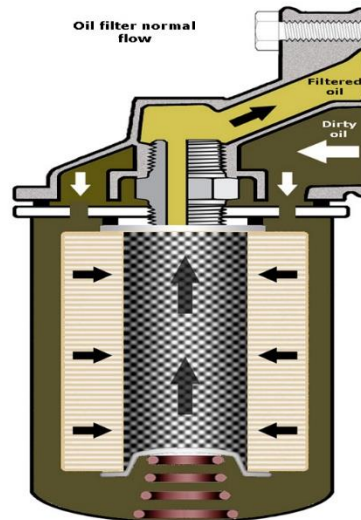


Gambar 2.10 *Oil Pump*
Sumber: Prasanna Udipi (2010)

Pompa oli berfungsi untuk menghisap dan mengeluarkan oli di dalam tangki oli dan mengalirkannya ke mesin. Pompa oli mendistribusikan oli bertekanan ke berbagai bagian mesin. Oli

kemudian dibuang melalui saluran penghubung di ujung pompa. Proses ini meliputi pelumasan semua bagian kontak mesin. Karena adanya pompa oli, semua komponen mesin disuplai dengan oli pelumas tanpa tekanan.

d. *Oil filter* (saringan oli)



Gambar 2.11 *Oil Filter*

Sumber: AGCO Automotive Corporation (2023)

Bagian berikutnya yang sangat signifikan dalam sistem pelumasan adalah *oil filter*. Sebagai perangkat penyaring minyak lumas, komponen ini menghindarkan minyak lumas dari kontaminasi langsung. Fungsionalitas pelumasan tidak optimal apabila oli yang terkontaminasi oleh kotoran masuk ke dalam sistem. Oleh karena itu, penting bahwa pelumas yang diterapkan pada permesinan tidak mengandung sisa-sisa pembakaran. Partikel atau kotoran yang terdapat dalam oli dapat menimbulkan kerusakan pada mesin dengan celah yang sangat rapat.

e. *Oil pressure regulator*



Gambar 2.12 *Oil Pressure Regulator*
Sumber: *Fisher Manufacturer* (2022)

Katup pengatur tekanan merupakan bagian dari sistem pelumasan yang bertugas mengendalikan tekanan oli. Penyesuaian ini terutama dilakukan ketika mesin beroperasi pada kecepatan tinggi. Ketika mesin berputar lebih cepat, volume oli yang dipompa oleh pompa oli meningkat. Di sisi lain, kapasitas pipa minyak terbatas. Oleh karena itu perlu dilakukan pengaturan tekanan pelumas agar tekanan oli pelumas stabil.

f. *Oil cooler* (pendingin suhu oli mesin)



Gambar 2.13 *Oil Cooler*
Sumber: *Unison* (2021)

Oil cooler beroperasi dengan tujuan mendinginkan suhu oli mesin sebelum masuk ke dalam mesin. Dengan menurunkan suhu oli mesin, efisiensi fungsi pendinginan oli mesin dapat ditingkatkan secara optimal. Fungsi utama *oil cooler* adalah untuk menjaga suhu oli tetap dalam rentang yang aman. *Oil cooler* ini membantu mengurangi panas berlebih dalam oli dan mempertahankan kinerja dan keawetan oli yang optimal. Biasanya *oil cooler* kapal menggunakan air tawar (*fresh water*) sebagai pendingin.

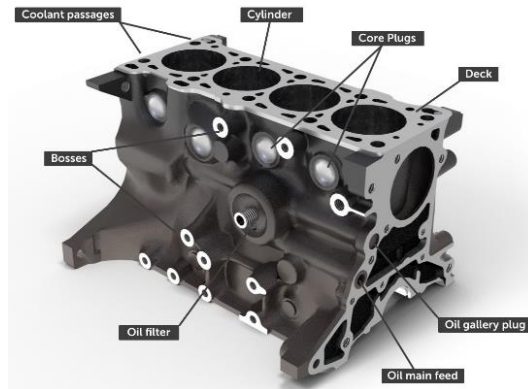
g. *Oil switch*



Gambar 2.14 *Oil Switch*
Sumber: VDO Manufacturer (2017)

Oil switch merupakan sensor tekanan oli yang dipakai untuk mengevaluasi kinerja pompa oli. Bagian ini memiliki tanggung jawab untuk memberikan informasi apakah tekanan dari pompa oli sudah mencukupi atau belum untuk memberikan pelumasan pada mesin. Hal ini berguna untuk menentukan kapan harus mengaktifkan pemantik.

h. *Main gallery*



Gambar 2.15 *Main Gallery* pada Blok Mesin
Sumber: www.teknisimobil.com

Main gallery adalah saluran pelumasan yang berperan sebagai jalur bagi oli atau pelumas pada mesin. Bagian ini merupakan lubang pelumasan pada blok mesin, yang berfungsi menyediakan pelumas untuk peralatan yang memerlukan pelumasan.

i. *Oil jet*



Gambar 2.16 *Oil Jet*
Sumber: Sean Crawford (2009)

Oil jet ialah komponen pelumasan yang terletak di bawah silinder mesin. komponen ini diatur untuk menyemprotkan minyak pelumas ke dalam batang penggerak.

j. *Engine oil* (oli mesin)



Gambar 2.17 *Engine Oil*
Sumber: Ted Carol (2021)

komponen terakhir dalam sistem pelumasan adalah oli mesin. Tanpa keberadaan oli mesin, semua komponen tambahan pada perangkat pelumas di atas tidak dapat beroperasi secara efektif. Oli mesin merupakan elemen utama bagi mesin agar seluruh sistem pelumasan dapat berfungsi dengan optimal.

4. Komponen mesin induk kapal yang perlu dilumasi

Beberapa bagian mesin yang bergerak dan bersentuhan yang memerlukan pelumasan dengan minyak pelumas meliputi:

a. *Piston* (torak)



Gambar 2.18 *Piston* (Torak)
Sumber: Max Sendy (2013)

Piston adalah komponen yang bergerak naik turun dalam silinder dan bertanggung jawab untuk menyalurkan tenaga dari gas hasil pembakaran ke poros engkol. *Piston* bergerak naik turun dalam silinder, dan pelumasan diperlukan untuk memastikan pergerakannya yang lancar dalam tabung silinder.

b. *Ring piston*



Gambar 2.19 *Ring Piston*
Sumber: Raza Rajendra (2015)

Ring piston berfungsi untuk mencegah kebocoran gas hasil pembakaran dari ruang bakar ke ruang di atas atau di bawah *piston*. *Ring piston* juga membantu menjaga tekanan pembakaran dan membantu dalam pelumasan *piston*.

c. *Cylinder liner*



Gambar 2.20 *Cylinder Liner*
Sumber: Raza Rajendra (2015)

Cylinder liner adalah lapisan pelapis dalam silinder tempat *piston* bergerak naik turun. *Liner* ini juga perlu mendapatkan pelumasan yang memadai untuk mengurangi gesekan dan keausan.

d. *Connecting rod* (batang penghubung)



Gambar 2.21 *Connecting Rod* (Batang Penghubung)
Sumber: Paul Dean (2010)

Berfungsi sebagai penghubung antara torak dan poros engkol, batang penghubung bersama-sama dengan engkol membentuk mekanisme sederhana yang mengubah gerakan lurus beraturan menjadi gerakan melingkar. Selain itu, batang penghubung juga mampu mengubah gerakan melingkar menjadi gerakan linier.

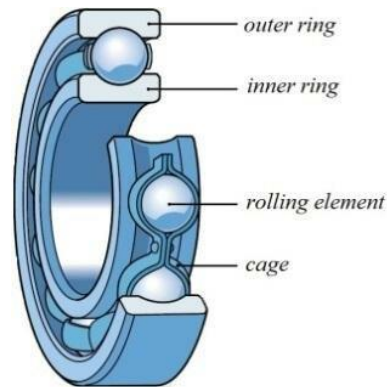
e. *Crankshaft* (poros engkol)



Gambar 2.22 *Crankshaft* (poros engkol)
Sumber: Ricky Bowen (2015)

Poros engkol merupakan bagian yang mengonversi pergerakan naik-turun *piston* menjadi gerakan rotasi yang digunakan untuk menggerakkan *flywheel* atau peralatan lainnya. Poros engkol perlu dilumasi untuk mengurangi gesekan dengan bantalan poros engkol.

f. *Main bearing*



Gambar 2.23 *Main Bearing*
 Sumber: Radoslav Tomovic (2015)

Main Bearing atau dikenal juga sebagai metal duduk adalah komponen bantalan yang ditempatkan di dalam blok mesin yang berfungsi sebagai penopang utama poros engkol selama berputar.

5. Pengertian Minyak Pelumas

Menurut Clark, G.H. (2004: 126), minyak lumas merupakan zat kimia yang diterapkan antara dua objek yang bergerak untuk mengurangi gesekan, mengurangi keausan pada logam, berperan sebagai penghilang panas, dan mengurangi tingkat kebisingan. Meskipun demikian, minyak lumas dapat mengalami kerusakan jika suhu di dalam mesin terlalu tinggi. Substansi ini dihasilkan melalui proses penyulingan minyak bumi pada suhu berkisar 105-135°C. Minyak bertindak sebagai penghalang di antara dua permukaan yang bersentuhan. Secara umum, minyak lumas terdiri dari sekitar 90% minyak dan 10% aditif. Jika viskositas minyak turun, memandang suatu objek akan menyebabkan panas, sehingga suhu akan terus meningkat dan mesin tidak akan mendapatkan pelumasan yang optimal. Penting

untuk memahami bahwa pelumasan adalah suatu proses yang terjadi di dalam sistem. Oleh karena itu, pelumasan memiliki peran yang sangat penting karena mesin memiliki komponen yang bergerak yang memerlukan pelumasan. Sistem pelumasan memiliki peran yang sangat penting dalam pengoperasian mesin, khususnya mesin induk. Ketidaktepatan dalam pelumasan dapat mengakibatkan kerusakan yang dapat merugikan bagian-bagian mesin dengan cepat. Pengaruh dari pelumasan pada mesin adalah untuk mengurangi koefisien gesek yang terjadi dan mencegah keausan pada bagian-bagian yang bersentuhan.

6. Fungsi dan Tujuan Utama Pelumasan

a. Secara umum, beberapa fungsi dari minyak pelumas antara lain:

1) Sebagai pelumasan

Minyak pelumas akan membentuk lapisan pelumas di antara dua permukaan yang bergerak dan bersentuhan, bertujuan untuk mengurangi gesekan dan mengubah pergeseran yang sulit menjadi lebih mudah. Hal ini mengakibatkan pengurangan kerusakan dan suara yang muncul akibat gerakan antara dua atau lebih benda logam.

2) Sebagai pendinginan

Minyak pelumas juga akan menyerap panas yang timbul karena gesekan antara *piston* dengan dinding silinder serta *bearing* yang menopang *shaft* yang berputar.

3) Sebagai perapat

Minyak pelumas mengalir di ruang antara *cylinder liner*, *piston*, dan cincin *piston* untuk mencegah kebocoran selama proses kompresi.

4) Sebagai pembersihan

Minyak pelumas yang telah disalurkan ke seluruh komponen mesin akan membawa kembali partikel debu, kotoran, atau karbon yang dihasilkan oleh pembakaran yang tidak optimal. Di samping itu, ketika oksidasi terjadi pada suhu tinggi, minyak pelumas tersebut dapat mencegah terbentuknya endapan lumpur yang sulit larut pada cincin *piston* dan menghindari terjadinya goresan pada permukaan *piston* dan dinding silinder.

5) Perlindungan terhadap korosi

Pelumas melindungi permukaan logam dari korosi dan karat. Aditif antioksidan dan anti korosi dalam oli pelumas membantu melindungi komponen mesin dari kerusakan akibat kelembapan dan reaksi kimia berbahaya.

b. Menurut Endrodi dalam bukunya "Motor Diesel" (2002), beberapa tujuan utama dari sistem pelumasan meliputi:

1) Mengurangi suhu yang muncul akibat gesekan di antara bagian-bagian mesin, sehingga mencegah keausan yang cepat.

- 2) Berfungsi sebagai pendingin untuk bagian-bagian yang bergerak saling bersentuhan.
- 3) Mengurangi kebisingan pada mesin yang dihasilkan dari gesekan di antara komponen mesin, menciptakan suara mesin yang lebih tenang.
- 4) Melindungi permukaan dari kerusakan akibat korosi.

Tujuan di atas mencerminkan manfaat dari berbagai karakteristik bahan pelumas. Mengingat kondisi yang sangat beragam di dalam mesin induk dari satu komponen ke komponen lainnya, dan standar secara keseluruhan bersifat berbeda. Oleh karena itu, untuk mencapai pelumasan yang optimal, diperlukan berbagai jenis minyak pelumas. Hal ini mengakibatkan keberadaan berbagai sistem pelumasan yang berbeda, yang dapat menghasilkan instalasi yang rumit dan mahal. Oleh karena itu, perhatian yang serius diberikan untuk menjaga kualitas dan memenuhi persyaratan peraturan, baik dari segi jumlah bahan yang digunakan maupun kualitasnya.

7. Bahan Dasar dan Bentuk Bahan Pelumas

Minyak pelumas memiliki beragam jenisnya, bergantung pada ketersediaan dan kemudahan perolehannya. Seperti yang diungkapkan oleh Peter-Paul Van Maanen (2001) “Minyak lumas untuk mesin diesel dihasilkan melalui pengolahan minyak bumi dan terdiri dari zat C-H. Zat ini memiliki struktur yang beragam dan sangat mempengaruhi karakteristik dari berbagai jenis minyak lumas”.

Tahap awal dalam pengolahan minyak bumi ialah melalui proses penyulingan atau distilasi. Akan tetapi, ada sejumlah proses tambahan diperlukan untuk mendapatkan tingkat pelumasan yang diinginkan. Umumnya, proses pengolahan minyak bumi mencakup zat aromatik yang tidak terjamin kestabilannya. Zat aromatik selanjutnya dioksidasi oleh asam di udara. Akibat oksidasi, viskositas pelumas meningkat, yang dapat menyebabkan korosi mesin. Distilat pelumas dicampur dengan bahan kimia untuk mendapatkan ketebalan atau viskositas yang diinginkan. Selain mencapai viskositas yang diinginkan, menambahkan bahan kimia tertentu ke minyak pelumas dapat meningkatkan, menurunkan, atau menciptakan sifat yang sama sekali baru. Ada dua jenis minyak pelumas menurut bentuknya:

a. Minyak pelumas cair



Gambar 2.24 Bentuk Minyak Pelumas Cair
Sumber: Emit *International* (2021)

Umumnya pelumas jenis ini berjenis cair. Karena minyak pelumas sering digunakan untuk melumasi komponen mesin. Namun, kondisinya berbeda untuk setiap mesin. Oleh karena itu,

pelumas yang berbeda memiliki viskositas yang berbeda. Untuk setiap penggunaan, gunakan ketebalan tertentu sesuai petunjuk produsen mesin. Satuan yang paling lazim adalah SAE (Society of Automotive Engineers). Nilai angka SAE yang lebih tinggi menunjukkan pelumas yang lebih kental. Ada pelumas dengan viskositas SAE 5, SAE 10, SAE 20, SAE 30, SAE 40, SAE 60. Ada juga pelumas dengan kekentalan SAE 5W dan SAE 10W, tetapi tidak digunakan di Indonesia karena baik digunakan di daerah musim dingin. Standar viskositas SAE diukur pada 210°F. SAE Winter, sebaliknya, diukur pada 0°F.

b. Minyak pelumas setengah padat



Gambar 2.25 Bentuk Minyak Pelumas Setengah Padat
Sumber: Michael Elkan (2019)

Selain minyak pelumas tipe cair, ada juga minyak pelumas tipe semi padat. Mereka disebut semi-padat karena lebih kental daripada pelumas cair. Minyak pelumas setengah padat ini biasa disebut gemuk. Keunggulan dari gemuk ini adalah dapat bekerja secara normal tanpa penggantian dalam jangka waktu yang lama. Sesuai dengan cakupan yang diuraikan oleh penulis, maka penulis

mencoba membatasi permasalahan pada pelumas dari bahan mineral. Minyak mineral adalah yang paling umum digunakan karena lebih unggul dari bahan lainnya.

8. Sifat-Sifat Minyak Lumas

Menurut Wiranto A. dalam bukunya "Motor Bakar Torak" (2008), karakteristik dan kualitas minyak pelumas dapat dikategorikan menjadi:

a. Viskositas

Viskositas adalah tingkat kekentalan suatu substansi. Selain terkait dengan minyak pelumas, viskositas juga dapat ditemukan pada bahan bakar. Minyak pelumas memiliki delapan tingkat kekentalan yang mencerminkan resistensi aliran, yang bergantung pada sejauh mana minyak pelumas tersebut kental atau cair. Semua minyak pelumas menjadi lebih cair ketika dipanaskan dan lebih kental pada suhu yang lebih rendah. Menurut Wiranto A. dalam bukunya "Motor Bakar Torak" (2008) menjelaskan bahwa klasifikasi viskositas minyak pelumas dibagi menjadi beberapa daerah, dengan masing-masing daerah mencakup rentang viskositas antara dua batas. Pengukuran viskositas dilakukan pada suhu standar 40°C dan dinyatakan dalam Centistokes (cSt) atau mm/dtk. Dari kutipan itu bisa disimpulkan bahwa suhu yang digunakan sebagai standar untuk mengukur kekentalan pelumas adalah 40°C. Alat untuk menguji kekentalan pelumas adalah viskometer. contoh: Pelumas kelas 150 VG 100 menunjukkan nilai

antara 90 dan 110 cSt bila diukur menggunakan viskometer pada suhu 40°C.

b. Warna

Wiranto A. dalam bukunya "Motor Bakar Torak" (2008) menyatakan bahwa viskositas tidak dipengaruhi oleh warna minyak pelumas, meskipun seringkali kita melihat variasi warna seperti kuning, merah, dan biru pada minyak pelumas. Perbedaan warna ini disebabkan oleh refleksi cahaya. Sebagai contoh, minyak pelumas berwarna hijau cenderung menunjukkan jenis minyak parafin, yang merupakan ikatan hidrokarbon dengan struktur molekul baik lurus maupun bercabang. Sementara itu, minyak pelumas berwarna biru biasanya merupakan jenis minyak pelumas naftenik, yang memiliki ikatan hidrokarbon dengan struktur molekul tertutup.

Pelumas biasanya tersedia dalam berbagai warna mulai dari terang hingga gelap. Berdasarkan kutipan di atas diketahui bahwa warna pelumas umumnya hanya merupakan ciri pengenal dan tidak dipengaruhi oleh viskositas. Adanya warna terang atau gelap disebabkan oleh fraksi titik didih. Semakin tinggi titik didih pelumas, semakin gelap warnanya. Warna gelap alami disebabkan oleh kombinasi fraksi-fraksi berat, seperti pada minyak berat.

c. Titik nyala

Titik nyala adalah situasi di mana suatu materi akan terbakar pada suhu tertentu. Penentuan titik nyala produk pelumas bertujuan untuk mengetahui suhu maksimum yang dapat diatasi oleh pelumas tersebut. Mengetahui titik nyala produk pelumas akan membantu menggunakannya dengan benar.

d. Oksidasi

Oksidasi merupakan proses reaksi kimia antara oksigen yang ada di udara dan hidrokarbon dalam pelumas. Pelumas yang teroksidasi udara menghasilkan produk yang dapat menyumbat filter dan menimbulkan korosi pada bagian-bagian mesin. Untuk menjaga stabilitas oksidatif, aditif dapat ditambahkan untuk meningkatkan penghilangan ikatan yang dapat teroksidasi dan meningkatkan ketahanan oksidasi.

e. Detergen

Pembakaran pada silinder mesin menghasilkan hasil pembakaran yang sebagian berupa padatan yang dapat mengendap pada bagian-bagian mesin terutama *piston*, pegas *piston* dan alur pegas. Tujuan penambahan deterjen adalah untuk melonggarkan endapan yang menempel dan menghilangkannya dari pelumas.

f. Titik beku

Titik beku adalah titik di mana cairan berubah menjadi padat ketika mencapai suhu tertentu. Dalam hal ini, suhu berarti pelumas membeku, atau menjadi padat. Semakin tinggi kandungan parafin dalam pelumas, maka semakin tinggi pula titik beku pelumas tersebut.

g. Zat penahan kausan

Minyak pelumas adalah kombinasi belerang dan fosfor, dan kombinasi belerang dan fosfor ini membentuk lapisan pelindung pada bagian pelumas, mencegahnya saling menempel.

9. Klasifikasi Minyak Lumas

Menurut Drs. Daryanto (2004: 30), "Kekentalan mencerminkan ketebalan atau kemampuan suatu cairan untuk menahan aliran (biasanya disebut sebagai viskositas). Minyak pelumas cenderung menjadi cair dan mudah mengalir pada suhu tinggi, sementara pada suhu rendah, kekentalannya meningkat dan aliran menjadi lebih sulit." Ketebalan dan berat minyak pelumas diwakili oleh nilai numerik yang disebut indeks viskositas (menunjukkan ketebalan). Indeks pelumas yang rendah menunjukkan pelumas yang encer dan indeks pelumas yang tinggi menunjukkan pelumas yang kental. Pada dasarnya, kualitas pelumas dapat dikenali tidak hanya dari pengukuran fisik dan kimiawi, tetapi juga kinerjanya pada mesin dan sistem yang ditunjukkan oleh hasil pengujian mesin kemudian tingkat kinerja lembaga independen yang

memberikan standar kualifikasi mutu/kinerja minyak lumas adalah sebagai berikut:

a. SAE (*Society of Automotive Engineer*)

SAE merupakan singkatan dari *Society of Automotive Engineers*, sebuah organisasi yang menetapkan standar di berbagai bidang seperti desain teknik, manufaktur, dan lain-lain. Kode SAE digunakan untuk menunjukkan tingkat kekentalan (viskositas) minyak lumas. Contohnya, penulisan seperti SAE 10W-30, 10W-40, atau 20W-40, 20W-50 adalah standar yang dikeluarkan oleh SAE untuk mengevaluasi kualitas viskositas minyak pelumas.

Angka di sebelah kiri tanda "W" mencerminkan nilai kekentalan minyak saat mesin dalam keadaan dingin, sementara angka di sebelah kanan tanda "W" mencerminkan nilai kekentalan saat mesin beroperasi pada suhu kerjanya. Semakin besar angkanya (baik di kiri maupun di kanan), semakin kental minyak tersebut pada kondisi tersebut.

Contohnya, dua jenis minyak yang sama-sama memiliki nilai "15W," namun jika satu di antaranya adalah 15W-40 dan yang lainnya 15W-50, keduanya mungkin memiliki kekentalan yang sama saat mesin dalam kondisi dingin, namun ketika mesin sedang beroperasi, minyak dengan kode 15W-40 akan memiliki viskositas yang lebih rendah dibandingkan dengan minyak 15W-50. Semakin tinggi tingkat kekentalan minyak, semakin baik kemampuannya

sebagai pelumas, tetapi terdapat batas di mana kekentalan yang tinggi dapat menghambat kinerja bagi komponen yang bergerak.

b. JASO (*Japanese Automotive Standards Organization*)

JASO (*Japanese Automotive Standards Organization*) mengeluarkan kode seperti JASO MA, JASO MB, yang merujuk pada standar jenis minyak pelumas dan area mesin yang dapat dilumasi oleh minyak tersebut.

JASO MA adalah jenis minyak pelumas yang efektif untuk melumasi mesin, transmisi, dan kopling. Fokus utamanya terletak pada pelumasan kopling, di mana minyak JASO MA mampu memberikan pelumasan pada bagian kopling tanpa menyebabkan selip (kelongsoran kopling yang dapat menghambat transfer tenaga dari mesin ke transmisi). Kendaraan seperti motor semi-otomatis dan motor manual disarankan untuk menggunakan minyak JASO MA, karena kopling pada jenis kendaraan ini menerima pelumasan dari minyak (kopling basah).

JASO MB adalah jenis minyak pelumas yang hanya boleh melumasi mesin dan transmisi, tanpa melibatkan kopling. Penggunaan minyak JASO MB pada sektor kopling dapat menyebabkan slip kopling yang tinggi. Kendaraan yang disarankan menggunakan JASO MB termasuk motor otomatis dan mobil pada umumnya, karena kopling pada kendaraan-kendaraan ini tidak menerima pelumasan dari minyak (kopling kering).

c. API (*American Petroleum Institute*)

API menggunakan kode seri S untuk mesin bensin dan C untuk mesin diesel. Kode ini menunjukkan perbedaan kualitas berdasarkan pengujian dengan menggunakan mesin tes. Huruf S dan C selalu diikuti oleh huruf lain yang disusun secara berurutan dari A (kualitas terendah) hingga Z (kualitas terbaik). Klasifikasi penggunaan pelumas berdasarkan kode API dapat dinyatakan sebagai berikut:

- 1) Klasifikasi Penggunaan Mesin Bensin Kode SD: Satu tingkat di bawah SE. Kode SC: Didesain untuk mencegah korosi dan keropos pada besi, khusus untuk mobil yang diproduksi pada tahun 1967.
- 2) Klasifikasi Penggunaan Mesin Diesel Kode CC: Sangat sesuai untuk mesin diesel pada kendaraan bermotor, baik yang bertugas berat seperti truk, maupun mobil penumpang. Kode CD: Sesuai untuk mesin peralatan besar, bahkan jika sudah dilengkapi dengan *turbocharger*.

10. Jenis Pelumas

Jenis pelumasan berdasarkan bahan dasarnya:

- a. Pelumas mineral (*crude oil*), yang diperoleh dari minyak bumi dengan sedikit penambahan aditif (minyak mentah), dapat menjadi tidak stabil dalam ukuran molekulnya, dan titik kelemahannya terletak pada rantai tak jenuh.

- b. Pelumas berbasis nabati adalah jenis pelumas yang terbuat dari lemak hewan atau tumbuhan. Karakteristik utama dari pelumas yang berasal dari nabati ini adalah ketiadaan belerang, namun kurang tahan terhadap suhu ekstrem. Oleh karena itu, mereka sering dicampur dengan pelumas alami untuk mendapatkan sifat formulasi yang baik dari minyak mineral.
- c. Pelumas sintetis ialah pelumas yang tidak berasal dari tumbuh-tumbuhan atau mineral. Pelumas ini dibuat dari bahan yang diperoleh melalui proses-proses tertentu. Pada umumnya, pelumas sintetis memiliki ukuran molekul yang lebih stabil dan ketahanan suhu yang lebih baik dibandingkan dengan pelumas yang berbahan dasar mineral atau nabati.

11. Persyaratan Penggunaan Minyak Pelumas

- a. Stabil terhadap suhu tinggi dan oksidasi

Pelumasan berat mengacu pada pelumasan komponen mesin yang beroperasi pada suhu tinggi, terutama pelumasan antara *piston* dan *liner* silinder. Pada situasi ini, jika minyak pelumas menguap dan terbakar, dapat terbentuk endapan. Oleh karena itu, minyak pelumas perlu mengandung antioksidan dan bahan yang meningkatkan kemampuannya untuk membersihkan dan melarutkan residu.

- b. Kekentalan yang tinggi

Perubahan suhu tidak berdampak pada tingkat kekentalan minyak lumas. Disarankan untuk mencairkan minyak pelumas agar

memudahkan penyalaan dalam kondisi dingin. Meskipun demikian, viskositas harus tetap tinggi untuk memastikan pelumasan pada permukaan yang bergerak.

c. Tidak menimbulkan karat pada logam

Oksida yang mengandung larutan asam dapat terbentuk di dalam mesin, menyebabkan timbulnya karat pada komponen-komponen mesin. Selain itu, pelumas harus mengandung antioksidan yang efektif dalam mencegah kerusakan pada mesin.

12. Metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA)

Menurut Lloyd Omdahl dan *American Society for Quality* (ASQ), *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) adalah suatu metode rekayasa yang dimanfaatkan untuk mengidentifikasi, menetapkan, mengurangi, atau menghilangkan kegagalan yang sudah diketahui dan berpotensi (masalah, kegagalan, atau kesalahan) dari suatu proses (sistem, desain, atau layanan) sebelum kegagalan tersebut memengaruhi pelanggan.

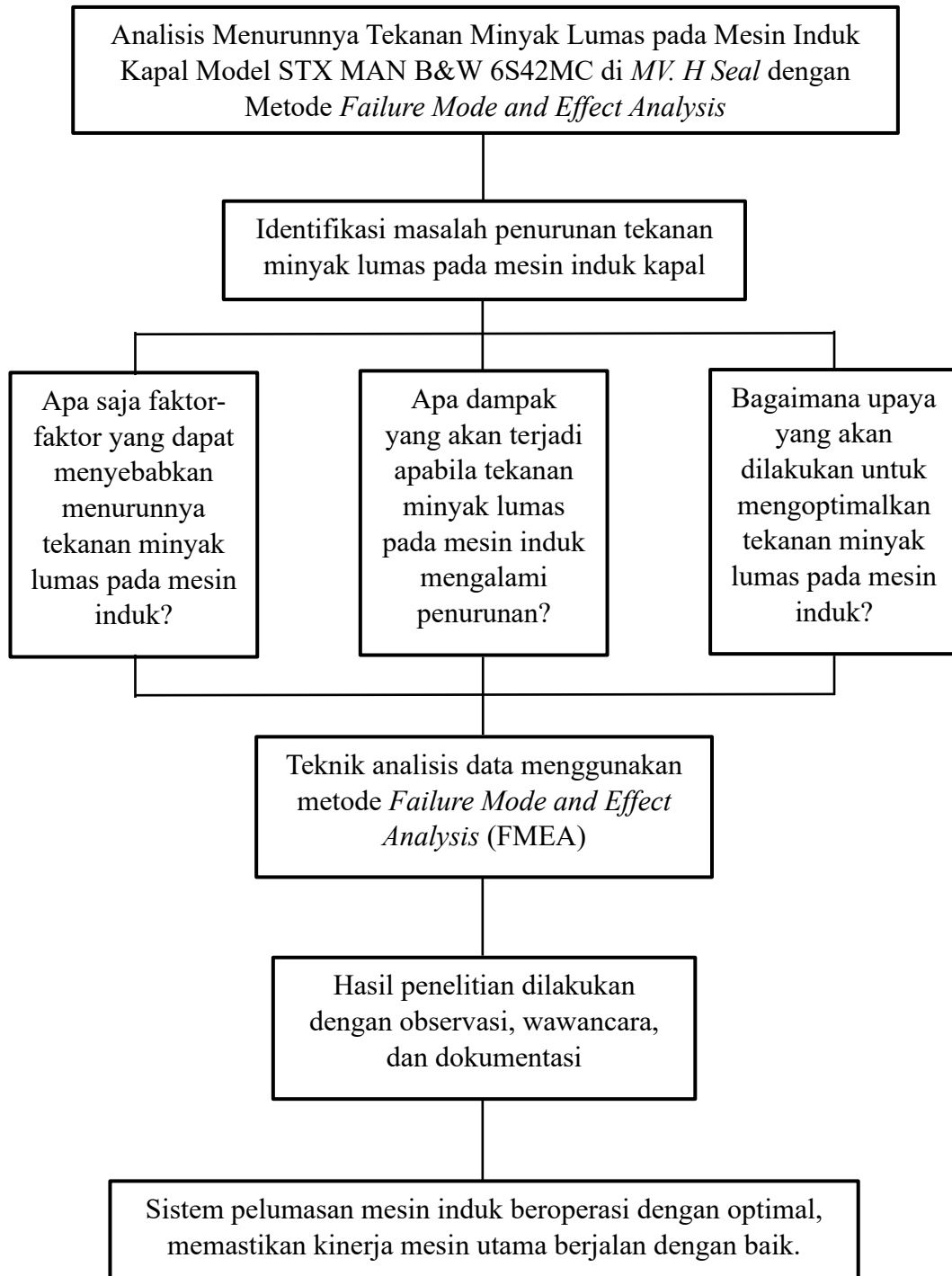
Menurut Roger D. Leitch (1995), FMEA didefinisikan sebagai Sebuah teknik analitis yang ketika dilakukan pada waktu yang tepat, dapat menambah nilai signifikan untuk membentuk proses pengambilan keputusan para *engineer* selama desain dan pengembangan. Karena itu mempengaruhi *engineer*, pengertian menurut Roger D. Leitch ini sangat aplikatif untuk pengembangan produk di perusahaan berbasis teknologi seperti platform *marketplace*, platform media sosial, dan pengembangan aplikasi khusus untuk penggunaan sehari-hari. Namun, mungkin juga

engineer yang dimaksud adalah staf manufaktur di industri yang lain. Menurut Roger D. Leitch, proses identifikasi berlangsung selama pengembangan produk. *Engineer* dapat menemukan sesuatu dan melaporkannya kepada pengambil keputusan untuk melakukan penyesuaian dan menghindari potensi masalah.

Secara keseluruhan, tujuan FMEA adalah untuk mencegah atau mengurangi risiko kegagalan, meningkatkan keandalan dan kualitas, mengoptimalkan biaya dan efisiensi, serta memenuhi persyaratan peraturan yang berlaku dalam suatu sistem, produk, atau proses.

C. KERANGKA PIKIR PENELITIAN

Sesuai dengan pendapat Sugiyono (2010), kerangka berpikir dapat dijelaskan sebagai suatu model konseptual yang berperan sebagai teori yang terkait dengan beberapa faktor yang diidentifikasi sebagai permasalahan penting. Untuk memperkuat dan mempermudah pemahaman karya ilmiah terapan ini, penulis membuat kerangka pikir penelitian yang memudahkan baik jalannya penelitian maupun alur pemikiran, serta mendukung teori dan konsep yang dijelaskan dalam landasan teori. Gambaran kerangka pikir penelitian yang telah dibuat oleh penulis dapat dilihat di halaman berikutnya.



Gambar 2.26 Kerangka Pikir Penelitian
Sumber: Dokumen Pribadi (2023)

BAB III

METODE PENELITIAN

A. JENIS PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan oleh penulis didalam menyampaikan masalah pada karya ilmiah terapan ini menggunakan penelitian kualitatif dengan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). Ialah mengidentifikasi tingkat resiko kegagalan yang diukur dari aspek dampak, peluang kejadian dan pencegahan kegagalan.

Menurut Arif Rahman & Farah Fahma (2021), *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) adalah suatu jenis metode yang termasuk dalam penelitian kualitatif. Metode ini membantu mengidentifikasi kemungkinan kesalahan yang disebabkan oleh alat, proses, dan sistem. FMEA adalah metode yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi dan menganalisis kesalahan dan konsekuensinya. Dari definisi tersebut, dapat disimpulkan bahwa FMEA adalah pendekatan terstruktur untuk mengidentifikasi dan menilai potensi kegagalan dalam suatu sistem. Metode FMEA memiliki alur yang sederhana dan mudah diterapkan untuk mengidentifikasi risiko yang berpotensi tinggi dan memerlukan tindakan pencegahan untuk mencegah terjadinya masalah. Metode FMEA ini juga memiliki tujuan pengembangan untuk memastikan bahwa produk memenuhi persyaratan yang ditentukan. Meskipun FMEA merupakan metode yang layak, namun masih memiliki kelemahan fleksibilitas aplikasi yang rendah dalam hal perbaikan desain.

Dari paparan diatas penulis mengambil jenis penelitian kualitatif dengan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) ini karena

mampu menganalisis menurunnya tekanan minyak lumas pada mesin induk kapal yang kemudian dapat ditentukan akibat dari menurunnya tekanan minyak lumas atau dampak dari *problem shooting* yang terjadi. Sehingga dapat menghasilkan upaya yang terbaik dalam mengatasi *trouble shooting* di atas *MV. H Seal*. Dalam penelitian ini masalah yang diteliti oleh penulis adalah menganalisis menurunnya tekanan minyak lumas pada mesin induk kapal.

B. TEMPAT DAN WAKTU PENELITIAN

1. Tempat Penelitian

Penulis melaksanakan penelitian ketika melakukan praktik laut di atas kapal berjenis *general cargo* yang bernama *MV. H Seal* dengan nilai *gross tonnage* 8.812 milik perusahaan PT. Mitra Armada Kirana yang di-*charter* oleh PT. Samudera Indonesia.

2. Waktu penelitian

Penelitian ini dilaksanakan oleh peneliti pada saat melaksanakan praktik laut di atas kapal selama 12 bulan 13 hari yang terhitung saat penulis *sign on* pada tanggal 31 Agustus 2021 dan diakhiri saat penulis *sign off* dari kapal pada tanggal 13 September 2022.

C. SUMBER DATA PENELITIAN DAN TEKNIK PENGUMPULAN

DATA

1. Sumber Data Penelitian

Sumber data merujuk kepada segala hal yang dapat memberikan informasi mengenai data. Guna memperoleh informasi dan data yang komprehensif, jelas, akurat, dan valid mengenai objek penelitian,

diperlukan jenis dan sumber data yang sesuai. Sugiyono (2010:62) mengemukakan bahwa, dari perspektif sumber data, pengumpulan data dapat memanfaatkan sumber primer dan sumber sekunder. Oleh karena itu, jenis dan sumber data yang dipakai dalam penelitian ini ialah.:

a. Data primer

Yaitu data informasi yang disusun oleh peneliti dengan tujuan khusus untuk mengatasi permasalahan yang sedang dihadapi. Data ini dikumpulkan secara langsung oleh peneliti dari sumber pertama atau lokasi di mana objek penelitian berlangsung.

b. Data sekunder

Data informasi yang telah terhimpun untuk keperluan selain menangani situasi tertentu. Data ini dapat diakses dengan mudah. Dalam konteks penelitian ini, sumber data sekunder mencakup literatur, artikel, jurnal, dan situs internet yang relevan dengan topik yang sedang diteliti.

Selain data primer, peneliti menggunakan sumber data tambahan, yaitu data sekunder. Data sekunder diperoleh melalui berbagai macam sumber, seperti literatur, artikel, dan situs internet yang relevan dengan penelitian yang sedang dilakukan.

2. Teknik Pengumpulan Data

Teknologi pengumpulan data dimaksudkan untuk mendapatkan informasi atau data. Ini adalah langkah penelitian yang paling penting. Metode pengumpulan data ini berlandaskan pada kenyataan, data, dan informasi. Dalam penyusunan karya ilmiah terapan ini, penulis

mengumpulkan data selama melaksanakan praktik layar. Menurut Sugiyono (2016:209), Ada beberapa metode dan teknik pengumpulan data. Dengan kata lain, teknik pengumpulan data meliputi observasi, wawancara, dan dokumentasi. Adapun teknik pengumpulan data yang dilakukan oleh penulis penelitian ini adalah:

a. Observasi

Menurut Sugiyono (2016:210) observasi pada penelitian adalah tindakan sebagai fungsi mendokumentasikan implementasi yang diberikan kepada subyek. sehingga, observasi memiliki beberapa keunggulan seperti mempunyai orientasi yang perspektif dan mempunyai dasar-dasar refleksi pada waktu saat ini dan masa mendatang. Pengumpulan data secara observasi dilakukan dengan cara pengamatan peristiwa secara langsung maupun tidak langsung yang pernah dilakukan atau dialami oleh penulis selama praktik di atas kapal. Tujuan dilakukan observasi penelitian ini adalah untuk mengamati subjek dan objek penelitian, supaya peneliti atau penulis dapat memahami situasi sebenarnya. Pengamatan yang dilakukan oleh peneliti dilakukan di luar sistem yang diamati atau bersifat non-partisipatif.

b. Wawancara

Sugiyono (2016:211) menjelaskan bahwa wawancara merupakan pertemuan antara dua orang atau lebih yang saling bertukar ide dan informasi melalui proses tanya-jawab, sehingga kemudian dapat membentuk makna dalam suatu topik tersebut.

Peneliti akan mengumpulkan informasi yang lebih detail dari informan melalui wawancara untuk menginterpretasikan permasalahan yang diangkat. Peneliti harus siap bertanya kepada informan tentang menurunnya tekanan minyak lumas pada mesin induk kapal saat melakukan wawancara. Dalam hal ini informan adalah masinis kapal pada saat melaksanakan praktik layar.

c. Dokumentasi

Dokumentasi berbentuk rekaman peristiwa yang telah berlalu, biasanya berupa gambar, tulisan, atau karya fundamental. Dalam konteks ini, dokumentasi yang digunakan oleh peneliti ialah foto, arsip, dan laporan yang berada di kamar mesin kapal diantaranya buku catatan mesin (*engine logbook*), pemeriksaan rutin pemeliharaan (*routine check maintenance*), dan laporan bulanan dari setiap masinis merupakan dokumen yang dimanfaatkan oleh peneliti. Teknik ini akan diterapkan untuk membandingkan kinerja sistem pelumasan mesin utama baik dalam kondisi normal maupun kondisi tidak normal.

D. TEKNIK ANALISIS DATA

Menurut Prof. Dr. Lexy J. Moleong, M.A. (2018), analisis data merupakan proses mengatur dan mengklasifikasikan data menurut pola, kategori, dan deskripsi dasar untuk membantu menemukan topik, selanjutnya perumusan hipotesis kerja yang kemudian dirumuskan seperti yang disarankan oleh data. Analisis data juga merupakan tahapan pengelolaan data dengan maksud untuk mengidentifikasi informasi yang

berguna, yang nantinya dapat dijadikan landasan dalam pengambilan keputusan untuk menyelesaikan suatu permasalahan.

Dari uraian di atas, jelas bahwa penulis menggunakan metode FMEA yang dimana metode tersebut mencakup beberapa teknik analisis data untuk mendukung isi rumusan masalah, yang diantaranya sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi sistem

Yang dimaksud dengan langkah pertama ini adalah dalam konteks keselamatan kerja (K3), dimana kegagalan yang dimaksud adalah bahaya yang diakibatkan oleh suatu proses.

2. Mengidentifikasi *Failure Mode* (Moda Kegagalan)

Langkah kedua ini adalah mengidentifikasi penyebab kesalahan/kegagalan yang akan diketahui dalam suatu kejadian.

3. Mengidentifikasi *Failure Effect*

Selanjutnya pada *Failure Effect* akan diketahui suatu efek atau dampak yang akan ditimbulkan dari bentuk kesalahan/kegagalan yang dihasilkan pada *Failure Mode*.

4. Mengidentifikasi sebab-sebab kegagalan (*causes*)

Tahap *causes* ini mengidentifikasi apa saja sebab dari *Failure Mode* yang mengakibatkan kejadian pada kecelakaan kerja atau kerusakan pada suatu produk.

5. Menganalisis tingkat keseriusan akibat yang terjadi (*Severity*)

Pada tahap *Severity* ini akan memberikan penilaian keseriusan efek atau dampak dari *Failure Mode*.

6. Menganalisis frekuensi terjadinya kegagalan (*Occurance*)

Pada tahapan ini, penulis akan diminta untuk mengklasifikasikan seberapa sering penyebab kesalahan/kegagalan spesifik tersebut terjadi.

7. Menganalisis kesulitan pengendalian yang dilakukan (*Detection*)

Tahap *detection*, deteksi penilaian dari beberapa kemungkinan yang dapat mendeteksi suatu penyebab terjadinya bentuk kegagalan yang terjadi.

8. Perhitungan *Risk Priority Number* (RPN)

RPN merupakan angka prioritas risiko yang diperoleh. Tahap ini bertujuan untuk mendapatkan urutan tingkat kepentingan *Failure Mode*. Untuk menentukan nilai pada angka prioritas risiko dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

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

$$S = \textit{Severity}$$

$$O = \textit{Occurrence}$$

$$D = \textit{Detection}$$