

**KEMENTERIAN PERHUBUNGAN  
BADAN PENGEMBANGAN SDM PERHUBUNGAN  
SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN**



**MAKALAH**

**OPTIMALISASI PERAWATAN SISTEM MINYAK  
LUMAS GUNA MENUNJANG PERFORMA MESIN  
INDUK PADA KAPAL TUG. MARINA ARIEL**

Oleh :

**ABDUL RASYID**  
**NIS. 02179/T-I**

**PROGRAM PENDIDIKAN DIKLAT PELAUT - 1  
JAKARTA  
2024**

**KEMENTERIAN PERHUBUNGAN  
BADAN PENGEMBANGAN SDM PERHUBUNGAN  
SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN**



**MAKALAH**

**OPTIMALISASI PERAWATAN SISTEM MINYAK  
LUMAS GUNA MENUNJANG PERFORMA MESIN  
INDUK PADA KAPAL TUG. MARINA ARIEL**

**Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan  
Untuk Menyelesaikan Program ATT - I**

**Oleh :**

**ABDUL RASYID  
NIS. 02179/T-I**

**PROGRAM PENDIDIKAN DIKLAT PELAUT - 1**

**JAKARTA**

**2024**

**KEMENTERIAN PERHUBUNGAN**  
**BADAN PENGEMBANGAN SDM PERHUBUNGAN**  
**SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN**



**TANDA PERSETUJUAN MAKALAH**

Nama : ABDUL RASYID  
No. Induk Siwa : 02179/T-I  
Program Pendidikan : DIKLAT PELAUT - I  
Jurusan : TEKNIKA  
Judul : OPTIMALISASI PERAWATAN SISTEM MINYAK  
LUMAS GUNA MENUNJANG PERFORMA MESIN  
INDUK PADA KAPAL TUG. MARINA ARIEL

Pembimbing I,

Jakarta, 26 Agustus 2024  
Pembimbing II,

  
**Dr. Capt. Marihot Simanjuntak. M.M**

Pembina Utama Muda (IV/c)  
NIP. 19661110 199803 1002

  
**Benny Hidayat, M.M., M.Mar. E**

Penata TK. I (III/d)  
NIP. 197709252009121001

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknika

  
**Dr. Markus Yando, S.SiT., M.M**

Penata TK. I (III/d)  
NIP. 19800605 200812 1 001

**KEMENTERIAN PERHUBUNGAN  
BADAN PENGEMBANGAN SDM PERHUBUNGAN  
SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN**



**TANDA PENGESAHAN MAKALAH**

Nama : ABDUL RASYID  
No. Induk Siwa : 02179/T-I  
Program Pendidikan : DIKLAT PELAUT - I  
Jurusan : TEKNIKA  
Judul : OPTIMALISASI PERAWATAN SISTEM MINYAK  
LUMAS GUNA MENUNJANG PERFORMA MESIN  
INDUK PADA KAPAL TUG. MARINA ARIEL

Penguji I

**Riyanto, M.MPd.**  
Pembina (IV/a)  
NIP. 19740901 200212 1002

Penguji II

**Niken Sitalaksmi Widjaja, S. H., M. Sc**  
Pembina (IV/a)  
NIP. 19750315 200604 2001

Penguji III

**Dr. Capt. Marihot Simanjuntak, M.M**  
Pembina Utama Muda (IV/c)  
NIP. 19661110 199803 1002

Mengetahui  
Ketua Jurusan Teknika

**Dr. Markus Yando, S.SiT., M.M**  
Penata TK. I (III/d)  
NIP. 19800605 200812 1001

## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur kami panjatkan kehadiran Allah SWT karena atas berkah dan rahmat serta karunia-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan makalah ini dengan judul:

**“OPTIMALISASI PERAWATAN SISTEM MINYAK LUMAS GUNA  
MENUNJANG PERFORMA MESIN INDUK PADA KAPAL  
TUG. MARINA ARIEL”**

Makalah ini diajukan dalam rangka melengkapi tugas dan untuk memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan program pendidikan Ahli Teknik Tingkat-I (ATT -I).

Dalam rangka pembuatan atau penulisan makalah ini, penulis sepenuhnya merasa bahwa masih banyak kekurangan baik dalam teknik penulisan makalah maupun kualitas materi yang disajikan. Untuk itu saran dan kritik yang bersifat membangun sangat penulis harapkan.

Dalam penyusunan makalah ini juga tidak lepas dari keterlibatan banyak pihak yang telah membantu, sehingga dalam kesempatan ini pula penulis mengucapkan rasa terima kasih yang terhormat:

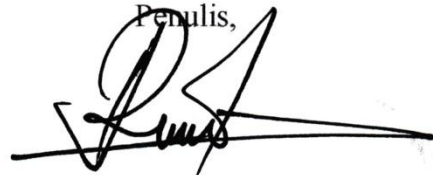
1. Dr. Capt.Tri Cahyadi, M.H.,M.Mar., selaku Ketua Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta.
2. Capt. Suhartini, S.SiT.,M.M.,M.MTr, selaku Kepala Divisi Pengembangan Usaha Sekolah tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta.
3. Bapak Dr. Markus Yando, S.SiT.,M.M, selaku Ketua Jurusan Teknik Sekolah tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta.
4. Bapak Dr. Capt. Marihot Simanjuntak. M.M., selaku dosen pembimbing I, yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran dalam membimbing dan memberikan arahan petunjuk dalam pengerjaan skripsi ini sehingga dapat berjalan lancar sampai dengan selesai.
5. Bapak Benny Hidayat M.M., selaku dosen pembimbing II, yang telah memberikan pengarahan, motivasi, kerja keras dan bimbingan dalam penulisan skripsi ini hingga selesai sebagaimana mestinya.
6. Seluruh Dosen dan staf pengajar Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta yang telah memberikan bantuan dan dorongan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan tugas makalah ini.

7. Orang tua tercinta Bapak Kasino dan Ibu Zainabun yang telah memberikan kasih sayang, materi dan doanya selama pembuatan makalah.
8. Istri tercinta Sri Wahyuni, serta anak-anak Muhammad Yusuf Ardiansyah, Muhammas Rijalul Fiqriansyah dan Muhammad Sahlan Fakhrudinsyah yang membantu atas doa dan dukungan selama pembuatan makalah.
9. Semua rekan-rekan Pasis Ahli Teknik Tingkat I Angkatan Tujuh Puluh satu (LXXI) tahun ajaran 2024 yang telah memberikan bimbingan, sumbangsih dan saran baik secara materil maupun moril sehingga makalah ini akhirnya dapat terselesaikan.

Akhir kata semoga makalah ini dapat memberikan manfaat bagi penulis dan semua pihak yang membutuhkannya.

Jakarta, 26 Agustus 2024

Penulis,



ABDUL RASYID

NIS. 02179/T-I

# DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>TANDA PERSETUJUAN MAKALAH .....</b>	<b>ii</b>
<b>TANDA PENGESAHAN MAKALAH .....</b>	<b>iii</b>
<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>iv</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>viii</b>
 <b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
A. Latar Belakang .....	1
B. Identifikasi, Batasan dan Rumusan Masalah .....	2
C. Tujuan dan Manfaat Penelitian .....	3
D. Metode Penelitian .....	4
E. Waktu dan Ternpat Penelitian .....	5
F. Sistematika Penulisan .....	5
 <b>BAB II LANDASAN TEORI</b>	
A. Tinjauan Pustaka .....	7
B. Kerangka Pemikiran .....	26
 <b>BAB III ANALISIS DAN PEMBAHASAN</b>	
A. Deskripsi Data .....	28
B. Analisis Data .....	29
C. Pemecahan Masalah .....	35
 <b>BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
A. Kesimpulan .....	43
B. Saran .....	44
 <b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>45</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>46</b>

## DAFTAR GAMBAR

	<b>Halaman</b>
Gambar 2.0 Sistem pelumasan mesin induk.....	12
Gambar 2.1 Kerangka pemikiran.....	26



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. <i>Ship Particulars</i> .....	46
Lampiran 2. <i>Crew List</i> .....	47
Lampiran 3. <i>Planned Maintenance System</i> .....	48
Lampiran 4. Diagram instalasi pipa sistem pelumasan.....	52
Lampiran 5. Diagram instalasi pipa sistem pendinginan .....	53
Lampiran 6. Pendingin minyak lumas ( <i>lubricating oil cooler</i> ) .....	54
Lampiran 7. Saringan minyak lumas ( <i>lubricating oil filter</i> ).....	55
Lampiran 8. Pompa minyak lumas ( <i>lubricating oil pump</i> ).....	57
Lampiran 9. Katup pengatur minyak lumas ( <i>Lub oil regulating valve</i> ) .....	58
Lampiran 10. Perawatan Keran Air Laut.....	59
Lampiran 11. Keran air laut ( <i>Butterfly and gate valve</i> ).....	60

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. LATAR BELAKANG**

Dalam permesinan kapal, minyak lumas memiliki peranan yang sangat penting karena berfungsi untuk mengurangi gesekan dan kerusakan pada bagian komponen-komponen mesin induk yang bergerak guna dapat menunjang performa kerja mesin induk dengan baik. Disamping itu pelumas juga berfungsi sebagai lapisan pemisah/bantalan dan pendingin.

Untuk mencegah terjadinya kerusakan yang fatal pada mesin induk maka perlu diadakan perawatan terencana sesuai dengan *Planned Maintenance System (PMS)* dan ditunjang ketersediaan suku cadang yang cukup. Pelaksanaan perawatan yang terencana harus ditangani oleh awak kapal yang terampil, berpengalaman serta terlatih dalam hal perawatan agar perencanaan perawatan dan perbaikan mesin dapat berjalan sesuai dengan yang telah direncanakan oleh pihak kapal dan perusahaan dan juga terhindar dari biaya besar akibat kerusakan yang fatal.

Faktor paling utama pada pengoperasian kapal adalah ditentukan oleh kinerja mesin penggerak utama dari sebuah kapal. Seiring dengan kemajuan perkembangan teknologi yang sangat pesat khususnya pada sektor transportasi laut, hampir setiap saat terjadi inovasi-inovasi teknologi pada sektor ini, khususnya dibidang perkapalan dimana sistem manual dalam pengoperasian kapal laut mulai bergeser dan digantikan dengan sistem otomatisasi. Oleh sebab itu perlu diadakan sistem perawatan mesin induk secara terencana.

Minyak lumas merupakan suatu aspek penting yang harus diperhatikan, mengingat bila terjadi permasalahan terhadap minyak lumas dalam jangka waktu yang lama, maka dapat mengakibatkan terjadinya kerusakan akibat gesekan. Kerusakan tersebut yang ditimbulkan pada metal jalan, metal duduk dan komponen lainnya yang bergerak seperti *crank pin bearing*, *main bearing*, *piston*, *connecting rod*, maupun *crankshaft*.

Pada akhirnya dapat menurunkan daya mesin. Oleh karena itu memerlukan perhatian khusus untuk menghindari kerusakan yang lebih serius, maka ini dapat dilakukan dengan menjaga tekanan dan suhu minyak lumas.

Pada saat penulis bekerja di atas kapal TUG. Marina Ariel sebagai *Chief Engineer*. Penulis menerima laporan dari masinis jaga, pada saat itu 11 Februari 2019 ada masalah pada mesin induk sebelah kiri (*engine failure*). Pada saat itu mesin induk jalan dengan rpm tinggi (*full speed*), tiba-tiba terjadi *alarm oil mist* pada mesin induk, setelah dilakukan pemeriksaan pada mesin induk ditemukan bahwa tekanan minyak lumas rendah sehingga minyak lumas tidak mengalir ke sistem dengan maksimal. Sehingga menimbulkan gangguan pada kelancaran pengoperasian mesin induk dan operasional kapal secara keseluruhan. Setelah diadakan pemeriksaan lebih lanjut penulis menemukan beberapa faktor penyebab dari masalah tersebut diantaranya rendahnya tekanan minyak lumas  $0.90 \text{ kg/cm}^2$  (tekanan minyak lumas yang normal yaitu  $3.5 \text{ kg/cm}^2$  sampai  $4.5 \text{ kg/cm}^2$ ) dan suhu minyak lumas melebihi batas normal ( $85^\circ\text{C}$ ).

Berdasarkan fakta dan pengamatan diatas penulis tertarik amembahas masalah sistem minyak lumas kedalam makalah dengan judul:

**“OPTIMALISASI PERAWATAN SISTEM MINYAK LUMAS GUNA MENUNJANG PERFORMA MESIN INDUK PADA KAPAL TUG. MARINA ARIEL”.**

**B. IDENTIFIKASI, BATASAN DAN RUMUSAN MASALAH**

**1. Identifikasi Masalah**

Berdasarkan latar belakang diatas maka dapat diidentifikasi beberapa masalah terkait dengan sistem minyak lumas mesin induk sebagai berikut:

- a. Tekanan minyak lumas rendah.
- b. *Lubrication oil cooler* tidak bekerja dengan optimal (suhu minyak lumas meningkat).
- c. Adanya kebocoran pada pipa minyak lumas.
- d. Pemakaian minyak lumas yang sudah melebihi jam kerja.

## **2. Batasan Masalah**

Dari beberapa identifikasi masalah diatas, maka perlu diambil batasan masalah agar pembahasannya tidak meluas kemana-mana. Adapun batasan masalah yang diambil yaitu:

- a. Tekanan minyak lumas rendah.
- b. *Lubrication oil cooler* tidak bekerja dengan optimal.

## **3. Rumusan Masalah**

Untuk mempermudah dalam mencari pemecahan masalahnya maka perlu merumuskan pembahasan sebagai berikut:

- a. Apa yang menyebabkan tekanan minyak lumas rendah?
- b. Mengapa *lubrication oil cooler* tidak bekerja dengan optimal?

## **C. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN**

### **1. Tujuan penelitian.**

- a. Untuk mengetahui apa yang menjadi penyebab tekanan minyak lumas rendah dan mencari alternatif pemecahan masalahnya.
- b. Untuk mengetahui mengapa *lubrication oil cooler* tidak bekerja dengan optimal dan mencari alternatif pemecahan masalahnya sehingga sistem pelumasan lebih optimal sehingga dapat menunjang performa mesin induk.

### **2. Manfaat penelitian**

#### **a. Manfaat Teoritis**

- 1) Untuk mengembangkan ilmu pengetahuan penulis dan pembaca khususnya tentang sistem minyak lumas yang berhubungan dengan kinerja mesin induk di atas kapal.
- 2) Untuk memberi motivasi kepada para Masinis dan crew mesin agar lebih memahami dengan baik sistem minyak lumas.

#### **b. Manfaat Praktis**

- 1) Untuk memberi masukan bagi perusahaan maupun pihak terkait dengan masalah sistem minyak lumas di atas kapal.
- 2) Menambah pengetahuan bagi masinis kapal atau ABK (Anak Buak Kapal) mesin.
- 3) Untuk memenuhi salah satu persyaratan kelulusan program ATT I Angkatan (LXXI) di Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran Jakarta.

## **D. METODE PENELITIAN & TEKNIK PENGUMPULAN DATA**

### **1. Metode Pendekatan**

Dalam menyusun makalah ini metode yang digunakan penulis adalah metode pendekatan deskriptif kualitatif.

#### **Deskriptif Kualitatif**

Mendeksripsikan bagaimana pengaruh sistem minyak lumas yang kurang optimal terhadap performa mesin induk dan bagaimana mengatasi masalah tersebut sehubungan dengan kondisi yang terjadi sehingga mesin induk dapat bekerja secara maksimal.

### **2. Teknik Pengumpulan Data**

Dalam membuat makalah ini, Penulis menggunakan beberapa teknik pengumpulan data yaitu:

#### **a. Teknik Observasi (Berupa Pengamatan)**

Data-data diperoleh dari pengamatan langsung di lapangan sehingga ditemukan masalah-masalah yang terjadi sehubungan dengan perawatan sistem minyak lumas mesin induk.

#### **b. Studi Kepustakaan**

Data-data diambil dari buku-buku yang berkaitan dengan judul makalah dan identifikasi masalah yang ada dan literatur-literatur ilmiah dari berbagai sumber internet maupun di perpustakaan STIP.

### **3. Subjek Penelitian**

Yang menjadi subjek penelitian dalam penulisan makalah adalah sistem minyak lumas mesin induk di atas kapal TUG. Marina Ariel.

### **4. Teknik Analisis Data**

Dalam penelitian tersebut, data yang ditampilkan bersifat deskriptif kualitatif yaitu menggambarkan data yang ditemukan di atas kapal dan membandingkan dengan teori/aturan yang umum ada di dunia kerja.

Jenis penelitian deskriptif kualitatif menggambarkan kondisi sebenarnya, tanpa memberi perlakuan atau manipulasi pada variable yang diteliti. Jenis penelitian deskriptif kualitatif merupakan jenis penelitian dengan proses memperoleh data bersifat sesuai fakta. Penelitian ini lebih menekankan makna pada hasilnya.

## **E. WAKTU DAN TEMPAT PENELITIAN**

### **1. Waktu Penelitian**

Penelitian dilakukan di atas TUG. Marina Ariel saat bekerja sebagai *Chief Engineer* sejak 14 Agustus 2018 sampai dengan 09 Maret 2021.

### **2. Tempat Penelitian**

Penelitian dilakukan di atas TUG. Marina Ariel berbendera *Singapore* milik perusahaan *Marina Offshore Pte Ltd* yang dioperasikan sebagai kapal tunda di pelabuhan Batam sejak 05 Januari 2018 sampai 15 Februari 2019 di pelabuhan Tanjung ungang Batam.

## **F. SISTEMATIKA PENULISAN**

Sistematika penulisan dibutuhkan dalam penyusunan makalah guna menghasilkan suatu bahasan yang sistematis dan memudahkan dalam pembahasan maupun dalam pemahaman makalah yang disusun, adapun sistematika penulisan sebagai berikut :

### **BAB I PENDAHULUAN**

Pada Bab ini diuraikan latar belakang masalah, yang selanjutnya diidentifikasi, diberi batasan masalah. Setelah itu dijelaskan mengenai tujuan dan manfaat daripada penelitian dan menjelaskan metode penelitian yang digunakan serta waktu dan tempat penelitian, kemudian disusunlah suatu sistematika penulisan.

### **BAB II LANDASAN TEORI**

Pada Bab ini dijelaskan tentang landasan teori yang didukung dari beberapa tinjauan pustaka dan masalah yang di ambil kemudian disusun dengan kerangka pemikiran yang baik.

### **BAB III ANALISIS DAN PEMBAHASAN**

Pada bab ini diuraikan deskripsi data dari pengalaman di lapangan yang berdasarkan kejadian di lapangan berupa fakta-fakta berdasarkan pengalaman penulis selama bekerja di kapal TUG. Marina Ariel. Dengan digambarkan dalam deskripsi data, kemudian dianalisis mengenai permasalahan yang terjadi dan menjabarkan pemecahan dari permasalahan tersebut sehingga permasalahan yang sama tidak terjadi lagi dengan kata lain menawarkan solusi terhadap penyelesaian masalah

tersebut.

#### **BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN**

Kesimpulan merupakan pernyataan singkat dan tepat berdasarkan hasil analisa data sehubungan dengan masalah penulisan. Kesimpulan merupakan gambaran tujuan yang tercapai dalam penulisan atau jawaban dari permasalahan yang terjadi. Saran berisi pernyataan singkat dan tepat berdasarkan pembahasan sehubungan dengan masalah penulisan yang merupakan masukan untuk perbaikan yang ingin dicapai.

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **A. TINJAUAN PUSTAKA**

Untuk mempermudah pemahaman dalam makalah ini, maka penulis membuat tinjauan pustaka dengan memaparkan teori-teori yang terkait dan mendukung pembahasan pada makalah ini. Adapun beberapa sumber yang oleh penulis jadikan sebagai landasan teori dalam penyusunan makalah ini adalah sebagai berikut:

##### **1. Optimalisasi**

Menurut Poerwadarminto dalam *Kamus Besar Bahasa Indonesia* (2019:562) menyatakan bahwa optimalisasi ialah tertinggi, paling baik, sempurna, terbaik, paling menguntungkan, Mengoptimalkan berarti menjadikan sempurna, menjadikan paling tinggi, menjadikan maksimal, optimalisasi berarti pengoptimalan.

Winardi dalam buku yang berjudul *Motivasi Dalam Manajemen* (2016:363) optimalisasi adalah ukuran yang menyebabkan tercapainya tujuan. Secara umum optimalisasi adalah pencarian nilai terbaik dari yang tersedia dari beberapa fungsi yang diberikan pada suatu konteks.

##### **2. Perawatan**

###### **Defenisi Perawatan**

Menurut Goenawa Danoesmorro (2003:45) menjelaskan bahwa perawatan adalah faktor paling penting dalam mempertahankan keandalan suatu peralatan. Perawatan memerlukan biaya yang besar, sehingga pekerjaan perawatan sering ditunda agar dapat menghemat biaya.

Namun jika hal ini dilakukan, akan segera disadari bahwa sebenarnya penundaan akan mengakibatkan kerusakan dan justru membutuhkan biaya perbaikan yang lebih besar dari biaya perawatan yang seharusnya dikeluarkan.



Menurut Jusak Johan Handoyo (2016:35), bahwa perawatan berencana artinya menentukan dan mempercayakan kepada seluruh prosedur yang dibuat oleh ‘*maker*’ melalui *Manual Instruction Book*, untuk dilaksanakan dengan benar, tepat waktu dan berapapun biaya perawatan (*Maintenance Cost*) yang akan dikeluarkan tidak menjadi masalah, demi mempertahankan operasi kapal tetap lancar tanpa pernah menunda (*delaid*) dan memperkecil/mencegah kerusakan yang terjadi (*life time*).

Dengan perawatan pencegahan mencoba untuk mencegah terjadinya kerusakan atau bertambahnya kerusakan, atau untuk menemukan kerusakan dalam tahap. Hal tersebut dapat dilakukan dengan menggunakan metode tertentu untuk menelusuri perkembangan yang terjadi. Perencanaan dan persiapan perbaikan merupakan kaitan bersama. Hal telah dibuktikan melalui diskusi dan tukar-menukar pengalaman, para peserta dapat menyetujui hal-hal yang praktis dan langkah-langkah organisasi yang akan dijalankan oleh masing-masing pihak. Oleh karena di dalam perawatan di kamar mesin agar selalu diperhatikan perencanaan dalam mempercepat pelaksanaan kerjanya. Hal ini perlu diperhatikan meliputi lantai kamar mesin, instalasi pipa-pipa, peralatan kerja di ruang bengkel dan peralatan keselamatan kerja, karena instalasi dan peralatan-peralatan tersebut sangat menunjang pekerjaan perawatan dan keselamatan kerja di kamar mesin.

Berdasarkan definisi perawatan di atas, maka dapat disimpulkan bahwa perawatan adalah usaha untuk mempertahankan *intercooler* yang dilaksanakan secara terencana dan terjadwal sesuai dengan petunjuk *maker (manual book)*.

### **Jenis-Jenis Perawatan**

Dalam menentukan perawatan di kapal umumnya terdapat 2 (dua) jenis perawatan terencana yaitu sebagai berikut :

- a. Perawatan Terencana (*Planned Maintenance System*) seperti :
  - 1) Perawatan setiap hari (*daily maintenance*)
  - 2) Perawatan setiap minggu (*weekly maintenance*)
  - 3) Perawatan setiap bulan (*monthly maintenance*)
  - 4) Perawatan setiap tiga bulan (*quarterly maintenance*)
  - 5) Perawatan setiap 6 bulan (*semi annual maintenance*)
  - 6) Perawatan tahunan/*dock (yearly / annualy survey)*
  - 7) Perawatan setiap lima tahun(*special survey*)

Perawatan terencana adalah sistem perawatan yang dilakukan secara terencana untuk perawatan pesawat-pesawat permesinan dan peralatan lainnya di kapal secara terencana dan berkesinambungan, menurut petunjuk maker masing-masing agar dapat menghindari terjadinya kerusakan (*breakdown*) yang dapat menghambat kelancaran operasional kapal.

Kegiatan perawatan terencana bertujuan untuk mengurangi kemungkinan cepat rusak, supaya kondisi mesin selalu siap pakai. Terdapat dua cara perawatan terencana, pertama melakukan *patrol/regular planned maintenance inspection* yaitu kegiatan perawatan yang dilaksanakan dengan cara memeriksa setiap bagian mesin induk secara detail dan berurutan sesuai dengan *schedule*. Kedua *mayor overhaul* yaitu kegiatan perawatan yang dilaksanakan dengan mengadakan pembongkaran menyeluruh dan penelitian terhadap mesin, serta melakukan penggantian suku cadang yang sesuai dengan spesifikasinya.

Beberapa keuntungan perawatan berencana yang dilaksanakan dengan benar dan baik, antara lain :

- 1) Memperpanjang waktu kerja (*lifetime*) unit pesawat penggerak utama atau mesin induk.
- 2) Kondisi material pada pesawat penggerak utama atau mesin induk dapat dipantau setiap saat oleh setiap pengawas atau personil di darat, hanya dengan melihat laporan administrasi perawatan.
- 3) Dengan tersedianya suku cadang yang cukup, maka pada saat ada perawatan dan perbaikan tidak kehilangan waktu operasional (*downtime*).
- 4) Operasi kapal lancar dengan memberikan rasa aman dan tenang pikiran, kepada semua personil kapal dan manajemen darat bahwa mesin induk dan permesinan lainnya bekerja secara optimal, normal dan terkontrol dengan benar.

5) Walaupun biaya perawatan sangat besar, namun semuanya itu dapat diperhitungkan (*accountable*) sesuai dengan anggaran biaya perawatan, paling sedikit ada penghematan biaya.

b. Perawatan tak terencana (*Unscheduled Maintenance*)

Perawatan tak terencana adalah perawatan darurat yang didefinisikan sebagai Perawatan yang perlu segera dilaksanakan untuk mencegah akibat yang lebih serius. Misalnya hilangnya produksi, kerusakan besar pada peralatan, atau untuk keselamatan kerja. Pada umumnya system perawatan merupakan metode tak terencana, dimana peralatan yang digunakan, dibiarkan atau tanpa disengaja rusak hingga akhirnya peralatan tersebut akan digunakan kembali, maka diperlukan perbaikan atau perawatan.

Aktivitas perawatan jenis ini mudah untuk dipahami semua orang. Jenis perawatan mengijinkan peralatan-peralatan untuk beroperasi hingga rusak total. Kegiatan tidak bisa ditentukan atau direncanakan sebelumnya, maka aktivitas ini juga dikenal dengan sebutan *unscheduled maintenance*. Ciri-ciri jenis Perawatan adalah alat-alat mesin dioperasikan sampai rusak dan ketika rusak barulah tenaga kerja dikerahkan untuk memperbaiki dengan cara penggantian suku cadang yang rusak.

Kelemahan dari sistem adalah :

- 1) Karena tidak bisa diketahui kapan akan terjadi kerusakan, maka jika waktu terjadi kerusakan adalah pada saat kapal beroperasi, maka akan mengakibatkan tidak tercapainya target waktu pengiriman barang.
- 2) Jika suku cadang untuk perbaikan ternyata sulit untuk terpenuhi berarti dibutuhkan waktu tambahan untuk membeli atau memperoleh dengan cara lain suku cadang tersebut.
- 3) Karena perbaikan seperti ini sifatnya mendadak, maka Anak Buah Kapal (ABK) mesin bekerja di bawah tekanan, maka akan berakibat:
  - a) Rendahnya efisiensi dan efektivitas pekerja.
  - b) Tidak optimal nya mutu hasil pekerjaan perbaikan atau perawatan.

- c) Biaya *relative* besar.
- c. Hambatan-hambatan yang mungkin terjadi dalam pelaksanaan perawatan kapal adalah :
- 1) Waktu untuk menyelenggarakan perawatan dan perbaikan kapal yang sangat sempit sehubungan dengan jadwal operasi kapal yang sangat padat yang berkisar 240 hari dalam setahun, meski perawatan dan perbaikan tersebut sangat diperlukan.
  - 2) Kurangnya koordinasi antara pihak kapal dengan pihak perusahaan.
  - 3) Rute operasi kapal yang acak (*Tramper*) dan merupakan pelayaran jarak pendek serta seringnya terjadi perubahan pelabuhan tujuan kapal (*Deviasi*) yang menyulitkan pelaksanaan dari jadwal perawatan kapal yang telah disusun.
  - 4) Masih adanya kesulitan mendapatkan suku cadang peralatan kapal.
  - 5) Keterampilan dan pengetahuan awak kapal yang terbatas serta sulitnya mendapatkan awak kapal yang berpengalaman.
  - 6) Posisi kapal yang jauh dari fasilitas *repair*.

### 3. Sistem Pelumasan

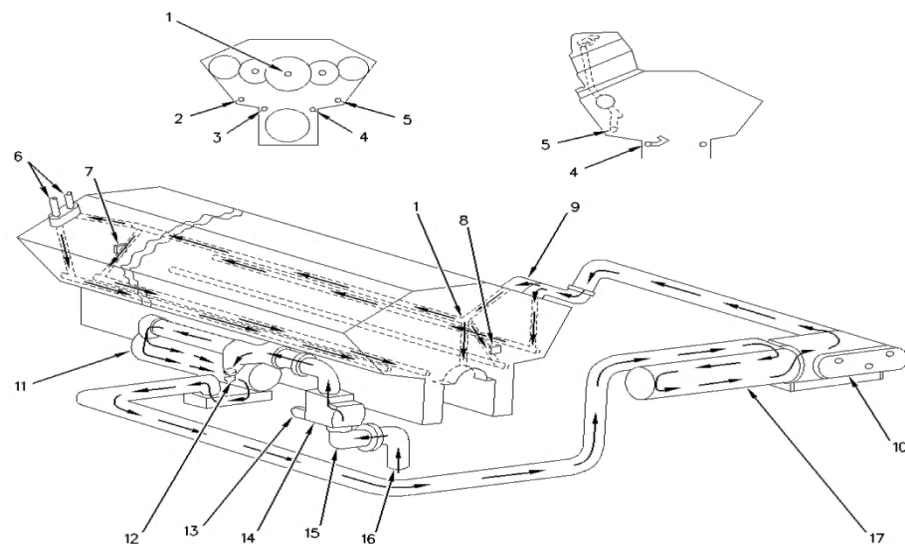
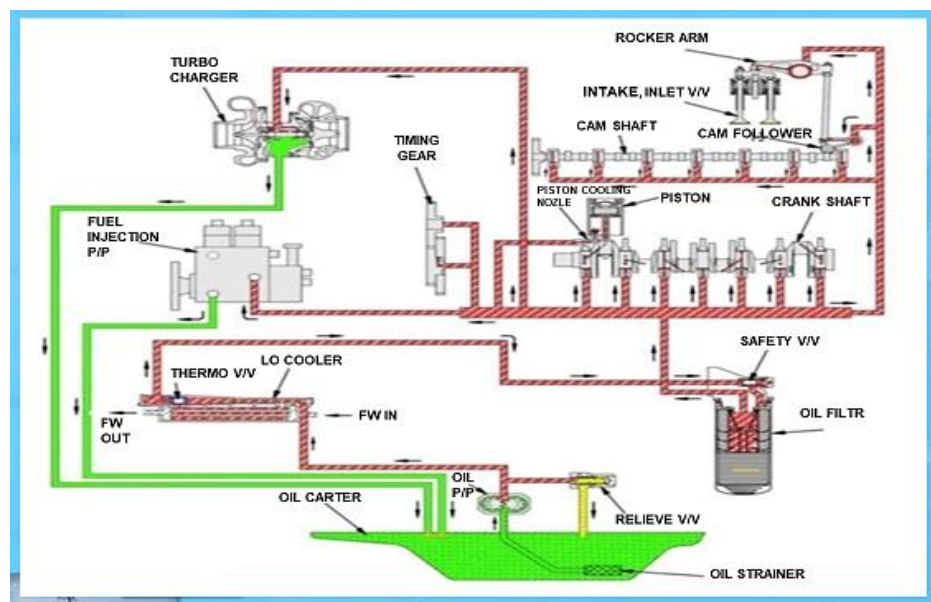
#### a. Definisi Minyak lumas

Menurut Muhammad Fuad, dalam buku yang berjudul *Peneliti Migas (Minyak Dan Gas)*, (2010:102) menyatakan bahwa minyak lumas adalah zat cair atau benda cair yang digunakan sebagai bahan pelumasan dalam suatu mesin. Beberapa fungsi penting dari pelumasan adalah untuk mengurangi keausan akibat gesekan, sebagai pendingin, peredam suara /getaran, menghilangkan panas dari bantalan-bantalan dan elemen-elemen mesin lainya dan untuk menyingkirkan kotoran. Sistem pelumasan dengan minyak lumas pada mesin diesel sangat penting dan sangat berpengaruh terhadap umur dari sebuah mesin. Sistem pelumasan sangat dibutuhkan untuk kelancaran semua komponen yang bergerak maupun komponen yang tidak bergerak, tetapi mendapatkan gesekan langsung dari komponen lainnya.

Kesalahan sistem pelumasan dapat mengakibatkan kerusakan pada komponen-komponen tersebut, bahkan hanya dalam waktu yang *relative* singkat dapat mengakibatkan kerusakan yang fatal. Minyak lumas yang

dipergunakan didalam sistem pelumasan merupakan salah satu media yang tidak dapat terpisahkan dengan bekerjanya sebuah mesin diesel sehingga sifat dan kemurnian minyak lumas selalu dijaga dan dipertahankan tetap dalam kondisi normal.

Minyak lumas yang digunakan di kapal menggunakan minyak lumas *Castrol Tecton Global SAE 15W-40* adalah pelumas multigrade mesin diesel tugas berat yang menggunakan *turbocharger*, *supercharger* atau *naturally aspirated* untuk alat transportasi, alat berat, industri, dan perkapalan.



Gambar 2.0 Sistem Pelumasan Mesin Induk

Keterangan gambar 2.0 diatas:

- |   |   |
|---|---|
| 1. <i>Line</i> minyak utama                 | 11. Pendingin minyak lumas              |
| 2. <i>Line</i> minyak <i>camshaft</i>       | 12. Katup <i>Bypass Cooler</i>          |
| 3. <i>Line</i> minyak pendingin piston      | 13. Katup pengatur Tekanan.             |
| 4. <i>Line</i> minyak pendingin piston      | 14. Pompa Minyak Lumas.                 |
| 5. <i>Line</i> Minyak <i>Camshaft</i> Kanan | 15. <i>Elbow</i>                        |
| 6. <i>Line Supply</i> Minyak Lumas.         | 16. <i>Filter</i> hisapan minyak lumas. |
| 7. <i>Sequense valve/non return valve</i>   | 17. Rumah <i>filter</i> oli.            |
| 8. <i>Sequence valve/non return valve</i>   | 18. <i>Line</i> pendingin piston.       |
| 9. <i>Adaptor</i> .                         | 19. Pipa <i>Drain</i> Minyak.           |
| 10. Katup bypass <i>filter</i> minyak lumas |   |

Cara kerja sistem pelumasan diatas menggunakan Pompa Minyak Pelumas (14) dengan tiga roda gigi. Roda gigi pompa didorong oleh roda gigi depan. Minyak lumas dihisap dari *carter* melalui *strainer* hisapan minyak lumas (16) dan melalui elbow (15) dengan pompa minyak lumas (14). *Suction Bell* (16) memiliki layar untuk membersihkan minyak lumas.

Ada katup *relieve* (13) di pompa minyak lumas. Katup *relieve* pada pompa minyak digunakan untuk mengendalikan tekanan minyak lumas dari pompa minyak lumas. Hal ini memungkinkan minyak lumas yang tidak diperlukan kembali ke bagian minyak masuk dari pompa minyak lumas. Pompa minyak lumas mendorong minyak melalui pendingin minyak lumas (11) dan *filter* oli mesin ke *line* minyak utama (1) dan ke *line* minyak *camshaft* sebelah kiri (2) di blok silinder. Pendingin minyak lumas (11) menurunkan suhu minyak lumas sebelum minyak lumas dikirim ke *filter*.

Katup *Bypass Cooler* Minyak (12) memungkinkan minyak lumas untuk mengalir langsung ke *filter* jika pendingin minyak lumas (11) tersumbat atau jika minyak lumas menjadi cukup berat untuk naik ke tekanan minyak pada  $1 \text{ kg/cm}^2$  sampai  $2 \text{ kg/cm}^2$ .

*Filter* minyak lumas terletak di dalam rumah saringan minyak lumas (17) di bagian depan mesin. Katup *bypass* tunggal terletak di rumah filter

minyak lumas. Minyak lumas bersih dari *filter* melewati *adaptor* (9) ke dalam *block cylinder*. Sebagian dari minyak lumas menuju ke *line* minyak *camshaft* kiri (2). Sisa minyak lumas masuk ke *line* minyak utama (1).

*Line* Minyak *Camshaft* kiri (2) dan *Line* Minyak *Camshaft* kanan (5) terhubung ke masing-masing bantalan *camshaft* oleh lubang di dalam *block cylinder*. Minyak lumas berjalan di sekitar setiap jurnal *camshaft*. Minyak lumas kemudian naik melewati kepala silinder dan *rocker arm housing* kemudian ke *rocker arm shaft*. Ada lubang yang menghubungkan dari pengangkat katup ke lubang minyak untuk poros *rocker arm*. Pengangkat katup dilumasi pada saat di bagian atas pada masing-masing langkah.

*Line* minyak lumas terhubung ke *main bearing* dengan lubang di dalam *block cylinder*. Lubang di *crankshaft* menghubungkan pasokan minyak *main bearing* ke *rod bearing*.

Minyak lumas dari belakang galeri minyak utama masuk ke bagian belakang galeri minyak *camshaft* kanan. *Sequence valve /non return valve* (7) dan *sequence valve/ non return valve* (8) memungkinkan minyak lumas dari galeri minyak utama untuk pergi ke *line* minyak pendingin piston (3) dan (4). *Katup sequence/non return valve* mulai terbuka sekitar 1 kg/cm<sup>2</sup>. *Katup sequence* tidak membuka minyak lumas masuk ke *line* pendingin piston sampai ada tekanan di galeri minyak utama. Hal ini menurunkan jumlah waktu yang diperlukan untuk menaikkan tekanan saat mesin dihidupkan. Ini juga dapat membantu menahan tekanan pada saat *idle speed*.

Ada *line* minyak *pendingin piston* (18) di bawah setiap piston. Setiap *line* pendingin memiliki dua bukaan. Satu pembukaan adalah arah bagian di bagian bawah *piston*. Bagian ini membawa minyak lumas ke *manifold* di belakang *ring piston*. *Slot* (alur) ada di sisi kedua *piston pin bores*. *Slot* ini terhubung dengan *manifold* di belakang band ring. Pembukaan lainnya adalah ke arah pusat *piston*. Ini membantu mendinginkan *piston* dan pelumas ke *pin piston*.

Pipa *supply* minyak (6) mengirim minyak dari *adaptor* belakang ke *turbocharger*. Pipa drain minyak (19) terhubung ke perumahan roda gila di setiap sisi mesin.

Minyak lumas dikirim ke grup gigi depan dan belakang melalui lubang minyak didalam *block cylinder*. Lubang minyak lumas ada di rumah gigi depan, rumah gigi belakang, dan bagian depan *block cylinder*. Bagian-bagian ini terhubung ke line minyak *camshaft* kiri (2) dan line minyak *camshaft* kanan (5). Setelah minyak mengalir melalui sistem pelumasan, minyak lumas kembali ke *carter* mesin.

Minyak lumas yang menggunakan kode SAE berarti telah diuji dan dievaluasi oleh *Society of Automotive Engineers*. Organisasi SAE didirikan oleh Andrew Riker dan Henry Ford pada 1905.

Menurut Muhammad Fuad dalam buku yang berjudul *Peneliti Minyak Dan Gas*, (2000:99) bahwa kode-kode SAE dari Oli mesin sebagai berikut:

- 1) *SAE 20W-50* memiliki makna secara umum Oli yang mampu menyesuaikan kekentalannya, pada suhu rendah atau dingin memiliki sifat seperti Oli *SAE 20W* dan pada suhu tinggi seperti *SAE 50*.

Sifat Oli *SAE 20W* mampu distart pada suhu dingin sampai suhu -10 derajat celcius tidak membeku dan mampu mengalir dengan pemompaan sampai -20 derajat celcius. Sifat Oli *SAE 50* pada suhu mesin tinggi 100 derajat celcius tidak terlalu encer dengan kekentalan berkisar 16, 3 cst-21, 9 CST.

- 2) *SAE 15W-40* bermakana pada suhu rendah dingin memiliki sifat seperti Oli *SAE 15W*, pada suhu tinggi seperti *SAE 40*, sifat Oli *SAE 15W* mampu distart pada suhu -15 derajat celcius dan mampu mengalir dengan pemompaan sampai -25 derajat celcius. Sifat minyaak lumas *SAE40* pada suhu mesin tinggi 100 derajat celcius kekentalan berkisar 12, 5 cst-16, 3 CST.

Semakin besar angka yang mengikuti kode Oli menandakan semakin kentalnya oli tersebut. Sedangkan huruf W yang terdapat dibelakang angka awal, merupakan singkatan dari Winter dengan kondisi seperti ini, oli akan memberikan perlindungan optimal saat mesin start pada kondisi panas normal, idealnya oli akan bekerja pada kisaran angka kekentalan 40-50 menurut standar *SAE*.



- 3) *SAE 10W-30* berarti pada suhu rendah/dingin sifat seperti minyak lumas *SAE 10W*. Pada suhu tinggi seperti *SAE 30*, sifat oli *SAE 10W* mampu di start pada suhu dingin sampai -20 derajat celcius dan mampu mengalir dengan pemompaan sampai -30 derajat celcius oli *SAE 30* pada suhu mesin tinggi 100 derajat celcius kekentalan berkisar 9,3 cst-12,5 cst.

b. ***Lubrication Oil Cooler (LO Cooler)***

Menurut Amin Nur Akhmadi, Syaefani Arif Romadhon (2016:01) bahwa *oil cooler* pada mesin mesin diesel merupakan alat penukar kalor yang berfungsi untuk mendinginkan oli mesin yang digunakan sebagai bahan pelumas pada mesin diesel. Setelah beroperasi *oil cooler* akan mengalami penurunan kinerja yang disebabkan adanya penurunan laju perpindahan kalor. Menurut Kresnoadi (2017:31) perpindahan kalor adalah proses pertukaran panas yang terjadi antara benda panas dan benda dingin, yang masing-masing disebut *source and receiver* (sumber dan penerima).

*Lubrication oil cooler* secara umum terdapat 2 tipe, yaitu tipe *shell & tube (U-tube)* dan tipe *plate*.

1) *Lubrication oil cooler type shell & tubes.*

Menurut Sitompul (2013:45), alat penukar panas tipe shell and tube merupakan salah satu jenis alat penukar panas berdasarkan konstruksinya. *Lubricating oil cooler* tipe shell & tube menjadi satu tipe yang paling mudah dikenal. Tipe ini melibatkan tube sebagai komponen utamanya. Salah satu fluida mengalir di dalam *tube*, sedangkan fluida lainnya mengalir di luar tube. Pipa-pipa tube didesain berada di dalam sebuah ruang berbentuk silinder yang disebut dengan shell, sedemikian rupa sehingga pipa-pipa tube tersebut berada sejajar dengan sumbu *shell*.

2) *Lubricatin oil cooler type plates.*

Menurut Minton, P., (2020:355) bahwa *Lubrication oil cooler type plates*, adalah suatu media pertukaran panas yang terdiri dari Plat (plate) dan Rangka (frame). Dalam *Plate Lubrication oil cooler*, pelat disusun dengan susunan tertentu, sehingga terbentuk dua jalur yang disebut dengan *Hot Side* dan *Cold Side*. *Hot Side* dialiri dengan cairan dengan suhu relatif lebih panas dan *Cold Side* dialiri dengan cairan

dengan suhu *relative* lebih dingin. Zat cair yang digunakan sebagai media bisa dari jenis sama atau zat lain, misalnya air-air, air-minyak, dll. *Gasket* berfungsi utama sebagai pembagi aliran fluida agar dapat mengalir ke pelat-pelat secara selang seling.

c. **Klasifikasi Minyak Lumas**

Menurut Muhammad Fuad, dalam buku yang berjudul *Peneliti Migas (Minyak Dan Gas)*, (2000:123) menyatakan bahwa berdasarkan wujudnya, minyak pelumas dapat digolongkan menjadi dua bentuk, yaitu cair (*liquid*) atau biasa disebut *oil*. Dan setengah padat (*semi solid*) atau biasa disebut gemuk. Minyak lumas cair (*oil*) dapat digolongkan berdasarkan asal atau bahannya, yaitu:

- 1) Pelumas mineral (pelikan) yang berasal dari minyak bumi. Bahan mineral yang terbaik digunakan untuk pelumas mesin-mesin diesel otomotif, kapal, dan industri.
- 2) Pelumas nabati yaitu yang terbuat dari bahan lemak binatang atau tumbuh-tumbuhan. Sifat penting yang di punyai pelumas nabati ini ialah sulfur atau belerang, tetapi tidak tahan suhu tinggi, sehingga untuk mendapatkan sifat gabungan yang baik biasanya sering dicampur dengan bahan pelumas yang berasal dari bahan minyak mineral, biasanya disebut juga *compound oil*.
- 3) Pelumas sintetis yaitu pelumas yang bukan berasal dari nabati ataupun mineral. Minyak pelumas ini berasal dari suatu bahan yang dihasilkan dari pengolahan tersendiri. Pada umumnya pelumas sintetis mempunyai sifat khusus, seperti daya tahan terhadap suhu tinggi yang lebih baik dari pada pelumas mineral atau nabati, daya tahan terhadap asam.

d. **Karakteristik Minyak Lumas**

Minyak lumas memiliki ciri-ciri fisik yang penting, antara lain:

1) *Viscosity*

*Viscosity* atau kekentalan suatu minyak lumas adalah pengukuran dari mengalirnya bahan cair dari minyak lumas, dihitung dalam ukuran *standard*. Makin besar perlawanannya untuk mengalir, berarti makin

tinggi *viscosity*-nya.

2) *Viscosity Index*

Tinggi rendahnya *index* ini menunjukkan ketahanan minyak lumas terhadap perubahan suhu. Makin tinggi angka *index* minyak lumas makin kecil perubahan *viscosity*-nya pada penurunan atau kenaikan suhu. Nilai *viscosity index* ini dibagi dalam 3 golongan yaitu:

- a) HVI (*high viscosity index*) diatas  $80 \text{ mm}^2/\text{s}$
- b) MVI (*medium viscosity index*)  $40\text{-}80 \text{ mm}^2/\text{s}$
- c) LVI (*low viscosity index*) dibawah  $40 \text{ mm}^2/\text{s}$

3) *Flash Point*

*Flash point* atau titik nyala merupakan suhu terendah pada waktu minyak pelumas menyala seketika. Pengukuran titik nyala ini menggunakan alat-alat yang *standard*, tetapi metodenya berlainan tergantung dari produk yang di ukur titik nyalanya.

4) *Pour Point*

*Pour point* merupakan suhu terendah dimana suatu cairan mulai tidak bisa mengalir dan kemudian menjadi beku. *Pour point* perlu diketahui untuk minyak pelumas yang dalam pemakaiannya mencapai suhu yang dingin atau bekerja pada lingkungan udara dingin.

5) *Total Base Number (TBN)*

*Total Base Number* menunjukkan rendahnya ketahanan minyak pelumas terhadap pengaruh pengasaman, biasanya pada minyak pelumas baru (*fresh oil*). Setelah minyak pelumas tersebut digunakan dalam jangka waktu tertentu, maka nilai TBN ini menurun.

6) *Carbon Residu*

*Carbon residu* merupakan jenis persentasi karbon yang mengendap apabila oli diuapkan pada suhu tes khusus.

7) *Density*

*Density* merupakan berat jenis oli pelumas pada kondisi dan *temperature* tertentu.

8) *Emulsification dan Demulsibility*

*Emulsification* dan *demulsibility* merupakan sifat pemisahan oli dengan air. Sifat ini perlu diperhatikan terhadap oli yang kemungkinan bersentuhan dengan air. Tekanan sistem pelumasan biasanya dipertahankan dari 1 kg/cm<sup>2</sup> sampai 2 kg/cm<sup>2</sup>, tekanan minyak lumas tergantung beberapa faktor misalnya viskositas, suhu minyak, kecepatan tap, celah bantalan dan beban. Dengan celah bantalan 0,001 inch, jika celah bantalan lebih besar maka terlalu banyak kebocoran minyak keluar dengan tebal minyak 0.0001 inch sampai sekitar 0.0007 inch.

e. **Sistem Pelumasan**

Menurut Maleev dalam buku yang berjudul *Operasi dan Pemeliharaan Mesin Diesel* (2011:165), pelumasan adalah pemberian minyak lumas antara dua permukaan bantalan yaitu permukaan yang bersinggungan dengan tekanan dan saling bergerak satu terhadap yang lain. Bantalan pena engkol mesin *horizontal* kecil dan mesin dua langkah pembilasan karter menggunakan peminyak sentrifugal. Lubang minyak yang mengarah kepermukaan pena engkol seringkali digurdi pada sudut sekitar 30 derajat mendahului titik mati, sehingga cangkang atas menerima minyak sebelum langkah penyalaan dan pada titik yang tekanannya relative rendah.

Menurut Kazuhiko Takeda, Shigeo Miyada, dalam buku *Management of Marine Fuels and Lubricating Oily* pada *chapter 2* (2000) mengatakan bahwa sistem pelumasan digunakan pada komponen-komponen mesin yang bergerak, misalnya *crosshead*, poros engkol, *main bearing*, dan *exhaust valve* dan sebagai pendinginan.

Menurut Boentarto dalam buku yang berjudul *Bengkel Teknik Pengelesan* (2012:23) sistem pelumasan pada motor diesel atau mesin induk sangat diperlukan terutama pada bagian-bagian yang memerlukan pelumasan, yaitu pada bantalan roda gigi, dinding silinder, dan lain-lain.

Minyak lumas harus dapat didistribusikan pada bagian tersebut. Adapun sistem pelumasan yaitu:

1) **Sistem Percik**

Sistem ini merupakan system yang sederhana dan digunakan

untuk motor yang berukuran kecil. Pada batang penggerak dilengkapi pada alat yang berbentuk rendek, sehingga pada waktu bergerak bagian tersebut mencebur ke dalam carter yang diberi minyak lumas dan melemparkan minyak lumas pada bagian-bagian yang memerlukan pelumasan. Bagian yang banyak memerlukan pelumas, yaitu bagian bantalan utama dari poros engkol, diperlukan pompa yang mengantarkan minyak lumas melalui saluran-saluran.

## 2) Sistem Tekan

Sistem ini adalah sistem yang lebih sempurna dari sistem percik. Minyak lumas dialirkan pada bagian-bagian yang memerlukan pelumasan dengan cepat dengan suatu tekanan dari pompa minyak lumas. Pompa minyak lumas yang banyak dipergunakan adalah dengan memakai pompa sistem roda gigi. Pompa ini bekerja dengan suatu tekanan, minyak lumas mengalir melalui saluran percik cairan dan pipa ke bagian-bagian seperti bantalan, roda gigi, ring piston, sedangkan untuk melumasi dinding silinder tetap menggunakan sistem percik. Cara ini sebenarnya merupakan gabungan dari sistem percik dibantu dengan sistem pompa.

## 3) Sistem Kombinasi

Sistem ini gabungan antara sistem tekan dan sistem percik. Keuntungannya adalah apabila sistem tekan tidak bekerja karena pompa oli rusak maka pelumasan pada batas-batas tertentu masih berlangsung dengan sistem percik.

## f. Jenis-Jenis Pelumasan

1) Menurut Maleev dalam buku yang berjudul *Operasi dan Pemeliharaan Mesin Diesel* (2011:167), pelumasan dapat dibedakan menjadi 3 (tiga) macam sebagai berikut:

### a) Pelumasan Hidrodinamis,

Pada bentuk pelumasan ini, maka antara poros dan bantalan selalu terdapat suatu lapisan pelumas. Lapisan pelumas tersebut mencegah hubungan langsung antara material, poros dan material bantalan.

b) Pelumasan Hidrostatik,

Pelumasan Hidrostatik adalah jika tekanan dihasilkan secara external, pada mesin dengan beban berat yang merupakan beban pada bantalan pendorong dan bantalan journal horizontal selain viskositas fluida tekanan fluida yang lebih tinggi juga diperlukan untuk menopang beban sampai lapisan terbentuk.

c) Pelumasan Batas

Pelumasan batas dalam hal ini terjadi hubungan atau kontak langsung antara material poros dan bantalan. Beban yang ada ditanggung oleh puncak dari kekasaran permukaan yang saling bersinggungan pada daerah terjadi keausan.

2) Pelumasan pada mesin induk

Menurut Maleev dalam buku yang berjudul *Operasi dan Pemeliharaan Mesin Diesel* (2011:168) pada umumnya sistem pelumasan yang sering digunakan pada mesin dibagi atas dua bagian yaitu:

a) Sistem Pelumasan Kering

Sistem pelumasan kering yaitu minyak lumas ditampung ditempat yang lain yaitu *sumptank* yaitu sistem pelumasan tekanan penuh yaitu berasal dari tempat penampungan (*sumptank*) yang disirkulasi dengan pompa dengan tekanan tertentu kebagian tertentu kebagian-bagian mesin yang memerlukan pelumasan kemudian minyak kembali ke tangki penampungan (*Sumptank*).

b) Sistem Pelumasan Basah

Sistem pelumasan ini pada umumnya dipergunakan pada kapal yang berdaya rendah disebabkan karena konstruksinya yang relative sederhana. Pada system pelumasan basah pompa minyak lumas memompa minyak lumas dari bak ke dalam mangkok minyak lumas pada setiap perangkat batang engkol bergerak mencebur ke dalam mangkok dan memercikkan minyak lumas dari dalam mangkok membasahi bagian yang harus dilumasi.

g. **Prinsip Pelumasan pada Mesin Induk**

Menurut Maleev dalam buku yang berjudul *Operasi dan Pemeliharaan Mesin Diesel* (2011:170) bahwa prinsip pelumasan yaitu:

- 1) Memisahkan benda yang saling bergesekan dengan lapisan oil film dari minyak lumas yang baik.
- 2) Untuk membentuk seal/penahan antara permukaan piston ring dan cylinder liner, untuk mencegah bocornya gas pembakaran keruang crankcase.
- 3) Menetralsir korosi yang diakibatkan oleh pembakaran yang dihasilkan dan mencegah *cylinder liner piston ring* dari pengaratan.
- 4) Mengurangi keausan pada Bantalan (*Bearing*).

h. **Fungsi Minyak Pelumas**

Menurut Maleev dalam buku yang berjudul *Operasi dan Pemeliharaan Mesin Diesel* (2011:170) dapat di lihat bahwa fungsi pelumas sebagai berikut:

- 1) Sebagai pelumas, untuk mencegah terjadinya gesekan dan mencegah Kerugian daya.
- 2) Pencegahan, untuk menjaga agar mesin tetap berjalan dengan baik dan Panjang umur.
- 3) Sebagai pendingin, untuk mendinginkan dan mencegah terjadinya panas yang tinggi akibat gesekan.
- 4) Sebagai pembersih, membersihkan kotoran-kotoran, misalnya lumpur, akibat gesekan.
- 5) Mencegah terjadinya karatan, menjaga agar *film oily* terjaga dengan baik dari air dan oksigen.
- 6) Sebagai perekat, untuk mencegah kebocoran gas-gas hasil pembakaran dan pencampuran air.

Fungsi terpenting dari pelumas adalah mencegah logam bergesekan, menghindari keausan, mengurangi hilangnya tenaga, dan mengurangi timbulnya panas. Hal yang diinginkan adalah apabila gesekan logam

dicegah atau ditiadakan, disebut hydrodinamik atau penuh film pelumas, disini gesekan metal betul-betul diganti dengan gesekan dalam pelumas yang sangat rendah. Sebaliknya karena tekanan tinggi, kecepatan rendah, pelumas tidak cukup dan sebagainya, film pelumas menjadi sangat tipis, pelumas disebut dalam kondisi boundari dan masih menyebabkan gesekan logam. Disamping itu gesekan juga tergantung dari kehalusan dan keadaan logam, selain kemampuan pelumas. Bahan yang tidak sejenis biasanya kurang menyebabkan kerusakan permukaan dibandingkan bahan yang sejenis. Dalam kenyataan molekul pelumas yang berhubungan langsung dengan logam diserap permukaan logam. Kemampuan dan adhesiv penyerapan molekul-molekul ini memberikan daya tahan logam.

Terlepas dari kemampuan pelumas, pelumas harus tahan lama, tahan panas dan tahan oksidasi. Minyak mineral, tumbuh-tumbuhan dan binatang atau gemuk sebagai pelumas mempunyai kemampuan pelumas tetapi tidak cukup tahan oksidasi. *Viskositas* adalah ukuran tahanan mengalir suatu minyak merupakan sifat yang penting dari minyak pelumas. Beberapa pengujian telah dikembangkan untuk menentukan viskositas, antara lain pengujian *Saybolt*, *Redwood*, *Engler*, dan *Viscosity Kinematic*. Viskositas semua cairan tergantung pada suhu. Bila suhu meningkat maka daya kohesi antar molekul berkurang. Sebagai jenis minyak perubahan viskositasnya sangat drastis dibandingkan yang lainnya. Titik beku suatu minyak adalah suhu dimana minyak berhenti mengalir atau dapat juga disebut titik cair yaitu suhu terendah dimana minyak masih mengalir. Pengetahuan mengenai hal ini penting dalam pemakaian minyak pada suhu yang rendah.

#### **4. Perpindahan Panas**

##### **a. Definisi Perpindahan Panas**

Menurut Jusak Johan Handoyo, dalam buku *Motor Diesel Penggerak Utama Kapal*, (2015:34) bahwa Perpindahan panas adalah proses pertukaran panas yang terjadi antara benda panas dan benda dingin, yang masing-masing disebut *source and receiver* (sumber dan penerima).

Ada 3 Cara perpindahan panas yaitu;

- 1) Hantaran, sering juga dinamakan konduksi.



- 2) Aliran, sering juga disebut konveksi.
- 3) Pancaran, sering juga disebut radiasi.

Menurut Jusak Johan Handoyo, dalam buku *Motor Diesel Penggerak Utama Kapal*, (2015:35) bahwa Perpindahan panas konduksi adalah mekanisme perpindahan panas yang terjadi dengan suatu aliran atau rambatan proses dari suatu benda yang bertemperatur lebih tinggi ke benda yang bertemperatur lebih rendah atau dari suatu benda ke benda lain dengan kontak langsung, dengan kata lain proses perpindahan panas secara molekuler dengan perantara molekul molekul yang bergerak. Perpindahan panas konduksi dapat berlangsung pada zat padat, cair, atau gas. Perpindahan panas konveksi adalah mekanisme perpindahan panas yang terjadi dari suatu benda ke benda yang lain dengan perantara benda itu sendiri.

Perpindahan panas konveksi ada 2 macam yaitu konveksi paksa dan konveksi bebas. Konveksi alami adalah perpindahan molekul-molekul didalam zat yang dipanaskan karena adanya perbedaan *density*, Konveksi paksaan yaitu perpindahan panas konveksi yang berlangsung dengan bantuan tenaga lain. Perpindahan panas radiasi adalah perpindahan kalor melalui gelombang dari suatu zat ke zat yang lain. Apabila sejumlah energi kalor menimpa suatu permukaan sebagian dipantulkan, sebagian lagi diserap ke dalam bahan, dan sebagiannya menembusi bahan dan terus keluar. Jadi dalam mempelajari perpindahan kalor radiasi melibatkan suatu fisik permukaan.

**b. Alat Pemindah Panas (*Heat Exchanger*)**

Alat pemindah panas adalah alat yang berfungsi untuk mengakomodasikan perpindahan panas dari fluida panas ke fluida dingin dengan adanya perbedaan temperatur, karena panas yang dipindahkan terjadi dalam suatu sistem maka kehilangan panas dari suatu benda sebanding dengan panas yang diterima benda lain. Secara umum ada 2 tipe pemindah panas, yaitu:

**1) Tipe kontak langsung**

Tipe kontak langsung adalah tipe alat pemindah kalor dimana antara dua zat yang di pindahkan energinya dicampur atau dikontakkan

secara langsung. Dengan demikian ciri khas dari pemindah kalor seperti ini (kontak langsung) adalah bahwa kedua zat yang dipindahkan energinya saling berkontak secara langsung (bercampur) dan biasanya kapasitas energi yang dipindahkan relatif kecil.

2) Tipe tidak kontak langsung

Tipe tidak kontak langsung adalah tipe alat pemindah kalor dimana antara kedua zat yang dipindahkan energinya dipisahkan oleh permukaan bidang padatan seperti dinding pipa, pelat, dan lain sebagainya sehingga antara kedua zat tidak tercampur. Untuk meningkatkan efektivitas pertukaran energi, biasanya bahan permukaan pemisah dipilih dari bahan-bahan yang memiliki konduktivitas termal yang tinggi seperti tembaga dan aluminium. Dengan bahan pemisah yang memiliki konduktivitas termal yang tinggi diharapkan tahanan termal bahan tersebut rendah sehingga seolah-olah antara kedua zat yang saling dipindahkan energinya seperti kontak langsung.

## 5. Performa Mesin Induk

Performa adalah hasil kerja yang dapat dicapai dengan hasil yang baik. Menurut Jusak Johan Handoyo dalam buku yang berjudul *Motor Diesel Penggerak Utama Kapal* (2015:65) bahwa performa mesin induk adalah salah satu parameter dalam menentukan kinerja dari suatu motor induk tersebut. Daya diklasifikasikan menjadi 2 macam yaitu:

- a. Daya *indicator* ( $P_i$ ) yaitu daya secara teoritis yang diambil melalui diagram *indicator* dari hasil pembakaran di dalam setiap *cylinder* mesin induk. Daya *indicator* dapat diukur melalui hasil pengukuran diagram *indicator* dengan menggunakan *planimeter* dengan skala pegas yang sudah ditentukan pada saat pengambilan diagram *indicator* tersebut.

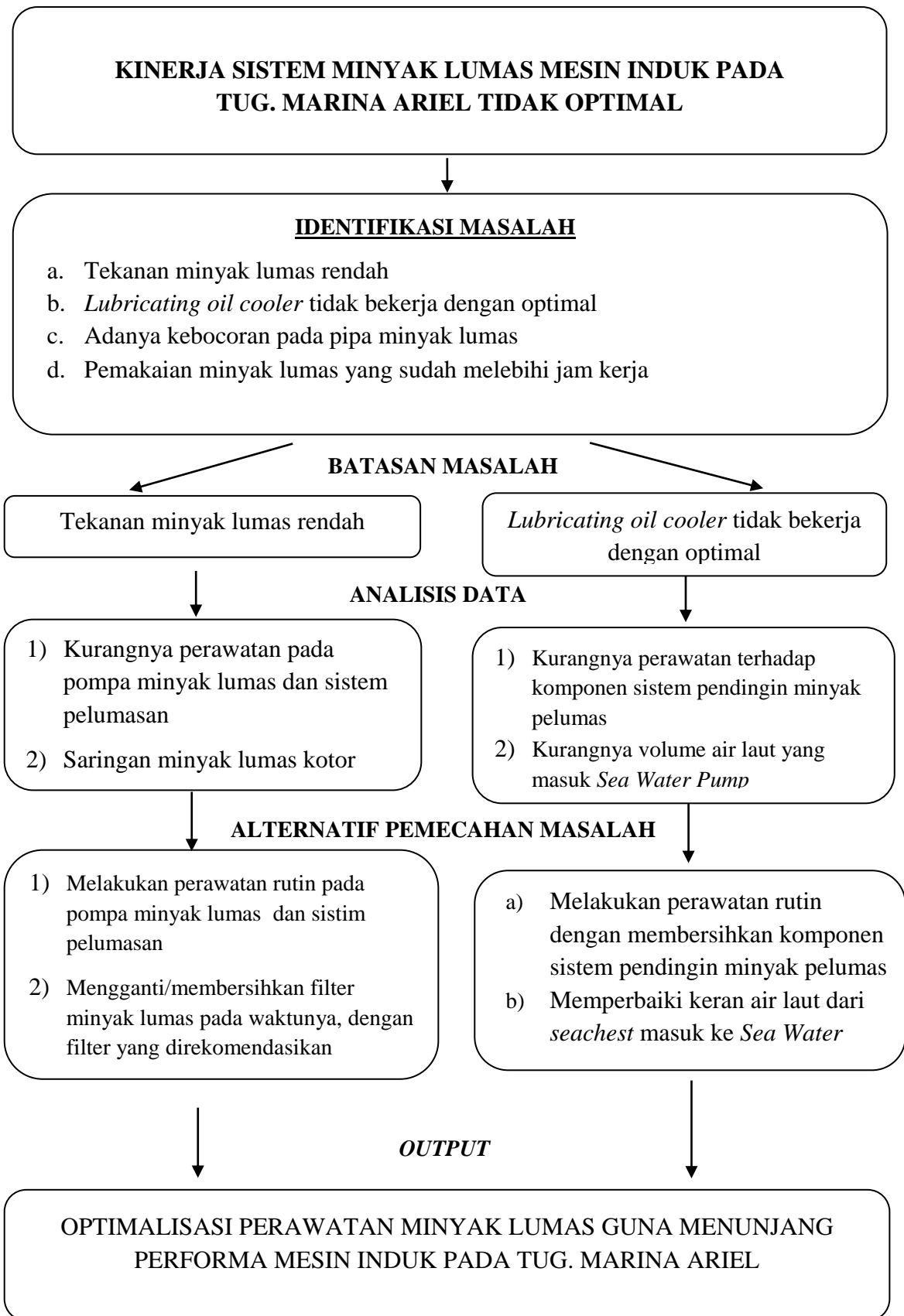
Mesin induk di kapal tidak semuanya dapat diambil diagram indikatornya, sehingga daya *indicator* dapat juga dihitung dengan menggunakan data-data mesin yang sudah ada, yang umumnya secara teoritis dilakukan pada perhitungan mesin induk dan disingkat dengan sebutan ( $P_i$ ).

- b. Daya efektif ( $P_e$ ) yaitu daya yang benar-benar efektif menggerakkan poros engkol, yaitu daya *indicator* setelah dikurangi kerugian mekanik atau umumnya disingkat dengan sebutan rendemen mekanik ( $m$ ).

Menurut Jusak Johan Handoyo dalam bukunya yang berjudul Mesin Diesel Penggerak Utama Kapal (2015:41), mesin induk adalah suatu instalasi mesin yang terdiri dari berbagai unit/sistem pendukung dan berfungsi untuk menghasilkan daya dorong terhadap kapal, sehingga kapal dapat berjalan maju atau mundur. Mesin induk di atas kapal adalah tipe mesin diesel dimana proses pembakaran bahan bakar terjadi akibat proses kompresi/penekanan udara di dalam silinder untuk kemudian bahan bakar disemprotkan dalam bentuk kabut kepada udara yang bersuhu dan bertekanan tinggi tersebut.

## **B. KERANGKA PEMIKIRAN**

Kerangka Pemikiran adalah suatu dasar pemikiran yang mencakup penggabungan antara teori, fakta, observasi, serta kajian pustaka, yang nantinya dijadikan landasan dalam menulis karya tulis ilmiah. Kemudian penulis mengambil kerangka pemikiran sebagai berikut Karena menjadi dasar, kerangka berpikir ini dibuat ketika akan memaparkan konsep dari penelitian. Kerangka berpikir juga bisa dibilang visualisasi dalam bentuk bagan yang saling terhubung. Dengan bagan itu dapat dikatakan bahwa kerangka berpikir adalah suatu alur logika yang berjalan di dalam suatu penelitian. Namun Kerangka Berpikir Ilmiah bisa dibuat dalam bentuk poin-poin yang sesuai dengan variable seperti berikut:



Gambar 2.1 Kerangka pemikira

## **BAB III**

### **ANALISIS DAN PEMBAHASAN**

#### **A. DESKRIPSI DATA**

TUG. Marina Ariel adalah salah satu armada milik perusahaan Marina Offshore berbendera *Singapore*. Fakta dan kondisi yang penulis jadikan temuan selama penulis bekerja di TUG. Marina Ariel sebagai *Chief Engineer* dari 14 Agustus 2018 sampai dengan 09 Maret 2021 untuk mendasari penyusunan makalah ini diantaranya yaitu:

##### **1. Tekanan Minyak Lumas Rendah**

Minyak lumas sangat berpengaruh pada kerja mesin induk, oleh karena itu fungsi dari minyak lumas adalah mendinginkan bagian-bagian mesin yang saling bergesekan. Pada saat suhu mesin tinggi dengan melihat *thermometer gauge* pada saluran keluar minyak lumas pada mesin induk mencapai 85°C, jelas mengganggu kelancaran operasional kapal karena mesin harus bekerja terus menerus sehingga harus memerlukan pelumasan yang baik. Adanya penurunan tekanan minyak lumas dapat mengakibatkan bagian-bagian mesin tersebut menjadi panas, karena minyak lumas tidak melumasi bagian mesin secara merata.

Pada tanggal 11 Februari 2019 kapal sedang menunda, menggunakan dua mesin induk, yaitu mesin induk kiri dan mesin induk kanan, pada waktu itu *full speed* (maju penuh) dan temperatur kamar mesin sangat panas mencapai 46°C, penulis mendapat laporan dari masinis jaga bahwa tiba-tiba terjadi *alarm port main engine LO low pressure* (tekanan minyak lumas rendah) dengan tekanan minyak lumas 0.70kg/cm<sup>2</sup> dari tekanan yang seharusnya 3.5kg/cm<sup>2</sup>.

Temperatur *LO Cooler* yang keluar mencapai 90°C. Penulis segera memberitahukan ke anjungan untuk menurunkan putaran mesin induk kiri dan diadakan pemeriksaan minyak lumas mesin kiri, saringan minyak lumas, dan tekanan air laut pendingin minyak lumas rendah 0.2 kg/cm<sup>2</sup>.

Kemudian Mesin induk kiri diberhentikan untuk diperiksa lebih lanjut pada *seachest*, saringan air laut dan juga pompa air laut pendingin mesin induk, kemudian ditemukan keran air laut yang masuk ke saringan tidak membuka penuh/rusak sehingga air laut yang masuk ke pompa air laut pendingin Mesin induk tidak optimal.

## **2. *Lubricating Oil Cooler* Tidak Bekerja Dengan Optimal**

Sistem pendingin minyak lumas menggunakan sistem tertutup (*open loop system*) yaitu air laut mendinginkan *lubricating oil cooler*. Penyerapan panas di *lubricating oil Cooler* menggunakan air laut untuk mendinginkan minyak lumas. Setelah itu air laut langsung dibuang keluar kapal. Sistem pendingin ini mempunyai efisiensi yang lebih tinggi dan dapat mendinginkan bagian mesin secara merata. Bagian-bagian dari sistem tertutup yaitu *main seachest*, saringan air laut, pompa sirkulasi, tanki ekspansi dan *Fresh Water Cooler*.

*Lubricating Oil Cooler* merupakan sebuah alat pendingin minyak lumas yang bekerja menyerap panas melalui pipa-pipa kapiler yang selanjutnya temperature minyak lumas mengalami penurunan akibat penyerapan panas. Sistem pendingin minyak lumas tidak bekerja secara optimal disebabkan karena kurangnya perawatan pada *Lubricating Oil Cooler* dan karena perawatan tidak sesuai *planned maintenance system (PMS)* juga tekanan air laut yang masuk kepompa sirkulasi berkurang atau rendah.

## **B. ANALISIS DATA**

Dari Kondisi dan fakta kejadian yang dikemukakan pada deskripsi data tersebut diatas, maka dapat diketahui beberapa permasalahan yang menjadi bahan analisis penulis, yaitu sebagai berikut:

### **1. Tekanan Minyak Lumas Rendah**

Penulis mencari dua penyebab masalah yang mengakibatkan tekanan minyak lumas turun yaitu sebagai berikut:

#### **a. Kurangnya Perawatan Pada Pompa Minyak Lumas Dan Sistem Pelumasan**

Tekanan dari minyak lumas harus mencapai tekanan 4-5 kg/cm<sup>2</sup> atau yang telah ditentukan. Apabila tekanan minyak lumas berkurang maka akan mengakibatkan minyak lumas tidak dapat mencapai bagian-bagian

yang kecil (cela-cela) yang memerlukan pelumasan karena salah satu fungsi dari minyak lumas yaitu harus dapat memberikan suatu lapisan minyak (*film*) antara dua permukaan yang bergesekan.

Upaya yang dilakukan untuk mengatasi kurangnya tekanan minyak lumas adalah Perawatan minyak lumas yang kurang baik dapat mempengaruhi *viscositas* minyak lumas dimana minyak pelumas dari keadaan kental menjadi encer, hal ini dapat mempengaruhi dari kerja bantalan utama, maka harus diperhatikan khusus hal-hal perawatan minyak lumas secara periodik dan konsisten. Namun penulis mengamati perawatan minyak lumas di atas kapal TUG. Marina Ariel tidak sesuai yang di harapkan, pergantian minyak lumas di mesin induk seharusnya setiap 2.000 jam kerja harus diganti, juga *filter* minyak lumas harus dibersihkan, tetapi sudah 3.000 jam kerja minyak lumas belum diganti disebabkan mesin induk bekerja terus menerus karena padatnya jadwal kapal yang harus di assist untuk masuk ke dermaga, sehingga penggantian minyak lumas ditunda sampai ada waktu yang tepat. Mesin induk di TUG. Marina Ariel menggunakan system pelumasan basah, dengan tipe minyak lumas *SAE 40*.

Kekentalan yang berkurang terjadi karena adanya panas yang berlebihan dari mesin induk, sehingga membuat minyak lumas encer atau *viscosity*nya berkurang, mesin induk bekerja terus menerus dengan daya penuh sehingga minyak lumas menjadi encer karena melumasi bagian-bagian mesin yang bergerak.

Pelumas atau (*lubricant* atau sering disebut *lube*) adalah suatu bahan yang berfungsi untuk mereduksi kerusakan antara dua permukaan benda bergerak yang saling bergesekan. Karena kekentalan pada minyak lumas mempunyai dua jenis yaitu:

- 1) Kekentalan tinggi

Kekentalan merupakan sifat terpenting dari minyak pelumas, yang merupakan ukuran yang menunjukkan tahanan minyak terhadap suatu aliran, minyak pelumas dengan viskositas tinggi adalah kental, berat dan mengalir lambat. Pelumas mempunyai tahanan yang tinggi terhadap gerakannya sendiri serta lebih banyak gesekan di dalam molekul-molekul minyak yang saling meluncur satu diatas yang lain.

Jika digunakan pada bagian-bagian mesin yang bergerak, minyak dengan kekentalan tinggi kurang efisien karena tahanannya terhadap gerakan. Sedangkan keuntungannya adalah di hasilkan lapisan minyak yang tebal selama penggunaan. Tinggi *viscosity* yaitu 80 mm<sup>2</sup>/s.

## 2) Kekentalan rendah

Minyak dengan kekentalan rendah mempunyai gesekan didalam dan tahanan yang kecil terhadap aliran. Suatu minyak dengan kekentalan rendah mengalir lebih tipis. Minyak ini di pergunakan pada bagian peralatan mempunyai kecepatan tinggi dimana permukaannya saling berdekatan. Rendah *viscosity* yaitu 40 mm<sup>2</sup>/s.

*Viskositas* dapat dinyatakan sebagai tahanan aliran fluida yang merupakan gesekan antara molekul molekul cairan satu dengan yang lain. Suatu jenis cairan yang mudah mengalir, dapat dikatakan memiliki viskositas yang rendah, dan sebaliknya bahan-bahan yang sulit mengalir dikatakan memiliki viskositas yang tinggi.

Tekanan minyak pelumas tergantung beberapa faktor misalnya *viscositas*, suhu minyak, kecepatan tap, celah bantalan dan beban. Dengan celah bantalan lebih besar akan terlalu banyak kebocoran minyak keluar dengan tebal minyak 0,0001 inc sampai 0,0007 inc Rendahnya tekanan minyak lumas dan sirkulasi minyak merupakan salah satu faktor penyebab tidak sempurnanya pelumasan, yang dapat mengakibatkan terjadinya kontak langsung antara permukaan *Main Bearing* dan *crankshaft* karena *Oil film* hilang, akibatnya akan terjadi kerusakan pada mesin khususnya pada *main bearing*.

Pelumasan yang terjadi pada *main bearing* sangat penting karena pada bagian tersebut banyak menerima gesekan benda bergerak berputar. Bila gesekan tersebut tidak diperhatikan maka bisa timbul kerusakan dan menimbulkan panas akibat kurang berfungsinya sistem pelumasan.

Metal duduk merupakan *bearing* yang terletak pada block mesin sehingga menjadi tumpuan utama bagi *crank shaft* saat berputar. Komponen ini berbentuk setengah bundar. Di tengahnya diberikan alur yang digunakan sebagai saluran oli atau minyak lumas. Disebut



sebagai metal duduk karena bagian ini tidak ikut berpindah tempat, tetapi berada atau berputar pada block mesin. Fungsi dari metal duduk ini adalah untuk menahan agar tidak terjadi gesekan serta friksi antara logam dengan logam, sehingga diperlukan adanya pelumas agar tidak terjadi gesekan yang terlalu besar. Tetapi sebagaimana halnya sebuah bagian mesin yang mana fungsinya dipengaruhi oleh berbagai hal seperti perawatannya, material suku cadang yang digunakan berdampak pada kondisi material dan efektifitas kerja bagian tersebut. Setelah mesin induk dalam keadaan dingin, penulis segera mengadakan pengecekan pada tiap bantalan dengan menggunakan alat ukur *telescopic feeler gauge*.

**b. Saringan minyak lumas Kotor**

Fungsi utama yang sangat penting dari saringan minyak lumas adalah untuk menyaring segala macam kotoran dari yang ikut bersama minyak lumas. Minyak lumas yang digunakan terus menerus dapat mudah terkontaminasi dengan kotoran, karena digunakan secara berulang maka kualitas minyak lumas pun menurun dengan adanya kontaminan. Maka dari itu pembersihan saringan secara berkala harus dilakukan, karena kotoran sudah banyak berada pada filter yang menyebabkan aliran atau tekanan oli terhambat, dan tekanan minyak lumas menjadi rendah.

Pada dasarnya yang menjadi tugas pokok pelumas adalah mencegah atau mengurangi keausan sebagai akibat dari kontak langsung antara permukaan logam yang satu dengan permukaan logam lain terus menerus. Selain keausan dapat dikurangi, permukaan logam yang terlumasi dapat mengurangi besar tenaga yang diperlukan akibat terserap gesekan, dan panas yang di timbulkan oleh gesekan dapat berkurang, selain mempunyai tugas pokok pelumas juga mempunyai tugas tambahan yaitu sebagai penghantar panas. Pada mesin putaran tinggi, panas yang timbul pada bantalan-bantalan sebagai akibat dari adanya gesekan yang banyak.

Dalam hal ini pelumas berfungsi sebagai penghantar panas dari bantalan untuk mencegah peningkatan temperatur atau suhu mesin. Suhu yang tinggi dapat merusak daya lumas. Apabila tekanan lumas berkurang, maka gesekan dapat bertambah dan selanjutnya panas yang timbul akan

semakin banyak sehingga suhu terus bertambah akibatnya bantalan-bantalan tersebut akan terjadi kemacetan yang secara otomatis mesin akan berhenti secara mendadak. Oleh karena itu, mesin dengan putaran tinggi menggunakan pelumas yang titik cairnya tinggi, sehingga walaupun pada suhu tinggi pelumas tersebut tetap stabil dan dapat melakukan pelumasan dengan baik.

## **2. *Lubricating Oil Cooler* Tidak Bekerja Dengan Optimal**

Dari permasalahan tersebut penulis mencari dua penyebab masalah yang mengakibatkan sistim pendingin minyak lumas tidak bekerja optimal, yaitu:

### **a. Kurangnya Perawatan Terhadap Komponen Sistem Pendingin Minyak Lumas**

Penulis mengamati sistim pendingin mesin induk di kapal adalah sistim pendinginan tertutup atau biasa dikenal dengan sistim tidak langsung menggunakan dua media pendingin, yang di gunakan untuk mendinginkan air tawar dan air laut. Air tawar dipergunakan untuk mendinginkan bagian bagian mesin induk, sedangkan air laut digunakan untuk mendinginkan air tawar, setelah itu air laut langsung di buang keluar kapal dan air tawar bersirkulasi dalam siklus tertutup. Sistim pendinginan ini mempunyai efisiensi yang lebih tinggi dan dapat mendinginkan bagian motor secara merata. Dan bagian bagian dari sistem pendinginan ini yaitu *Main sea chest*, saringan air laut, pompa sirkulasi, tangki *expansi*, *fresh water cooler* dan *Lubricating Oil Cooler*.

Terjadinya panas yang berlebih yaitu 85°C pada pendingin air tawar dapat disebabkan juga oleh kurangnya perawatan sistim pendingin antara lain:

#### **1) *Main Sea Chest***

Pemeriksaan *sea chest* yang dilakukan oleh awak mesin TUG. Marina Ariel sangat penting sekali karena sebagai jalan utamanya air laut untuk pendinginan *fresh water cooler* untuk mesin induk. Dan dalam pemeriksaan sering terjadi penyumbatan karena kerak-kerak yang menutupi kisi-kisi sehingga menghalangi aliran air laut masuk ke *Sea chest*. Apabila kapal masuk perairan dangkal mudah menghisap kotoran dan lumpur karena air dangkal sangat kotor dan banyak

plastik.

2) Pompa Sirkulasi

Pemeriksaan terhadap pompa sangat perlu sekali karena mengingat aliran yang kurang lancar dapat menyebabkan suhu mesin induk cepat naik dan dapat memengaruhi suhu minyak pelumas. Pompa ini digerakkan secara mekanik yang dipasang secara horisontal pada badan mesin induk.

3) Saringan air laut

Digunakan untuk menyaring kotoran-kotoran atau sampah dari air laut yang ikut terhisap pada waktu pompa air laut sedang dijalankan biasanya bila kapal sering masuk perairan dangkal kotoran atau sampah ikut terhisap oleh pompa makin lama menyumbat lubang-lubang pada saringan tersebut sehingga *supply* air laut ke pompa sirkulasi tidak optimal.

4) *Lubricating Oil Cooler*

Pemeriksaan terhadap *cooler* ini merupakan yang penting dalam hal kelancaran air pendingin karena sesuai dengan fungsinya yaitu sebagai media pemindah panas. *Lubricating Oil Cooler* merupakan sebuah alat pendingin dimana minyak lumas yang mempunyai kenaikan *temperature* akibat panas gesekan dan panas lainnya didinginkan didalam *Lubricating Oil Cooler* dengan media pendinginnya air laut.

b. **Kurangnya Volume Air Laut Yang Masuk *Sea Water Pump***

Sebagaimana telah dijelaskan di atas bahwa *Lubricating Oil* didinginkan oleh air laut yang sudah melewati *air cooler* dengan media air laut kemudian masuk ke *Lubricating Oil cooler* mendinginkan minyak lumas. Penyerapan panas di *lubricating oil cooler* menggunakan air laut bersirkulasi tertutup. Volume air laut masuk ke *Sea Water Pump* tidak boleh kurang dari 80%.

Kurangnya volume air laut yang masuk *sea water pump* menyebabkan pendinginan pada *Lubricating Oil Cooler* tidak maksimal. Adapun penyebab kurangnya volume air laut yang masuk *sea water pump*

dikarenakan kerusakan pada keran air laut dari *sea chest* yang tidak membuka secara maksimal, oleh karena itu harus dilakukan perbaikan dan pembersihan pada keran air laut tersebut.

### **C. PEMECAHAN MASALAH**

Berdasarkan analisis data yang telah dipaparkan di atas, maka penulis mencoba memberikan beberapa pemecahan masalah yaitu sebagai berikut:

#### **1. Alternatif Pemecahan Masalah**

##### **a. Mengenai Tekanan Minyak Lumas Rendah**

Dari permasalahan tersebut penulis mencari dua pemecahan masalah dalam meningkatkan tekanan minyak lumas.

##### **1) Melakukan Perawatan Rutin Pada Pompa Minyak Lumas Dan Sistem Pelumasan**

Upaya yang dilakukan agar tekanan minyak lumas mencapai tekanan yang diharapkan maka pemeriksaan pada pompa tekan minyak lumas harus rutin dilakukan, yaitu bersamaan dengan penggantian minyak lumas, untuk pemeriksaan komponen pompa minyak lumas dilakukan hanya pada waktu terjadi indikasi penurunan tekanan dari pompa. Langkah langkah dalam pemeriksaan pompa minyak lumas yaitu:

- a) Tutup semua keran minyak lumas yang berhubungan dengan pompa.
- b) Lepaskan bagian - bagian pipa pada pompa minyak lumas.
- c) Lepaskan baut pengikat pompa minyak lumas.
- d) Buka *cover* pompa minyak lumas.
- e) Bersihkan pompa minyak lumas dengan solar.
- f) Periksa cela antara roda gigi.
- g) Periksa kerenggangan roda gigi penggerak.
- h) Periksa kerenggangan roda gigi yang digerakkan.
- i) Periksa celah antara roda gigi dengan tutup pompa.
- j) Periksa kinerja katup pengatur tekanan pompa.
- k) Bandingkan hasil pengukuran diatas dengan pedoman buku servicenya.

Selain pada roda gigi pompa juga harus di perhatikan pada *ball bearingnya* kemungkinan *ball bearing* tersebut aus sehingga mengakibatkan putaran mesin tidak normal. Apabila tekanan minyak lumas masih rendah maka pompa minyak lumas tersebut harus diganti dengan yang baru. Apabila tidak diganti biasa mengakibatkan kerusakan pada mesin.

Perawatan pada sistem minyak lumas juga harus dilakukan rutin seperti pemeriksaan pada pipa-pipa saluran minyak lumas, pemeriksaan tersebut biasanya dilakukan pada waktu mesin itu jalan atau dihidupkan, seandainya ada kebocoran maka minyak lumas ada yang menetes keluar dari pipa. Ini biasanya terjadi pada sambungan-sambungan pipa yang tidak tepat atau rusak, maka apabila hal ini terjadi segera perbaiki. Kebocoran juga dapat disebabkan oleh banyaknya lumpur dalam pipa-pipa yang dapat menyebabkan tersumbatnya saluran pipa-pipa tersebut, karena tekanan dari minyak lumas yang tinggi mengakibatkan pipa-pipa saluran minyak lumas pecah, dan ini harus segera diperbaiki bila memungkinkan atau diganti.

Tujuan utama pelumasan adalah mengurangi gesekan antara bagian yang bergerak. Minyak lumas juga berfungsi sebagai media pendingin pada permukaan logam yang bergesekan. Pelumas juga mencegah proses kimia atas logam, agar tidak terjadi endapan yang berbahaya bagi mesin dan mendinginkan bagian mesin serta menjaga agar tidak rusak dan kropos ataupun aus. Sistem pelumasan pada motor diesel disesuaikan dengan besar kecilnya mesin dan kerumitan komponennya maka pelumasan sangat dibutuhkan. Pelumasan harus sampai ke bagian yang dilumasi. Pada kapal TUG. Marina Ariel berdasarkan pengalaman yang dilakukan penulis, sistem yang digunakan adalah pelumasan tekan. Pada sistem ini pelumasan mengalirkan minyak dengan teratur ke tempat yang membutuhkan pelumasan.

Berbicara soal kualitas minyak lumas, juga perlu dilakukan pemeriksaan ke laboratorium. Saat bekerja di atas kapal TUG. Marina Ariel sebagai *Chief Engineer* penulis menemukan bahwa tes

laboratorium minyak lumas diatas kapal tidak dilakukan sesuai jadwal yang telah ditentukan. Diketahui saat terjadi permasalahan pada mesin induk yang disebabkan oleh minyak lumas dan dilakukan pemeriksaan lebih lanjut mengenai laporan pekerjaan perawatan rutin terhadap minyak lumas, penulis menemukan bahwa tes laboratorium minyak lumas tidak dilakukan sesuai *Planned Maintenance System (PMS)*, dimana tes laboratorium minyak lumas dilakukan 180 hari atau 6 bulan yang seharusnya dilakukan setiap 90 hari mesin induk bekerja.

Tujuan dilakukannya tes laboratorium itu sendiri adalah untuk mengetahui jenis dan seberapa banyaknya metal particles yang terkandung didalam minyak lumas, untuk mengetahui zat-zat lain yang mengontaminasi minyak lumas seperti air dan bahan bakar. Dan yang sangat utama tujuan dilakukan tes laboratorium adalah untuk mengetahui *Total Base Number (TBN)* dari minyak lumas dengan satuan *mg.KOH/g (milligram potasium Hidroksida per gram)*, yaitu seberapa besar jumlah kandungan basa (*alkali*) yang terkandung dalam minyak lumas. Dimana kandungan basa berfungsi untuk menetralkan kandungan asam yang dihasilkan dari proses pembakaran didalam ruang bakar yang masuk ke dalam *crankcase*.

Proses menghasilkan asam terjadi terus menerus berlangsung pada penggunaan mesin, sedangkan kemampuan minyak lumas untuk menetralkan asam terbatas. Maka jumlah *Total Base Number (TBN)* dalam waktu yang lama dapat menurun seiring meningkatnya asam. Bila *TBN* rendah maka kemampuan basa untuk melawan asam bisa menurun yang dapat mengakibatkan peningkatan korosif dan kerusakan. Hal ini adalah salah satu alasan minyak lumas pada mesin harus diganti.dalam upaya untuk keseimbangan *TBN* pada minyak lumas biasanya dijaga kisaran 10 mg KOH/g sampai 14 mg KOH/g untuk mesin diesel. Kadar *Total Base Number (TBN)* minyak lumas yang dipakai diatas kapal sesuai yang tercantum product data sheet yang terlampir adalah 15 pada kondisi minyak lumas yang baru. Untuk pengetesan minyak lumas di Laboratorium menggunakan *Oil Analysis* sesuai yang direkomendasikan *Castrol* dengan mengirim *Oil Sample* ke Laboratorium.

2) **Mengganti dan/atau membersihkan saringan minyak lumas pada Waktunya, Dengan saringan Yang Di Rekomendasikan**

Perlu melakukan perawatan pencegahan yaitu yang ditujukan untuk mencegah kegagalan atau berkembangnya kerusakan, atau menemukan kegagalan sedini mungkin. Dapat dilakukan melalui pemeriksaan secara berkala, rekondisi atau pergantian alat-alat atau berdasarkan pemantauan kondisi. Oleh karena itu pergantian minyak pelumas dan pengantian dan/atau pembersihan *Lubricating Oil filter* harus diikuti sesuai dengan petunjuk instruksi *manual book* mesin induk di kapal yaitu setiap 2000 jam kerja harus diganti dan 500 jam kerja saringan minyak lumas dibersihkan dan/atau diganti secara rutin.

Perlu diketahui bahwa sistem minyak pelumas di kapal TUG. Marina Ariel menggunakan sistem pelumasan carter basah karena tidak dilengkapi dengan *Lubricating Oil Purifier*, melainkan hanya di lengkapi dengan *Lubricating Oil Strainer* dan *Lubricating Oil centrifugal Filter*.

b. ***Lubricating Oil Cooler* Tidak Bekerja Dengan Optimal**

Dari permasalahan tersebut di atas, maka penulis mencari dua pemecahan masalah agar dapat menghindari kerusakan pada bantalan/main bearing sistim pendinginan minyak pelumas harus bekerja optimal yaitu sebagai berikut:

1) **Melakukan Perawatan Rutin Dengan Membersihkan Komponen Sistem Pendingin Minyak Lumas**

Perawatan rutin harus dilaksanakan dengan membersihkan komponen sistim pendingin untuk mendukung kerja *lubricating oil cooler* dalam mendinginkan minyak lumas yaitu:

a) ***Main Seachest***

Jika kapal sedang berada di dermaga sebaiknya melakukan pembersihan terhadap *Main Seachest* agar terjaga kebersihan dari seluruh sistim pendinginan air laut jika perlu pakai satu aliran *Seachest* saja agar sampah dan biota laut tidak masuk atau berkurang.

b) Perawatan Pompa sirkulasi

Perhatikan selalu pada saat pompa jalan pastikan tekanan air sesuai dengan kapasitas, dan selalu rutin membersihkan pompa terlebih khusus pompa air laut, apabila *manometer* alat kontrolnya rusak segera ganti dengan baru.

c) Perawatan Saringan Air laut

Biota laut yang menempel pada lubang-lubang saringan harus dibersihkan karena dapat mengurangi jumlah aliran air laut yang masuk kedalam sistim. Pemeriksaan dan pembersihan saringan harus dilakukan setiap saat atau setiap hari jika kondisi air laut banyak sampah.

d) Perawatan *Fresh Water Cooler* dan *Lubricating Oil Cooler*

Perawatan *cooler* air tawar harus dilakukan pembersihan atau penyogokan minimal 3 (tiga) bulan sekali agar penyerapan panas dari minyak lumas selalu terjaga dan jika mesin panas yang disebabkan oleh *cooler* maka perlu di adakan pengecekan pada lubang-lubang pipa kapiler dengan membuka *cover cooler* dan lakukan penyogokan / pembersihan memakai rotan atau alat khusus yang terbuat dari besi sikat nilon.

2) **Memperbaiki Keran Air Laut Dari *Seachest* Masuk Ke *Sea Water Pump***

Berdasarkan peraturan Biro Klasifikasi Indonesia (BKI) 1996 Vol.III sec.11.1 dinyatakan bahwa sekurang-kurangnya 2 *seilachest* harus ada. Bilamana mungkin *seachest* diletakkan serendah mungkin pada masing-masing sisi kapal. Untuk daerah pelayaran yang dangkal, disarankan bahwa harus terdapat sisi pengisapan air laut yang lebih tinggi, untuk mencegah terhisapnya lumpur atau pasir yang ada di perairan dangkal tersebut.

Pada umumnya *seachest* dipasang pada dua tempat yang berbeda ketinggiannya, karena bervariasinya kedalaman perairan yang dilewati. Dari kedua *seachest* ini yang satu dengan yang lain dihubungkan oleh pipa utama yang masing-masing dilengkapi keran pengatur (*sea water valve*). Bila kapal berlayar di laut yang dalam



maka dipakai *seachest* yang terletak di dasar kapal, sedangkan jika kapal berlayar di perairan yang dangkal dan berlumpur maka dipakai *seachest* yang terletak di samping kapal. Hal ini untuk menghindari jangsan sampai ada lumpur dan kotoran lainnya ikut masuk dan tersedot oleh pompa yang dapat menyebabkan kerusakan pada pompa-pompa dan menyumbat instalasi perpipaannya.

Kerusakan pada keran air laut menyebabkan volume air laut yang masuk ke *sea water pump* berkurang. Untuk memperbaikinya maka dapat dilakukan, yaitu dengan:

- a) *Stop* mesin induk dan mesin bantu
- b) *Start emergency generator*
- c) Tutup keran *seachest* sebelah kiri dan kanan
- d) Membuka dan mengeluarkan keran air laut dari *seachest* masuk ke *sw strainer* mesin induk.
- e) Mengganti keran air laut yang rusak dengan *sparepart* yang baru atau dengan cadangan keran *recondition* atau dengan memperbaiki keran tersebut.
- f) Setelah diganti kemudian di start kembali *generator diesel* dan *stop emergency genetator*.

Setelah keran air laut dari *seachest* diganti dengan *recondition valve* (keran bekas) pakai yang sudah diperbaiki. Maka volume air laut yang masuk kepompa pendingin mesin induk sangat lancar dan mencukupi dan tekanan pompa mencapai  $1 \text{ kg/cm}^2$ .

## **2. Evaluasi Terhadap Alternatif Pemecahan Masalah**

### **a. Tekanan Minyak Lumas Rendah**

#### **1) Melakukan Perawatan Rutin Pada Pompa Minyak Lumas Dan Sistem Pelumasan**

Keuntungannya;

- a) Tekanan minyak lumas dapat mencapai tekanan yang diinginkan.
- b) Sistem pelumasan bekerja maksimal sehingga dapat terhindar dari keausan.

Kerugiannya;

- a) Membutuhkan waktu dalam pelaksanaannya.
- b) Perawatan harus dilakukan sesuai jadwal yang telah ditentukan.

2) **Mengganti dan/atau membersihkan Filter Oli Pada Waktunya, Dengan Filter Yang Direkomendasikan**

Keuntungannya;

- a) Kualitas minyak lumas tetap terjaga
- b) Tekanan minyak lumas normal

Kerugiannya;

Membutuhkan suku cadang saringan minyak lumas yang banyak dan sesuai dengan spesifikasi mesin induk.

b. ***Lubricating Oil Cooler* Tidak Bekerja Dengan Optimal**

1) **Melakukan Perawatan Rutin Dengan Membersihkan Komponen Sistem Pendingin Minyak lumas**

Keuntungannya;

Dengan perawatan secara rutin, maka sistem pendingin minyak lumas dapat bekerja optimal.

Kerugiannya;

Membutuhkan waktu, ketelitian dan tenaga dalam melaksanakan perawatan pendingin minyak lumas (*lubricating oil cooler*).

2) **Memperbaiki atau mengganti Keran Air Laut Dari *Seachest* Masuk Ke *Sea Water Pump***

Keuntungannya;

Aliran air laut masuk ke *Sea Water pump* lancar, sehingga pendinginan lebih maksimal

Kerugiannya;

Membutuhkan waktu dan tenaga dalam pelaksanaannya,

### 3. Pemecahan Masalah yang Dipilih

Berdasarkan alternative dan evaluasi pemecahan masalah tersebut di atas, maka pemecahan masalah yang dipilih untuk mengatasi masalah tekanan minyak pelumas rendah dan kerusakan pada bantalan mesin induk yaitu;

#### a. Tekanan Minyak lumas Rendah

Pemecahan masalah yang dipilih untuk mengatasi masalah tekanan minyak lumas yang rendah yaitu:

- 1) Melakukan perawatan rutin pada minyak lumas (perbaharui minyak lumas.
- 2) Cek pompa minyak lumas dan bersihkan atau gaanti saringan minyak lumas.

#### b. *Lubrication Oil Cooler* Tidak Bekerja Dengan Optimal

Pemecahan masalah yang dipilih untuk mengatasi masalah pendingin minyak lumas tidak bekerja dengan optimal yaitu:

- 1) Melakukan perawatan (*cleaning*) pada *Lubricating Oil Cooler* secara rutin.
- 2) Melakukan perbaikan pada keran air laut yang rusak atau menggantikan dengan keran air laut yang baru, dari *sea chest* yang masuk ke pompa air laut.

## BAB IV

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### A. KESIMPULAN

Berdasarkan penjelasan pada bab-bab sebelumnya mengenai tekanan minyak lumas rendah dan *lubricating oil cooler tidak bekerja* dengan optimal (suhu minyak melebihi batas normal), maka penulis dapat mengambil beberapa kesimpulan, sebagai berikut :

1. Tekanan minyak lumas rendah, disebabkan :
  - a. Saringan minyak lumas kotor, untuk mengatasinya dengan cara membersihkan atau mengganti dengan saringan yang baru sesuai jam kerja dan spesifikasi yang direkomendasikan oleh *maker*, agar tekanan minyak lumas selalu normal.
  - b. Pompa minyak lumas tidak bekerja dengan baik, untuk mengatasinya dengan cara melakukan pemeriksaan rutin dan mengganti komponen pompa minyak lumas yang rusak agar pompa minyak lumas dapat bekerja sebagaimana mestinya untuk menjaga tekanan minyak selalu normal.
  - c. Minyak lumas sudah melebihi batas waktu jam kerjanya, untuk mengatasinya dengan melakukan pembaharuan minyak lumas dengan jenis minyak lumas yang direkomendasikan oleh *maker*.
2. *Lubricating Oil Cooler* tidak bekerja dengan optimal, disebabkan:
  - a. Sistem pendingin minyak lumas/*Lubricating Oil Cooler* kotor, untuk mengatasinya dengan cara membersihkan *Lubricating Oil Cooler*, agar proses penyerapan panas pada minyak lumas maksimal.
  - b. Keran air laut dari sea chest rusak, untuk mengatasinya dengan cara memperbaiki atau mengantikannya dengan keran air laut yang baru, agar aliran air laut yang masuk ke *sea water cooling pump* lancar, dan *sea water cooling pump* dapat bekerja maksimal sehingga pendinginan pada minyak pelumas lebih optimal.

## B. SARAN

Berdasarkan uraian pembahasan pada bab-bab sebelumnya dan dari kesimpulan tersebut diatas maka penulis dapat memberi saran sebagai berikut:

1. Penulis menyarankan kepada *Engine Officer* (perwira bagian mesin), untuk melakukan perawatan rutin sesuai dengan petunjuk *Planning Maintenance System* (PMS)
  - a. Memperbaharui minyak lumas secara sesuai dengan petunjuk perawatan mesin.
  - b. Mengganti dan/atau membesihkan saringan minyak lumas secara rutin.
  - c. Melakukan perawatan pada *Lubricating Oil circulating Pump* secara rutin.
  - a. Membersihkan pendingin minyak lumas (*Lubricating Oil Cooler*) secara rutin.
  - b. Melakukan pengecekan dan *cleaning* keran air laut dari sea chest ke *Sea Water Pump* secara rutin.
  - c. Melakukan pengecekan pada kualitas minyak pelumas secara rutin.
2. Penulis menyarankan kepada *Engineer Officer* (perwira bagian mesin) dikapal dalam melakukan perbaikan maupun perawatan permesinan untuk selalu melakukan koordinasi dengan nakhoda dan pihak perusahaan serta pihak yang terkait, agar perbaikan serta *Planning Maintenance System* (PMS) *schedule* dapat terlaksana tanpa mengganggu *ships operational*.

## DAFTAR PUSTAKA

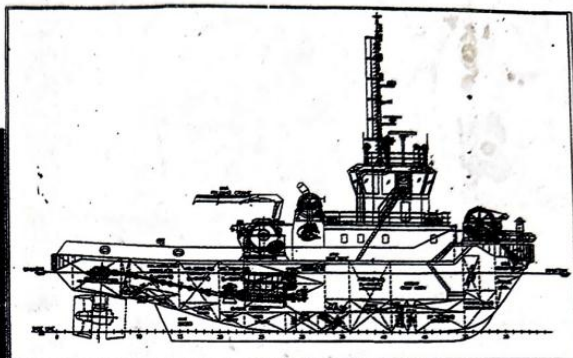
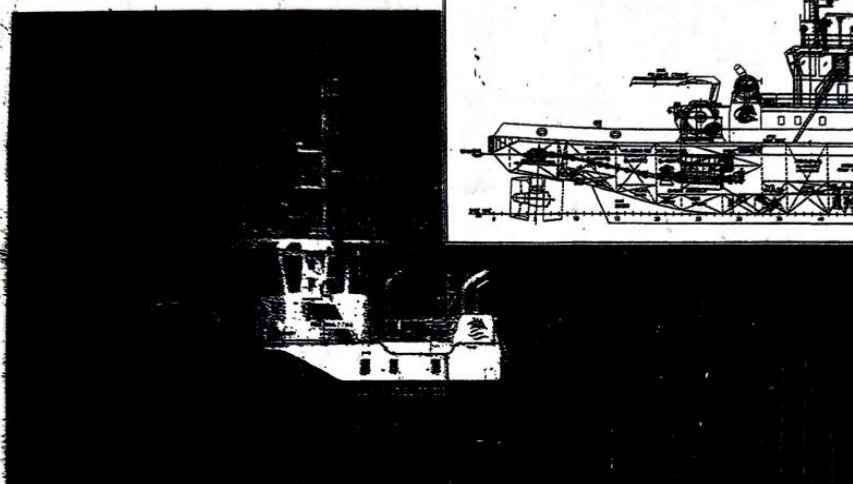
- Assauri, Sofyan. (2016). *Manajemen Pemasaran*. Jakarta: Rajawali Press.
- Boentarto. (2012). *Bengkel Teknik Pengelesan*. Yogyakarta : Andi Pers
- Fuad, Muhammad. (2010, 2000). *Peneliti Migas (Minyak Dan Gas)*, Jakarta : Pustaka Pelajar
- Habibie, J.E (2013). *Manajemen Perawatan dan Perbaikan*. Jakarta : NSOS (Direktur Jenderal Perhubungan Laut)
- Johan Handoyo, Jusak. (2015, 2016). *Motor Diesel Penggerak Utama Kapal*. Jakarta : Djangkar
- Maleev. (2011). *Operasi dan Pemeliharaan Mesin Diesel*. Jakarta : Erlangga
- Takeda, Kazuhiko, Shigeo Miyada. (2010). *Management of Marine Fuels and Lubricating Oily*, London Inc (2019). *Kamus Besar Bahasa Indonesia*. Jakarta : Balai Pustaka
- Winardi (2016:363), *Motivasi dalam manajemen*.
- Poerwadarminto, dalam *Kamus Besar Bahasa Indonesia* (2019:562)

# LAMPIRAN 1



## MARINA OFFSHORE GROUP

**MARINA ARIEL Z-PELLER TWIN SCREW TUG 5000BHP**



### GENERAL

PORT OF REGISTRY : SINGAPORE  
 OFFICIAL NO. : 397230  
 CALLSIGN : 9V9525  
 IMO NUMBER : 9667784  
 LICENCE NO. : ST 1380J  
 GRT : 481  
 NRT : 144  
 CLASS : BV  
 LENGTH OVERALL : 33.12 M  
 BREADTH OVERALL : 11.20 M  
 DEPTH MOULDED : 5.40 M  
 DRAFT MAX. : 5.20 M

### CAPACITY

F.W. CAPACITY : 40 TONS  
 F.O. CAPACITY : 270 TONS  
 F.O. CONSUMPTION : 12 TONS  
 ACCOMODATION : 12 PERSONS

### MACHINERY & EQUIPMENT

MAIN ENGINE : 2 X NIIGATA 6MG(L) 28HX  
 PROPULSION : NIIGATA Z-PELLER  
 HORSE POWER : 5000 BHP ( 2 X 2500 BHP )  
 SPEED : 13 KNOTS  
 AUX. ENGINE I & II : CUMMINS 6LTAA 8.9-GM200  
 AUX. ENGINE III : CUMMINS 6BT5.9-GM83  
 BOLLARD PULL : 68.77 TON (AHEAD)  
 : 67.50 TON (ASTERN)  
 TOWING EQUIPMENT : FWD & AFT HYDRAULIC  
 WINCHES  
 FIRE FIGHTING : FULL FIFI  
 NAVIGATION AIDS : SEA AREA A1 / A2 / A3.

## MARINA OFFSHORE PTE LTD

18 Boon Lay Way #09-161 TradeHub 21 Singapore 609966  
 Tel: (65) 6295 3311 / 6226 2212 (24hrs) Fax: (65) 6296 8457  
 Email: marinaebox@pacific.net.sg Website: www.marinaebox.com

Particular given herein are entirely without warranty as to correctness and interested parties must satisfy themselves by inspection or other means of details of the vessel referred

## LAMPIRAN 2

Type : Steel Tug  
 Flag : Singapore  
 Call Sign : 9V9525  
 Grt/Nrt : 481/144  
 Location : RJ12B  
 P.I.C : David Goh  
 H/P : +6591451299

FORM 22  
 IMMIGRATION ACT  
 (CHAPTER 133)

IMMIGRATION REGULATIONS  
 CREW LIST

Name of Vessel : " Marina ARIEL "  
 Agent in Singapore : Marina Offshore Pte Ltd  
 Last Place of embarkation : \_\_\_\_\_  
 Next Destination : \_\_\_\_\_

Owner of Vessel : Marina Offshore Pte Ltd

Date of Arrival : \_\_\_\_\_  
 Date of proposed departure : \_\_\_\_\_

No	Name	Sex	D.O.B	Nationality	Travel Doc.	Expiry date.	Duties Onboard
1	HARPENI	M	02/05/1983	INDONESIAN	C 2236858	19/06/2024	MASTER
2	MUHAMMAD SAIFUL HIDAYAT	M	01/06/1995	INDONESIAN	C 7543995	16/08/2026	CH.OFF
3	ABDUL RASYID	M	13/02/1980	INDONESIAN	C 7166344	09/03/2026	CH.ENG
4	AGUS HARYADI	M	16/08/1980	INDONESIAN	C 5034508	07/01/2025	2 <sup>nd</sup> ENG
5	AHMAD FARID	M	12/02/1989	INDONESIAN	C7912860	02/12/2026	AB
6	HASNAN FATTAH	M	16/07/1990	INDONESIAN	C3513665	12/11/2024	AB

(TUG) MARINA ARIEL  
  
 Master



# LAMPIRAN 3

	MARINA OFFSHORE PTE LTD	Planned Maintenance System
---	-------------------------	----------------------------

TITLE	PLANNED MAINTENANCE SYSTEM (ENGINE) QHSMS-SP-15-R-02				
Document	Appendix F	Revision No.	01	Effe	1 Mar 15
Prepared by	T/M	Approved by	MD	Pag	58


## PLANNED MAINTENANCE SYSTEM (ENGINE)

Vessel Name: \_\_\_\_\_ Month: \_\_\_\_\_ Year: \_\_\_\_\_

Daily Routine – To note down in Log Book			To Tick Box once weekly routine is completed				
			Week 1 Daily	Week 2 Daily	Week 3 Daily	Week 4 Daily	Remarks
1	Change over: battery bank, A/E, air compressor		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2	Check M/E & A/E sump tank levels		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3	Drain Air bottles of water		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4	Drain M/E & A/E Fuel-Water separators		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
5	Drain all fuel oil service tanks of water		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
5	Check all machinery oil levels	M/E, A/E, Z/P, G/B, Winch	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6	Check M/E, A/E coolant levels	FW expansion tank	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
7	Check M/E & A/E Sealing Pot water level	Ensure water in pots at all time	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
8	Carry out regular checks of Machinery Spaces		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
9	Confirm all system level, pressure and temp.is within normal operating range.		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
10	Check for leaks, cracks and abnormal noise		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
11	A/E drive belts to inspect	Check for loose or damaged belts	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
12	Sounding & ROB for Fuel oil	Record daily	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
13	Intermediate shaft bearing temperature	Record daily	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Weekly Routine			To fill in date done during the week				
			Week 1	Week 2	Week 3	Week 4	Remarks
1	Check battery voltage and water level/specific gravity / colour for maintenance free						
2	Test emergency lights / alarms						
3	Test fire / smoke /heat detectors	List detectors tested					
4	To test engine room bilge alarm						
5	To test FIFI, water curtain, foam and oil dispersant	Check hoses, nozzle, Fire-box,etc					
6	To test fire main system and emergency fire p/p						
7	To carry out cooling FW test / treatment						
8	To operate all E/R and Store Room Ventilation louvre covers						
9	Check M/E attached SW Pump	Check for leaks					
10	Check M/E Attached FW Pump	Check for leaks					
11	Greasing of P/S M/E Start Air Distributor						
12	Test Emergency Air Compressor	Operational test - free movement					
13	Test Oily water Separator	Operational test- lower bilges					
14	Test Sewage Plant/sewage transfer pump	Operational Test					

Monthly Routine			To fill in date done during the month				
			Week 1	Week 2	Week 3	Week 4	Remarks
1	A/E 1 oil and filters to change	LO filter & FO filter					
2	A/E 2 oil and filters to change	LO filter & FO filter					
3	Main Air Compressor #1 Suction Filter to clean	LO filter & FO filter					
4	Main Air Compressor #2 Suction Filter to clean						

	MARINA OFFSHORE PTE LTD	Planned Maintenance System
---	-------------------------	----------------------------


TITLE	PLANNED MAINTENANCE SYSTEM (ENGINE) QHSMS-SP-15-R-02				
Document	Appendix F	Revision No.	01	Effe	1 Mar 15
Prepared by	T/M	Approved by	MD	Pag	59 0 4

5	M/E Crankcase Inspection Port	Rust Marks, Water condensation				
6	M/E Crankcase Inspection Stbd	Rust Marks, Water condensation				
7	Clean M/E centrifuge filter (Gracier filter)					
8	To check cooling water inhibitor concentration					
9	To check tightness of fuel linkage bolts	Governor linkage also to check				
10	To run M/E at max RPM and compare with shop test results	Fuel handle pointer, Air Cooler temp, Exhaust gas temp.				
11	Open / Close all SW & Bilge v/v's in E/R	To prevent seizure				
12	Clean Sea water strainer baskets	Sea main, M/E, A/E, service p/p				
13	Test Remote Emergency Stops for					
	a) Main engines					
	b) Pumps					
	c) Ventilation fans & Air Conditioning					
14	F/O Quick Closing v/v's to test					
15	ALARMS					
	M/E L/O low pressure alarm - 0.20 MPa					
	M/E L/O low pressure trip - 0.15 MPa					
	Z-peller Lube oil high temp. alarm - 70 degC					
	M/E starting Air Pr. Low alarm - 1.5 Mpa					
	M/E HT outlet Pr. - 0.05 Mpa					
	M/E HT Outlet temp high alarm - 95 degC					
	M/E HT outlet temp high trip - 100 degC					
	M/E LT pressure low - 0.01 Mpa					
	Water Tight door testing	Close and open door				
16	General greasing					
17	Check & Clean Air Conditioning filters, drain and clear if any clog/blockage					

3-Month Routine		Date	Date	Date	Date	Remarks
1	M/E Tappet Clearance Port	Engine Cold, Springs & Bolts to check				
2	M/E Tappet Clearance Stbd	Engine Cold, Springs & Bolts to check				
3	A/E #1 & #2 Tappet Clearance to check					

6-Month Routine		Date Done	Date Done	Remarks
1	Clean M/E fresh Water Cooler P + Anodes			
2	Clean M/E fresh Water Cooler S + Anodes			
3	Clean M/E L/O cooler P + Anodes			
4	Clean M/E L/O Cooler S + Anodes			
5	Clean M/E Air Cooler P + Anodes			
6	Clean M/E Air Cooler S + Anodes			
7	Renewal of P & S M/E governor oil			
8	Check M/E flexible coupling P & S	Check for damaged rubber		
9	Check Holding Down Bolts & Chocks for M/E's			
10	M/E P/S Fuel Pump control rack	Verify smooth function		
11	Test M/E P & S Overspeed Trip	Ensure engines at N Load or Clutch Off		
12	M/E P & S Starting Air Distributor to check	Visual Inspection		
13	M/E T/C P & S air filter elements to clean			
14	A/E 1 & 2 Vibration Damper to inspect			
15	A/E 1 & 2 Cooling System to drain & replace			
16	Air Con Condenser Cleaning + Anode check			

Oil Sample Analysis Routine		Date	Date	Date	Remarks
1	M/E Sump Tank LO	To send Oil Sample for analysis (5000 r/hrs)			
2	M/E Sump Tank LO	To send Oil Sample for analysis (7500 r/hrs)			
3	G/B LO	To send Oil Sample for analysis (2.5yrs or 10,000 r/hrs)			
4	Steering Hyd. Oil	To send Oil Sample for analysis (2.5yrs or 10,000 r/hrs)			

	MARINA OFFSHORE PTE LTD	Planned Maintenance System
---	-------------------------	----------------------------------

TITLE	PLANNED MAINTENANCE SYSTEM (ENGINE) QHSMS-SP-15-R-02					
Document	Appendix F	Revision No.	01	Effective	1 Mar 15	
Prepared by	T/M	Approved by	MD	Page	60	0 4

--

5	Winches Hydraulic Oil	To send Oil Sample for analysis (2.5yrs or 10,000 r/hrs)				
---	-----------------------	--	--	--	--	--

Oil Change Routine			Date of Last Change out	Remarks
1	Oil change for air compressors	Every 250 r/hrs or every year		
2	Oil change for Generator LO	Every 500 r/hrs		
3	Oil change for M/E Governor	Every 1000 r/hrs		
4	Oil change for M/E Sump Tank LO	Every 2.5yrs or 10,000 r/hrs (whichever earlier)		
5	Oil change for M/E Crank Case LO	Every 500 r/hrs		
6	Oil change for FIFI G/B	Every year		
7	Oil change for G/B LO	Every 2.5yrs or 10,000 r/hrs (whichever earlier)		
8	Oil change for Steering Hyd oil	Every 2.5yrs or 10,000 r/hrs (whichever earlier)		
9	Oil change for winch hyd oil	Every 2.5yrs or 10,000 r/hrs (whichever earlier)		

	MARINA OFFSHORE PTE LTD	Planned Maintenance System
---	-------------------------	----------------------------------

TITLE	PLANNED MAINTENANCE SYSTEM (ENGINE) QHSMS-SP-15-R-02				
Document	Appendix F	Revision No.	01	Effe	1 Mar 15
Prepared by	T/M	Approved by	MD	Pag	61 0 4

### TESTING OF CRITICAL EQUIPMENTS (ENGINE)

VESSEL: \_\_\_\_\_

MONTH/YEAR: \_\_\_\_\_

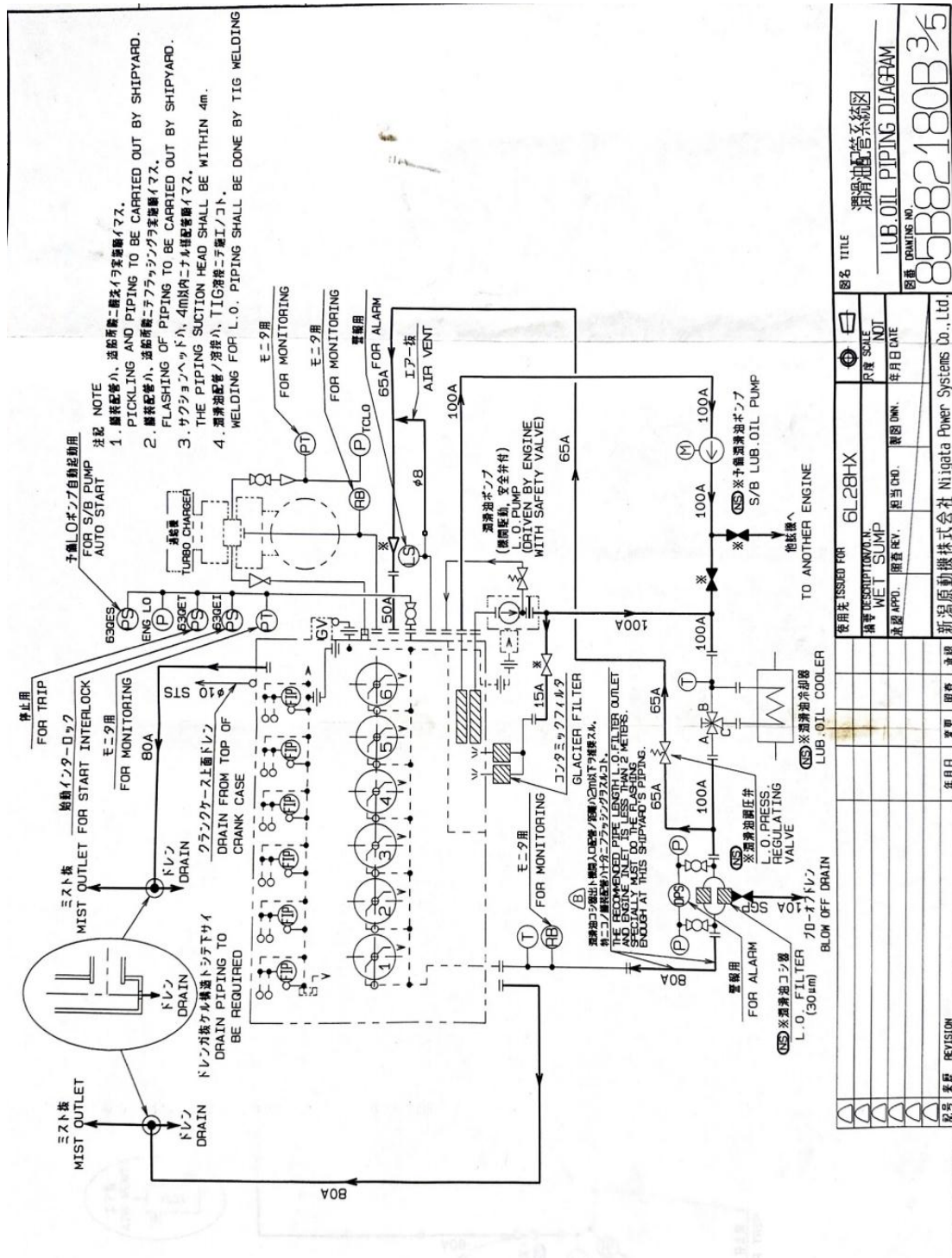
NO	DESCRIPTION	DATE INSPECTED	DONE BY	REMARKS
<b>1</b>	<b>Emergency Equipment &amp; Shut down</b>			
A	Emergency Lighting			
B	Emergency Generator			
C	Emergency Batteries			
D	Emergency Fan Stop			
<b>2</b>	<b>Fire Fighting System</b>			
A	Fire & GS Pump			
B	Fire Damper			
C	Co2 & Foam Alarm System			
<b>3</b>	<b>Steering Gear</b>			
A	Emergency Steering			
B	Oil Reservoir Alarm			
C	Condition Checks			
<b>4</b>	<b>Fuel Oil System Integrity</b>			
A	Quick Closing Valve			
B	Drain Valves			
C	Float & Alarms ( H/L /L/L )			
<b>5</b>	<b>Alarms</b>			
A	Co2 Alarm			
B	Bilge High Level Alarm			
C	General Alarm			

I certify that the above were done satisfactorily

2/Engineer: \_\_\_\_\_

Chief Engineer: \_\_\_\_\_

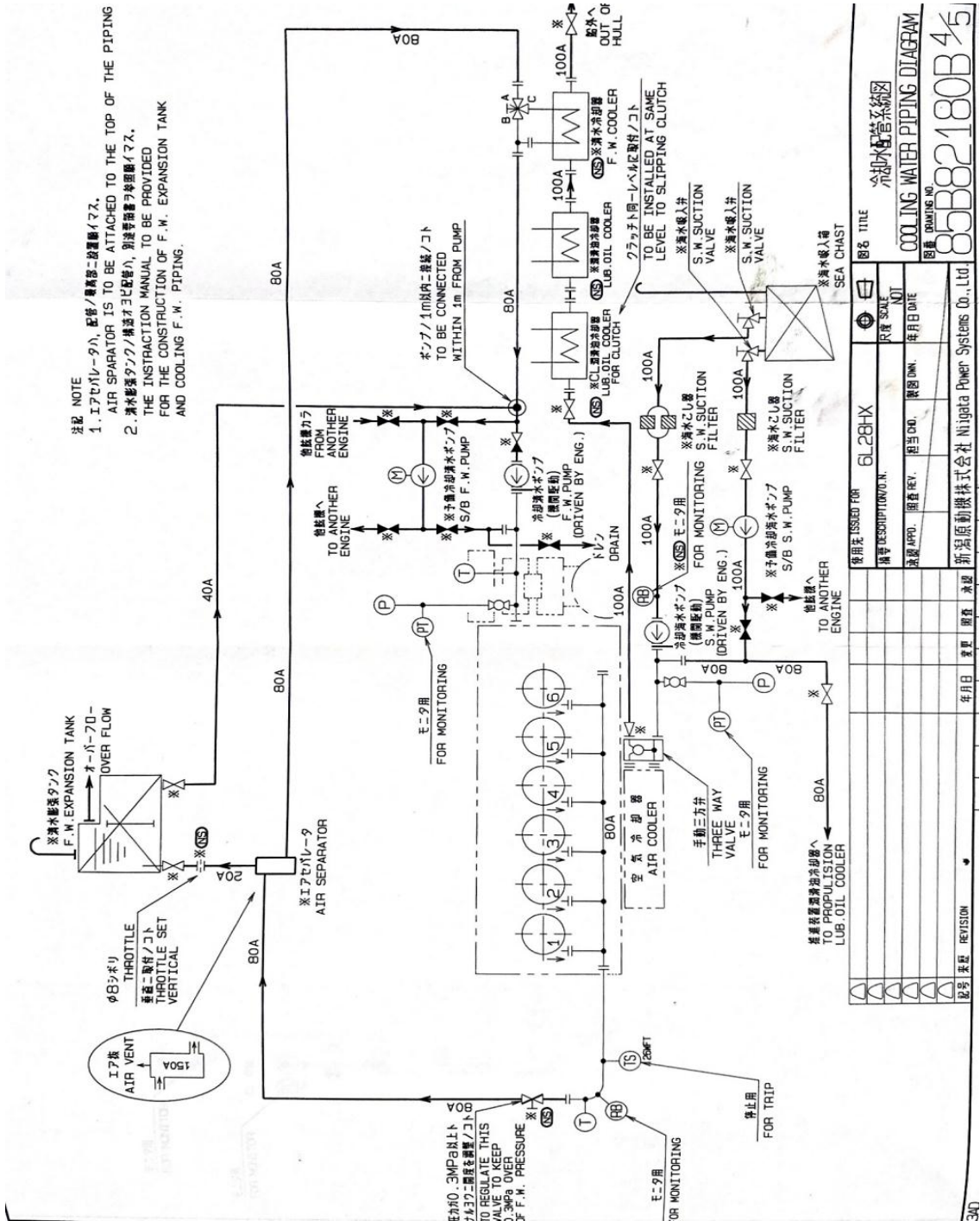
## LAMPIRAN 4



### Diagram instalasi pipa sistem pelumasan

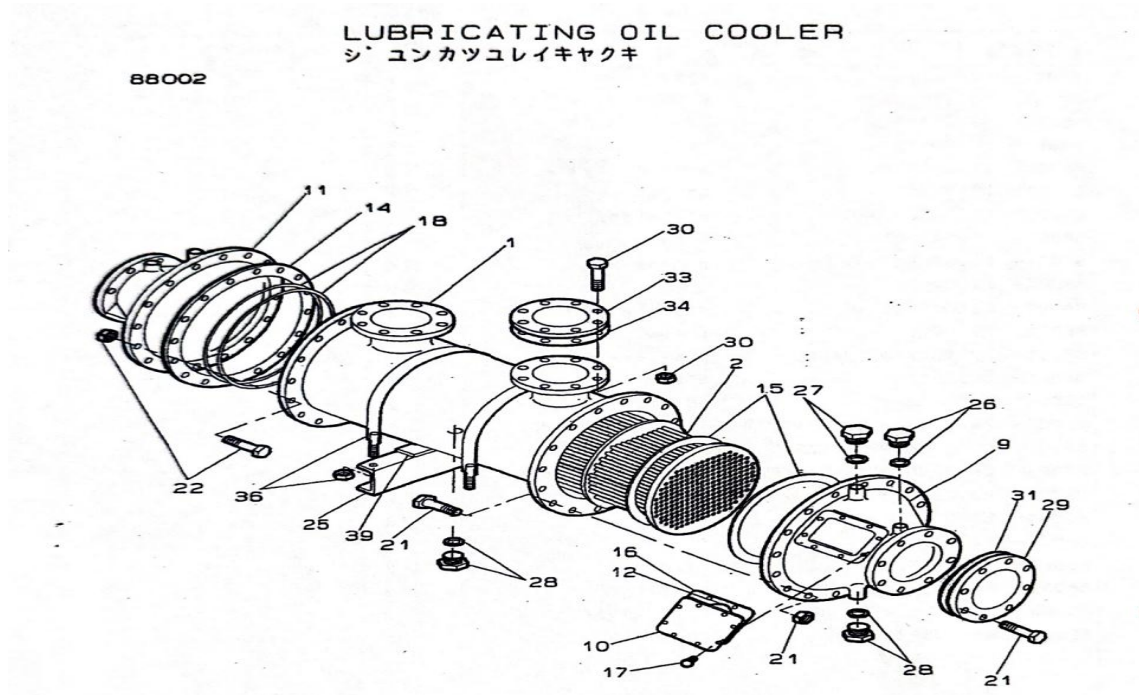


## LAMPIRAN 5



### Diagram instalasi pipa sistem pendinginan

## LAMPIRAN 6



Pendingin minyak lumas (*lubricating oil cooler*)

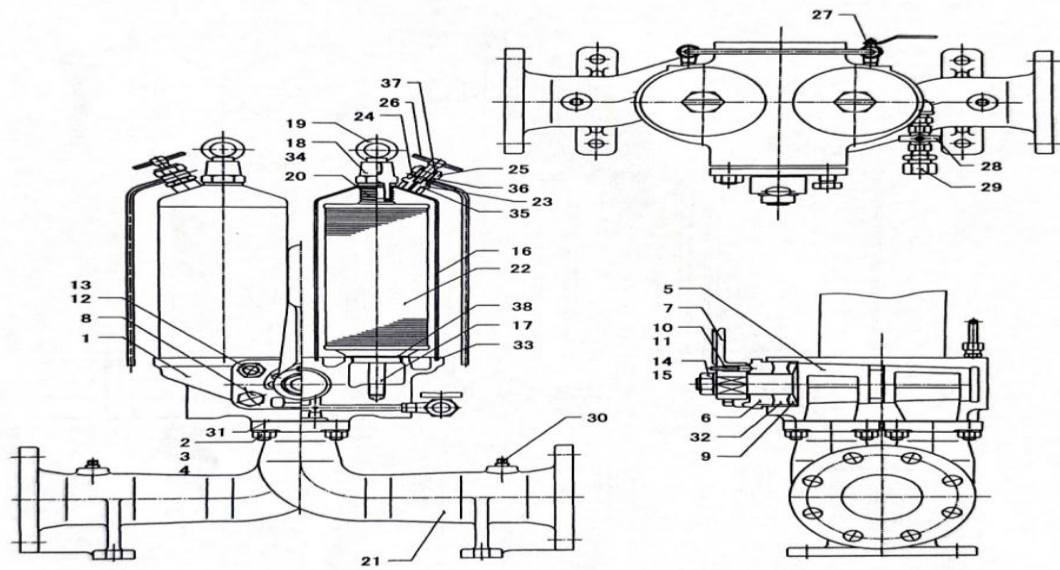
Keterangan gambar diatas:

- |                   |                      |
|-------------------|----------------------|
| 1. Shell          | 23. Bolt             |
| 2. Tube ass'y     | 25. Bracket          |
| 9. Channel        | 26. Plug with gasket |
| 10. Cover         | 27. Plug with gasket |
| 11. Channel       | 28. Plug with nut    |
| 12. Zinc          | 29. Flange           |
| 14. Ring          | 30. Bolt             |
| 15. Gasket        | 31. Gasket           |
| 16. Gasket        | 33. Flange           |
| 17. Bolt          | 34. Gasket           |
| 18. O'ring        | 36. Band with nut    |
| 21. Bolt          | 39. Rubber           |
| 22. Bolt with nut |                      |

## LAMPIRAN 7

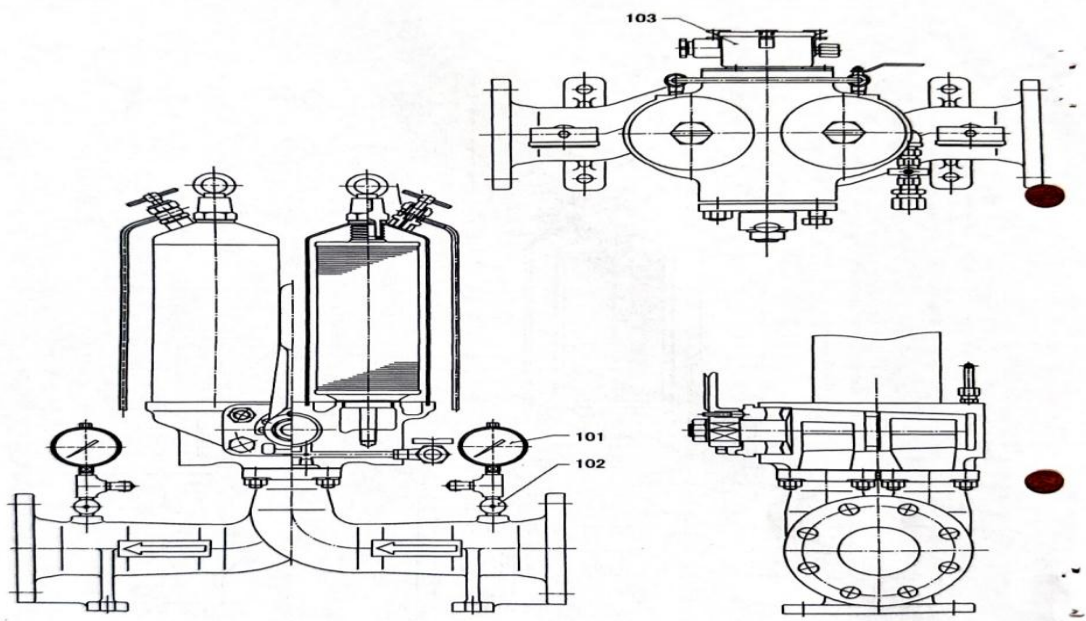
LUBRICATING OIL FILTER (1/2)  
 ジュンカツユフィルタ (1/2)

79152



LUBRICATING OIL FILTER (2/2)  
 ジュンカツユフィルタ (2/2)

79152



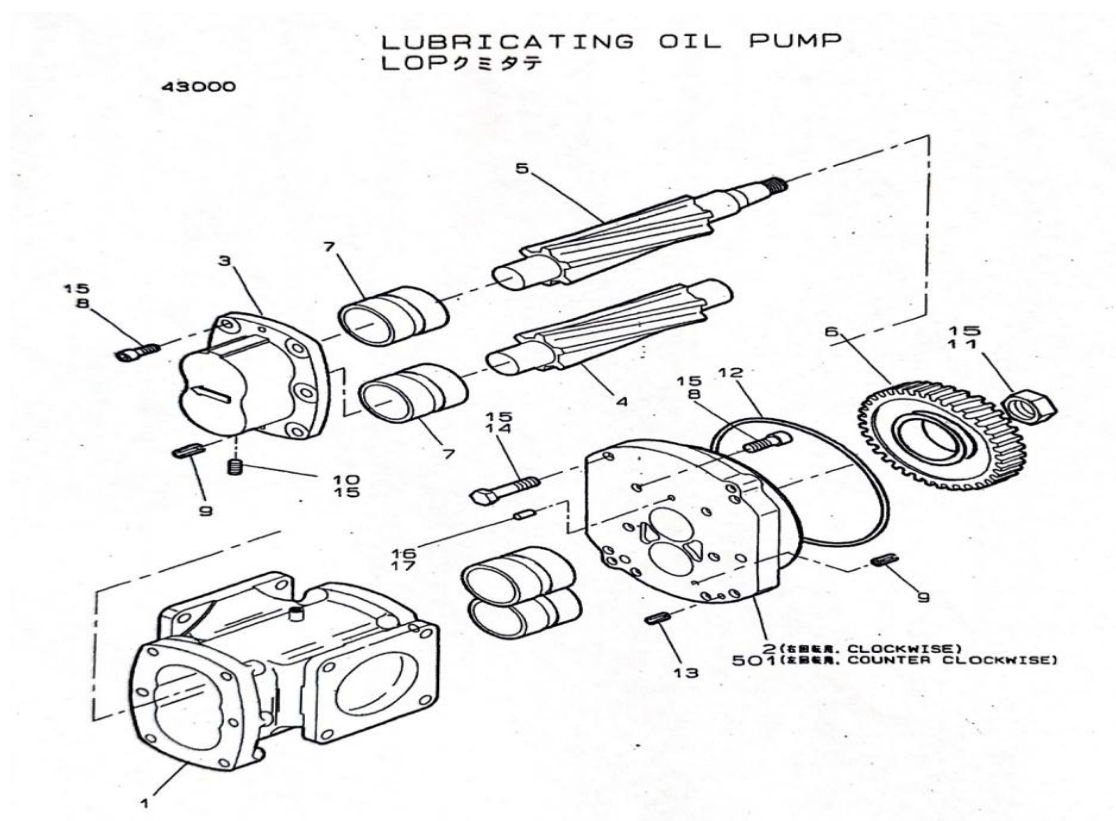
Saringan minyak lumas (*lubricating oil filter*)



Keterangan gambar saringan minyak lumas :

- |                                  |                       |
|----------------------------------|-----------------------|
| 1. <i>Body</i>                   | 20. <i>Spring</i>     |
| 2. <i>Stud</i>                   | 21. <i>Connector</i>  |
| 3. <i>Nut</i>                    | 22. <i>Element</i>    |
| 4. <i>Spring washer</i>          | 23. <i>Valve body</i> |
| 5. <i>Switching cock</i>         | 24. <i>Connector</i>  |
| 6. <i>Coock cover</i>            | 25. <i>Sleeve nut</i> |
| 7. <i>Handle</i>                 | 26. <i>Air plug</i>   |
| 8. <i>Bolt</i>                   | 27. <i>Ball valve</i> |
| 9. <i>Packing seat</i>           | 28. <i>Ball valve</i> |
| 10. <i>Notch bar</i>             | 29. <i>Fitting</i>    |
| 11. <i>Spring</i>                | 30. <i>Plug</i>       |
| 12. <i>Stud</i>                  | 31. <i>Gasket</i>     |
| 13. <i>Nut</i>                   | 32. <i>Gasket</i>     |
| 14. <i>Nut</i>                   | 33. <i>Gasket</i>     |
| 15. <i>Plane washer</i>          | 34. <i>Gasket</i>     |
| 16. <i>Casing</i>                | 35. <i>Gasket</i>     |
| 17. <i>Element shaft</i>         | 36. <i>Gasket</i>     |
| 18. <i>Nut</i>                   | 37. <i>Gasket</i>     |
| 19. <i>Eye bolt</i>              | 38. <i>Gasket</i>     |
| 101. <i>Pressure gauge</i>       |                       |
| 102. <i>Needle valve</i>         |                       |
| 103. <i>Deff pressure switch</i> |                       |

## LAMPIRAN 8

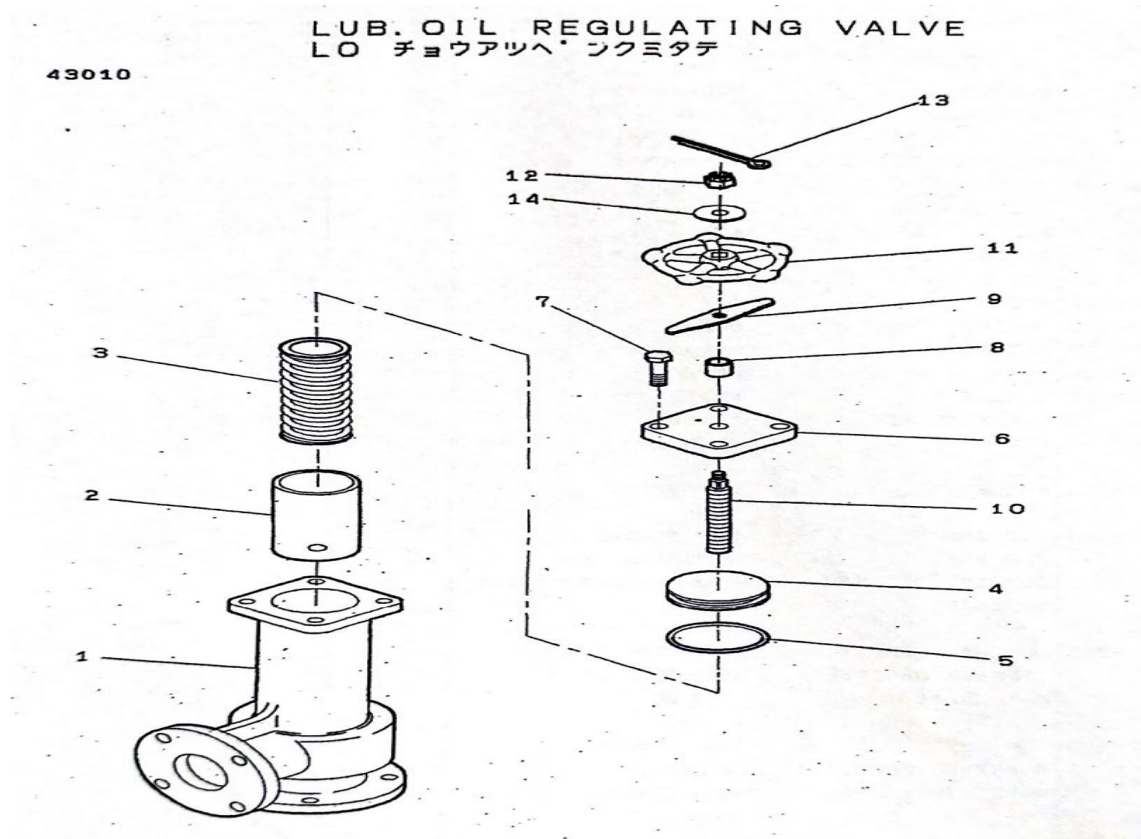


Pompa minyak lumas (*lubricating oil pump*)

Keterangan gambar di atas:

- |                          |                         |
|--------------------------|-------------------------|
| 1. <i>Body*lop</i>       | 10. <i>Set screw</i>    |
| 2. <i>Bracket</i>        | 11. <i>Nut</i>          |
| 3. <i>Cover*lop</i>      | 12. <i>O'ring</i>       |
| 4. <i>Gear*lop drive</i> | 13. <i>Spring pin</i>   |
| 5. <i>Gear*lop drive</i> | 14. <i>Bolt</i>         |
| 6. <i>Gear*lop</i>       | 15. <i>Adhesive</i>     |
| 7. <i>Bushing*lop</i>    | 16. <i>Parallel pin</i> |
| 8. <i>Bolt</i>           | 17. <i>KE45</i>         |
| 9. <i>Spring pin</i>     | 501. <i>Bracket</i>     |

## LAMPIRAN 9



Katup pengatur minyak lumas (*Lub oil regulating valve*)

Keterangan gambar di atas:

- |               |                  |
|---------------|------------------|
| 1. Case       | 8. Collar        |
| 2. Valve      | 9. Lock nut      |
| 3. Spring     | 10. Adjust screw |
| 4. Spring set | 11. Handle       |
| 5. O'ring     | 12. Castle nut   |
| 6. Cover      | 13. Split pin    |
| 7. Bolt       | 14. Name plate   |

## LAMPIRAN 10





## LAMPIRAN 11

