ANALISIS NAIKNYA TEMPERATUR MINYAK LUMAS PADA MESIN INDUK DI ATAS KAPAL MT. Star Valiant

Disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan
Program Pendidikan Diploma IV

ACHMAD TAUFIK ALAMSYAH

NIT . 08.20.004.1.10

PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA PERMESINAN KAPAL

PROGRAM SARJANA TERAPAN PELAYARAN

POLITEKNIK PELAYARAN SURABAYA

TAHUN 2025

ANALISIS NAIKNYA TEMPERATUR MINYAK LUMAS PADA MESIN INDUK DI ATAS KAPAL MT. Star Valiant

Disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan
Program Pendidikan Diploma IV

ACHMAD TAUFIK ALAMSYAH

NIT . 08.20.004.1.10

PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA PERMESINAN KAPAL

PROGRAM SARJANA TERAPAN PELAYARAN

POLITEKNIK PELAYARAN SURABAYA

TAHUN 2025

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama	:	Achmad Taufik Alamsyah
Nomor Induk Taruna	:	08.20.004.1.10
Program Studi	:	Diploma IV TRPK (Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal)

Menyatakan bahwa skripsi yang saya tulis dengan judul:

ANALISIS NAIKNYA TEMPERATUR MINYAK LUMAS PADA MESIN INDUK DI ATAS KAPAL MT. Star Valiant

Saya menyatakan bahwa seluruh gagasan dan konsep yang tertuang dalam proposal skripsi ini merupakan hasil pemikiran asli saya, kecuali untuk tema utama yang telah saya cantumkan sebagai kutipan dari sumber lain. Apabila pernyataan ini terbukti tidak benar, saya siap menerima segala konsekuensi yang akan diberikan oleh Politeknik Pelayaran Surabaya.

Surabaya, 21 Januari 2025

METERAI TEMPEL 10000 070D7AJX087696665

Achmad Taufik Alamsyah

LEMBAR PERSETUJUAN SIDANG HASIL AKHIR SKRIPSI

Judul	:	ANALISIS NAIKNYA TEMPERATUR MINYAK LUMAS PADA MESIN INDUK DI ATAS KAPAL MT. Star Valiant
Nama Taruna	:	Achmad Taufik Alamsyah
NIT	:	08.20.004.1.10
Program Studi	:	Diploma IV TRPK (Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal)

Dengan ini dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diseminarkan

Surabaya 4 Desember 2024

Menyetujui :

Pembimbing I	Pembimbing II
(M. Darwis, S.T., M.Mar.E.)	(Dr. Indah Ayu Johanda Putri,S.E.,M.AK.)
Penata Tk. I (III/d)	Pembina (IV/a)
NIP. 197501271998081001	NIP. 198609022009122001

Mengetahui :
Ketua Prodi TRPK

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

PENGESAHAN SEMINAR HASIL SKRIPSI

ANALISIS NAIKNYA TEMPERATUR MINYAK LUMAS PADA MESIN INDUK DI ATAS KAPAL MT. Star Valiant

Disusun oleh:

Achmad Taufik Alamsyah
NIT : 08.20.004.1.10

Program Diploma IV Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal

Telah dipertahankan di depan panitia Ujian Skripsi

Surabaya,16 Januari 2025

Menyetujui :

Penguji I	Penguji II	Penguji III
M. Zainuddin, S.ST., M.H., M.Mar.E.	M. Darwis, S.T., M.Mar.E.	Wulan Marlia Sandi, M. Pd.
	Penata Tk. I (III/d)	
NIP. 197909252023211010	NIP. 197501271998081001	NIP. 198903262023212017

Mengetahui:
Kepala Program Studi TRPK
Politeknik Pelayaran Surabaya

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

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur Penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas karunia, kuasa dan kehendak-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang merupakan suatu kewajiban bagi setiap taruna dan taruni Politeknik Pelayaran Surabaya sesuai dengan yang ditetapkan oleh Politeknik Pelayaran Surabaya sebagai salah satu syarat kelulusan program D-IV Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal tahun ajaran 2024.

Penyusunan Karya Tulis Ilmiah ini didasarkan atas pengalaman yang Penulis dapatkan selama menjalani praktik layar, serta semua pengetahuan yang diberikan oleh dosen pada saat pendidikan dengan melalui literatur - litelatur yang berhubungan dengan judul skripsi adalah: **ANALISIS NAIKNYA TEMPERATUR MINYAK LUMAS PADA MESIN INDUK DI ATAS KAPAL MT. Star Valiant**

Dalam penyusunan skripsi ini, banyak yang sangat membantu Penulis dalam berbagai hal. Oleh karena itu, pada kesempatan ini Penulis sampaikan rasa terimakasih dan penghargaan yang sedalam-dalamnya kepada :

1. Kedua Orang Tua saya Bapak Indrianto dan Ibu Sunariya yang telah berjuang untuk kehidupan penulis, beliau memang tidak sempat merasakan pendidikan sampai bangku perkuliahan. Namun beliau mampu mendidik, memotivasi, serta memberikan dukungan yang luar biasa hingga penulis mampu menyelesaikan studinya sampai sarjana.
2. Kakak Kandung saya Syarifa Nur Aini yang selalu memberikan dukungan, support dan usaha yang diberikan kepada adik pertamanya ini.
3. Bapak Moejiono, M.T M.Mar.E sebagai Direktur Politeknik Pelayaran Surabaya.
4. Ibu Monika Retno Gunarti, S.Si.T., M.Pd.selaku ketua kaprodi Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal yang telah memberi dukungan pada kami untuk membuat Karya Ilmiah Terapan.
5. Bapak Muhammad Darwis, S.T. sebagai pembimbing I dan Ibu Dr. Indah Ayu Johanda Putri, S.E., M.Ak. sebagai pembimbing II yang senantiasa meluangkan waktunya dan membimbing dengan sabar.

6. Kepada Seluruh Civitas Akademika, Staf dan Pengajar Departemen Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal Politeknik Pelayaran Surabaya, atas kontribusinya yang sangat berharga dalam perjalanan akademis saya.
7. Kepada Nahkoda, KKM dan Seluruh Perwira Mesin di MT. Star Valiant, atas ilmunya dan bimbingan mereka yang sangat berharga selama masa praktik laut saya. Keahlian dan dukungan mereka sangat penting dalam pengembangan profesional saya.
8. Rekan-rekan Taruna Politeknik Pelayaran Surabaya Yang telah memberikan dukungan dan semangat.

Akhir kata penulis berharap KIT ini dapat bermanfaat bagi pembaca pada umumnya dan bagi penulisnya sendiri. Semoga Tuhan Yang Maha Esa senantiasa memberikan petunjuk dan lindungan dalam melakukan penelitian yang selanjutnya dituangkan dalam bentuk proposal Karya Ilmiah Terapan.

Surabaya, …...…… 2024

Achmad Taufik Alamsyah
NIT. 08.20.004.1.10

ABSTRAK

Achmad Taufik Alamsyah, Analisis Naiknya temperatur minyak pelumas pada mesin induk kapal. Di bimbing oleh Muhammad Darwis, S.T., M.Mar.E. sebagai pembimbing I dan Dr. Indah Ayu Johanda Putri, S.E., M.Ak. sebagai pembimbing II.

Minyak lumas merupakan salah satu elemen penting yang digunakan sebagai pelumasan dalam suatu mesin untuk mengurangi keausan akibat gesekan dan sebagai pendingin serta peredam suara pada mesin induk. Jika temperatur minyak lumas naik atau terlalu panas maka pembentukan *seal* (lapisan pelumasan) kurang maksimal, mesin induk akan kehilangan tenaga sehingga konsumsi bahan bakar meningkat yang berarti pemborosan biaya dan bisa menyebabkan kerusakan fatal pada mesin induk kapal.

Tujuan penelitian ini untuk mengetahui faktor-faktor yang menyebabkan naiknya temperatur minyak lumas pada motor induk di kapal, mengetahui proses perpindahan panas pada *Cooler* terhadap naiknya temperatur minyak lumas, serta untuk mengetahui tindakan pencegahan dan perbaikan sistem pendingin pada motor induk dalam hal pelumasan.

Penelitian ini merupakan penelitian kualitatif. Data penelitian diambil menggunakan metode obseervasi serta wawancara kepada *Chief Engineer,* masinis 1, masinis 2, masinis 3, masinis 4, kemudian di analisis menggunakan metode *fishbone*. Dengan menggunakan metode ini penulis bisa dapat menyimpulkan suatu permasalahan dengan mendapatkan hasil penyebab dan upaya yang harus di lakukan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penyebab naiknya temperatur minyak lumas adalah filter *M/E LO Cooler ,* filter *LO Backwash,* tekanan pompa air laut dan upaya apa yang bisa mencegah membersihkan filter *M/E LO Cooler,* filter *LO Backwash* dan menjaga tekanan pompa air laut stabil agar pendinginan pada minyak lumas dapat berjalan secara maksimal.

Kata kunci : Temperatur, *LO Cooler,* pompa air laut, Perawatan

ABSTRACT

Achmad Taufik Alamsyah, Analysis of the increase in lubricating oil temperature in a ship's main engine. Supervised by Muhammad Darwis, S.T., M.Mar.E. as supervisor I and Dr. Indah Ayu Johanda Putri, S.E., M.Ak. as supervisor II.

Lubricating oil is an important element that is used as lubrication in a machine to reduce wear due to friction and as a coolant and sound dampener in the main engine. If the temperature of the lubricating oil rises or is too hot then formation seal (lubrication layer) is not optimal, the main engine will lose power so that fuel consumption increases, which means wasted costs and can cause fatal damage to the ship's main engine.

The aim of this research is to determine the factors that cause an increase in the temperature of the lubricating oil in the main motor on the ship, to find out the heat transfer process on Cooler against the increase in lubricating oil temperature, as well as to find out preventive and repair measures for the cooling system on the main motor in terms of lubrication.

This research is qualitative research. Research data was taken using observation and interview methods Chief Engineer, machinist 1, machinist 2, machinist 3, machinist 4, then taken using the method fishbone, using this method the author can conclude a problem by getting the results of the causes and efforts that must be taken. The results show that the cause of the increase in lubricating oil temperature is the filter M/E LO Cooler, filter LO Backwash, sea water pump pressure and what efforts can prevent cleaning the filter M/E LO Cooler, filter LO Backwash and maintaining stable seawater pump pressure so that cooling of the lubricating oil can run optimally.

Keywords : *Temperature, LO Cooler, sea water pump, Maintenance*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL i

PERNYATAAN KEASLIAN ii

LEMBAR PERSETUJUAN SIDANG HASIL AKHIR SKRIPSI iii

KATA PENGANTAR v

ABSTRAK vii

ABSTRACT viii

DAFTAR ISI ix

DAFTAR GAMBAR xii

DAFTAR TABEL xiii

BAB I PENDAHULUAN 1

A. Latar Belakang 1

B. Rumusan Masalah 3

D. Tujuan Penelitian 4

E. Manfaat Penelitian 4

BAB II TINJAUAN PUSTAKA 6

A. Review Penelitian Sebelumnya 6

B. Landasan Teori 8

1. Pengertian Minyak Lumas 8
2. Pengertian Temperatur 10
3. Fungsi *Cylinder oil* dalam Sistem Pelumasan Mesin 11
4. Pentingnya *Cylinder oil* 12
5. Standarisasi Pelumasan untuk *cylinder oil* 13
6. Karakteristik minyak lumas 13

7. Perbandingan pengunaan *oil cylinder* 14

8. Prinsip Pelumasan 15

9. Bagian bagian yang dilumasi..... 16

10. Tujuan Pelumasan..... 19

11. Sifat-Sifat Lumas..... 19

12. Pengaruh Temperatur Terhadap Viskositas Minyak Lumas 22

13. Sistem Pelumasan..... 23

14. Fungsi Bagian-Bagian Sistem Pendingin 25

15. Fungsi Bagian-Bagian Sistem Pelumasan..... 28

C. Kerangka Pikir Penelitian..... 30

BAB III METODOLOGI PENELITIAN 32

A. Jenis Penelitian 32

B. Lokasi Dan Waktu Penelitian 33

C. Sumber Data Dan Teknik Pengumpulan Data 33

D. Teknik Analisis Data..... 37

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN 43

A. Gambaran Umum Lokasi Penelitian..... 43

B. Hasil Penelitian..... 44

1. Penyajian Data..... 44

2. Analisis Data 57

C. Pembahasan 62

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN 71

A. Kesimpulan..... 71

B. Saran 71

DAFTAR PUSTAKA..... 73

LAMPIRAN..... 75

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Gambar Lubrication Chart 15

Gambar 2.2 Gambar Prinsip Kerja Sistem Pelumasan 17

Gambar 2.3 Gambar Sistem Pelumasan Kering ……23

Gambar 2.4 Gambar Sistem Pelumasan Basah 24

Gambar 2.5 Gambar M/E *LO Cooler* 25

Gambar 2.6 Gambar Pompa *Main Cooling Sea Water* 27

Gambar 2.7 Gambar Pompa *Main Lubricant Oil Pump* 28

Gambar 4.1 Gambar Kapal MT.Star Valiant 43

Gambar 4.2 Gambar Jurnal Log Book Mesin 46

Gambar 4.3 Gambar Kotornya Filter *M/E LO.Cooler* 55

Gambar 4.4 Gambar Bersihnnya Filter *M/E LO Cooler* 55

Gambar 4.5 Gambar Tekanan Pompa Air Laut Tidak Normal 56

Gambar 4.6 Gambar Pembersihan Filter *M/E LO Backwash* 56

Gambar 4.7 Gambar Pemasangan Filter *M/E LO Backwash* 57

Gambar 4.8 Gambar Kotornya Filter *M/E LO.Cooler* 63

Gambar 4.9 Gambar Tekanan Pompa Air Laut Tidak Normal 63

Gambar 4.10 Gambar Pergantian *Gland Packing* Pada Pompa Air Laut 64

Gambar 4.11 Gambar Pembersihan Filter *M/E LO Backwash* 66

Gambar 4.12 Gambar Bersihnnya Filter *M/E LO Cooler* 67

Gambar 4.13 Gambar Tekanan Pompa Air Laut Tidak Normal 68

Gambar 4.14 Gambar Saat Pembersihan Filter *M/E LO Backwash* 70

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Review Penelitian Sebelumnya 6

Tabel 2.2 Karakteristik Minyak Lumas 14

Tabel 2.3 Masalah Terjadinya Niaknya Temperatur Minyak Lumas Pada Mesin Induk 29

Tabel 2.4 Kerangka Pikir Penelitian 31

Tabel 3.1 Diagram *Fishbone* 38

Tabel 4.1 Hasil wawancara dari *chief engineer* ,masinis 2, masinis 3 dan masinis 4 yang menyebabkan Naiknya Temperatur Minyak Lumas Pada Mesin Induk 52

Tabel 4.2 Diagram *Fishbone* 60

BAB I
PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Minyak lumas adalah zat kimia umumnya berwujud cairan, berperan sebagai peredam gesekan antara dua komponen mesin yang bergerak. Minyak lumas berperan untuk melapisi permukaan komponen tersebut, sehingga meminimalisasi kontak langsung dan mengurangi gaya gesek yang timbul. Minyak pelumas termasuk dalam salah satu dari empat fase materi, yaitu fase cair, dimana volumenya tidak berubah pada kondisi temperatur dan tekanan yang konstan.

Minyak lumas ini memiliki empat fase: zat cair, padat, gas, dan massa jenis. Cairan termasuk golongan fluida. Hukum aliran viskos *Newton* menjelaskan hubungan antara gaya-gaya mekanis dalam aliran viskos. Viskositas fluida, atau gesekan dalamnya, bersifat konstan. Kekentalan minyak lumas bervariasi, kekentalan (viskositas) minyak lumas dilakukan secara khusus oleh *International Organization for Standardization* (ISO).

Pada temperatur mesin yang tinggi kekentalan minyak lumas cenderung turun dan minyak pelumas mengalami pemuaian volume, sebaliknya bila temperatur mesin rendah maka kekentalan minyak pelumas cenderung meningkat, dan minyak pelumas mengalami penyusutan volume. Minyak pelumas mengalami perubahan volume bila terjadi perubahan pada temperatur Volume suatu zat berkaitan dengan massa jenisnya. Jika volume V bergantung pada suhu, maka massa jenis R juga akan bergantung pada suhu.

Suhu minyak pelumas memiliki peran sangat penting dalam proses pelumasan mesin. Temperatur minyak pelumas yang terlalu tinggi dapat

mengurangi efisiensi pelumasan. Temperatur normal pelumasan berkisar antara 50°C hingga 70°C, sedangkan suhu yang tidak normal berada di antara 75°C hingga 90°C. Peningkatan suhu minyak pelumas bisa disebabkan oleh beberapa hal, seperti kurangnya penyerapan panas pada pendingin minyak pelumas (*lubricating Oil Cooler*). Dan hal ini dapat terjadi akibat penyumbatan pada filter *LO Cooler* di dalam pendingin minyak pelumas, atau karena volume media pendingin yang masuk ke dalam pendingin minyak pelumas tidak sebanding dengan volume minyak pelumas yang harus didinginkan.

Selain itu, temperatur media pendingin yang terlalu tinggi juga dapat menyebabkan naiknya suhu minyak pelumas. Faktor-faktor lain yang bisa menyebabkan peningkatan temperatur minyak pelumas antara lain kurangnya tekanan pompa *Main Cooling Sea Water* yang mendorong air laut pada pendingin *Lubricating Oil Cooler* sehingga pada penyerapan panas di *LO Cooler* tidak maksimal, serta penggunaan minyak pelumas yang sudah melebihi batas waktu kerja atau minyak pelumas yang sudah waktunya pergantian tapi tidak di ganti (sudah tidak layak di pakai lagi). Penggunaan minyak pelumas yang sudah tidak sesuai ini akan mengakibatkan peningkatan temperatur yang cepat jika terus digunakan.

Oleh karena itu, sistem pelumasan berperan penting dalam menjaga suhu minyak lumas, mengurangi gesekan komponen mesin, sebagai penyerap panas, sebagai agen pembersih, sebagai peredam getaran dan mencegah kerusakan.

Seperti pengalaman penulis pada saat prala ada kejadian naiknya temperatur minyak lumas pada mesin induk saat itu habis sandar atau bongkar muat di pelabuhan cilacap tidak melakukan pembersihan pada filter M/E *LO Cooler* sehingga terjadinya naiknya temperatur minyak lumas setelah itu *crew* kapal dan penulis melakukan tindakan pengaturan tekanannya supaya tidak naik temperatur minyak lumas.

Dari penelitian sebelumnya dari hasil penyeledikan bahwa kenaikan temperatur tersebut mengakibatkan rusaknya pin piston dan lapisan *main bearing* sehingga kapal tersebut wajib melakukan perbaikan dan tentunya kapal tidak dapat beroperasi, dari hasil identifikasi kedepan maka perusahaan mengalami kerugian.

Berdasarkan uraian di atas maka penulis merencanakan melakukanpenelitian dengan mengambil judul: "ANALISIS NAIKNYA TEMPERATUR MINYAK LUMAS PADA MESIN INDUK DI ATAS KAPAL MT. Star Valiant"

B. Rumusan Masalah

Dalam hal ini penulis merumuskan beberapa masalah yang akan diuraikan dalam bab selanjutnya yaitu:

1. Apa faktor-faktor penyebab naiknya temperatur minyak lumas pada mesin induk di kapal MT. Star Valiant ?
2. Bagaimana upaya mencegah naiknya temperatur minyak lumas pada pengoperasian mesin induk dikapal MT. Star Valiant ?

C. Batasan Masalah

Mengingat luasnya permasalahan, penulis menganggap perlunya mengambil Batasan-batasan dengan maksud agar tidak terjadi penyimpangan atau diluar dalam pembahasan.

Dari sekian banyak faktor yang mengakibatkan naiknya temperatur minyak pelumas khususnya alat mekanis dan media pada sistem pelumasan maka penulis hanya menganalisis naiknya temperatur pada minyak lumas atau pada media penyerapan panas *(LO Cooler)* dan alat mekanis yaitu pompa air laut *(Main Cooling Sea Water Pump).*

D. Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui apa saja faktor-faktor yang menyebabkan naiknya temperatur minyak lumas pada motor induk di kapal.
2. Untuk mengetahui proses penyerapan panas pada *LO Cooler* terhadap naiknya temperatur minyak lumas.
3. Untuk mengetahui tindakan pencegahan dan perbaikan sistem pendingin pada motor induk dalam hal pelumas.

E. Manfaat Penelitian

1. Manfaat Teoritis
   a. Penulis dapat mengetahui tindakan yang dilakukan ketika terjadi naiknya temperatur minyak lumas pada mesin induk di kapal .
   b. Penulis dapat mengetahui langsung faktor yang menyebabkan naiknya temperatur minyak lumas pada mesin induk di kapal .

c. Penulis dapat mengetahui seberapa besar hubungan dalam mengkoordinasi perawatan pelumasan.

d. Penulis dapat mempertimbangkan dalam melakukan perawatan pada mesin yang bersangkutan dalam hal peelumasan.

2. Manfaat Praktis

a. Membantu menemukan penyebab naiknya temperatur minyak lumas pada mesin induk secara mekanik maupun elektrik bagi Perwira Mesin di atas kapal.

b. Membantu cara dan pelaksanaan perawatan naiknya temperatur minyak lumas yang sesuai dengan buku manual petunjuk bagi taruna taruni yang melaksanakan praktek laut.

c. Memberi petunjuk manual tentang naiknya temperatur minyak lumas pada mesin induk bagi pembaca maupun *crew* mesin lainnya yang akan bekerja maupun melaksanakan penelitian pada naiknya temperatur minyak lumas pada mesin induk

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

A. Review Penelitian Sebelumnya

Untuk menilai keberhasilan suatu informasi, diperlukan referensi pada banyak kajian teoritis yang telah diulas dalam penelitian sebelumnya. Variasi dalam situasi dan tujuan merupakan faktor utama yang membedakan antara penelitian sebelumnya dengan penelitian yang akan diteliti, sehingga perlu pembelajaran yang mendalam dari penelitian-penelitian sebelumnya agar dapat menghindari pengulangan repetisi penelitian, maka penulis harus banyak belajar dari penulis lain dalam penelitian sebelumnya.

Penulis mencoba menganalisis penelitian-penelitian terdahulu kemudian melakukan perbandingan dan penyempurnaan untuk menjadi sumber rujukan penulisan penelitian yang dijelaskan melalui tabel berikut:

Tabel 2.1 Review Penelitian Sebelumnya

No	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Hasil Penelitian	Perbedaan Penelitian
1.	Agus Salim.A, (2022) PIP Makassar	Analisis Naiknya Temperatur Minyak Lumas Pada Mesin di Atas Kapal M.V Atco Sharifa	Berdasarkan penelitian yang dilakukan pada Analisis Naiknya Temperatur Minyak Lumas Pada Mesin Induk maka dapat simpulkan bahwa naiknya temperatur minyak lumas pada motor induk dapat disebabkan oleh penyerapan panas pada pipa kapiler *LO Cooler* kurang baik karena adanya kerak-kerak yang menempel di dalam pipa kapiler *LO Cooler*.	Pada penelitian sebelumnya menjelaskan penyebab oleh penyerapan panas pada *LO Cooler* kurang baik karena adanya kerak-kerak yang menempel di dalam plat-plat *LO Cooler*. Sedangkan penulis menjelaskan tersumbatnya pada filter *LO Cooler* banyak kontoran, kerusakan pada *Gland Packing* dan menjelaskan tata cara perawatan minyak lumas yang benar.

2.	Dilaga, (2022) PIP Makassar	Analisis Naiknya Temperatur Minyak Lumas Pada Motor Induk Di Kapal Mt.Senipah	Dari hasil penelitian dan pembahasan maka dapat disimpulkan bahwa tekanan air pendingin baik air tawar maupun air laut berpengaruh terhadap naiknya temperatur minyak lumas. Walaupun tidak secara langsung akan tetapi jika tekanan air laut berkurang, maka temperatur air tawar akan naik, jika temperatur air tawar tinggi, maka minyak lumas akan mengalami kenaikan temperatur juga akibat gagalnya air tawar mendinginkan minyak lumas.	Pada penelitian sebelumnya menjelaskan penyebab oleh kurangnya tekanan pada pompa air laut yang berpengaruh terhadap naiknya temperatur minyak lumas. Sedangkan penulis menjelaskan tersumbatnya pada filter *LO Cooler* banyak kontoran, kerusakan pada *Gland Packing* dan menjelaskan tata cara perawatan minyak lumas yang benar.
3	Muhammad ali afandi, (2021) Politeknik Pelayaran Surabaya	Analisa Naiknya Temperatur Minyak Lumas Pada Sistem Pelumasan Mesin Induk Di Kapal	Dari hasil penelitian dan pembahasan maka dapat disimpulkan bahwa. Penyebab naiknya temperatur minyak lumas pada mesin induk yaitu: a. Kurang optimalnya kinerja pompa *LO* b. Penyerapan panas lub.*Oil* tidak bekerja dengan baik c. Kotornya filter minyak lumas d. Kondisi perawatan yang kurang terencana	Pada penelitian sebelumnya menjelaskan penyebab a. Kurang optimalnya kinerja pompa *LO* b. Penyerapan panas lub.*Oil* tidak bekerja dengan baik c. Kotornya filter minyak lumas d. Kondisi perawatan yang kurang terencana. Sedangkan penulis menjelaskan tersumbaatnya pada filter *LO Cooler* banyak kontoran, kerusakan pada *Gland Packing* dan menjelaskan tata cara perawatan minyak lumas yang benar.

Sumber: Agus Salim.A (2022), Daffa Adham Dilaga (2022), Muhammad Ali Afandi (2021)

B. Landasan Teori

1. Pengertian Minyak Lumas

Minyak lumas adalah zat cair atau benda cair yang digunakan sebagai pelumasan dalam suatu mesin untuk mengurangi keausan atau memperkecil gesekan-gesekan pada komponen-komponen yang bergerak dan bersinggungan. Akibat gesekan dan sebagai pendingin mesin agar tidak panas serta peredam suara.

Menurut Wartawan (1983) bahan-bahan yang dapat dibuat menjadi minyak pelumas adalah bahan yang berasal dari hewan, tumbuhan, tambang bumi dan sintetis". Contoh dari minyak lumas berasal dari hewan adalah minyak ikan paus: dulu digunakan secara luas sebagai pelumas mesin, terutama untuk alat berat dan jam tangan. Namun, penggunaan minyak ikan paus telah dihentikan di banyak negara karena alasan konservasi dan larangan internasional terhadap perburuan paus. Contoh dari minyak lumas berasal dari tumbuhan adalah minyak kelapa sawit sering digunakan sebagai bahan dasar untuk membuat bio-lubricants karena ketersediaannya yang melimpah dan sifat kimianya yang mendukung. Contoh dari minyak lumas berasal dari tambang bumi yaitu minyak mentah (*crude oil*) yang diolah melalui proses penyulingan di kilang minyak. Contoh dari minyak lumas berasal dari sintesis adalah minyak pelumas sintetis, yang dibuat melalui proses kimiawi**.** Pada minyak pelumas untuk mesin disel, diolah dari tambang atau minyak bumi sehingga terdiri dari zat C-H (*Hidrocarbon*). Zat tersebut memiliki struktur yang beraneka ragam dan sangat menentukan sifat-sifat dari berbagai miyak pelumas. Pengolahan minyak bumi mengandung bahan aroma yang tidak

stabil dan akan beroksidasi dengan cepat antara zat asam dengan udara. Minyak pelumas pada dasarnya tidak dapat hanya dilihat dari fisik kimia saja, tetapi lebih pada kinerjanya dalam mesin. *Main Engine* pada kapal MT. Star Valiant yang menggunakan minyak pelumas dengan Talusia 40 untuk *Cylinder Oil* dan Atlanta Marine D 3005 untuk *Oil System*.

Pelumas memegang peranan penting dalam desain dan operasi semua mesin *otomotif,* umur dan *servis* yang diberikan oleh kapal tergantung pada perhatian yang kita berikan pada pelumasannya. Pada motor bakar, pelumasan bahkan lebih sulit dibanding pada mesin-mesin lainnya, karena di sini terdapat panas terutama di sistem pelumasan mesin induk. Tujuan utama dari pelumasan setiap peralatan mekanis adalah untuk melenyapkan gesekan dan keausan.

Menurut Iing (2019) Penggantian minyak lumas selalu dilakukan setelah 1200 jam kerja. Dengan cara minyak lumas bekas dipompa dari tangki endap *(sump tank).* Setelah tangki endap kosong kemudian disemprot dengan udara bertekanan untuk membersihkan kotoran-kotoran, pecahan-pecahan bahan yang mengendap di tangki endap tersebut. Mengukur kapasitas minyak lumas dengan menggunakan atat ukur *(sounding type)*, tambahkan minyak lumas (bila perlu) sesuai dengan buku pedoman servicenya, dan perhatikan juga kondisi (viskositas) dari minyak lumas tersebut.

Menurut Iing (2019) Tujuan dari sistem pendinginan minyak lumas adalah untuk mendinginkan minyak lumas sehingga minyak lumas tidak terbakar. Sistem pendinginan minyak lumas yang digunakan adalah sistem pendinginan tertutup, dimana pada sistem ini menggunakan media

pendinginan air laut dan air tawar. Dalam sistem pendinginan minyak lumas tertutup ini air pendingin di pompa dimasukan ke dalam pendingin minyak lumas (*Oil cooler*r) untuk mendinginkan minyak lumas yang berasal dari tangki endap kemudian air laut tersebut dialirkan ke pendingin air tawar (*water cooler*) untuk mendinginkan air tawar tersebut, air laut tersebut dikeluarkan melalui lambung kapal. Sedangkan air tawar dan minyak lumas yang telah didinginkan oleh air laut dialirkan ke motor induk untuk mendinginkan dan melumasi motor induk tersebut.

2. Pengertian Temperatur

Suhu atau temperatur adalah ukuran derajat panas atau dingin suatu benda. Alat yang digunakan untuk mengukur suhu disebut termometer. Suhu menunjukkan derajat panas benda. Mudahnya, semakin tinggi suhu suatu benda, semakin panas benda tersebut. Secara mikroskopis, suhu menunjukkan energi yang dimiliki oleh suatu benda. Setiap atom dalam suatu benda masing-masing bergerak, baik itu dalam bentuk perpindahan maupun gerakan di tempat berupa getaran. Makin tingginya energi atom-atom penyusun benda, makin tinggi suhu benda tersebut. Suhu juga disebut temperatur, satuan suhu adalah Kelvin (K). Skala-skala lain adalah Celcius, Fahrenheit, dan Reamur Siskayanti & Kosim (2018).

Temperatur adalah ukuran panas-dinginnya dari suatu benda. Panas-dinginnya suatu benda berkaitan dengan energi termis yang terkandung dalam benda tersebut. Makin besar energi termisnya, makin besar temperaturnya.

3. Fungsi *Cylinder oil* dalam Sistem Pelumasan Mesin

Cylinder oil memiliki beberapa fungsi utama dalam sistem pelumasan mesin, yaitu:

a. Mengurangi Gesekan dan Keausan

Silinder dan piston dalam mesin besar terus bergerak dalam kontak langsung dengan gaya tekan tinggi. *Cylinder oil* menciptakan lapisan pelindung di antara permukaan silinder dan ring piston untuk mengurangi gesekan dan keausan mekanis.

b. Mengontrol Panas

Gesekan yang terjadi selama proses pembakaran menghasilkan panas yang ekstrem. *Cylinder oil* membantu menyerap dan mendistribusikan panas tersebut, sehingga menjaga komponen silinder tetap dalam batas suhu operasi yang aman.

c. Melindungi dari Korosi

Bahan bakar dengan kandungan sulfur tinggi menghasilkan gas buang sulfur oksida (SOx), yang dapat berubah menjadi asam sulfurik saat bercampur dengan uap air. *Cylinder oil*, dengan kandungan aditif basa (*Base Number*, BN), menetralisir asam ini untuk mencegah korosi pada dinding silinder dan komponen lainnya.

d. Menjaga Kebersihan Komponen

Cylinder oil mengandung aditif khusus yang membantu mencegah pembentukan endapan karbon, kerak, atau residu pembakaran pada dinding silinder. Hal ini memastikan mesin tetap bekerja secara efisien dan mengurangi kebutuhan perawatan.

e. Mengoptimalkan Efisiensi Pembakaran

Lapisan pelumasan yang tepat pada dinding silinder memungkinkan ring piston untuk bekerja dengan baik, sehingga tekanan pembakaran dapat dimanfaatkan secara maksimal tanpa kebocoran gas. Ini berkontribusi pada efisiensi pembakaran dan kinerja mesin.

4. Pentingnya *Cylinder oil*

Cylinder oil merupakan pelumas khusus yang dirancang untuk digunakan di dalam silinder mesin diesel, terutama mesin-mesin besar seperti yang digunakan pada kapal laut, pembangkit listrik, atau alat berat. *Cylinder oil* sangat penting karena memainkan peran utama dalam menjaga performa mesin dan memperpanjang umur komponen mesin. Penggunaan *Cylinder oil* yang tepat membantu mengatasi tantangan yang muncul dalam kondisi kerja mesin yang ekstrem, seperti tekanan tinggi, suhu tinggi, dan paparan bahan bakar dengan kandungan sulfur tinggi.

Jika pelumasan *Cylinder oil* yang kurang dapat menyebabkan berbagai masalah operasional, mulai dari peningkatan keausan hingga kerusakan mesin. Bukti-bukti seperti korosi, deposit berlebih, peningkatan suhu, dan konsumsi *Cylinder oil* yang tidak normal merupakan indikator bahwa pelumasan tidak optimal. Penyebab utama biasanya berkaitan dengan kualitas *Cylinder oil* yang tidak sesuai, *feeding rate* yang tidak tepat, atau kondisi operasi yang tidak didukung oleh formulasi pelumas. Monitoring yang teratur dan pemilihan *Cylinder oil* yang tepat adalah langkah penting untuk mencegah masalah ini.

5. Standarisasi Pelumasan untuk *cylinder oil*

Standarisasi pelumasan untuk *Cylinder oil* bertujuan untuk memastikan performa, efisiensi, dan keandalan mesin, terutama pada mesin diesel besar seperti di kapal laut, pembangkit listrik, dan alat berat. Standar ini mencakup parameter teknis, spesifikasi pelumas, dan praktik pelumasan yang sesuai dengan kebutuhan operasional mesin.

6. Karakteristik minyak lumas

Cylinder oil memiliki beberapa karakteristik penting yang dirancang untuk mendukung pelumasan optimal pada mesin diesel besar, terutama mesin *low-speed two-stroke* yang sering digunakan pada kapal laut dan pembangkit listrik. Berikut adalah karakteristik utama *cylinder oil* :

a. *Cylinder oil* Talusia 40

Berfungsi khusus digunakan untuk melumasi silinder mesin dua langkah (*Two-stroke engine*) pada mesin kapal besar, terutama yang menggunakan bahan bakar dengan kandungan sulfur tinggi (seperti HFO).

Karakteristik Utama:

1) *Base Number* (BN): Tinggi, biasanya 40 atau lebih, untuk melawan efek korosi akibat asam sulfur yang dihasilkan dari pembakaran bahan bakar berat.
2) Mengandung aditif khusus untuk mencegah keausan, korosi, dan pembentukan deposit pada silinder.
3) Cocok untuk lingkungan suhu dan tekanan tinggi.

b. Sistem *Oil* Atlanta Marine D 3005

Didesain untuk sistem pelumasan umum pada mesin kapal besar, terutama pada mesin empat langkah (*four-stroke engine*) atau untuk pelumasan *crankcase* dan komponen sistem lainnya.

Karakteristik Utama:

1) *Base Number* (BN): Rendah hingga sedang (biasanya sekitar 5), karena tidak dirancang untuk menangani bahan bakar dengan kandungan sulfur tinggi.
2) Viskositas yang stabil untuk melumasi bantalan *(bearings),* piston, dan komponen sistem lainnya.
3) Mengandung aditif untuk anti-oksidasi, anti-foam dan stabilitas termal.

Tabel 2.2 Karakteristik Minyak Lumas

No	Spesifikasi Minyak Lumas	Nama Dan Nomer	Spesifikasi Pada Suhu
1	Minyak *main engine* rendah	Talusia 40	40ºC
2	Minyak *main engine* tinggi	Talusia 70	70ºC
3	Minyak *Auxiliary engine*	Disola W 15W40	25ºC > 120ºC
4	Minyak sistem *main engine*	Atlanta Marine D 3005	100ºC

Sumber : Kapal MT. STAR VALIANT

7. Perbandingan pengunaan *oil cylinder*

TALUSIA LS 40 adalah pelumas silinder yang diformulasikan khusus untuk aplikasi berat yang memerlukan tingkat detergensi lebih tinggi. Ini dirancang khusus untuk mesin 2-tak kecepatan lambat yang menggunakan bahan bakar Sulfur Rendah dengan kandungan sulfur hingga 0,5% dan direkomendasikan untuk digunakan pada mesin diesel laut 2-tak Mark 9 dan lebih tinggi serta mesin diesel kelautan 2-tak Bahan Bakar Ganda dari *MAN Energy Solutions*

TALUSIA HR 70 telah dirancang untuk melumasi mesin dua langkah kecepatan lambat menggunakan bahan bakar sisa sulfur tinggi. Menggunakan kimia mineral konvensional, BN tinggi secara efisien menetralkan asam sulfat yang terbentuk selama pembakaran bahan bakar sisa belerang tinggi.

Lubmarine — Lubrication Chart

VESSEL: STAR VALIANT — NAVITEC No: 31380
CUSTOMER: Waruna Nusa Sentana — IMO No: 9267364

EQUIPMENT	PART TO BE LUBRICATED	LUBRICANT
MAIN PROPULSION		
Main Engine MAN B&W / MITSUI 6S50MC-C (13530 KW@105 RPM) 1 set(s)	Cylinders (HSFO) Cylinders (LSFO) System	TALUSIA HR 70 TALUSIA LS 40 ATLANTA MARINE D 3005
M/E Turbocharger MAN B&W / MITSUI NA-70	Bearings	ATLANTA MARINE D 3005
M/E Turning Gear NARA CORP NRT-1600	Enclosed Gears Open Gears	EPONA Z 220 CERAN AD PLUS
M/E Governor NARA CORP MAG-200	Grease Points	CERAN XM 220
Intermediate Shaft Bearing KOBELCO	Bearing	ATLANTA MARINE D 3005

Gambar 2.1 Lubrication Chart
Sumber : Dokumentasi Kapal MT. Star Valiant

8. Prinsip Pelumasan

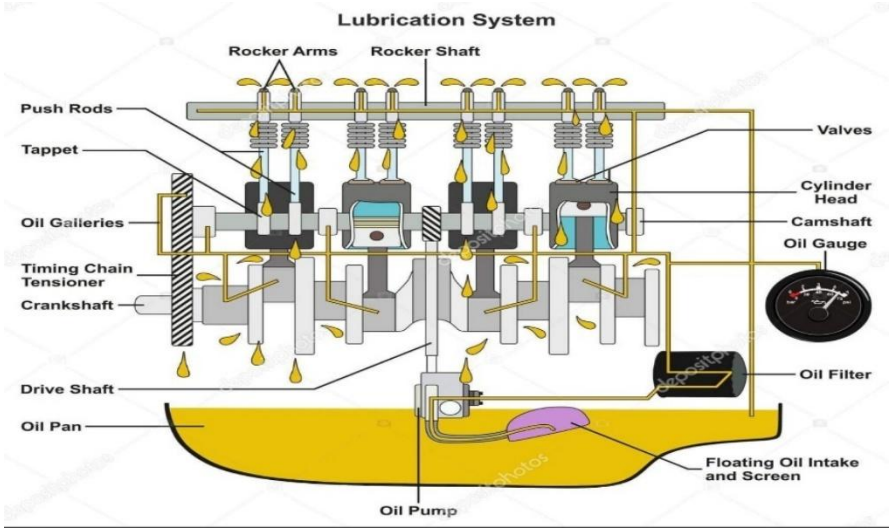
Menurut Suharto (1991), pemilihan serta perlakuan pelumas didalam kaitannya dengan operasi mesin tentunya bukan sekedar asal melumuri saja, akan tetapi mempunyai makna dan tujuannya yang banyak dan komplek serta itu semua disesuaikan dengan objek yang dilumasi, bagaimana lingkungannya, bagaimana tinggi rendahnya temperatur operasinya, sifat-sifat bahan pelumas terhadap objek, kecepatan putar ataupun kecepatan liner dari objek yang dilumasi.

9. Bagian bagian yang dilumasi

Pada motor induk untuk mengurangi getaran antara bagian-bagian yang bergerak dan untuk membuang panas, maka semua bearing dan dinding dalam dari tabung-tabung silinder diberi minyak lumas. Minyak lumas dalam bak minyak mula-mula dialiri ke katup pengatur melalui lapisan kemudian di hantar kepentingan minyak. Minyak yang diinginkan itu melalui saringan dan mengalir ke semua bagian motor induk yang bersangkutan (poros engkol, pena engkol, silinder poros hubungan dan mekanisme katup), kemudian menetes ke bak minyak.

Perlu diperhatikan bahwa minyak lumas perlu ditambah sampai ke tingkat tertentu karena jika kurang bagian-bagian motor induk dapat melekat. Poros engkol dan bantalan utama dilumasi dari sisi bawah ataupun sisi atas penahan bantalan. Pena engkol seringkali dilumasi melalui lubang minyak yang dibuat pada poros engkol dari bantalaran utama, tetapi ada juga yang dilumasi minyak yang dialirkan dari batang engkol. Pena torak dilumasi melalui lubang yang dibuat dalam batang engkol, melaui wadah minyak dialirkan pena engkol. Batang engkol tanpa lubang minyak dapat dilengkapi dengan pipa baja lumas di sebelah batang engkol. Tekanan dalam silinder motor diesel sangat tinggi dibandingkan motor pembakaran dalam lainnya. Selain itu, bantalan poros engkol tidak dapat berukuran besar menurut konstruksi motor jadi bantalan poros engkol harus di lumasi dengan cukup karena selalu mengalami tekanan tinggi karena bahan yang diberikan pada bantalan ini tampak, celah bantalan yang besar tidak dapat diberikan. Untuk melumasi

bantalan-bantalan dengan celah kecil perlu tekanan pemasukan minyak lumas yang tinggi.



Gamabar 2.2 Prinsip Kerja Sistem Pelumasan
Sumber: Teacherroom.wordprees.com

Tekanan dalam silinder motor diesel sangat tinggi dibandingkan motor pembakaran dalam lainnya. Selain itu, bantalan poros engkol tidak dapat berukuran besar menurut konstruksi motor induk jadi bantalan poros engkol harus di lumasi dengan cukup karena selalu mengalami tekanan tinggi karena bahan yang diberikan pada bantalan ini tampak, celah bantalan yang besar tidak dapat diberikan. Untuk melumasi bantalan-bantalan dengan celah kecil perlu tekanan pemasukan minyak lumas yang tinggi.

Menurut Manalu (2016) prinsip kerja sistem minyak lumas adalah minyak lumas dari *service tank* dipindahkan ke *sump tank* dengan bantuan *transfer pump.* Didalam *sump tank* minyak lumas diendapkan dari air pendingin dan kotoran padat. Setelah itu dialirkan menuju separator. Melalui separator minyak lumas dimurnikan dan dibersihkan terlebih dahulu dari kandungan air dan kontaminasi kandungan partikel padat. Sebelum menuju main engine minyak lumas disaring dan dibersihkan menggunakan *purifier.* Selanjutnya

minyak lumas dialirkan menuju main diesel engine melalui filter dan *lub Oil cooler*. Temperatur minyak keluar dari *cooler*r secara otomatis dikontrol pada level konstan yang ditentukan untuk memperoleh viskositas yang sesuai dengan yang diinginkan pada inlet main diesel engine. Kemudian lub *Oil* dialirkan ke *main bearing* dan juga dialirkan kembali ke *lub Oil sump tank*.

Pelumas bertujuan sebagai lapisan pelindung yang memisahkan dua permukaan yang berhubungan. Cairan (minyak lumas) merupakan salah satu dari tiga fase benda yang volumenya tetap dalam kondisi temperatur dan tekanan tetap.

Menurut Manalu (2016) Fungsi masing-masing komponen pada sistem pelumasan :

a. Tanki Penyimpanan *(Service Tank)* Merupakan tempat penyimpanan minyak lumas awal sebelum di suplai ke *sump tank.*
b. *Transfer Pump* Merupakan pompa yang berfungsi untuk memindahkan minyak lumas dari *service tank* menuju *sump tank.* Pada kapal ini terdapat dua buah *transfer pump* yang disusun secara *standby.*
c. *Sump tank* yang digunakan sebagai tempat pengendapan kandungan air dan kotoran yang terdapat pada minyak lumas.
d. *Lube Oil* Separator merupakan komponen yang berfungsi untuk membersihkan dan memurnikan minyak lumas dari pengaruh kandungan air dan kontaminasi partikel padat. Terdapat dua buah separator yang dipasang secara sta*ndby.*
e. *Lube Oil purifier* Untuk memisahkan minyak lumas dengan air pendingin dan zat-zat lain yang tidak diinginkan.

f. *Lube Oil cooler*r suatu alat yang digunakan untuk mendinginkan minyak lumas yang keluar dari motor induk atau motor bantu dengan pendinginan Air laut.

g. Filter yang berfungsi untuk menyaring minyak lumas dari *daily tank* agar minyak lumas yang disuplai ke main engine benar-benar bersih. Terdapat dua buah filter yang dipasang secara *standby*.

h. *Lube Oil Pump* merupakan pompa yang berfungsi untuk memompa minyak lumas yang berasal dari *sump tank* menuju main engine. Terdapat dua buah *Lube Oil pump* yang dipasang secara *standby*.

10. Tujuan Pelumasan

Menurut Suharto (1991), Beberapa maksud dari pelumasan mesin sekaligus mencakup tujuan-tujuan diantaranya :

a. Menahan beban mesin, jadi disini untuk mengantisipasi gerusan Bearing karena kontaknya poros dengan *Bearing*.

b. Mengendalikan terjadinya getaran, jadi disini mempunyai aspek yaitu menjaga kelemahan bahan karenabeban-beban ekstra dari getaran-getaran mesin.

c. Mencegah terjadinya korosi, disini korosi oleh uap air, lepasnya electron, atau sebab-sebab lain.

11. Sifat-Sifat Lumas

Menurut Kerdsuwan (2011)menunjukkan bahwa penyajian yang sama seperti yang digunakan untuk menguji bahan bakar menentukan sifat fisik dan kimia minyak pelumas:

a. Sifat paling penting yang dapat digunakan untuk menentukan fluiditas

relatif minyak adalah viskositasnya. Oleh karena itu, ini adalah ukuran resistensi fluida atau fluida yang akan diberikan oleh molekul minyak satu sama lain ketika badan utama minyak bergerak, seperti dalam sistem peredaran darah, di mana viskositas lebih tinggi untuk gerakan yang lebih berat atau lebih lambat.

b. Ketika tabung reaksi disetel pada 45°C dari horizontal, suhu di mana minyak lumas tidak akan mengalir dikenal sebagai titik tuang. Kemampuan sistem pelumasan mesin untuk mengontrol minyak lumas melalui sejumlah kecil tabung dan lubang terpengaruh dengan titik tuang relatif. Dalam cuaca dingin, memulai juga sulit karena titik tuang yang relatif tinggi.

c. Jumlah karbon yang tersisa setelah zat yang dapat menguap dan terbakar ketika minyak lumas dipanaskan disebut residu karbon. Ini akan menunjukkan berapa banyak karbon yang dapat menumpuk di mesin dan menyebabkan masalah dengan pengoperasiannya.

d. Suhu di mana uap minyak di atas minyak akan menyala jika terkena panas rendah dikenal sebagai titik nyala minyak pelumas, dan itu adalah suhu di mana minyak tidak akan mengalir ketika tabung 45 derajat dari horizontal. Metode yang digunakan untuk menentukan titik nyala bahan bakar minyak juga diterapkan pada minyak pelumas. Titik nyala berbagai minyak pelumas diesel berkisar antara 340°F hingga 430°F. Kemampuan sistem pelumasan mesin untuk menangani minyak melalui sejumlah kecil tabung dan urifi dipengaruhi oleh titik tuang relatif. Dalam cuaca dingin, memulai juga sulit karena titik tuang yang relatif tinggi.

e. Oli pelumas yang memiliki endapan air harus lolos uji sentrifugasi dan bebas dari air dan endapan. Mayoritas wadah oli yang terbuka pada instalasi diesel eksisting tetap dalam keadaan terbuka, sehingga secara alami tidak boleh ada kontaminan dalam suplai minyak pelumas. Tanah akan dibuat di dalam dan ke dalam oli kemudian tinggal di saluran oli, aliran kepala bantalan yang signifikan ini juga dapat berfungsi sebagai amplas.

f. Keasaman minyak lumas adalah minyak lumas harus menunjukkan reaksi netral kalau diuji dengan kertas litmus. Minyak yang asam cenderung mengkorosi atau melubangi bagian mesin dan membentuk emulsi dengan air serta membentuk lumpur dengan karbon. Dalam penggunaan semua minyak cenderung menjadi asam melalui oksudasi. Karena hasil oksidasi dalam pembentukan lumpur, minyak pelumas seharusnya tidak memiliki kecenderungan kuat untuk teroksidasi. Karena kemungkinan mengganggu aliran minyak dan pelumasan di bagian bubur, oksidasi dan pembentukan lumpur tidak akan terjadi di charter atau sistem pelumasan mesin diesel.

g. Emulsi minyak pelumas adalah campuran minyak dan air yang tidak dipisahkan menjadi komponen-komponennya, yaitu minyak dan air.Minyak untuk pelumas tidak boleh bercampur dengan udara untuk membentuk emulsi.Itu harus segera dipisahkan darinya jika dikocok dengan air. Setelah minyak digunakan selama beberapa waktu, kemampuan untuk memisahkan ini sangat penting.

h. *Oil* ash (ASH) adalah zat asing yang dapat mengikis atau menyumbat bagian kontak yang bergerak. Karena mereka memiliki kecenderungan

untuk membentuk uap air asam, beler, campuran korosif belerang, tidak diizinkan dalam minyak pelumas.non-sulfur-korosif, yang diizinkan sampai batas tertentu.

i. Kualitas minyak pelumas tidak ada hubungannya dengan seberapa gelap warnanya.

j. Oli dengan viskositas tinggi biasanya memiliki gravitasi yang tinggi, tetapi tidak ada korelasi antara kedua sifat oli ini. Kualitas pelumasan oli tidak ada hubungannya dengan gravitasinya.

12. Pengaruh Temperatur Terhadap Viskositas Minyak Lumas

a. Pengertian Viskositas

Viskositas merupakan ukuran resistensi suatu fluida terhadap deformasi akibat gaya geser. Interaksi antar molekul dalam fluida menimbulkan gaya gesekan internal yang menghambat aliran fluida. Koefisien viskositas berbanding terbalik dengan laju deformasi fluida. Suhu memiliki pengaruh signifikan terhadap viskositas, di mana viskositas cenderung menurun seiring dengan kenaikan suhu.

Viskosimeter Saybolt dengan orifis universal umum digunakan untuk mengukur viskositas minyak pelumas. Rentang viskositas minyak pelumas dari berbagai mesin umumnya berkisar antara 100 hingga 500 Saybolt Universal *Seconds* (SUS) pada suhu 130°F. Tingkat gesekan, keausan komponen mesin, dan konsumsi minyak pelumas sangat dipengaruhi oleh viskositasnya

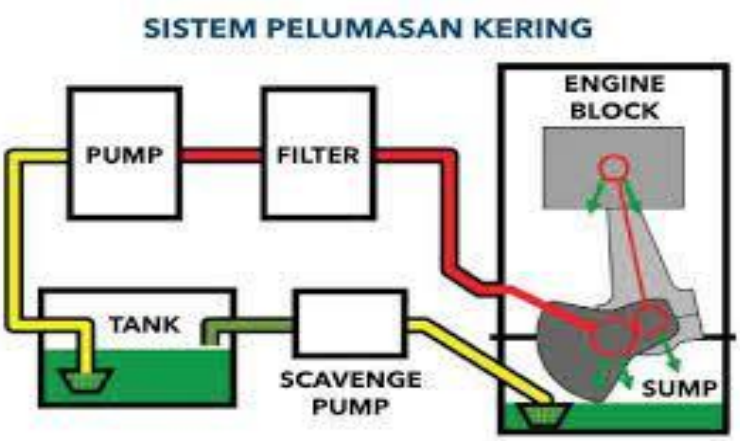
Menurut Leslie (2003), Viskositas dapat didefinisikan sebagai tahanan fluida terhadap perubahan bentuk. Tingginya viskositas menyebabkan

kecenderungan terbentuknya pelumasan hidrodinamik. Tipe pelumas (minyak, air atau grease) dan temperatur sangat mempengaruhi viskositas. Kenaikan temperatur akibat sirkulasi pelumas yang tidak cukup atau celah yang terlalu kecil dapat mengurangi efektivitas pelumasan

13. Sistem Pelumasan

Pada umumnya sistem pelumasan yang sering digunakan pada mesin di bagi atas dua bagian yaitu :

a. Sistem pelumasan kering



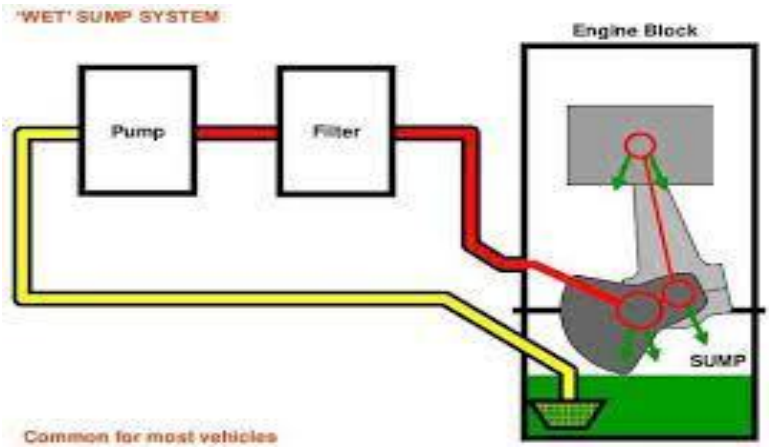
Gambar 2.3 Sistem Pelumasan Kering
Sumber :*https://learningfromlives.wordpress.com/2012/04/05/mengenal-dua-tipe-pelumasan-mesin-4-tak-wet-sump-and-dry-sump/*

Sistem pelumasan kering yaitu minyak lumas ditampung ditempat yang lain yaitu *sump tank*. Di kapal sistem pelumasan yang digunakan adalah sistem pelumasan kering yaitu sistem pelumasan tekanan penuh yaitu minyak berasal dari tempat penampungan *(sump tank)* yang disirkulasikan dengan pompa dengan tekanan tertentu kebagian-bagian mesin yang memerlukan pelumasan kemudian minyak kembali ke tangki penampungan *(sump tank)*.

Pada sistem pelumasan yang digunakan di kapal sebelum menghidupkan mesin maka diharuskan melakukan pelumasan awal dengan jalan menghidupkan pompa minyak lumas guna untuk melumasi bagian-bagian yang memerlukan pelumasan seperti poros engkol, torak, mahkota torak, (piston crown), bantalan utama connecting rod, silinder, komponen penggerak katup, *turbo charge*.

Sirkulasi minyak mulai diserap oleh pompa roda gigi dari tangki penampungan *(sump tank)* kemudian disaring oleh saringan minyak lumas *(Oil* filter*)* kemudian minyak lumas itu didinginkan di pendingin minyak *(LO Cooler)* kemudian minyak lumas tersebut melumasi bagian-bagian yang memerlukan pelumasan itu minyak lumas kembali ke tangki penampungan *(sump tank)*.

b. Sistem pelumasan basah



Gambar 2.4 Sistem Pelumasan Basah
Sumber :*https://learningfromlives.wordpress.com/2012/04/05/mengenal-dua-tipe-pelumasan-mesin-4-tak-wet-sump-and-dry-sump/*

Sistem pelumasan ini pada umumnya dipergunakan pada mesin kapal yang berdaya rendah. Ini disebabkan karena konstruksinya yang masih relatif sederhana. Pada sistem pelumasan basah pompa minyak lumas

memompa minyak lumas dari bak minyak pelumas kedalam mangkok minyak pelumas pada setiap pangkat batang engkol bergerak mencebur ke dalam mangkok tersebut dan memercikkan minyak pelumas dari dalam mangkok membasahi bagian-bagian yang harus dilumasi.

14. Fungsi Bagian-Bagian Sistem Pendingin

a. Fungsi Pesawat Pemindah Panas Minyak Lumas *(LO Coolerr)*

Gambar 2.5 *M/E LO Cooler*
Sumber: Dokumentasi Kapal MT. Star Valiant

LO Cooler merupakan sebuah alat pendingin dimana minyak pelumas yang mempunyai kenaikan temperatur akibat panas gesekan dan panas jenis lainnya didalam sebuah alat yaitu *LO Cooler* akan didinginkan oleh air laut dengan cara bersinggungan, yang mana temperatur minyak lumas akan diserap panasnya oleh air laut yang berada dalam plat-plat *LO Cooler* yang selanjutnya temperatur minyak pelumasakan mengalami penurunan akibat penyerapan oleh air laut.

1) *Main Engine Lube Oil Cooler* tipe *tube*

M/E LO Cooler (*Main Engine Lube Oil Cooler*) dengan tipe *tube* berfungsi sebagai penukar panas yang mendinginkan oli pelumas mesin utama kapal dengan menggunakan media pendingin, biasanya air laut atau air tawar pendingin.

Prinsip Kerja:

a) Aliran Oli Panas: Oli pelumas yang telah menyerap panas dari komponen mesin utama dialirkan ke dalam *cooler*.
b) Aliran Air Pendingin: Air pendingin (bisa air laut atau air tawar) dialirkan melalui tubes (pipa-pipa kecil) di dalam *cooler.*
c) Proses Pertukaran Panas: Panas dari oli ditransfer ke air pendingin melalui dinding tubes, sehingga oli menjadi lebih dingin saat keluar dari cooler.
d) Sistem Pemisahan Media: Oli pelumas dan air pendingin tidak bercampur, karena oli mengalir di luar tubes (*shell side*) dan air mengalir di dalam tubes (*tube side*).

2) *Main Engine Lube Oil Cooler* tipe *tube*

Fungsi *M/E LO Cooler* tipe plat (*Plate Heat Exchanger*) adalah untuk mendinginkan minyak pelumas mesin utama (*Main Engine Lubricating Oil Cooler*) menggunakan air laut atau air tawar sebagai media pendingin.

Prinsip Kerja:

a) Media panas (minyak pelumas mesin utama) mengalir melalui sisi tertentu dari plat.

b) Media pendingin (air laut atau air tawar) mengalir melalui sisi lainnya dari plat.

c) Karena adanya perbedaan suhu antara kedua media, panas dari minyak pelumas akan berpindah ke media pendingin melalui plat yang tipis.

d) Hasil akhirnya, suhu minyak pelumas akan turun ke level yang diinginkan, dan suhu media pendingin akan naik.

b. Funsi Pompa Air Laut (*Main Cooling Sea Water Pump)*

Gambar 2.6 *Main Cooling Sea Water*
Sumber: Dokumentasi Kapal MT. Star Valiant

Pompa air laut berfungsi memompa air laut yang masuk ke dalam pompa akan diputar oleh *impeller*, menggunakan gaya sentrifugal akan menyebabkan air laut keluar dari pompa dengan kecepatan dan tekanan yang tinggi lalu masuk ke dalam *LO Cooler* untuk menyerap panas minyak lumas secara bersinggungan.

15. Fungsi Bagian-Bagian Sistem Pelumasan

a. Pompa Minyak Lumas.*(Main Lubricant Oil Pump)*

Gambar 2.7 *Main Lubricant Oil Pump*
Sumber : Dokumentasi kapal MT. Star Valiant

Pompa merupakan sebuah komponen yang di gunakan untuk memindahkan minyak lumas dalam sistem pelumasan. Jenis pompa yang biasa di gunakan pompa trikoda dan pompa jenis roda gigi tetapi pompa roda gigi yang sering di gunakan pompa ini di gunakan pada pelumasan awal/prieming pump dan sebagai pompa sirkulasi awal di dalam mesin. Pompa untuk pelumasan awal di oprasikan secara manual dan terpisah dari mesin induk. Pompa ini disebut pompa transfer 15 karena mampu menghisap atau memindahkan minyak dari tangki edar ke dalam karter. Setelah minyak lumas mengalami siklus dan kembali ketangki edar, pompa tersebut di matikan dan secara otomatis peranan pompa ini di gantikan oleh pompa sirkulasi yang terdapat pada mesin induk.

Berdasarkan penelitiann yang dilakukan Agus Salim.A, Muhammad Ali Afandi, Dilaga, D. A. tentang penyebab naiknnya temperatur minyak

lumas pada mesin induk. Sehingga penulis dapat mengetahui masalah terjadinya naiknnya temperatur minyak lumas pada mesin induk yaitu.

Tabel 2.3 Masalah Terjadinya Naiknya Temperatur Minyak Lumas pada Mesin Induk

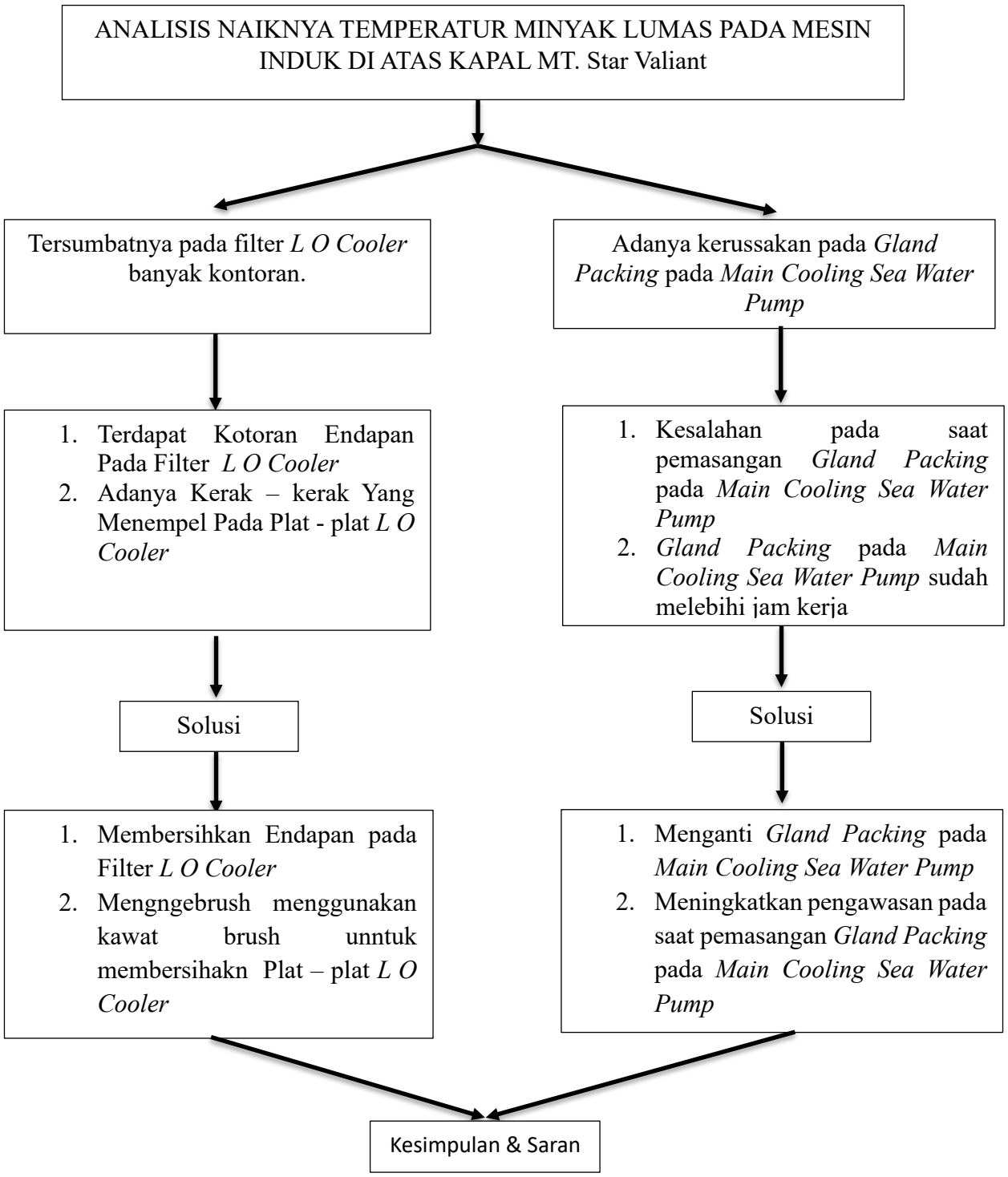
No	Penyebab naiknya temperatur Minyak lumas pada mesin induk	Dampak
1	Penyumbatan Filter pada *M/E LO Cooler* 1. Tidak efektifnya penyaringan : Jika sistem penyaringan tidak mampu menyaring dengan efektif ,maka kotoran atau sampah-sampah yang tidak diinginkan akan mengendap di dalam Filter *M/E LO Cooler.* 2. Perawatan yang tidak teratur : Ketidak sempurnaan dalam melakukan rutinitas perawaatan atau pemeriksaan rutin dapat menyebabkan penumpukan kotoran atau sampah-sampah di *M/E LO Cooler* tanpa sepengetahuan *crew* mesin(yang di tugaskan) 3. Kondisi lingkungan: Lingkungan operasional yang banyak kotoran (Dankal) dapat mengakibatkan cepetnya kotoran pada Filter *LO Cooler*	1. Pemyubatan Sistem: akumulasi kotoran di filter dapat menyebabkan pada saluran plat plat air laut yang ingin mendinginkan minyak lumas yang sedang panas. Hal ini dapat menganggu aliran air laut dan menyebabkan naiknya temperatur minyak lumas pada mesin induk yang tidak stabil. 2. Kerusakan Mekanis: Selain merusak efisiensi dan integritas sistem, kekotoran yang tidak diatasi dengan baik di *M/E LO Cooler* juga dapat menyebabkan kerusakan mekanis. Misalnya, kotoran atau sampah-sampah yang mengendap di dalam Filter *LO Cooler* yang dapat menyebabkan panas pada minyak lumas yang masuk ke dalam mesin induk. 3. Risiko kotor : Kotoran yang terendap di dalam Filter *LO Cooler* bisa mempercepat proses naiknnya minyak lumas dan pada komponen-komponen yang terlibat.
2	Kurangnya Tekanan Pada Pompa *Main Cooling Sea Water Pump* 1. Usia dan Pemakaian: Gland Packing mengalami keausan alami seiring waktu dan pemakaian yang intens. Jika sudah mencapai batas usia pakainya, *Gland Packing* bisa menjadi bocor 2. Tekanan Tinggi: Jika system pendingin mengalami tekanan tinggi secara berlebihan, terutama akibat ketidak seimbangan dalam operasi atau kondisi operasional yang tidak tepat, ini dapat menyebabkan *Gland Packing* mengalami bocor yang berlebihan dan akhirnya rusak. 3. Korosi atau Kerak: Pembentukan korosi atau kerak di plat-plat *LO Cooler yang* dapat mengganggu	1. Kualitas Gland Packing yang Buruk: Kebocoran dapat mengakibatkan masukanya angin ,mempengaruhi tekanan pompa yang dihasilkan. Ini dapat mengganggu kinerja mesin dan peralatan lainnya 2. Resiko tekanan tinggi :yang mengakibatkan Kebocoran pada *gland Packing* dapat berkurangnya terkanan yang masuk ke *LO Cooler*, dan ini bisa mempengaruhi naiknnya temperatur karna kurangnya air laut yang masuk ke *LO Cooler* dan terjadi naiknya temperatur *LO* 3. Resiko Korosi dan Kerak: menurunya penyerapan *pada LO*

	fungsi *LO Cooler* dan menyebabkan efisien kinerja pada komponen tersebut.	*Cooler* yang tadinya maksimal sekarang menurun karna adanya korosi atau kerak yang menempel pada plat-plat *LO Cooler.*

C. Kerangka Pikir Penelitian

Kerangka pikiran (*framework of mind*) merujuk pada struktur konseptual atau pola pemikiran yang membimbing cara seseorang memahami, menyusun, dan menginterpretasikan informasi. Berikut adalah kerangka pikiran pada penelitian ini:

Tabel 2.4 Kerangka Pikir Penelitian



BAB III
METODOLOGI PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Penelitian merupakan rangkaian kegiatan ilmiah yang dilakukan secara terstruktur untuk memperoleh pemahaman yang komprehensif mengenai suatu fenomena atau masalah. Proses penelitian melibatkan pengumpulan data secara sistematis, analisis data yang mendalam, serta interpretasi data berdasarkan kerangka teori yang relevan. Tujuan akhir dari penelitian adalah untuk menghasilkan pengetahuan baru atau menguji kebenaran suatu hipotesis

Dalam penyusunan skripsi ini penulis menggunakan jenis penelitian kualitatif dengan metode deskriptif. Menurut Mukhtar (2013) metode penelitian deskriptif kualitatif adalah sebuah metode yang digunakan peneliti untuk menemukan pengetahuan atau teori terhadap penelitian pada satu waktu tertentu yang yang sifatnya deskriptif, seperti transkripsi wawancara, catatan lapangan, gambar, foto rekaman video dan lain-lain.

Penelitian kualitatif bertujuan untuk memahami secara mendalam apa yang dipikirkan dan dirasakan oleh orang-orang tentang suatu hal. Penelitian ini tidak menggunakan angka, melainkan kata-kata untuk menggambarkan ide, pendapat, persepsi mereka, keyakinan, dan pengalaman yang di alami.

Penelitian kualitatif menggunakan pendekatan deskriptif untuk menjelaskan dan menguraikan fenomena yang diteliti. Metode ini dimulai dengan pemahaman holistik terhadap konteks penelitian, kemudian berfokus pada aspek-aspek spesifik. Karakteristik utama penelitian kualitatif adalah fleksibilitas dalam merumuskan masalah dan judul penelitian

B. Lokasi Dan Waktu Penelitian

1. Lokasi Penelitian

   Penelitan ini dilaksanakan pada saat penulis melaksanakan PRALA (praktek laut) di atas kapal MT. Star Valiant

2. Waktu Penelitian

   Pada saat melaksanakan praktek laut pada tanggal 28 september 2022 sampai dengan 17 oktober 2023 di atas kapal Mt Star Valiant. Waktu yang dipergunakan untuk melakukan penelitian tentang **ANALISIS NAIKNYA TEMPERATUR MINYAK LUMAS PADA MESIN INDUK DI ATAS KAPAL MT. Star Valiant**

C. Sumber Data Dan Teknik Pengumpulan Data

Pada bagian ini akan dipaparkan tentang jenis data, sumber data, dan teknik pengumpulan data berdasarkan data, fakta, serta informasi yang pernah dilakukan selama melakukan praktek berlayar. Paparan tersebut sebagai berikut:

1. Jenis Data

   a. Data Primer

      Menurut Umar (2013:22) data primer merupakan data yang diperoleh langsung di lapangan oleh peneliti sebagai obyek penulisan. Diambil saat taruna sedang melaksanakan pengecekan naiknya temperatur minyak lumas pada mesin induk dan *crew* kapal dengan *chief engineer, secound engineer, third engineer, fourth engineer,* dan oiler. Saat temperature minyak lumas naik sebagai narasumbernya.

b. Data Sekunder

Data ini merupakan data yang diperoleh perpustakaan, jurnal, literatur-literatur dan artikel-artikel yang ada hubungannya dengan masalah.

2. Sumber data

Data-data yang dikumpulkan berasal dari hasil wawancara dengan beberapa *crew* kapal, juga melalui pengamatan dan pencatatan gejala-gejala yang tampak pada obyek penelitian serta dari buku-buku petunjuk *(instruction manual book)* di atas kapal, dan internet. Adapun jabatan beserta tugas tugasnya *crew* diatas kapal bagi engine departmen yaitu :

a. *Chief Engineer*

Chief Engineer bertanggung jawab atas seluruh operasi dan pemeliharaan departemen mesin kapal serta dokumentasi dan mengawasi semua sistem mesin kapal.

b. *Second Engineer*

Second Engineer bertanggung jawab atas perawatan langsung dan perbaikan mesin utama dan mendukung *Chief Engineer* dalam pengelolaan dan pemeliharaan sistem mesin serta bertanggung jawab atas perawatan rutin dan perbaikan mesin.

c. *Third Engineer*

Third Engineer bertanggung jawab atas perawatan langsung dan perbaikan mesin bantu dan sistem bantu serta memantau kerja mesin dan sistem untuk memastikan operasi yang efisien terutama pada mesin *auxiliary engine*, kompresor, serta bertanggung jawab atas oli dan bahan bakar yang ada di atas kapal.

d. *Fourth Engineer*

Fouurth Engineer bertanggung jawab atas perawatan dan perbaikan sistem bantu seperti pompa pompa*, purifier*, *boile*r,dan *fresh water generator*

3. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang digunakan oleh penulis dalam penelitian ini yaitu:

a. Wawancara

Wawancara adalah suatu percakapan yang diarahkan pada suatu masalah tertentu dan merupakan proses tanya jawab lisan di mana dua orang atau lebih berhadapan secara fisik Setyadin dalam Gunawan (2013:160).

Wawancara adalah teknik pengumpulan data yang digunakan penulis dengan cara mengadakan komunikasi atau tanya jawab terhadap pihak-pihak yang lebih mengerti tentang permasalahan yang dihadapi oleh penulis skripsi ini. Dalam wawancara peneliti menyampaikan masalah-masalah kemudian di bicarakan untuk mencari jalan keluarnya atau cara mengatasinya. Isi wawancara dapat berupa suatu kejadian, kondisi maupun beberapa data–data yang tidak normal yang kemudian disusun secara sistematika.

Dalam penelitian ini wawancara dilakukan dengan *chief engineer*, masinis 2, masinis 3, dan masinis 4 saat melaksanakan pembersihan filter dan menganalisa terjadinya naiknya temperatur minyak lumas pada mesin induk.

b. Observasi

Observasi merupakan suatu proses yang kompleks, suatu proses yang tersusun dari berbagai proses biologis dan psikologis. Dua di antara yang terpenting adalah proses-proses pengamatan dan ingatan. (Sugiyono ,2013:145).

Dalam hal ini penulis melakukan pengamatan langsung di kapal pada saat melakukan prala (praktik laut) dengan kkm, masinis 2, masinis 3, dan masinis 4, tentang penyebab naiknya temperatur minyak lumas pada mesin induk dan bagaimana cara agar temperatur naiknya temperatur minyak lumas pada mesin induk di atas kapal tetap optimal. Adapun faktor-faktor yang mempengaruhinya sangat banyak sehingga perlu adanya perawatan terhadap naiknya temperatur minyak lumas pada mesin induk sehingga data yang didapatkan benar-benar berasal dari narasumbernya langsung.

c. Dokumentasi

Dokumen merupakan catatan peristiwa yang sudah berlalu. Dokumen bisa berbentuk tulisan, gambar, atau karya-karya monumental dari seorang. Dokumen yang berbentuk tulisan misalnya catatan harian, sejarah kehidupan *(life histories),* cerita, biografi, peraturan, kebijakan. Dokumen yang berbentuk gambar misalnya foto, gambar hidup, sketsa dan lain-lain. Dokumen yang berbentuk karya misalnya karya seni, yang dapat berupa gambar, patung, film dan lain- lain. Studi dokumen merupakan pelengkap dari penggunaan metode observasi dan wawancara dalam penelitian kualitatif. (Sugiyono ,2013:240).

Dalam penelitian ini penulis melakukan dokumentasi langsung di atas kapal tentang komponen-komponen naiknya temperatur minyak lumas pada mesin induk di atas kapal dengan cara mengabadikannya melalui foto-foto pada saat perbaikan dan pembersihan dengan crew kapal yang bersangkutan.

d. Studi Pustaka

Studi pustaka, menurut Nazir, (2013, h. 93) teknik pengumpulan data dengan cara membaca buku-buku, catatan-catatan, dan laporan-laporan yang ada hubungannya dengan masalah yang dipecahkan. Teknik ini digunakan untuk memperoleh dasar-dasar dan pendapat secara tertulis yang dilakukan dengan cara mempelajari berbagai materi yang berhubungan dengan masalah yang diteliti. Hal ini juga dilakukan untuk mendapatkan data sekunder yang akan digunakan sebagai landasan perbandingan antara teori dengan prakteknya di lapangan.

Data sekunder melalui metode ini diperoleh dengan brosing di internet, membaca berbagai literatur, hasil kajian dari peneliti terdahulu, catatan di kapal, serta sumber-sumber lain yang relevan. Dalam hal ini penulis mengkaji data yang berkaitan dengan toeri dengan cara bab mengumpulkan informasi dari berbagai sumber baik dari buku-buku, hasil penelitian dengan analisis, internet, maupun dari sumber-sumber lainnya.

D. Teknik Analisis Data

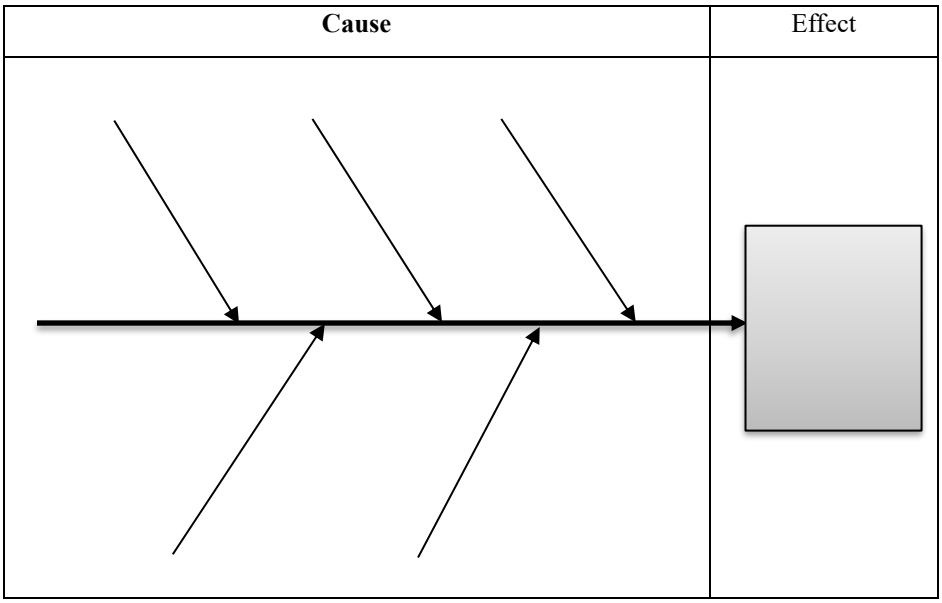
1. Pengertian *Fishbone*

Menurut Monoarfa (2021) metode diagram *fishbone* adalah suatu metode analisis yang digunakan untuk mengidentifikasi masalah kualitas dan cek poin

yang meliputi empat jenis bahan atau peralatan, tenaga kerja dan metode. Menggunakan metode ini penulis bisa dapat menyimpulkan suatu permasalahan dengan mendapatkan hasil penyebab dan upaya yang harus di lakukan, dari penyebab yang paling terendah hingga penyebab yang paling terberatnya.

Melakukan tindakan perbaikan akan lebih mudah jika kita sudah mengetahui masalah dan penyebabnya. *Fishbone* diagram adalah alat yang mudah digunakan untuk membantu kita mengidentifikasi penyebab masalah, terutama di industri manufaktur yang memiliki banyak variabel yang berpotensi menyebabkan masalah. *Fishbone* diagram membantu kita memahami berbagai faktor yang dapat menyebabkan masalah, baik faktor internal maupun eksternal. Dengan memahami faktor-faktor penyebab ini, kita dapat lebih mudah menemukan solusi yang tepat untuk menyelesaikan masalah. *Fishbone* diagram dikembangkan oleh Kaoru Ishikawa, seorang profesor teknik dari Jepang.

Tabel 3.1 Diagram *Fishbone*



Sumber : Data Penulis (2024)

a. Mengidentifikasi Masalah

Menulis masalah yang sedang terjadi di atas kapal dengan sejujur-jujurnya. Penulis bisa mencari tahu siapa saja yang terlibat, permasalahannya, dan di mana kejadian itu terjadi. Masalah utama tersebut digambarkan dalam bentuk kotak sebagai kepala dari diagram *fishbone*. Masalah tersebut akan diidentifikasi dan untuk berikutnya memberikan ruang untuk mengembangkan solusi atau ide yang bersangkutan.

b. Mengumpulkan Ide Untuk Mencari Faktor Utama Penyebab

Mengelompokkan penyebab dari suatu permasalahan yang di hadapi. Termasuk faktor-faktor yang mungkin menjadi bagian dari permasalahan, seperti peralatan material, sistem, sumber daya manusia, dan lainya. Faktor-faktor tersebut merupakan penyusunan utama dari diagram *fishbone*

c. Menidetifikasi Kemungkinan Penyebab Dari Masalah

Setelah menemukan faktor-faktor utama penyebab masalah, kamu harus mencari kemungkinan penyebab yang lebih spesifik. Kemungkinan penyebab ini dapat digambarkan sebagai cabang- cabang dari tulang utama. Selanjutnya, kamu harus mencari tahu penyebab paling mendasar dari setiap kemungkinan penyebab tersebut. Penyebab ini dapat kamu temukan dengan cara observasi, yaitu dengan mengumpulkan data dan informasi dari berbagai sumber.

d. Menganalisa Diagram Yang Di Buat

Setelah membuat diagram *fishbone*, langkah terakhir adalah menganalisis penyebab masalah secara lebih mendalam. Hal ini dapat dilakukan dengan melakukan survei atau wawancara dengan pihak-pihak

terkait. Survei atau wawancara ini bertujuan untuk mengumpulkan data dan informasi yang lebih spesifik tentang penyebab masalah. Dengan memahami penyebab masalah secara lebih mendalam, kita dapat menemukan solusi yang lebih tepat untuk menyelesaikan masalah.

2. Manfaat *Fishbone*

Adapun manfaat *Fishbone* menurut Amin (2016). Adalah sebagai berikut :

a. Seseorang akan terfokuskan untuk mendapatkan permasalahan utama.
b. Memudahkan dalam membuahkan ide untuk menyelesaikan masalah.
c. Membantu menentukan kesepakatan terkait penyebab dari masalah.
d. Menciptakan tindakan dukungan dari angota tim untuk menentukan cara mudah menghasilkan solusi.
e. Mendiskusikan dan fokus terhadap penyebab dari masalah.
f. Mempermudah visualisasi dari anggota.

3. Kelebihan Dan Kekurangan *Fishbone*

Fishbone juga memiliki kelebihan dan kekurangan, kelebihan dan kekurangan *fishbone* adalah sebagai berikut:

Fishbone memiliki manfaat untuk memperluas permasalahan apapun yang muncul dan memungkinkan semua pihak terkait untuk menawarkan pemikiran atau ide yang dapat menimbulkan permasalahan (Amin, 2016).

Kelemahan *Fishbone* adalah perspektif yang berpedoman pada media dan desain akan membatasi kemampuan kerja tim untuk menjelaskan masalah memanfaatkan metode "*level why*" yang dalam, kecuali kertas yang dipergunakan benar-benar cukup sebagai memenuhi kebutuhan ini. Voting

biasanya dimanfaatkan untuk menentukan penyebab yang paling mungkin tercantum pada grafik (Dilana, 2021).

4. Langkah-langkah pembuatan *fishbone* diagram

Pembuatan *fishbone* diagram menghabiskan waktu sekitar 30-60 menit. Berikut pembuatan diagram *fishbone* yang termasuk dalam (Amin, 2016) diantaranya:

a. Menyetujui pernyataan masalah.
b. Memastikan kategorinya (kategori alasan utama).
c. Mendeteksi penyebab yang mendasari melalui curah pendapat.
d. Mengevaluasi dan menyepakati penyebab yang paling mungkin.