

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



**MAKALAH**

**ANALISIS MENURUNNYA KUALITAS MINYAK LUMAS  
GUNA MEMPERTAHANKAN KINERJA MESIN INDUK  
DI MV. SL LABUAN**

**Oleh :**

**HERMAWAN  
NIS. 01873/T-I**

**PROGRAM PENDIDIKAN DIKLAT PELAUT - 1**

**JAKARTA**

**2022**

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



**MAKALAH**

**ANALISIS MENURUNNYA KUALITAS MINYAK LUMAS  
GUNA MEMPERTAHANKAN KINERJA MESIN INDUK  
DI MV. SL LABUAN**

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

**Oleh :**

**HERMAWAN  
NIS. 01873/T-I**

**PROGRAM PENDIDIKAN DIKLAT PELAUT - 1**

**JAKARTA**

**2022**

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



**TANDA PERSETUJUAN MAKALAH**

Nama : HERMAWAN  
No. Induk Siwa : 01873/T-I  
Program Pendidikan : DIKLAT PELAUT - I  
Jurusan : TEKNIKA  
Judul : ANALISIS MENURUNNYA KUALITAS MINYAK  
LUMAS GUNA MEMPERTAHANKAN KINERJA  
MESIN INDUK DI MV. SL LABUAN

Jakarta, November 2022

Pembimbing I,

**M. Hasan Habli, MM**

Pembina Utama Muda (IV/c)  
NIP.19581008 199808 1 001

Pembimbing I,

**Didik Sulisty Kurniawan, M.Si**

Penata (III/c)  
NIP. 19800702 200212 1 003

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknika

**Diah Zakiah, ST, MT**

Penata TK. I (III/d)  
NIP. 19790517 200604 2 015

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



**TANDA PENGESAHAN MAKALAH**

Nama : HERMAWAN  
No. Induk Siwa : 01873/T-I  
Program Pendidikan : DIKLAT PELAUT - I  
Jurusan : TEKNIKA  
Judul : ANALISIS MENURUNNYA KUALITAS MINYAK  
LUMAS GUNA MEMPERTAHANKAN KINERJA MESIN  
INDUK DI MV. SL LABUAN

Penguji I

**DR. Abdul Rachman, MM**  
Pembina Tk. I (IV/b)  
NIP.19720103 199809 1 001

Penguji II

**Nasri, M.T, M.Mar,E**  
NIP.19711124 199903 1 003

Penguji III

**M. Hasan Habli, MM**  
Pembina Utama Muda (IV/c)  
NIP.19581008 199808 1 001

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknika

**Diah Zakiah, ST, MT**  
Penata TK. I (III/d)  
NIP. 19790517 200604 2 015



## 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 :

### **“ANALISIS MENURUNNYA KUALITAS MINYAK LUMAS GUNA MEMPERTAHANKAN KINERJA MESIN INDUK DI MV. SL LABUAN”**

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. Capt. Sudiono, M.Mar, selaku Ketua Sekolah tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta.
2. Bapak Dr. Ali Muktar Sitompul, MT, selaku Kepala Divisi Pengembangan Usaha Sekolah tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta.
3. Ibu Diah Zakiah, ST, MT, selaku Ketua Jurusan Teknik Sekolah tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta.
4. Bapak M. Hasan Habli, MM., selaku dosen pembimbing I yang telah meluangkan waktu untuk memberikan saran dan pikirannya mengarahkan penulis pada sistematika materi yang baik dan benar
5. Bapak Didik Sulisty Kurniawan, M.Si., selaku dosen pembimbing II yang telah meberikan waktunya untuk membimbing proses penulisan makalah ini
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. Seluruh rekan-rekan yang ikut memberikan sumbangsih pikiran dan saran serta keluarga besar, istri dan anak-anak saya yang telah memberikan motivasi selama

penyusunan makalah ini.

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

Jakarta, 24 November 2022

Penulis,

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'HERMAWAN', written over a horizontal line.

HERMAWAN

NIS. 01873/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 LAMPIRAN .....</b>	<b>vii</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 Tempat Penelitian .....	6
F. Sistematika Penulisan .....	6
 <b>BAB II LANDASAN TEORI</b>	
A. Tinjauan Pustaka .....	8
B. Kerangka Pemikiran .....	21
 <b>BAB III ANALISIS DAN PEMBAHASAN</b>	
A. Deskripsi Data .....	22
B. Analisis Data .....	25
C. Pemecahan Masalah .....	33
 <b>BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
A. Kesimpulan .....	44
B. Saran .....	44
 <b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>46</b>
<b>LAMPIRAN</b>	
<b>DAFTAR ISTILAH</b>	

## **DAFTAR LAMPIRAN**

- Lampiran 1. Ship Particular
- Lampiran 2. Crew list
- Lampiran 3. Product data sheet
- Lampiran 4. Lube oil analysis normal condition
- Lampiran 5. Lube oil analysis abnormal condition
- Lampiran 6. Gambar Lub Oil Water Content Test Kits
- Lampiran 7. Gambar Penampang Samping LO purifier
- Lampiran 8. Gambar Bagian-Bagian Purifier
- Lampiran 9. Grafik Untuk Menentukan Diameter Gravity Disc
- Lampiran 10. Gambar Rangkaian Selenoid Valve
- Lampiran 11. Gambar Bagian-Bagian Selenoid valve
- Lampiran 12. Gambar Diagram of Selenoid Valve
- Lampiran 13. Gambar Oil Seal Fuel Oil Feed Pump
- Lampiran 14. Gambar Lokasi Fuel Oil Feed Pump



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. LATAR BELAKANG**

Seiring dengan kemajuan teknologi, kapal laut terus mengalami perubahan bentuk dan jenisnya sesuai dengan muatan yang diangkutnya demikian pula dengan tenaga penggerakannya. Adapun untuk tenaga penggerak kapal tentunya digerakan oleh mesin diesel yang disebut juga sebagai pesawat pembakaran dalam (*internal combustion engine*) karena di dalam mendapatkan energy potensial berupa panas untuk kinerja mekaniknya diperoleh dari pembakaran bahan bakar yang dilaksanakan didalam pesawat itu sendiri, yaitu di dalam silinder.

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 ABK 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 pelumas merupakan suatu aspek penting yang harus diperhatikan, mengingat bila terjadi suatu permasalahan terhadap minyak lumas, maka akan mengakibatkan terjadinya keausan akibat gesekan. Kerusakan yang dapat ditimbulkan pada metal jalan dan metal duduk, adanya goresan, suhu bantalan

meningkat, yang pada akhirnya akan menurunkan daya mesin. Fakta bahwa keausan bantalan mesin induk akan mengakibatkan kerusakan pada komponen-komponen mesin lainnya seperti *crank pin bearing*, *main bearing*, *piston*, *connecting rod*, *cross head* maupun *crank shaft*. Oleh karena itu memerlukan perhatian khusus untuk menghindari kerusakan yang lebih parah, perhatian ini dapat dilakukan dengan berbagai cara seperti menjaga tekanan dan temperatur minyak pelumas pada suatu bantalan dan perawatan rutin terhadap minyak lumas juga pemeriksaan laboratorium kualitas minyak lumas setiap 90 hari mesin jalan atau bekerja.

Pada saat penulis bekerja sebagai *Second engineer* di atas kapal SL LABUAN, tepatnya pada tanggal 25 Juli 2022 saat kapal beroperasi di lepas pantai Iraq, mesin induk mengalami gangguan sehingga operasional kapal terhambat. Permasalahan ini disebabkan oleh kualitas minyak lumas yang tidak bagus. Setelah diadakan pemeriksaan lebih lanjut, penulis menemukan beberapa faktor penyebab dari masalah tersebut, diantaranya yaitu minyak lumas terkontaminasi dengan air yang dikarenakan adanya kebocoran air yang disebabkan *Membrane Fresh Water Selenoid Valve Pada L.O Purifier* yang sudah tidak kedap dan sebelum terjadinya kontaminasi dengan air, penulis mengidentifikasi terjadinya penurunan *viscositas* minyak lumas dikarenakan adanya kebocoran fuel oil dari *oil seal fuel feed pump* mesin induk. Selain itu, penulis juga menemukan bahwa tes laboratorium tidak dilakukan secara berkala oleh ABK. Hal ini dikarenakan tidak tersedianya *oil sample kits* di atas kapal dan juga faktor pengawasan yang kurang maksimal. Oleh karena itu agar performa mesin induk maksimal maka minyak lumas yang digunakan harus benar-benar diperhatikan kualitasnya.

Dari kejadian tersebut di atas, maka penulis tertarik untuk menyusun makalah dengan judul : **“ANALISIS MENURUNNYA KUALITAS MINYAK LUMAS GUNA MEMPERTAHANKAN KINERJA MESIN INDUK DI MV. SL LABUAN”**

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

### **1. Identifikasi Masalah**

Dari berbagai permasalahan pada sistem pelumasan mengakibatkan tidak lancarnya pengoperasian mesin induk. Setelah diadakan identifikasi terhadap perawatan minyak pelumas pada mesin induk terdapat permasalahan sebagai berikut :

- a. Air tawar bercampur dengan minyak lumas.
- b. Bahan bakar bercampur dengan minyak lumas di *crankcase*.
- c. *Oil filter* tidak diganti secara berkala.
- d. Prosedur perawatan minyak lumas belum terlaksana optimal.

## **2. Batasan Masalah**

Dalam pembahasan tentang permasalahan minyak lumas, sebenarnya memang ada banyak hal yang dapat diungkapkan dan dapat ditinjau serta dipandang dari berbagai aspek. Oleh sebab itu penulis dalam kesempatan ini akan membatasi dan memperkecil ruang lingkup bahasan dengan hanya membahas mengenai masalah :

- a. Air tawar bercampur dengan minyak lumas.
- b. Bahan bakar bercampur dengan minyak lumas di *crankcase*.

## **3. Rumusan Masalah**

Mempertimbangkan pokok bahasan dan keterbatasan waktu dalam penulisan makalah, maka penulis membatasi pembahasan sesuai pengalaman penulis selama bekerja di atas kapal SL LABUAN, pembahasan makalah ini hanya berkisar tentang :

- a. Faktor terjadinya kebocoran air tawar pada *lube oil purifier* ?
- b. Apa penyebab keausan *Oil seal* pada *fuel oil feed pump* ?

# **C. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN**

## **1. Tujuan Penelitian**

- a. Untuk menganalisis penyebab kebocoran air tawar pada *lube oil purifier* yang mengakibatkan mutu minyak pelumas yang tidak baik sehingga dapat dicarikan solusi yang tepat.

- b. Untuk menganalisis penyebab keausan pada *fuel oil feed pump* yang berakibat turunnya kadar kekentalan dan kualitas minyak pelumas dan mencari solusi yang tepat dari permasalahan tersebut.

## **2. Manfaat Penulisan**

### **a. Aspek Teoritis**

- 1) Diharapkan dapat dipergunakan sebagai masukan ilmiah bagi para Perwira Siswa di Lingkungan STIP Jakarta tentang pentingnya mempertahankan kualitas minyak lumas untuk menunjang kinerja mesin induk.
- 2) Diharapkan dapat digunakan sebagai bahan bacaan di perpustakaan Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran Jakarta, yang dapat dimanfaatkan oleh para Perwira Siswa STIP.

### **b. Manfaat Praktis**

- 1) Memberikan pemahaman kepada para ABK tentang cara mempertahankan kualitas minyak lumas untuk menunjang kinerja mesin induk.
- 2) Dapat memberikan sumbangan pengetahuan kepada kawan-kawan seprofesi tentang perawatan minyak lumas.

## **D. METODE PENELITIAN**

### **1. Metode Pendekatan**

Dalam menyusun makalah ini metode yang digunakan penulis adalah metode pendekatan dimana semua data yang penulis untuk mencoba uraian dalam makalah berasal dari :

#### **a. Deskriptif Kualitatif**

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

## **b. Study Kasus**

Pengaruh kondisi pelumasan yang kurang optimal terhadap performa mesin induk dapat disesuaikan dengan keadaan yang sebenarnya dan dibandingkan dengan teori yang menunjang serta prosedur-prosedur perawatan yang dibuat oleh perusahaan sehingga mendapatkan sesuatu yang lebih di dalam mengoptimalkan sistem pelumasan di atas kapal dimasa yang akan datang.

## **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 minyak lumas untuk sistem pelumasan 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 pelumasan di atas kapal SL LABUAN.

## **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.

Menurut Poerwandri (2005:15) menyatakan bahwa penelitian kualitatif menghasilkan dan mengolah data yang sifatnya deskriptif, seperti transkripsi wawancara dan observasi. Menurut Nana Syaodih Sukmadinata (2013:12),



penelitian deskriptif kualitatif ditujukan untuk mendeskripsikan dan menggambarkan fenomena-fenomena yang ada, baik bersifat alamiah maupun rekayasa manusia, yang lebih memperhatikan mengenai karakteristik, kualitas, keterkaitan antar kegiatan.

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

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

### **1. Waktu Penelitian**

Penelitian dilakukan di kapal SL LABUAN sejak tanggal 12 Mei 2022 sampai dengan 19 Agustus 2022.

### **2. Tempat Penelitian**

Penelitian dilakukan di atas kapal SL LABUAN, salah satu armada milik perusahaan Smit Lamnalco dengan daerah operasi, Middle East, Australia, Africa, dan Eropa.

## **F. SISTEMATIKA PENULISAN**

Penulisan makalah ini disajikan sesuai dengan sistematika penulisan makalah yang telah ditetapkan dalam buku pedoman penulisan makalah yang dianjurkan oleh STIP Jakarta. Dengan sistematika yang ada maka diharapkan untuk mempermudah penulisan makalah ini secara benar dan terperinci.

BAB I PENDAHULUAN berisikan Latar Belakang yang menguraikan Identifikasi Masalah yang menguraikan tentang masalah yang terjadi, Batasan Masalah merupakan masalah utama yang akan dipecahkan, Rumusan Masalah merupakan pertanyaan yang mencerminkan hipotesis atau dugaan penyebab terjadinya masalah, Tujuan dan Manfaat

penelitian, metode penelitian, waktu dan tempat penelitian serta Sistematika Penulisan Makalah.

**BAB II LANDASAN TEORI** berisikan Tinjauan Pustaka yang menguraikan teori-teori yang berkaitan dengan variabel yang terdapat dalam Judul Makalah, variabel dalam batasan masalah dan rumusan masalah serta variabel yang tercermin dalam pemecahan masalah dan Kerangka Pemikiran merupakan alur pikir penulis dalam identifikasi masalah dan memilih masalah yang akan dipecahkan hingga rencana pemecahan masalah.

**BAB III ANALISIS DAN PEMBAHASAN** berisikan Deskripsi Data yang menguraikan data utama kapal, menjabarkan secara fakta dan konkrit atas terjadinya masalah yang terdapat dalam batasan masalah, Analisis Data menguraikan penyebab terjadinya masalah yang akan dipecahkan dan Pemecahan Masalah yang akan dilakukan dalam menghilangkan penyebab masalah yang pada akhirnya masalah tidak akan terjadi lagi.

**BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN** berisikan Kesimpulan yang akan diambil dari analisis masalah dan Saran yang merupakan intisari dari pemecahan masalah

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

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

Untuk mempermudah pemahaman dalam makalah ini, maka penulis membuat tinjauan pustaka yang akan 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. Pelumasan Pada Mesin Induk**

###### **a. Definisi Minyak lumas**

Menurut Suharto (2019:56) bahwa minyak lumas adalah zat cair atau benda cair yang digunakan sebagai pelumasan dalam suatu mesin untuk mengurangi keausan akibat gesekan dan sebagai pendingin serta peredam suara. Beberapa fungsi penting dari pelumasan adalah untuk mengurangi keausan akibat gesekan, sebagai pendingin, peredam suara, menghilangkan panas dari bantalan-bantalan dan elemen-elemen mesin lainnya 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 sistim 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 sisitem pelumasan merupakan salah satu media yang tidak dapat terpisahkan

dengan bekerjanya sebuah mesin diesel sehingga sifat dan kemurniaannya minyak lumas selalu dijaga dan dipertahankan tetap dalam kondisi normal.

Minyak Lumas yang digunakan dikapal menggunakan minyak lumas *Mobil gard 412 SAE 40* adalah pelumas multigrade mesin diesel tugas berat yang menggunakan *turbocharger*, *supercharger* atau *naturally aspirated* untuk alat transportasi, alat berat, industry, dan perkapalan. Minyak lumas yang menggunakan kode SAE berarti telah diuji dan dievaluasi oleh *Society of Automotive Engineers*.

Menurut Hadiyanto (2020:02) peneliti migas (minyak dan gas) dari Lemigas kode-kode SAE dari Oli mesin sebagai berikut:

- 1) *SAE 20W50* 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 15W40* bermakna pada suhu rendah dingin memiliki sifat seperti Oli *SAE 15 W*, 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 oli *SAE 40* 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 10W30* berarti pada suhu rendah dingin siat seperti Oli *SAE 10W*. Pada suhu tinggi seperti *SAE 30* sifat oli *SAE 10 W* 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. Klasifikasi Minyak Lumas**

Menurut Suharto (2019:55) 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 pelumas cair (*oil*) dapat digolongkan berdasarkan hal, 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 sintetik yaitu pelumas yang bukan berasal dari nabati ataupun mineral. Minyak pelumas ini berasal dari suatu bahan yang dihasilkan dari pengolahan tersendiri. Pada umumnya pelumas sintetik mempunyai sifat khusus, seperti daya tahan terhadap suhu tinggi yang lebih baik dari pada pelumas mineral atau nabati, daya tahan terhadap asam.

#### **c. Karakteristik Minyak Lumas**

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

- 1) *Viscosity*

*Viscosity* atau kekentalan suatu minyak pelumas adalah pengukuran dari mengalirnya bahan cair dari minyak pelumas,



dihitung dalam ukuran *standard*. Makin besar perlawanannya untuk mengalir, berarti makin tinggi *viscosity*-nya.

2) *Viscosity Index*

Tinggi rendahnya *index* ini menunjukkan ketahanan minyak pelumas terhadap perubahan suhu. Makin tinggi angka *index* minyak pelumas makin kecil perubahan *viscosity*-nya pada penurunan atau kenaikan suhu.

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. Salah satu fungsi dari oli pelumas adalah menetralkan sisa-sisa belerang, seperti asam sulfurous dan asam sulfuric, karenanya menahan pengrusakan korosif pada mesin. Bahan additive dalam oli mengandung campuran alkalin yang diformulasikan guna menetralkan asam-asam itu. Kadar kandungan alkalin dalam oli itulah yang dikenal sebagai TBN nya. secara umum, lebih tinggi nilai TBN, lebih besar kandungan alkalin atau kemampuan penetral asam dalam oli Biasanya pada minyak pelumas baru (*fresh oil*). Setelah minyak pelumas tersebut digunakan dalam jangka waktu tertentu, maka nilai TBN ini akan 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 30 psi sampai 70 psi, tekanan minyak pelumas tergantung beberapa *factor* misalnya viskositas, suhu minyak, kecepatan tap, celah bantalan dan beban. Dengan celah bantalan 0,001 in, jika celah bantalan lebih besar akan terlalu banyak kebocoran minyak keluar dengan tebal minyak 0,0001 sampai sekitar 0,0007 in.

**d. Sistem Pelumasan**

Menurut Rasyi (2021:11), bahwa sistem pelumasan adalah suatu cara kerja yang teratur antara bagian utama pelumasan dengan minyak pelumas untuk melakukan pelumasan sehingga mencapai tujuan, yaitu bagian bagian yang dilumasi. Bila dua permukaan logam ditekan dan kemudian digerakan maka akan timbul gesekan. 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 penyalan dan pada titik yang tekanannya relative rendah.

Menurut John F. Thomas (2019:15) dalam *Management of Marine Fuels and Lubricating Oil* pada *chapter 2* mengatakan bahwa sistem pelumasan digunakan pada komponen-komponen mesin yang bergerak,

misalnya *crosshead*, poros engkol, *main bearing*, dan *exhaust valve* dan sebagai pendinginan.

Menurut Hamrullah (2019:25) bahwa 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 sistim pelumasan yaitu:

#### 1) Sistem Percik

Sistem ini merupakan sistem 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 kedalam 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 sistim roda gigi. Pompa ini bekerja dengan suatu tekanan, minyak lumas mengalir melalui saluran percik menuju 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 sistim percik dibantu dengan sistim 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.

**e. Jenis-Jenis Pelumasan**

Menurut Hamrullah (2019:28) bahwa pelumasan dapat dibedakan menjadi 3 (tiga) macam sebagai berikut:

1) 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.

2) Pelumasan Hidrostatik,

Pelumasan Hidrostatik hanya akan tercapai, bila kedua permukaan gesekan memiliki kecepatan yang cukup tinggi satu terhadap yang lain. Pada waktu start jalan dan setelah berjalan dari poros dalam Bantalan, maka akan terjadi suatu periode pelumasan batas dalam setiap hal.

3) Pelumasan Batas

Pelumasan batas dalam mana terjadi hubungan langsung antara material poros dan bantalan akan membawa keausan dengan cepat dari material bantalan akan tetapi juga sering material poros.

**f. Prinsip Pelumasan pada Mesin Induk**

Menurut Hamrullah (2019:29) bahwa prinsip pelumasan pada mesin induk sebagai berikut :

- 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 ilner piston ring* dari pengaratan.
- 4) Mengurang keausan pada Bantalan (*Bearing*).

**g. Fungsi Minyak Pelumas**

Menurut Daryanto (2021:23) bahwa minyak lumas memiliki beberapa fungsi 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 hidrodinamik 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 akan 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 akan diserap permukaan logam. Kemampuan dan adhesi penyerapan molekul-molekul ini memberikan daya tahan pada logam.

Terlepas dari kemampuan pelumas, pelumas harus tahan lama, tahan panas dan tahan oksidasi. Minyak mineral, tumbuh-tumbuhan dan binatang atau lemak 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 (gaya tarik menarik antara partikel partikel yang sejenis) 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.

## **2. Mesin Induk**

Mesin Induk (*Main Propulsion Engine*) yaitu 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, ditempat penulis bekerja menggunakan motor diesel sebagai mesin penggerak utama kapal. (<http://www.marineinsight.com>)

Mesin diesel adalah pesawat pembakaran dalam (*internal combustion engine*), karena didalam mendapatkan energy potensial berupa panas untuk kerja mekaniknya diperoleh dari pembakaran bahan bakar yang dilaksanakan didalam pesawat itu sendiri, yaitu didalam silindernya. Sebagai mesin induk mesin diesel lebih menonjol dibandingkan jenis mesin induk kapal lainnya. Terutama konsumsi bahan bakar lebih hemat dan lebih mudah dalam mengoperasikannya. (<http://www.marineinsight.com>)

Menurut Jusak Johan Handoyo (2017:34), menyatakan bahwa Mesin diesel adalah satu pesawat yang mengubah energy potensial menjadi energy mekanik, atau juga disebut *Combustion Engine System*. Pembakaran/*combustion engine* dibagi dua yaitu;

- a. Mesin pembakaran dalam (*internal combustion*) adalah pesawat tenaga yang pembakarannya dilaksanakan didalam pesawat itu sendiri. Contoh: mesin diesel, mesin bensin, dan lain-lain.
- b. Mesin pembakaran luar (*eksternal combustion*) adalah pesawat tenaga, dimana pembakarannya diluar pesawat itu sendiri. Contoh ; turbin uap.

### **3. Perawatan**

#### **a. Definisi Perawatan**

Menurut Lasse (2019:51) bahwa pemeliharaan adalah kegiatan untuk memelihara atau menjaga fasilitas/peralatan pabrik dan mengadakan perbaikan atau penyesuaian/penggantian yang diperlukan agar supaya terdapat suatu keadaan operasi produksi yang memuaskan sesuai dengan apa yang direncanakan.

Menurut Jusak Johan Handoyo (2017:15) mendefinisikan bahwa perawatan sebagai suatu kegiatan dalam rangka memperbaiki alat-alat atau fasilitas-fasilitas yang rusak sehingga peralatan atau fasilitas tersebut di atas dapat berfungsi kembali seperti sedia kala.

Menurut Goenawan Danuasmoro (2018:12) menjelaskan bahwa perawatan adalah faktor paling penting dalam mempertahankan keandalan suatu peralatan. Semua tahu bahwa perawatan memerlukan biaya yang besar dan adalah sangat menggoda untuk selalu mencoba menunda pekerjaan perawatan agar dapat menghemat biaya. Namun jika dituruti godaan itu, akan segera disadari bahwa sebenarnya penundaan itu akan mengakibatkan kerusakan dan justru membutuhkan biaya perbaikan yang lebih besar dari biaya perawatan yang seharusnya dikeluarkan.

Dari keterangan-keterangan di atas, penulis menyimpulkan bahwa Perawatan dan perbaikan adalah kegiatan untuk merawat peralatan atau

fasilitas yang mengalami kerusakan supaya kegiatan operasi dapat berjalan kembali sesuai dengan yang direncanakan. Dan hal tersebut akan berjalan dengan lebih baik dan berhasil jika sebelumnya telah direncanakan terlebih dahulu dalam *Planned Maintenance System (PMS)*.

#### **b. Jenis-Jenis Perawatan**

Menurut Jusak Johan Handoyo (2017:35) bahwa perawatan dapat diklasifikasikan menjadi empat kelompok yaitu:

##### **1) Perawatan insidentil**

Perawatan insidentil perawatan yang membiarkan mesin bekerja sampai rusak, baru kemudian dilakukan perawatan atau perbaikan. Pada umumnya metode ini sangat mahal, oleh karena itu beberapa bentuk sistem perencanaan diterapkan dengan mempergunakan sistem perawatan berencana, tujuannya untuk memperkecil kerusakan, dan beban kerja dari suatu pekerjaan perawatan yang diperlukan.

##### **2) Perawatan terencana**

Perawatan terencana adalah perawatan yang dilakukan secara terencana pada mesin untuk dioperasikan setiap saat dibutuhkan. Perawatan berencana dibagi menjadi dua jenis yaitu :

##### **a) Perawatan korektif**

Perawatan korektif adalah perawatan yang ditujukan untuk memperbaiki kerusakan yang sudah diperkirakan, tetapi bukan untuk mencegah karena tidak ditujukan untuk alat-alat yang kritis, atau yang penting bagi keselamatan atau penghematan. Strategi ini membutuhkan perhitungan atau penilaian biaya dan ketersediaan suku cadang yang teratur.

##### **b) Perawatan pencegahan**

Perawatan pencegahan adalah perawatan yang ditujukan untuk mencegah kegagalan atau berkembangnya kerusakan, atau menemukan kegagalan sedini mungkin. Dapat dilakukan melalui

penyetelan secara berkala, rekondisi atau penggantian alat-alat atau berdasarkan pemantauan kondisi.

3) Perawatan berkala

Perawatan berkala biasanya melibatkan pembongkaran, penggantian suku cadang secara berkala terhadap mesin berdasarkan waktu pengoperasian atau jam kerja.

4) Perawatan berdasarkan pantauan kondisi (pemeliharaan prediktif)

Perawatan berdasarkan kondisi dilakukan berdasarkan hasil pengamatan (*monitoring*) dan analisa untuk menentukan kondisi dan kapan pemeliharaan akan dilaksanakan.

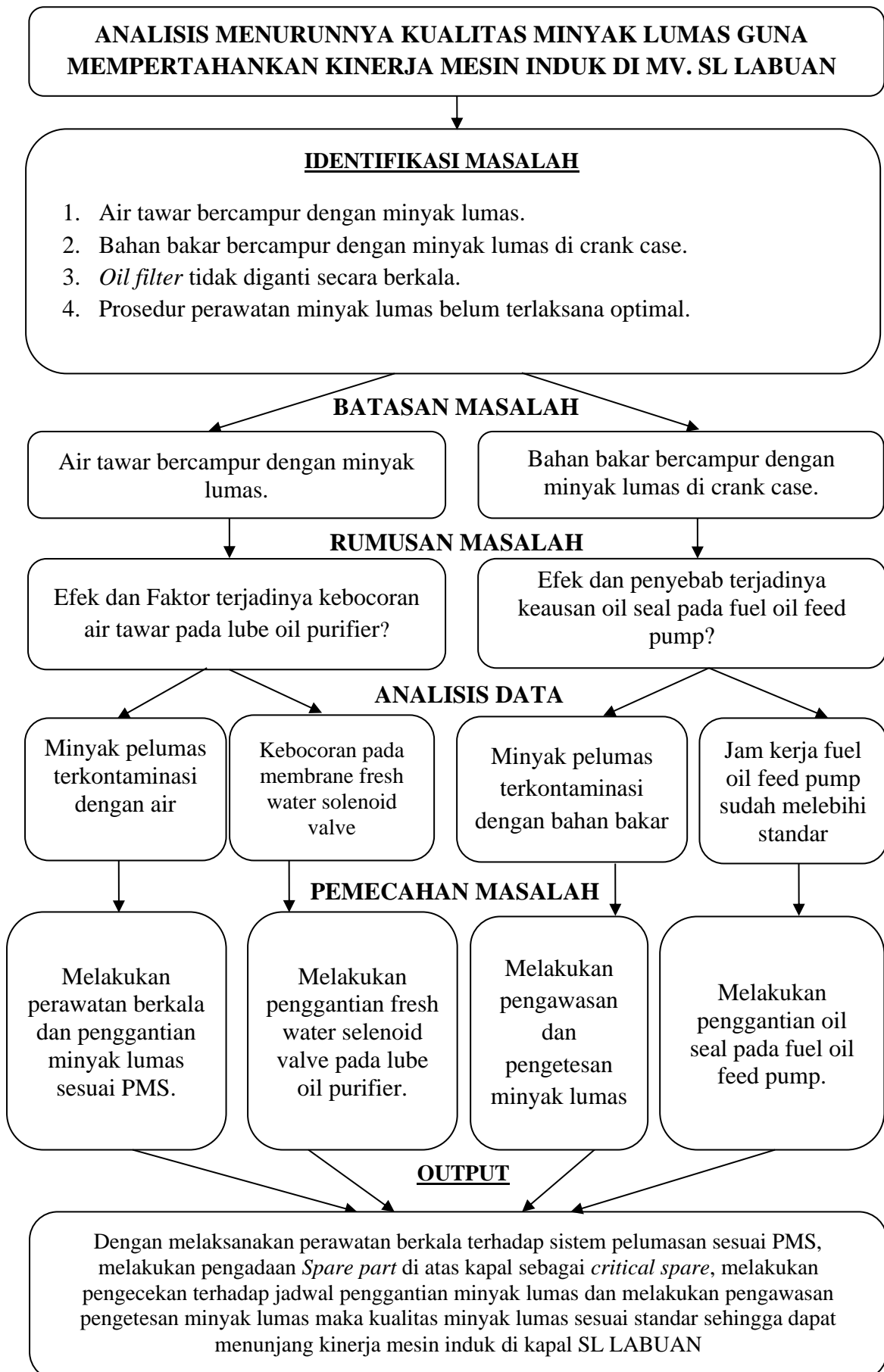
**c. Tujuan Perawatan**

Menurut Daryus A (2018:33) bahwa tujuan pemeliharaan atau perawatan yang utama dapat didefinisikan sebagai berikut :

- 1) Untuk memperpanjang kegunaan asset.
- 2) Untuk menjamin ketersediaan peralatan secara optimal yang dipasang untuk produksi dan mendapatkan laba investasi sebanyak mungkin.
- 3) Untuk menjamin kesiapan operasional dari seluruh peralatan yang diperlukan dalam keadaan darurat setiap waktu.
- 4) Untuk menjamin keselamatan orang yang menggunakan sarana tersebut.
- 5) Menjaga kualitas pada tingkat yang tepat untuk memenuhi apa yang dibutuhkan oleh produk itu sendiri dan kegiatan produksi yang tidak terganggu.
- 6) Untuk mencapai tingkat biaya pemeliharaan serendah mungkin, dengan melaksanakan kegiatan pemeliharaan secara efektif dan efisien.
- 7) Menghindari kegiatan pemeliharaan yang dapat membahayakan keselamatan para pekerja.

- 8) Mengadakan suatu kerja sama yang erat dengan fungsi-fungsi utama lainnya dari suatu perusahaan dalam rangka untuk mencapai tujuan utama perusahaan yaitu tingkat keuntungan (*return on investment*) yang sebaik mungkin dan total biaya yang terendah.

## B. KERANGKA PEMIKIRAN



## **BAB III**

### **ANALISIS DAN PEMBAHASAN**

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

Kapal SL LABUAN adalah kapal jenis *AHTS DP II* berbendera Singapore dengan *Gross tonnage* 1696 T. Fakta dan kondisi yang penulis jadikan temuan selama penulis bekerja di kapal SL LABUAN sebagai Second Engineer dari tanggal 12 Mei 2022 sampai dengan 19 Agustus 2022 untuk mendasari penyusunan makalah ini diantaranya yaitu :

##### **1. Air tawar bercampur dengan minyak lumas.**

Pada tanggal 25 Juli 2022 saat kapal dalam operasi *Oil Field* lepas pantai di Iraq, penulis menemukan bahwa telah terjadi kontaminasi minyak lumas dengan air tawar, hal ini bisa diketahui secara visual dengan perubahan warna pada minyak lumas berubah warna menjadi keputihan. Dari keadaan tersebut penulis mulai mengidentifikasi penyebab dari bercampurnya minyak lumas dengan air tersebut. Setelah melakukan identifikasi secara mendalam penulis menyimpulkan bahwa telah terjadi kebocoran dari *Membrane Fresh Water solenoid valve pada L.O Purifier* yang mengakibatkan air tawar masuk ke dalam *crankcase/sump port side main engine*. Dari kasus diatas, maka mesin induk harus tidak dioperasikan untuk sementara waktu. Sehingga kapal tidak boleh dioperasikan oleh pihak penyewa kapal dengan alasan keselamatan kerja karena kapal hanya memiliki satu mesin untuk olah gerak kapal. Setelah dilakukan pemeriksaan lebih lanjut tentang *Plan Maintenance System* di atas kapal, penulis juga menemukan bahwa jam kerja minyak lumas sudah diatas ambang batas yang telah di rekomendasikan oleh *engine maker*. Untuk Mesin dengan putaran menengah disarankan untuk melakukan pergantian minyak lumas dengan mengacu pada dua podoman yang dicantumkan di dalam *manual book* yaitu *running hour* berkisar 5000 jam dan menganalisa hasil yang

dikeluarkan oleh pihak laboratorium yang sudah mendapatkan *approval* oleh *engine maker*.

## **2. Bahan bakar bercampur dengan minyak lumas di crank case.**

Penulis mengidentifikasi sebelum tanggal 25 Juli 2022 yaitu saat minyak lumas terkontaminasi dengan air tawar, saat dilakukan test kekentalan minyak lumas menggunakan *Flow Test Kits* dari produsen pembuat oli mesin ditemukan kekentalan minyak lumas yang menurun. Hal ini dikarenakan minyak lumas terkontaminasi dengan bahan bakar yang dikarenakan adanya kebocoran fuel oil dari *oil seal fuel feed pump* mesin induk sehingga bahan bakar masuk kedalam *crankcase/sump port side main engine*. Penulis menemukan fakta lain bahwa jam kerja *Fuel oil Feed Pump* telah melebihi ambang batas dari yang direkomendasikan, yaitu 15.000 jam kerja. Hal tersebut adalah salah satu potensi terbesar terjadinya keausan *Oil seal* pada *Fuel Oil Feed Pump*. Selain itu, tes laboratorium secara berkala juga memiliki peran penting dalam mengontrol kualitas minyak lumas di atas kapal. Akan tetapi fakta di kapal bahwa tes laboratorium minyak lumas di atas kapal tidak dilakukan sesuai jadwal yang telah ditentukan. Hal tersebut di atas, 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 / *Planned Maintenance System (PMS)*. Penulis menemukan bahwa tes laboratorium minyak lumas tidak dilakukan sesuai PMS, dimana tes laboratorium minyak tidak dilakukan, yang seharusnya dilakukan setiap 90 hari sekali. Tujuan dilakukannya tes laboratorium itu sendiri adalah untuk mengetahui jenis dan seberapa banyaknya *metal particles* yang terkandung di dalam minyak lumas, untuk mengetahui zat-zat lain yang mengkontaminasi 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. Potassium Hidrokside per gram), yaitu seberapa besar jumlah kadar basa (alkali) yang terkandung dalam minyak lumas. Di mana kadar basa berfungsi untuk menetralkan kadar asam yang dihasilkan dari proses pembakaran di dalam ruang bakar yang masuk ke dalam crankcase melalui *blow-by* gas yang melewati ring piston. Selain asam masuk ke dalam crankcase melalui blowby,



asam dihasilkan di daerah lain dari mesin karena panas, oksidasi dan proses kimia lainnya. Proses menghasilkan asam akan terjadi terus menerus berlangsung pada penggunaan mesin, sedangkan kemampuan minyak lumas untuk menetralkan asam terbatas. Maka kadar *Total Base Number (TBN)* lama kelamaan akan menurun seiring meningkatnya kadar asam. Bila kadar TBN rendah maka kemampuan basa untuk melawan asam akan menurun yang dapat mengakibatkan peningkatan korosif dan keausan. Hal ini adalah salah satu alasan minyak lumas pada mesin harus diganti. Dalam upaya untuk keseimbangan TBN pada minyak lumas biasanya dijaga kisaran 12 sampai 16 untuk mesin diesel. Hasil analisis minyak lumas pada kondisi ideal dapat dilihat pada tabel 3.1. Dan pada kondisi setelah terkontaminasi dapat dilihat pada tabel 3.2.

Tabel 3.1 *Oil Analysis Report ( normal condition )*

Physical Test	Unit	Method	Test Value	
Visc@40C (*)	cSt	ASTM D6595	13.4	
Visc@100C (*)	cSt		130	
TBN D2896	Mg KOH/g		15.0	
Metal Additive				
Magnesium (Mg)	ppm	ASTM D 6595	35	
Calcium (Ca)	ppm	ASTM D 6595	4289	
Zinc (Zn)	ppm	ASTM D 6595	318	
Contaminant				
Lithium (Li)	ppm	ASTM D 6595	<1	
Silicon (Si)	ppm	ASTM D 6595	9	
Water	%	ASTM D 6595	0	
Wear Metal				
Iron (Fe)	ppm	ASTM D 6595	5	
Copper (Cu)	ppm	ASTM D 6595	<1	
Alumunium (Ai)	ppm	ASTM D 6595	1	
Chromium (Cr)	ppm	ASTM D 6595	< 1	
Nickle (Ni)	ppm	ASTM D 6595	< 1	
Tin (Sn)	ppm	ASTM D 6595	< 1	
Lead (Pb)	ppm	ASTM D 6595	< 1	

Tabel 3.2 *Oil Analysis Report ( abnormal condition )*

Physical Test	Unit	Method	Test Value	
Visc@40C (*) Visc@100C (*)	cSt cSt	ASTM D6595	11.4 100	Abnormal
TBN D2896	Mg KOH/g		15.0	
Metal Additive				
Magnesium (Mg)	ppm	ASTM D 6595	35	
Calcium (Ca)	ppm	ASTM D 6595	4289	
Zinc (Zn)	ppm	ASTM D 6595	318	
Contaminant				
Lithium (Li)	ppm	ASTM D 6595	<1	
Silicon (Si)	ppm	ASTM D 6595	9	
Water	%	ASTM D 6595	3.09/Abnormal	
Wear Metal				
Iron (Fe)	ppm	ASTM D 6595	5	
Copper (Cu)	ppm	ASTM D 6595	<1	
Alumunium (Ai)	ppm	ASTM D 6595	1	
Chromium (Cr)	ppm	ASTM D 6595	< 1	
Nickle (Ni)	ppm	ASTM D 6595	< 1	
Tin (Sn)	ppm	ASTM D 6595	< 1	
Lead (Pb)	ppm	ASTM D 6595	< 1	

Kadar *Total Base Number (TBN)* minyak lumas yang digunakan di atas kapal sesuai yang tercantum *Product Data Sheet* yang terlampir adalah 15 pada kondisi baru. Dari hasil beberapa kali tes laboratorium seperti yang terlampir kadar TBN minyak lumas pada mesin induk kisaran 12 sampai 16 setelah minyak lumas dipakai.

## B. ANALISIS DATA

Berdasarkan deskripsi data diatas, untuk mempermudah dalam mencari pemecahan masalahnya penulis perlu menganalisis penyebab dari masing-masing masaah tersebut, sebagai berikut :

### 1. Efek Dan Faktor Terjadinya Kebocoran Air Tawar Pada Lube Oil Purifier.

Penyebabnya adalah :

#### a. Minyak Pelumas Terkontaminasi dengan Air.

Adapaun efek minyak lumas terkontaminasi dengan air diantaranya sebagai berikut ;

- 1) Efek Pertama oli mesin bercampur air pada mesin induk yang pertama kali akan terjadi adalah warna oli mesin berubah menjadi putih seperti susu. Perubahan warna ini umum terjadi pada oli mesin yang bercampur air, baik itu air dari pendingin ataupun akibat kebocoran pada *lube oil purifier*. Perubahan warna oli mesin ini tentunya juga akan mempengaruhi kinerja oli mesin itu sendiri. Oli mesin akan menjadi lebih encer dan tidak dapat melindungi komponen mesin dari keausan dan kerusakan akibat gesekan.
- 2) Efek oli mesin bercampur air pada mesin induk yang kedua adalah tarikan mesin menjadi terasa lebih berat dari sebelumnya. Efek ini merupakan akibat dari kandungan air yang ikut terbawa bersama oli mesin dan ikut melumasi komponen-komponen mesin yang bergerak seperti pada piston, crankshaft, dan pompa oli. Seperti kita ketahui bahwa air bukanlah pelumas. Adanya kandungan air yang ikut terbawa oli mesin akan mengurangi volume oli mesin yang seharusnya melumasi bagian komponen mesin. Air ini tidak memiliki efek licin dan melindungi, bahkan air yang ada akan menghilangkan fungsi oli mesin sebagai pelicin dan pelumas. Akibatnya, gesekan pada komponen mesin yang bergerak dan berputar akan semakin kuat sehingga membuat tarikan mesin akan terasa lebih berat akibat daya gesek komponen mesin yang membesar.
- 3) Efek oli mesin bercampur air pada mesin yang ketiga adalah mesin induk menjadi cepat panas. Sama seperti pada poin ke dua diatas. Oli mesin yang bercampur air akan membuat gesekan komponen mesin menjadi lebih kuat dan lebih besar. Akibatnya, panas yang dihasilkan oleh gesekan tersebut juga akan semakin tinggi. Ditambah dengan suhu hasil pembakaran mesin, panas yang muncul dari hasil gesekan antar komponen mesin juga akan semakin tinggi. Akibatnya secara langsung akan membuat mesin menjadi cepat panas.
- 4) Efek oli mesin bercampur air pada mesin induk yang keempat adalah komponen mesin mudah keropos dan berkarat. Seperti yang kita

ketahui bahwa mayoritas komponen mesin induk menggunakan bahan besi cor atau campuran dari besi tuang (seperti misalnya pada *crankshaft*, *balance shaft*, *connecting rod*, hingga *silinder liner*. Komponen-komponen ini sangat rentan terhadap air dan panas karena dapat menimbulkan keropos dan karat. Keropos dan karat bisa saja terjadi terutama saat mesin tidak digunakan dalam waktu lama. Biasanya ditandai dengan macetnya putaran *crankshaft*. Jadi, jika oli mesin bercampur air ini tidak segera diperbaiki, maka komponen-komponen di dalam mesin ini menjadi mudah keropos dan berkarat.

- 5) Efek oli mesin bercampur air pada mesin induk yang kelima adalah munculnya endapan lumpur di bak penampungan oli mesin. Hal ini bisa terjadi akibat gram-gram sisa gesekan, rontokan karat, serta endapan air yang tertampung di dasar bak penampungan oli lambat laun akan berubah menjadi endapan lumpur. Endapan lumpur ini akan sangat berbahaya bagi kelancaran sirkulasi oli mesin yang ada. Jika endapan lumpur ini terhisap masuk ke saluran oli mesin, maka oli mesin bisa mampet sehingga tidak dapat bersirkulasi dan melumasi komponen mesin. Akibatnya, hal ini dapat menyebabkan kerusakan pada komponen yang bergesek seperti misalnya keausan pada pompa oli, keausan pada *crankshaft* ataupun dinding silinder mesin, bahkan merembet hingga kerusakan *camshaft*.

**b. Kebocoran Pada Membrane Fresh Water Solenoid Valve.**

Minyak lumas terkontaminasi dengan air sehingga kualitasnya tidak bagus disebabkan oleh *solenoid valve* pada *LO Purifier* untuk *sealing water operation* tidak kedap. Pada *LO Purifier* terdapat tiga buah *solenoid valve* yang masing masing memiliki fungsi di antaranya ; *sealing water operation*, *deslugging water operation* dan *operating water*. Dari semua *solenoid valve* tersebut dioperasikan secara otomatis. Perlu diketahui bahwa *solenoid valve* berfungsi mengalirkan air untuk mendukung kerja *LO Purifier*, dikarenakan air yang dialirkan kotor sehingga menyebabkan kerak-kerak.

Adanya kerak-kerak yang menyumbat sebuah lubang kecil pada *diaphragm* yang menyebabkan *diaphragm* tidak dapat menutup ketika *solenoid valve* tidak mendapat aliran arus sehingga terjadi kebocoran pada *solenoid valve*. *Solenoid valve* untuk *sealing water operation* yang tidak kedap menyebabkan terjadinya kebocoran sehingga air mengalir secara terus menerus pada sisi keluaran *LO Purifier* yang masuk kedalam *carter* mesin induk sehingga menyebabkan minyak lumas terkontaminasi dengan air. Masuknya air dalam jumlah besar yang bersamaan minyak lumas ke dalam *LO purifier*, maka air tidak dapat dipisahkan secara keseluruhan. Peristiwa ini terjadi terus menerus yang mengakibatkan jumlah kadar air di dalam minyak lumas meningkat. Hal ini diindikasikan volume *carter* yang meningkat dan warna minyak lumas berwarna keputih putihan.

Selain *solenoid valve* yang tidak berfungsi dengan baik, terjadinya kondensasi pada sistem pelumasan juga dapat menyebabkan minyak lumas terkontaminasi dengan air. Selain berfungsi sebagai pelumas, minyak lumas juga berfungsi sebagai pendingin di mana terjadi penyerapan panas pada permukaan bagian-bagian mesin yang panas yang dilewati minyak lumas sehingga terjadi pemanasan pada minyak lumas secara terus menerus. Adanya pemanasan di dalam sistem pelumasan secara terus menerus yang menghasilkan uap panas di mana lama kelamaan uap panas itu akan mengembun dan menjadi air. Peristiwa ini terjadi terus menerus sehingga air dari hasil kondensasi akan terkumpul menjadi banyak sehingga mengakibatkan minyak lumas terkontaminasi dengan air. Penggantian minyak pelumas yang selalu terlambat dari jam kerja dapat mempengaruhi *viscositas* minyak pelumas dimana minyak pelumas dari keadaan kental menjadi encer, hal ini dapat mempengaruhi dari kerja bantalan utama, maka harus di perhatikan khusus hal-hal perawatan minyak pelumas secara periodik dan konsisten. Namun penulis mengamati perawatan di minyak pelumas di atas kapal tidak sesuai yang di harapkan, pergantian minyak lumas di mesin induk seharusnya setiap 5.000 jam kerja harus diganti juga *filter* minyak lumas harus diganti, tetapi sudah 7.000 jam kerja minyak lumas belum diganti disebabkan mesin induk bekerja terus

menerus tanpa henti karena harus dalam posisi *DP mode* saat *diving* dan *R.O.V operation* sehingga penggantian minyak lumas ditunda.

Mesin induk di kapal SL LABUAN 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 terlalu encer atau viscositynya berkurang mesin induk bekerja terus menerus dengan daya penuh sehingga minyak lumas menjadi encer karena melumasi bagian-bagian mesin yang bergerak. 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 di kurangi, permukaan logam yang terlumasi akan mengurangi besar tenaga yang diperlukan akibat terserap gesekan, dan panas yang di timbulkan oleh gesekan akan berkurang, selain mempunyai tugas pokok pelumas juga mempunyai tugas tambahan yaitu sebagai penghantar panas.

Pada mesin putaran tinggi, panas akan 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 akan merusak daya lumas. Apabila daya lumas berkurang, maka gesekan akan 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. Pelumas atau (*lubricant* atau sering disebut *lube*) adalah suatu bahan yang berfungsi untuk mereduksi keausan antara dua permukaan benda bergerak yang saling bergesekan. Sifat kekentalan mempunyai dua sifat 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.

## 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.

*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 dikatan 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 sampai 0,0007 inc. Rendahnya tekanan minyak pelumas dan sirkulasi minyak merupakan salah satu faktor penyebab tidak sempurnanya pelumasan, mengakibatkan terjadinya kontak langsung antara permukaan bantalan dan *crankshaft* sehingga *film* minyak bantalan akan habis terkikis yang mengakibatkan terjadinya keausan pada mesin khususnya pada bantalan utama.

## 2. Bahan bakar bercampur dengan minyak lumas di crank case

Penyebabnya adalah :

**a. Minyak lumas terkontaminasi dengan bahan bakar.**

*Fuel Dilution* adalah peristiwa dimana bahan bakar yang masuk kedalam crankcase dan bercampur dengan oli mesin. *Fuel Dilution* sering terjadi di mesin diesel yang tidak dirawat dengan benar sesuai dengan PMS. *Fuel Dilution* sebenarnya adalah kejadian yang sangat umum terjadi pada mesin diesel. Meskipun umum terjadi banyak orang yang masih menyepelekan hal ini. Cara untuk mengetahui apakah mesin induk mengalami fuel dilution sangat mudah. Kita hanya perlu membuka dipstick atau penutup minyak lumas, teteskan pada kertas tisu perhatikan warna dan cium baunya. Jika berwarna lebih terang (sesuai bahan bakar yang digunakan) dan berbau solar, maka mesin induk positif mengalami fuel dilution. Test kekentalan minyak lumas bisa dilakukan diatas kapal dengan menggunakan lube oil flow stick yang merupakan alat buatan produsen minyak lumas untuk mengetahui tingkat kekentalan suatu pelumas. Jika sudah terjadi kontaminasi maka kita tidak boleh menyepelekan masalah ini. Dari berbagai bahasan yang ada, banyak yang bisa menyebabkan fuel dilution, tapi tidak ada yang menyebut oli mesin sebagai penyebabnya. Oli mesin justru korban fuel dilution sehingga menyebabkan masalah.

Bercampurnya oli dengan bahan bakar akan mengakibatkan banyak hal antara lain, sebagai berikut :

- 1) Oli menjadi cepat encer (viskositas turun).
- 2) Pelumasan yang kurang maksimal.
- 3) Gesekan antar komponen meningkat terutama di bagian liner dan piston.
- 4) Pelumas tidak mampu membersihkan mesin dengan baik.
- 5) Dapat menimbulkan kerak atau lapisan kuning di permukaan logam.
- 6) Berkurangnya tekanan oli.
- 7) Dapat menimbulkan asam dan korosi.
- 8) Terjadi ledakan didalam crankcase
- 9) Interval pergantian oli jadi lebih cepat.

Akibat dari fuel dilution sangat mengerikan. Oleh karena itu, kenali dengan baik penyebab bercampurnya bahan bakar dengan oli karena mencegah lebih baik daripada mengobati. Pelumasan yang terjadi pada bantalan



utama sangat penting karena area tersebut banyak menerima gesekan benda bergerak berputar. Bila gesekan tersebut tidak diperhatikan maka bisa timbul keausan dan menimbulkan panas akibat kurang berfungsinya sistem pelumasan. Metal duduk merupakan *bearing* yang terletak pada blok 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 logam ini tidak ikut berpindah tempat, tetapi berada atau berputar pada blok mesin.

Fungsi dari metal duduk ini adalah untuk menahan agar tidak terjadi lendutan 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 akan berdampak pada kondisi material dan efektifitas kerja bagian tersebut. Kebocoran bahan bakar dari *mechanical seal pada fuel feed pump* merupakan hal yang sukar diidentifikasi secara manual, hal ini menjadi pengingat untuk kita agar selalu memperhatikan masa pakai atau *running hours* dari setiap bagian mesin terutama bagian yang bergerak. Untuk memastikan bagus tidaknya kualitas minyak lumas, dapat dilakukan dengan melakukan tes laboratorium secara berkala. Akan tetapi fakta di lapangan tes laboratorium minyak lumas di atas kapal tidak dilakukan secara berkala. Hal ini disebabkan oleh banyak faktor diantaranya yaitu tidak tersedianya *oil sample kits* di atas kapal. Perlu diketahui bahwa untuk melakukan tes laboratorium minyak lumas dibutuhkan *oil sample kits*, sedangkan *oil sample kits* tersebut tidak tersedia di atas kapal sehingga tes laboratorium tidak dapat dilakukan.

Faktor penyebab tidak tersedianya *oil sample kits* di atas kapal diantaranya yaitu lambatnya pengiriman *oil sample kits* dari pihak kantor. Meskipun pihak kapal sudah mengirimkan permintaan *oil sample kits* suku cadang yang lain ke kantor / perusahaan sesuai dengan jadwal, akan tetapi terkadang pihak kantor / perusahaan kurang memperhatikannya atau kurang merespon permintaan *oil sample kits* tersebut. Akibatnya

ketersediaan *oil sample kits* di atas kapal kurang, sehingga jadwal tes laboratorium minyak lumas yang seharusnya dilakukan setiap 90 hari sekali tidak dapat dilakukan tepat waktu. Dalam pengambilan dan pengiriman contoh minyak lumas untuk tes laboratorium harus menggunakan semua perlengkapan dan mengikuti prosedur yang sudah ditetapkan oleh laboratorium termasuk keterangan pada label yang dipasang pada botol contoh minyak lumas.

Keterlambatan pengiriman *oil sample kits* ke kapal dipengaruhi karena lokasi kapal. Kapal beroperasi secara terus menerus di *offshore* sehingga pengiriman *oil sample kits* terhambat. Selain *oil sample kits* masih banyak suku cadang lain yang mengalami permasalahan yang sama. Faktor lain yang menyebabkan lambatnya pengiriman *oil sample kits* disebabkan komunikasi pihak darat / perusahaan dengan pihak kapal dalam pengadaan *oil sample kits* yang kurang baik. Permintaan *oil sample kits* di perusahaan biasanya dilaksanakan dalam 3 (tiga) bulan sekali. Pihak-pihak yang berhubungan dengan pengadaan *oil sample kits* yaitu pihak kapal dengan perusahaan. Dalam hal ini komunikasi yang kurang baik menjadi salah satu penyebab keterlambatan pengiriman *oil sample kits*.

**b. Jam Kerja Fuel Oil Feed Pump Sudah Melebihi Standar.**

Salah satu komponen dalam sistem bahan bakar adalah *fuel oil feed pump*, *Fuel oil feed pump* berfungsi untuk menghisap bahan bakar dari *fuel tank*, yang kemudian menekannya melalui saringan bahan bakar ke ruang pompa injeksi. Pompa ini disebut sebagai *feed* (pemberi) karena memang tugasnya adalah untuk menyediakan bahan bakar agar selalu siap sedia untuk pompa injeksi. Di beberapa tempat, *feed pump* ini juga disebut sebagai *fuel supply pump* atau pompa pensuplay bahan bakar atau priming pump. Kita tahu bahwa terdapat dua jenis pompa injeksi yang umum digunakan dalam sistem bahan bakar mesin diesel, yaitu tipe in-line dan tipe distributor. Kedua-duanya menggunakan *feed pump* yang berbeda. Pada dasarnya semua bagian mesin mempunyai masa pakai atau umur yang ditentukan dengan jam kerja, untuk *fuel oil feed pump* mesin induk SL Labuan direkomendasikan untuk dilakukan penggantian setiap 15.000 jam kerja. Fakta yang terjadi diatas kapal adalah jam kerja *fuel oil feed pump* sudah

melebihi ambang batas yang ditentukan oleh *maker*. Pada saat penelitian ini dilakukan bahwa jam kerja fuel oil feed pump sudah mendekati angka 20.000 jam kerja. Hal ini menyebabkan fuel oil feed pump tidak bisa bekerja secara maksimal, ini bisa ditandai dengan keausan oil seal pada fuel oil feed pump yang mengakibatkan bahan bakar bercampur dengan minyak lumas.

### C. PEMECAHAN MASALAH

Berdasarkan analisis data di atas, maka dapat diketahui alternatif pemecahan dari masing-masing masalah yang menjadi prioritas, sebagai berikut :

#### 1. Alternatif Pemecahan Masalah

##### a. Minyak Lumas Terkontaminasi Dengan Air.

Alternatif pemecahannya adalah :

##### 1) Melakukan Perawatan Berkala Dan Penggantian Minyak Lumas Sesuai PMS

Minyak lumas di mesin induk di kapal SL LABUAN menggunakan minyak lumas merek *Mobil Gard 412 SAE 40*. Sesuai instruksi *manual book* minyak lumas mempunyai batas jam kerja (*running hours*) 5.000 jam kerja. Setelah mencapai batas tersebut maka kekentalan (*viscosity*) minyak lumas menjadi berkurang / encer. Oleh karena itu, ABK mesin harus melakukan penggantian minyak lumas setiap 5.000 jam kerja agar kualitas minyak lumas tetap terjaga sehingga pelumasan pada mesin induk optimal.

Perlu diketahui bahwa sistem minyak pelumas di kapal menggunakan sistem pelumasan *sumptank* dan dilengkapi dengan *LO Purifier*, disamping itu juga dilengkapi dengan *LO Strainer* dan *LO Filter*. Selain itu *crew* mesin harus lebih teliti dalam merawat minyak pelumas pernah penulis menemukan sambungan pipa sistem minyak pelumas bocor karena baut pengikat longgar karena getaran sehingga mengakibatkan tekanan minyak pelumas naik turun karena kemasukan angin dalam sistem untuk itu seluruh *crew* mesin harus teliti dalam melaksanakan perawatan tidak hanya pada pergantian *filter* saja yang

diperhatikan namun pada sistim pelumasan dan tinggi level minyak lumas dalam mesin harus diperiksa.

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 SL LABUAN berdasarkan pengalaman yang dilakukan penulis, sistem yang digunakan adalah pelumasan tekan. Pada sistem ini pelumasan mengalirkan minyak dengan teratur ke tempat yang membutuhkan pelumasan.

Selanjutnya dilakukan perawatan pada bantalan utama mesin induk yang sudah aus. Normalnya *main bearing* mampu bertahan hingga 12.000 jam kerja, setelah itu harus diperiksa dan diganti baru setelah bantalan/metal mencapai 12.000 jam kerja harus diperiksa *clearance* metal maupun komponen mesin induk yang lain seperti ring oli dan ring kompresi piston harus diganti baru dan tidak ditunda-tunda perawatan dan pergantiannya. Pada kasus terjadinya kerusakan pada bantalan utama akibat gesekan dengan *journal bearing* dapat dilihat dari dua sudut pandang yaitu yang pertama dari pelumasan dan dari material *bearing* itu sendiri. Adapun langkah-langkahnya yaitu:

a) Pengecekan *clearance main bearing*

Sebelum melakukan penggantian dicek terlebih dahulu *clearance* pada *main bearing* melalui langkah-langkah sebagai berikut:

- (1) Buka *crankcase door*
- (2) Putar poros untuk memberi jalan masuk untuk *main bearing*.
- (3) Lakukan pengukuran pada bantalan dengan menggunakan *feeler gauge* atau pengukur ketebalan.

b) Pengecekan *clearance main bearing* setelah pemasangan

Metode yang biasa dilakukan diantaranya melalui pemasangan kawat timah yang akan dijadikan sebagai ukuran kerenggangan metal, maka harus memiliki panjang sesuai dengan lebar metal atau lebih, sehingga kita dapat mengetahui kerenggangan disemua permukaan metal. Diameter kawat timah yang akan digunakan adalah 1 mm. kawat timah disini adalah kawat yang memiliki tingkat kekerasan yang sangat rendah, ini bertujuan untuk memudahkan timah tersebut dapat terjepit pada saat baut pengikat *cap bearing* dikencangkan, sehingga memudahkan pada saat pengukuran kerenggangan, diameter kawat timah 1 mm.

Kunci momen (*torque wrench*) berfungsi untuk mengencangkan mur atau baut sesuai ukuran kekencangan tertentu. Pada kunci momen bagian ujungnya bisa dipasang kunci sok sesuai dengan ukuran mur atau baut yang dikencangkan, sedangkan pada ujung yang lain terdapat angka-angka yang menunjukkan kekencangan dari mur atau baut. Kunci momen digunakan untuk mempermudah penyamaan nilai kekencangan yang berbeda dapat dihindari.

c) Penggantian *Main bearing* dengan suku cadang yang asli (*original*)

Pemilihan material metal ini tentunya harus tetap sesuai dengan standar yang ditetapkan yang mana normalnya *main bearing* mampu bertahan hingga 12.000 jam kerja. Batas minimum suku cadang serta bagian-bagian yang termasuk pada *Critical Spare part*, untuk *Main bearing* sendiri termasuk ke dalam *Critical Spare Part* yang mana persediaan harus selalu ada minimal 1 pasang yaitu *Upper dan Lower*.hal ini penting untuk mencegah terjadinya kekosongan suku cadang pada saat hendak digunakan seperti pada kasus *main bearing* tersebut.

Dalam kasus dimana minyak lumas sudah terkontaminasi dengan air maka mau tidak mau harus dilakukan penggantian minyak lumas sesegera mungkin. Dan untuk membersihkan sisa-sisa

minyak lumas yang sudah bersirkulasi didalam mesin maka harus dilakukan flushing total sehingga efek dari kontaminasi bisa dibersihkan seutuhnya.

## **2) Melakukan Penggantian fresh water solenoid valve pada lube oil purifier**

Perawatan *Fresh water solenoid pada LO Purifier* yang tidak dilakukan tepat waktu, dapat mengakibatkan gangguan pada mesin induk pada saat dioperasikan, seperti terjadi kebocoran karena *Fresh water memberane* yang tidak kedap sehingga mengakibatkan minyak pelumas terkontaminasi dengan air tawar yang sangat pengaruh kepada performa mesin induk. Oleh karena itu, agar tidak terjadi kebocoran pada *Fresh water solenoid valve* yang tidak kedap maka perlu dilakukan penggantian *solenoid valve* yang sudah melebihi jam kerja (*running hours*) dengan *spare part* yang baru. Adapun penggantian *solenoid valve* sesuai dengan ketentuan maker yaitu 10.000 jam kerja. *Solenoid valve* yang sudah melebihi jam kerja tidak dapat berfungsi dengan baik, oleh karena itu setiap 10.000 jam kerja harus dilakukan penggantian agar tidak terjadi kebocoran. Dalam penggantian *solenoid valve* juga harus diperhatikan kualitas suku cadangnya, dimana penggantian harus menggunakan *genuine part*. Dalam melakukan perawatan pada permesinan kapal, dibutuhkan ketersediaan *spare part* yang berkualitas bagus (*genuine part*). Hal ini bertujuan agar sewaktu ditemukan kerusakan yang membutuhkan penggantian *spare part* maka dapat segera dilakukan penggantian sehingga tidak mengganggu operasional kapal. Apabila yang tersedia di atas kapal hanyalah *spare part* tidak *genuine* yang kualitasnya tidak seperti yang tertera dalam buku petunjuk atau *manual book*, maka membuat pekerjaan perawatan yang sudah ditentukan dalam PMS akan menjadi sia-sia, dikarenakan *spare part* tersebut akan mudah rusak kembali dan tidak awet apabila dilakukan pekerjaan yang berhubungan dengan peralatan tersebut. Solenoid valve pada LO Purifier untuk sealing water operation yang sudah tidak berfungsi dengan baik / tidak kedap menjadi salah satu yang menyebabkan minyak lumas terkontaminasi dengan air

sebagaimana telah dijelaskan pada analisis data di atas. Oleh karena itu, untuk mencegah terjadinya hal tersebut terulang lagi perlu dilakukan perawatan terhadap solenoid valve secara berkala sesuai dengan planned maintenance system (PMS). Dengan perawatan secara berkala dapat diketahui masalah yang akan terjadi sedini mungkin sehingga kerusakan yang berakibat fatal dapat dicegah. Solenoid valve yang digunakan adalah tipe diaphragm solenoid valve, dimana memiliki diaphragm yang terdapat lubang kecil. Lubang kecil tersebut untuk mengalirkan air ke atas bagian diaphragm yang berfungsi untuk menekan diaphragm ke bawah ketika solenoid valve tidak mendapatkan arus listrik. Kondisi air yang kotor melewati lubang kecil tersebut secara terus menerus yang menimbulkan kerak kerak di lubang kecil tersebut yang dapat menutup lubang kecil tersebut sehingga tidak ada tekanan dari bagian atas diaphragm ketika solenoid tidak mendapat aliran arus listrik sehingga valve tidak bias tertutup dengan rapat. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa tidak kedapnya *solenoid valve* pada *LO Purifier* untuk *sealing water operation* salah satunya disebabkan karena air yang masuk kotor yang mengandung lumpur. Untuk mengatasinya, maka *water supply* perlu dipasang tambahan filter air sehingga kotoran-kotoran yang terbawa air akan tersaring dan tidak dapat masuk ke dalam *solenoid valve* pada *LO Purifier* untuk *sealing water operation*. Sebagai upaya mengontrol minyak lumas tercampur dengan air yang disebabkan kebocoran *solenoid valve* pada *LO Purifier* maka perlu dipasang alarm untuk mendeteksi apabila terjadi kebocoran air pada *LO Purifier* water operation dengan dipasang pada sisi keluaran *LO Purifier*. Di mana alarm ini harus bisa mendeteksi kadar air di dalam minyak lumas. Terjadinya kondensasi pada sistem pelumasan menjadi salah satu faktor penyebab minyak lumas terkontaminasi dengan air. Khususnya apabila sistem ventilasi pada sump tank mesin induk tidak berfungsi dengan baik. Dalam pencegahan terjadinya proses kondensasi maka perlu dilakukan sirkulasi minyak lumas setelah mesin di matikan. Untuk membersihkan kandungan air pada minyak lumas yang ditimbulkan dari proses kondensasi, dapat dilakukan dengan cara

mengoperasikan LO Purifier secara terus menerus melalui heater. Untuk dapat menghasilkan proses pemisahan minyak lumas dari endapan lumpur dan air yang baik sebelum masuk ke dalam LO Purifier minyak lumas harus dilakukan pemanasan awal dengan suhu 85-90°C. Selain dilakukan pemanasan awal pada minyak lumas, penentuan besarnya diameter gravity disc sangat mempengaruhi hasil dari proses pemisahan minyak lumas yang baik. Ada beberapa faktor yang perlu diperhatikan dalam menentukan besarnya diameter *gravity disc* yang antara lain :

#### 1) Specific Gravity

Nilai *Specific Gravity* adalah tetap yang bisa kita temukan pada Product Data Sheet minyak lumas. *Specific Gravity* minyak lumas yang digunakan pada mesin induk di atas kapal adalah 0.903 sesuai pada Product Data Sheet yang terlampir.

#### 2) Temperatur minyak lumas

Temperatur minyak lumas yang akan dilakukan pemisahan dapat diatur secara otomatis pada thermostat yang terdapat pada heater unit.

#### 3) Jumlah aliran minyak lumas

Untuk mengatur jumlah aliran minyak lumas dapat dilakukan dengan mengatur besarnya pembukaan katub masuk dan katub kembalian (by pass) sehingga jumlah minyak lumas yang dialirkan oleh feed pump tidak semua masuk ke heater yang kemudian masuk ke purifier, tetapi sebagian kembali ke sump tank sehingga jumlah aliran minyak lumas bisa diatur sesuai dengan yang diinginkan. Dengan menerapkan tiga faktor tersebut di atas pada grafik seperti yang terlampir maka akan didapatkan besarnya diameter *gravity disc* yang tepat. Hal-hal tersebut di atas harus diperhatikan sehingga *LO Purifier* akan mendapatkan hasil pemisahan minyak lumas yang maksimal sehingga kinerja dan sistem perawatan *LO Purifier* harus mendapatkan perhatian yang serius. Dengan demikian pengoperasian *LO purifier* secara terus menerus dapat memisahkan kandungan air di dalam minyak lumas sehingga tidak menyebabkan minyak lumas terkontaminasi dengan air



dan mempunyai peranan penting dalam upaya peningkatan perawatan minyak lumas pada mesin induk.

**b. Minyak Pelumas Terkontaminasi Dengan Bahan Bakar.**

Alternatif pemecahannya adalah :

**1) Melakukan Pengawasan Dan Pengetesan Minyak Lumas**

Berbicara soal kualitas minyak lumas, juga perlu dilakukan tes laboratorium. Saat bekerja di atas kapal SL LABUAN sebagai Second 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 potassium Hidroxide per gram)*, yaitu seberapa besar jumlah kadar basa (*alkali*) yang terkandung dalam minyak lumas. Dimana kadar basa berfungsi untuk menetralkan kadar asam yang dihasilkan dari proses pembakaran didalam ruang bakar yang masuk ke dalam *crankcase*.

Proses menghasilkan asam akan terjadi terus menerus berlangsung pada penggunaan mesin, sedangkan kemampuan minyak lumas untuk menetralkan asam terbatas. Maka kadar *Total Base Number (TBN)* lama kelamaan akan menurun seiring meningkatnya kadar asam. Bila

kadar *TBN* rendah maka kemampuan basa untuk melawan asam akan menurun yang dapat mengakibatkan peningkatan korosif dan keausan. Hal ini adalah salah satu alasan minyak lumas pada mesin harus diganti dalam upaya untuk keseimbangan *TBN* pada minyak lumas biasanya dijaga kisaran 12 sampai 16 untuk mesin diesel. Kadar *Total Base Number (TBN)* minyak lumas yang dipakai di atas kapal sesuai yang tercantum product data sheet adalah 15 pada kondisi minyak lumas yang baru. Untuk pengetesan minyak lumas di Laboratorium menggunakan *Oil Analysis* sesuai yang direkomendasikan mobil dengan cara mengirim *Oil Sample* ke Laboratorium.

## **2) Melakukan Penggantian oil seal pada fuel oil feed pump.**

Perawatan permesinan di atas kapal akan berjalan lancar apabila didukung dengan adanya suku cadang yang memadai. Suku cadang sangat berperan penting dalam menunjang kelancaran perawatan dikarenakan sewaktu dilakukan perawatan yang membutuhkan penggantian, dapat dilakukan dengan mengganti suku cadang yang baru. Oleh karena itu, pihak perusahaan sudah seharusnya memenuhi kebutuhan suku cadang di atas kapal agar perawatan terencana dapat terlaksana sesuai dengan *Planned Maintenance System (PMS)*.

Begitu juga dengan *fuel oil feed pump*, untuk memastikan kualitas *fuel oil feed pump* bekerja dengan baik atau tidak perlu dilakukan perawatan pada system bahan bakar sesuai dengan *Planned Maintenance System (PMS)* sebagaimana telah dijelaskan pada analisis data di atas. Hal yang tidak boleh diabaikan adalah menjaga kualitas bahan bakar yang ada agar selalu dalam kondisi baik dan tidak terkontaminasi dengan kotoran ataupun residu yang bila mana kotoran dan residu tersebut memasuki *fuel feed pump* maka akan mengakibatkan keausan dini pada *gear pump* maupun pada *oil seal*. Dalam pengadaan suku cadang (*Fuel Oil Feed Pump*) juga sangat tergantung pada komunikasi antara kapal, kantor cabang dan kantor pusat secara terencana dan berkesinambungan. Komunikasi sangat penting karena beberapa pihak dilibatkan dalam pengambilan keputusan.

Pada kenyataannya sedikit sekali pemilik kapal menghitung kebutuhan yang diperlukan sesuai dengan standar perawatan kapal yang diharuskan. Disini sering terjadi kesalahpahaman antara pihak kapal dengan pemilik kapal, pihak perlengkapan dan unit pembelian barang, atau pihak bagian teknik di darat.

Agar tidak terjadi kesalahan dan keterlambatan pengiriman suku cadang ke kapal maka perusahaan perlu menjalin komunikasi yang baik dengan pihak kapal. Dengan demikian, perusahaan dapat segera mengirimkan suku cadang ke kapal sesuai permintaan, sehingga kegiatan perawatan di atas kapal dapat terlaksana sesuai dengan *Planned Maintenance System (PMS)*.

Dengan komunikasi yang sinergi antara perusahaan dengan pihak kapal dalam pengadaan suku cadang akan mengurangi dan memperkecil kesalahan dalam proses pengadaan suku cadang, hal ini dapat dilakukan komunikasi mulai dari :

- a) Jumlah suku cadang yang dibutuhkan dan tipe yang tepat dan benar.
- b) Pelaksanaan pencatatan pemakaian / pembukuan, dan segala macam bentuk administrasi yang diperlukan antara kapal dan perusahaan.

Oleh karena itu, pihak perusahaan perlu menciptakan dan memelihara komunikasi yang berkesinambungan dengan semua pihak yang terkait dengan pengadaan suku cadang, sehingga operasi kapal menjadi lancar. Komunikasi yang baik juga dapat meminimalkan kesalahpahaman yang mungkin timbul antara satu pihak dengan pihak lainnya.

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

### **a. Air tawar bercampur dengan minyak lumas.**

#### **1) Melakukan Perawatan Berkala Dan Penggantian Minyak Lumas Sesuai PMS.**

Keuntungannya :

Dengan perawatan berkala dapat diketahui kondisi minyak lumas dan sistem pelumasan secara keseluruhan sehingga dapat mencegah terjadinya kerusakan fatal, diketahui indikasi kerusakan sejak dini sehingga tidak menghambat operasional kapal. Spesifikasi minyak lumas sesuai standar juga dapat menunjang performa mesin induk.

Kerugiannya :

Perawatan berkala terkadang tidak tepat waktu karena berbenturan dengan jadwal operasional kapal. Dan penggantian minyak lumas dengan yang baru membutuhkan biaya relative mahal.

**2) Melakukan penggantian fresh water selenoid valve pada lube oil purifier.**

Keuntungannya :

Dengan tersedianya *spare part* yang cukup akan menunjang operasi kapal selalu dalam kondisi prima.

Kerugiannya :

Membutuhkan biaya untuk pengadaan *spare part* yang berefek pada nilai ekonomis perusahaan.

**b. Bahan bakar bercampur dengan minyak lumas di crank case.**

**1) Melakukan Pengawasan Dan Pengetesan Minyak Lumas**

Keuntungannya :

Pengetesan minyak lumas dilaksanakan secara maksimal sehingga hasil yang didapatkan sesuai yang diharapkan, yaitu sesuai standar spesifikasi.

Kerugiannya :

Membutuhkan peran perwira untuk melakukan pengawasan.

**2) Melakukan Penggantian oil seal pada fuel oil feed pump.**

Keuntungannya :

Ketersediaan *Fuel Oil Feed Pump* sebagai critical spare berguna untuk menjamin kelancaran pengoperasian kapal.

Kerugiannya :

Membutuhkan biaya dan peran perusahaan untuk mewujudkan tersedianya *spare fuel oil feed pump* diatas kapal sebagai *critical spare*.

### **3. Pemecahan Masalah yang Dipilih**

#### **a. Air tawar bercampur dengan minyak lumas.**

Berdasarkan evaluasi terhadap alternatif pemecahan masalah di atas, maka solusi yang dipilih untuk menjaga kualitas minyak lumas yaitu melaksanakan perawatan berkala terhadap sistem pelumasan mesin induk baik pada *lube oil purifier system* maupun pada mesin induk itu sendiri sesuai dengan PMS.

#### **b. Bahan bakar bercampur dengan minyak lumas di crank case.**

Berdasarkan evaluasi terhadap alternatif pemecahan masalah di atas, maka solusi yang dipilih yaitu melakukan penggantian *fuel oil feed pump* dengan yang baru dan melakukan pengadaan *spare fuel oil feed pump* sebagai salah satu bagian dari *critical spare* diatas kapal.

## **BAB IV**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **A. KESIMPULAN**

Dari pembahasan pada bab-bab sebelumnya, maka penulis dapat menarik beberapa kesimpulan, sebagai berikut :

1. Air tawar bercampur dengan minyak lumas disebabkan *Memberane fresh water solenoid valve pada LO purifier* yang tidak kedap dan tidak dilakukan perawatan secara maksimal pada sistem tersebut.
2. Bahan bakar bercampur dengan minyak lumas di crank case disebabkan oleh Oil seal pada *fuel oil feed pump* mengalami keausan akibat jam kerja sudah melampaui jam kerja yang direkomendasikan dari *engine maker* sehingga bahan bakar masuk ke sistem minyak lumas.

#### **B. SARAN**

Sebagai tindak lanjut dari suatu pemecahan masalah yang telah disimpulkan di atas, maka melalui kesempatan ini penulis menyampaikan beberapa saran kepada perusahaan khususnya *technical superintendent*, kepala kamar mesin beserta anggotanya dan untuk pembaca sebagai penambah wawasan agar dapat dipertimbangkan, antara lain sebagai berikut:

1. Seharusnya dilakukan perawatan dan penggantian *Memberane fresh water solenoid valve pada LO purifier* yang tidak kedap menggunakan *original Spare Part* dan dilakukan sesuai *planning maintenance system* serta berpedoman pada *manual book* mesin tersebut
2. Kepada perusahaan khususnya *Technical Superintendent* sebagai pengawas kelancaran operasional kapal bersama kepala kamar mesin harus melakukan pengadaan *spare Fuel Oil Feed Pump* di atas kapal dan dimasukkan kedalam daftar *critical spare*.

3. Hendaknya kebocoran pada *oil seal fuel feed pump* mesin induk dapat diantisipasi dengan penggantian *Fuel oil feed pump* sesuai dengan *running hours* yang telah ditentukan oleh *maker*.
4. Kepala Kamar Mesin sebagai penanggung jawab di atas kapal terhadap semua kegiatan bagian mesin harus melakukan pengawasan tes minyak lumas secara konsisten untuk memastikan hasil pengetesan minyak lumas tersebut dilakukan dengan baik.
5. Kepada Perusahaan hendaknya mensuplai minyak lumas dengan kualitas yang baik (sesuai standar) sesuai kebutuhan di atas kapal dan juga menyediakan *oil sample kits* untuk pengetesan minyak lumas sehingga minyak lumas yang digunakan berkualitas baik dan dapat menunjang kelancaran operasional mesin induk.

## DAFTAR PUSTAKA

- A, Daryus. (2018). *Manajemen Pemeliharaan Mesin*. Jakarta : Universitas Darma Persada
- Danuasmoro, Goenawan. (2018). *Manajemen Perawatan dan Perbaikan*. Jakarta : Yayasan Bina Citra Samudra
- Daryanto. (2021). *Sistem Pelumasan pada Motor Diesel*. Jakarta : Media Pustaka
- Hadiyanto. (2020). *SAE (Society of Automotive Engineers)*. Jurnal Lembaga Penelitian Minyak dan Gas Bumi (LEMIGAS)
- Hamrullah. (2019). *Analisis Sistem Pelumasan Terhadap Performa Motor Induk*. Jurnal Unimar AMNI Semarang
- Johan Handoyo, Jusak. (2017). *Motor Diesel Penggerak Utama Kapal*. Jakarta : Djangkar
- Lasse. (2019). *Manajemen Peralatan, Aspek Operasional dan Perawatan*. Jakarta: Rajawali.
- Moleong, Lexy J. (2017). *Metode Penelitian Kualitatif (Edisi Revisi)*. Jakarta : PT. Remaja Rosdakarya
- Rasyi. (2021). *Sistem Pelumasan Mesin Diesel*. Jurnal Unimar AMNI Semarang
- Suharto. (2019). *Analisis Tekanan Minyak Lumas Pada Mesin Diesel Generator*. Jurnal Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar
- Thomas, John F. (2019). *Management of Marine Fuels and Lubricating Oil, London Inc*



## SHIP PARTICULAR

**SL LABUAN**

Al Buhaira tower Buhaira Corniche P.O Box 5667, Sharjah U.A.E

**Classification:**

ABS + A1(E) + AMS DPS2 Fifi Class 1, Towing &amp; Anchor Handling

**General Particulars:**

Year Built	2010
Builder	Gujiang Shipbuilding Co, Ltd CSSC, China
Hull Number	GJ01-2008-06
Flag	Singapore
Port of Registry	Singapore
Official Number	396641
Call Sign	9V9108
IMO Number	9596480
MMSI Number	566031000

**Principal Dimensions:**

Length Overall	60.00m
Length B.P.	53.90m
Breadth (MLD)	16.00m
Depth (MLD)	6.00m
Draft	4.2m Min. / 5.47m from Skeg (Summer)
Lightship	1726.97t
Deadweight	1549.55t
Max. Displacement	3276.52t
GRT / NRT	1696t / 509t

**Machinery:**

Main Engines	2 x 3000BHP (2x2207kW) Yanmar 8N 280M-SV
Propellers	2 x Rexpeller Kawasaki KST-220ZC/A
Bow Thrusters	2 x 8.3t Thrust Kawasaki KT-88 B3
Generators	3 x 620kW Caterpillar AC 440V/3P/60Hz
Emer. Generator	1 x 91kW Levroy Somer AC 440/3P/60Hz

**Speed:** 11.5 Knots (Economy) / 13.5 Knots (Max)**Bollard Pull:** 73.7MT**Deck Cargo Capacity:**

Deck Area	400m2
Deck Strength	5T/m2
Deck Cargo	800MT (Deck Cargo VCG assumed=0.9m)

Prepared by: Capt. Frederick M. Engallado

**Discharge Capabilities:**

	<i>Tank Cap.</i>	<i>Discharge Cap.</i>
Fuel Oil	445m3	1 x 100m3/Hr @ 75m Head
Base Oil/Fuel Oil	77.60m3	1 x 100m3/Hr @ 75m Head
Liquid Mud	232.6m3	2 x 60m3/Hr @ 75m Head
Potable Water	322.0m3	1 x 100m3/Hr @ 75m Head
Drill Water/Ballast	679.6m3	1 x 100m3/Hr @ 75m Head
Dry Bulk/Compress.	4 x 45m3	2 x 50m3/min @ 5.6 Bar
Foam	17.20m3	1 x 300m3/Hr
Detergent/Dispersant	17.20m3	1 x 300m3/Hr

**Accommodations:**

Cabins 26 Berths: 4 x Single Bunk, 5 x Double Bunks and  
 3 x 4 men Bunks, Messroom for 24 Pax, Hospital, Recreation Room,  
 Instrument Room, Meeting Room, Laundry Room, Dry Prov. Store,  
 Freezer - 10.0m3 Chiller - 12.0m3

**Towing and Anchor Handling: with Camera Monitor**

McGregor Hyd. Anchor/Towing Winch Waterfall w/ Spooling Device	
Towing Drum Capacity	1000m x 58mm (1000m x 58mm)
Anchor Handling Drum Capacity	1000m x 58mm (120m x 58mm)
Spare Storage Reel Capacity	1000m x 58mm (1000m x 58mm)
Brake Holding - AH/T	200T / 200T
Line Pull @ 1st Layer	150T @ 4.5m/min
Towing Pin Karmoy Closed Type	SWL 200T
Stopper Pins Kamfork w/ Inserts	SWL 200T (38-102mm Inserts)
Stern Roller - 3.5m x 1.6m	SWL 250T

**Deck Equipment:**

Capstan - Electro Hydraulic	2 x 5T x 15m/min (McGregor)
Tugger Winch - Elect. Hydraulic	2 x 10T x 15m/min (Plimsoll)
Provision Crane - Palfinger	1 x 3T @ 1.7m / 0.6T @ 7.5m
Anchors - D-14 HHP	2 x 1.6T
Anchor Chain + Accessories	2 x 15 Shackle x 34mm
Anchor Windlass / Mooring Winch	1 x Elec. Hyd. w/ 2 Warping Head

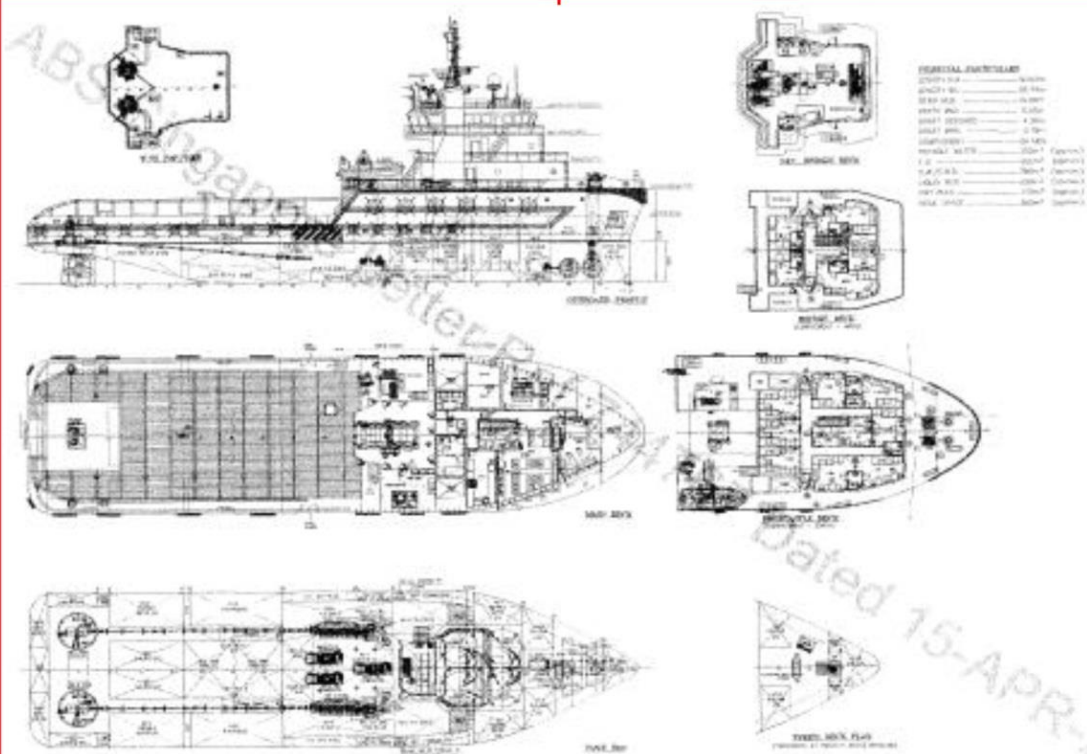
**Fire Fighting: Class 1 with Jet**

Monitor with Remote Control	2 x Water/Foam
Water / Foam	2 x 1,200m3/Hr / 1 x 300m3/Hr
Range of Throw / Height	120m @ 45m

above Deck)

Pump Capacity

2 x 1500m3/Hr



#### Dynamic Positioning:

(+)DPS 2 - Kongsberg K-Pos DP-2 & c-Joy

#### Navigation Equipment:

Radars	2 x Furuno ( 1 x FAR 2117 / 1 x FR 8122)
Echo Sounder	1 x Furuno FE 700
Echo Sounder	1 x Furuno RD-30 (Repeater)
GPS	1 x Furuno GP-150
Gyro Compass	2 x Simrad GC 80 with Repeaters
Auto Pilot	1 x Simrad AP 50 with Repeaters
Magnetic Compass	1 x Saura MR 150
Speedlog	1 x Furuno DS-80
Speedlog	1 x Furuno IR-205 (Repeater)
Current Indicator	1 x Furuno CI-88 with Repeater
AIS	1 x Furuno FA-150
Navtex	1 x Furuno NX-700
Weather Fax	1 x Furuno FAX-408
EPIRB	1 x McMurdo E5
Rescue SART	2 x McMurdo S4
Wind Anemometer	2 x Kongsberg OMC-139
H2s Gas Detection	5 x H2s / 5 x LEL Channel Fixed System
Port. H2S Detector	3 x Toxi RAE II
Port. O2 Detector	1 x Toxi RAE 3
Port. Loud Hailer	2 x JEC Megaphone SJM-740
Barometer	1 x Hanseatic
Azimuth Circles	2 x Hanseatic
Chronometer	1 x Polaris
Sextant	1 x Polaris
DGPS	2 x Veripos System
Clinometer	2 x Hanseatic
ALDIS Lamp	1 x Karl Dose GmbH HSL with Battery

#### Radio Equipment:

VHF Radio Telephone	3 x Furuno FM 8800S
Rig Move Radio	1 x ICOM IC-A210
Aviation Radio	1 x Motorola GM-338
MF/HF Telephone	1 x Furuno FS-2571C (GMDSS)
INMARSAT -C	2 X Furuno Felcom 15
SSAS Alert Unit	2 x Furuno IC 306/307
Handheld VHF	5 x Motorola GP328 (Deck Use)
Handheld VHF	1 x Standard Horizon HX370 (FRC Use)
Handheld VHF	1 X Motorola GM-338 (Medivac Use)
GMDSS Radio	3 x McMurdo R2
PA System	1 x Hanshin HPA-7300
Integrated Telephone	1 x Hanshin HX26
Sound Powered Telephone	1 x Hanshin HCT-12
Satellite Phone	1 x Mini-M Sailor T&T 3034B
Fleet Broadband Email	1 x Sailor T&T FBB 250
LRIT	1 X Furuno Felcom 15 SEI 456603110
Fanbeam	1 x Kongsberg Fanbeam 4.2

#### LSA / FFA Equipment:

Inflatable Liferaft	4 x 20 Pax Cap. / 1 x 6 Pax Cap.
FRC Solas Deisel	1 x 15 Pax Cap / 23 Knots Speed
Life Jackets	49 Pcs
Inflatable Lifejacket	15 Pcs
Line Throwing Apparatus	4 x Huahai HT-2
Parachute Flares	12 x Huahai HR-3
Daylight Smoke Signal	2 x Huahai HB-3
Port. Fire Extinguishers	17 x Foam / 16 x DP
EEBD	8 x Jiang Bo THB-15
Breathing Apparatus Sets	6 x Dongtai Jianghai RHZK 6/30 + Spare
Medical Oxygen	1 x Western Medica



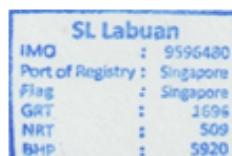
**Crew List**  
FRM-03-2-013  
Retention: 3 year

☒ Arrival

☐ Departure

Page:

1. Name of ship: <b>SL LABUAN</b> 2. INMARSAT -C number; <b>456603110</b>			2. Port of arrival / <b>ABOT (IRAQ)</b>		3. Date of arrival / departure: <b>08.02.2022</b>
4. Nationality of ship: <b>Singapore</b>			5. Port arrived from: <b>Khalid (UAE)</b>		6. Nature and number of identity document
7. No	8. Family name / given name	9. Rank or rating	10. Nationality	11. Date and place of birth	
1	Valerii Lytvynenko	Master	Ukrainian	05/12/1966 Ukraine	FP644715
2	Komar Vitaliy	Ch.Off	Ukrainian	08/12/1980 Ukraine	FF414449
3	Pekhteryev Olesiy	2nd Off	Ukrainian	20/09/1987 Ukraine	FU177544
4	Atamas Serhiy	Ch.Eng	Ukrainian	19/01/1988 Ukraine	FL107889
5	Bin Supriyadi Hermawan	2nd Eng	Indonesian	15/07/1985 Magelang	C3362300
6	Charikov Petr	3rd Eng	Russian	08/09/1984 USSR	754751941
7	Soldatov Konstantin	ETO	Russian	09/11/1981 USSR	732775708
8	Aritonang Indra Yunus	Bosun	Indonesian	05/06/1986 Jakarta	C7574304
9	Subere Dennis	AB-1	Filipino	31/03/1984 Bago City	P446797B
10	Raul Felicitas	AB-2	Filipino	11/11/1982 Gingoog Mis Or	P34760488
11	Mohamed Kamel E.M	OS	Egyptian	20/06/1995 Alexandria	A23191045
12	Danilo P. Navarro	Oiler-1	Filipino	10/10/1963 Laua-An Antique	P8763438B
13	Lieby Ramelo	Oiler-2	Filipino	01/11/1987 Manila	P8644088B
14	Fabiao Joso Mutisse	Oiler-3	Mozambicana	26/07/1988 Maputo	AB0975439
15	Irwan	AHM- Cook	Indonesian	06/07/1986 Palembang	C1180572
16	Pamak Pravin Ramu	AHM-Stwd	Indian	28/05/1986 India	N7117331



Masters Signature

Ship Stamp

 15/07/2022  
Date

## Product Data Sheet

### **Mobilgard 12 Series** Marine and Industrial Diesel Engine Oils

#### **Product Description**

Mobilgard 12 Series oils are formulated to have excellent resistance to oxidation and viscosity increase over a long period of service. They have superior water separating properties and provide excellent corrosion protection.

Mobilgard 12 Series oils have also been tested against all API requirements for CD rating and gave a full pass in all tests.

Mobilgard 12 Series oils are formulated with base oils having proven successful performance in diesel engines. The additive system is balanced to provide excellent resistance to thermal degradation under moderately severe operating conditions combined with good engine cleanliness and superior wear protection.

#### **Benefits**

Mobilgard 12 Series offer the following benefits :

- Extended periods between inspections, overhaul and cleaning
- Increased protection against corrosive wear
- Increased oil service life
- Cleaner engines

#### **Application**

Mobilgard 12 Series diesel engine oils are intended for use as cylinder and bearing lubricants in marine and industrial diesel engines operating on distillate fuels or light fuel blends. They may be used as crankcase lubricants in large crosshead type diesel engines operating on high sulphur fuels. Mobilgard 512 is recommended by some builders as a running-in oil for crosshead type engines. The primary, and proven particularly effective, recommendations for these oils are in small bore, high speed truck engines in fishing fleets; the new more severe service engines and in many types of medium speed engines.





Bureau Veritas OCM -  
12km National Road Athens-Lamia, - GR, 14452  
+30 2141006800

## Sample Analysis Report

Status: NORMAL

Account Information	Sample Information	Other Sample Information
Lab Customer ID#: 452751 Company Name: <u>SL LABUAN</u> Company Worksite: Operational- MEIS Company Address:	Lab No.: 202206200097 Sample Tracking #: Sample Date: May 19, 2022 Received Date: Jun 15, 2022 Completed Date: Jun 20, 2022	PQ No.: Work Order No.: Reference No.: 7715684  Make Up Oil Amount: 200
Unit Information	Component Information	Fluid Information
Unit ID: <u>SL LABUAN</u> Unit Mfg: - Unit Model: OSV Unit Serial#: 143 Unit Worksite: Operational- MEIS	Cpnt. Description: <u>Engine_Main_PS_LUBRICATION</u> Cpnt. Mfg: Yanmar Cpnt. Model: 8N280-SV Cpnt. Serial#: Cpnt. Type: MAIN ENGINE	Fluid Manufacturer: MOBIL Fluid Brand/Product: MOBILGARD 412 Fluid Grade: SAE 40

## Maintenance Recommendations for Lab No.: 202206200097

Evaluated By: Charles Gay - Data Analyst

ANALYSIS INDICATES COMPONENT &amp; LUBRICANT CONDITIONS ARE ACCEPTABLE. RESAMPLE at the next scheduled interval.

(RDE-AES) ASTM D6595																							
LAB NO.	SAMPLE DRAWN	Wear Metals						Contaminants												Additives			
		Aluminum	Chromium	Copper	Iron	Lead	Tin	Boron	Sodium	Silicon	Lithium	Molybdenum	Nickel	Titanium	Silver	Manganese	Vanadium	Barium	Antimony	Zinc	Phosphorus	Calcium	Magnesium
0097	19/05/2022	1	<1	<1	5	<1	<1	<1	2	9	<1	<1	<1	<1	<1	<1.0	<1	<1	<1	318	225	4289	35
0265	27/09/2021	1	<1	<1	4	1	<1	<1	3	6	<1	1	<1	<1	<1	1.0	<1	<1	<1	353	231	4141	29
0241	19/06/2021	2	1	1	3	1	<1	<1	5	5	1	<1	<1	1	<1	<1.0	<1	<1	<1	287	207	4592	22
0073	10/03/2021	2	<1	<1	7	1	<1	<1	4	6	<1	<1	<1	1	<1	<1.0	1	<1	<1	328	244	4950	28
0121	25/11/2020	1	<1	<1	4	<1	<1	<1	4	6	<1	<1	<1	<1	<1	<1.0	<1	<1	<1	300	187	3744	29
0001	02/09/2020	<1	<1	<1	5	<1	<1	<1	3	5	<1	<1	<1	<1	<1	<1.0	2	<1	2	335	214	5950	24

SAMPLE INFORMATION							FLUID PROPERTIES/CONTAMINANTS								
LAB NO.	SAMPLE DRAWN	UNIT TIME	FLUID TIME	UOM	FILTER CHG.	LUBE SERVICE	KF-D6304 % Water	Viscosity @ 100°C cSt	Viscosity @ 40°C cSt	Visc Grade	Viscosity Index	TBN-D2896	D4055 Insolubles	Flash Pt. Open Cup °C	PQ Index
0097	19/05/2022	20574	335	HR	Yes	F	0.09	13.4	130.0	40	98	15.00	0.270	>200	<1.0
0265	27/09/2021	19890	19890	HR	Yes	F	0.13	12.7	118.6	40	99	13.80	0.300	>200	<1.0
0241	19/06/2021	19670	19670	HR	Yes	F	0.08	12.8	118.9	40	100	13.46	0.390	>200	<1.0
0073	10/03/2021	19317	19317	HR	Yes	F	0.05	13.0	121.3	40	100	13.74	0.330	>200	5
0121	25/11/2020	19010	19010	HR	Yes	F	0.07	12.7	126.6	40	91	15.22	0.440	>200	<1.0
0001	02/09/2020	18736	18736	HR	Yes	F	0.09	12.5 *	115.1	30 *	99	14.37	0.310	>200	<1.0

KEY: UoM - Unit of Measure Y - Yes N - No C - Changed S - Sampled &gt; - Greater Than &lt; - Less Than NR - Not Reported (M) - Modified Method

This analysis is intended as an aid in predicting mechanical wear. Test results, maintenance recommendations and accuracy are affected by customer provided samples, equipment identification, maintenance history and apply only to this sample as provided. No guarantee, expressed or implied, is made against failure of this piece of equipment or a component thereof. The ultimate responsibility for the maintenance of this piece of equipment and all of its components is the responsibility of the equipment owner.

Testing performed by Bureau Veritas, an ISO/IEC 17025:2017 accredited laboratory by ANAB. Certificate and scope of accredited methods can be found at <https://oil-testing.com/iso-17025-quality-program/>. †: Not in scope of accreditation. For further details outsourced testing, contact the laboratory directly. For a list of tests and associated methodologies, refer to <http://www.bureauveritas.com/oil-analysis>.

[www.bureauveritas.com/oil-analysis](http://www.bureauveritas.com/oil-analysis)

Page 1 of 1

© Copyright 2016, Bureau Veritas



Bureau Veritas OCM -  
12km National Road Athens-Lamia, - GR, 14452  
+30 2141006800

## Sample Analysis Report

Status:  
**ABNORMAL**

Account Information	Sample Information	Other Sample Information
Lab Customer ID#: 452751 Company Name: <u>SL LABUAN</u> Company Worksite: Operational - MEIS Company Address:	Lab No.: 202206200111 Sample Tracking #: Sample Date July 27, 2022 Received Date: August 14, 2022 Completed Date: August 14, 2022	PO No.: Work Order No.: Reference No.: 7715684  Make Up Oil Amount: 200
Unit Information	Component Information	Fluid Information
Unit ID: <u>SL LABUAN</u> Unit Mfg: - Unit Model: OSV Unit Serial #: 143 Unit Worksite: Operational - MEIS	Cpnt. Description: <u>Engine Main PG LUBRICATION</u> Cpnt. Mfg: Yanmar Cpnt. Model: 8N280-SV Cpnt. Serial #: Cpnt. Type: MAIN ENGINE	Fluid Manufacturer: MOBIL Fluid Brand/Product: MOBILGARD 412 Fluid Grade: SAE 40

## Maintenance Recommendations for Lab No.: 202206200111

Evaluated By: Charles Gay - Data Analyst

ANALYSIS INDICATES COMPONENT & LUBRICANT CONDITIONS ARE ABNORMAL. HIGH FRESH WATER CONTAMINATION. RESAMPLE at the next scheduled interval.

## (RDE-AES) ASTM D6595

		Wear Metals						Contaminants										Additives							
LAB NO.	SAMPLE DRAWN	Fe	Co	Cr	Mo	Si	Al	Na	Ca	Mg	Al	Fe	Co	Cr	Mo	Si	Al	Na	Ca	Mg	Al	Na	Ca	Mg	Al
0111	27/07/2022	1	<1	<1	5	<1	<1	<1	2	9	<1	<1	<1	<1	<1.0	<1	<1	<1	<1	<1	318	225	4289	35	
0097	19/05/2022	1	<1	<1	4	1	<1	<1	3	6	<1	1	<1	<1	<1	1.0	<1	<1	<1	<1	353	231	4141	29	
0265	27/09/2021	2	1	1	3	1	<1	<1	5	5	1	<1	<1	1	<1	<1.0	<1	<1	<1	<1	287	207	4592	22	
0241	19/06/2021	2	<1	<1	7	1	<1	<1	4	6	<1	<1	<1	1	<1	<1.0	1	<1	<1	<1	328	244	4950	28	
0073	10/03/2021	1	<1	<1	4	<1	<1	<1	4	6	<1	<1	<1	<1	<1	<1.0	<1	<1	<1	<1	300	187	3744	29	
0121	25/11/2020	<1	<1	<1	5	<1	<1	<1	3	5	<1	<1	<1	<1	<1	<1.0	2	<1	2	335	214	5950	24		

										FLUID PROPERTIES/CONTAMINANTS									
LAB SAMPLE UNIT NO.		FLUID TIME		UOW	FILTER CHG.	LUBE SERVICE	KF-D6304	Viscosity @ 100°C		Viscosity @ 40°C		Visc	Viscosity	TBN-D2896	D4055	Flash Pt. Open Cup	PQ		
DRAWN TIME		TIME					% Water	cSt	cSt	Grade	Index				Insolubles	°C	Index		
27/07/2022 21067 0067		335		HR	Yes	F	3.09	11.4	100.0	40	98		18.00		0.270	>200	<1.0		
19/05/2022 20574 0265		19890		HR	Yes	F	0.13	12.7	118.6	40	99		13.80		0.300	>200	<1.0		
27/09/2021 19890 0241		19670		HR	Yes	F	0.08	12.8	118.9	40	100		13.46		0.390	>200	<1.0		
19/06/2021 19670 0073		19317		HR	Yes	F	0.05	13.0	121.3	40	100		13.74		0.330	>200	5		
10/03/2021 19317 0121		19010		HR	Yes	F	0.07	12.7	126.6	40	91		15.22		0.440	>200	<1.0		

KEY: UOW - Unit of Measure Y - Yes N - No C - Change S - Sample > - Greater Than < - Less Than NR - Not Reported (S) - Standard Method

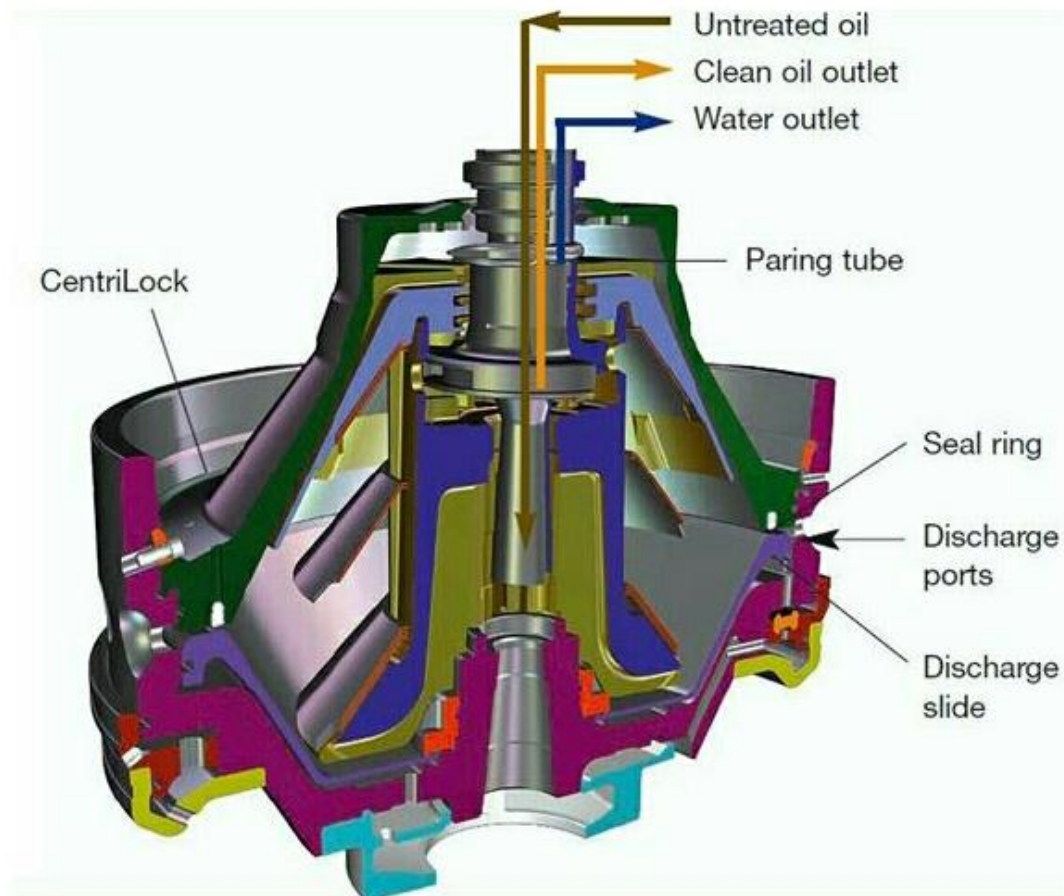
This analysis is intended as an aid in predicting mechanical wear. Test results, maintenance recommendations and accuracy are affected by customer provided samples, equipment identification, maintenance history and apply only to this sample as provided. No guarantee, expressed or implied, is made against failure of this piece of equipment or a component thereof. The ultimate responsibility for the maintenance of this piece of equipment and all its components is the responsibility of the equipment owner.

Testing performed by Bureau Veritas, an ISO/IEC 17025:2017 accredited laboratory by ANAB. Certificate and scope of accredited methods can be found at <https://oil-testing.com/iso-17025-quality-program/>; †: Not in scope of accreditation. For further details outsourced testing, contact the laboratory directly. For a list of tests and associated methodologies, refer to <http://www.bureauveritas.com/oil-analysis>.

[www.bureauveritas.com/oil-analysis](http://www.bureauveritas.com/oil-analysis)

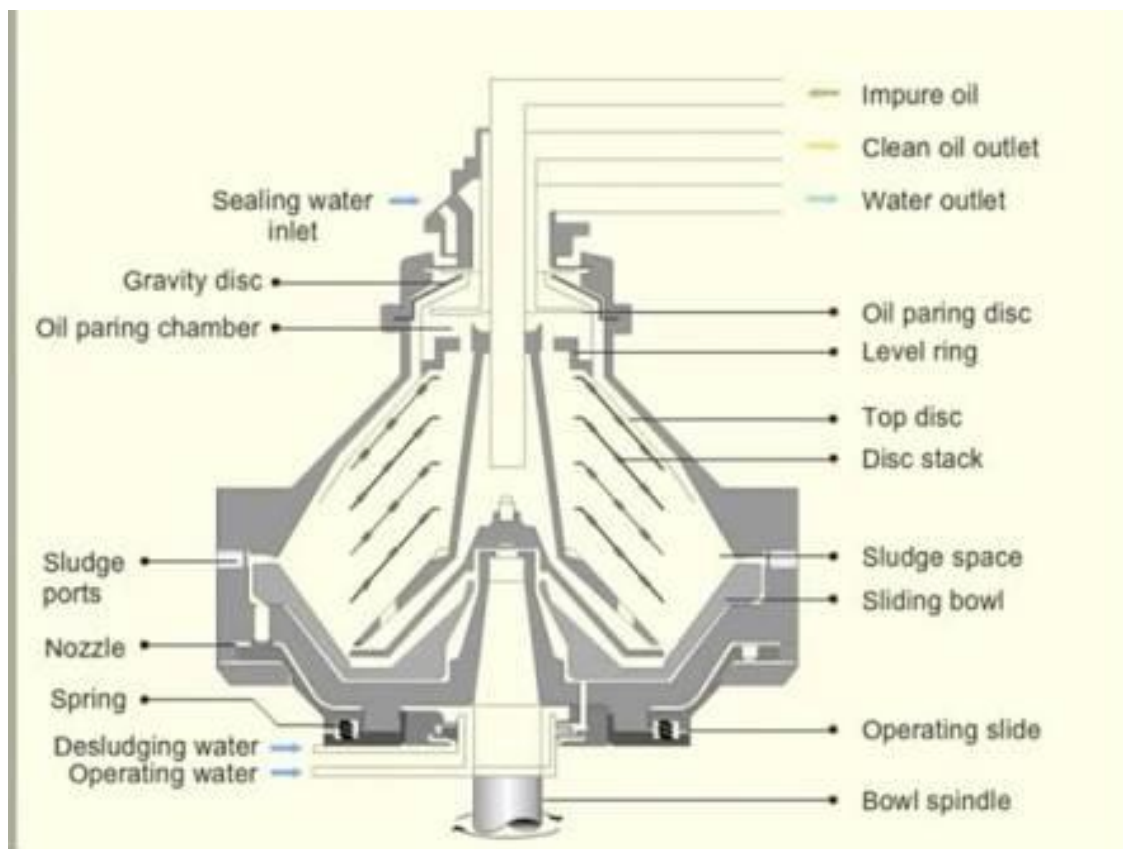


Gambar Lub Oil Water Content Test Kits

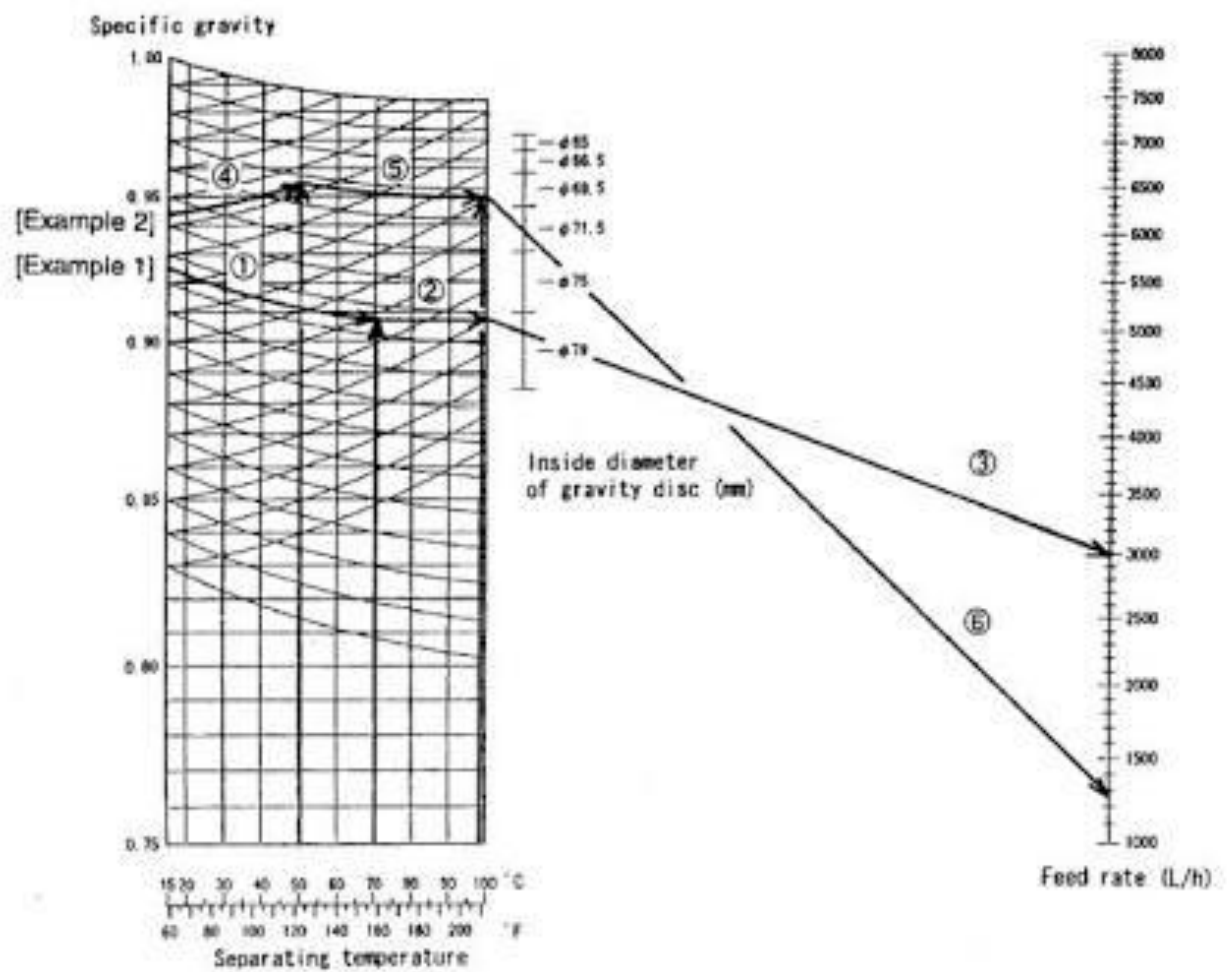


Gambar Penampang Sampung LO purifier

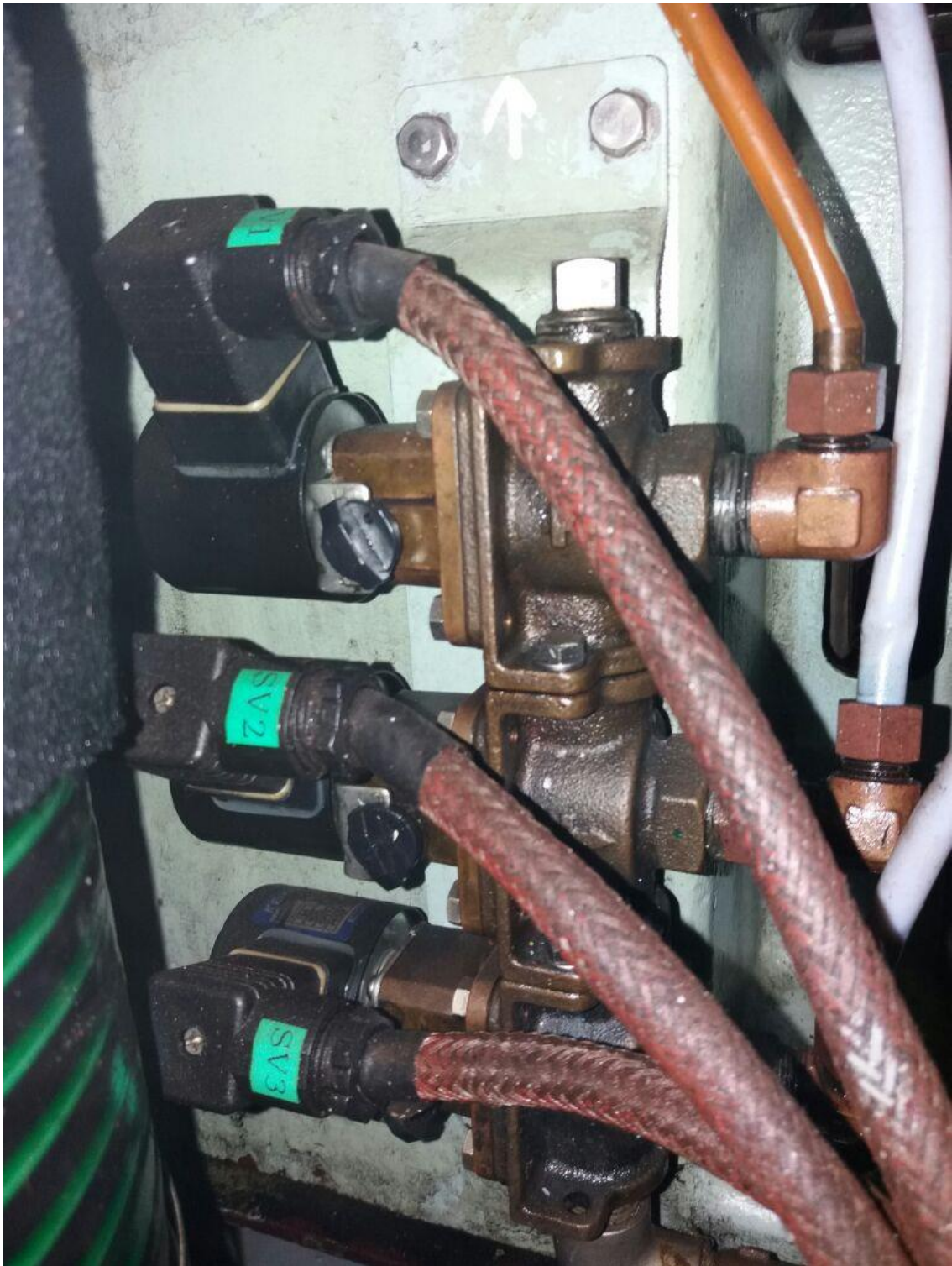




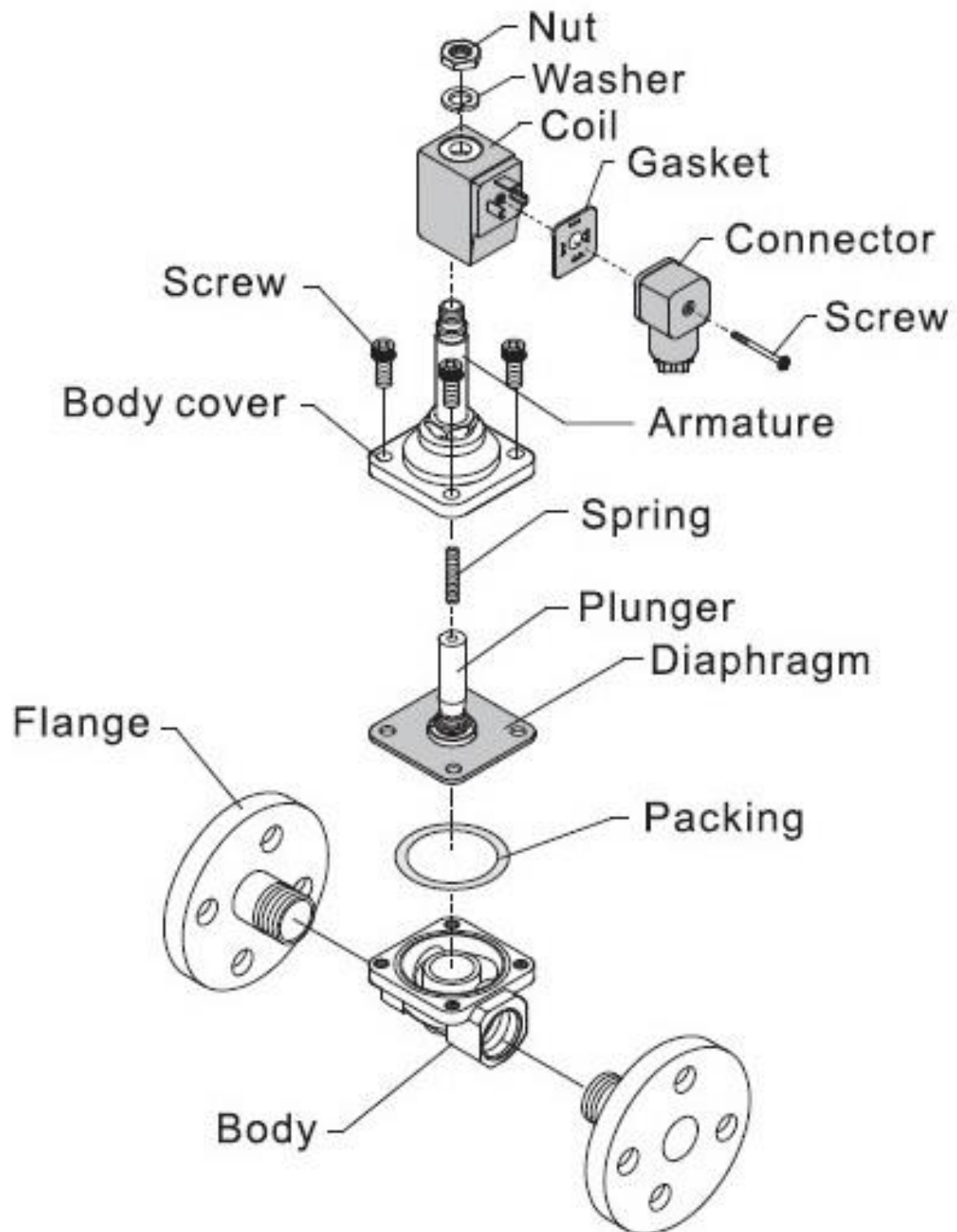
Gambar Bagian-Bagian Purifier



Grafik Untuk Menentukan Diameter Gravity Disc



Gambar Rangkaian Selenoid Valve



Gambar Bagian-Bagian Selenoid valve

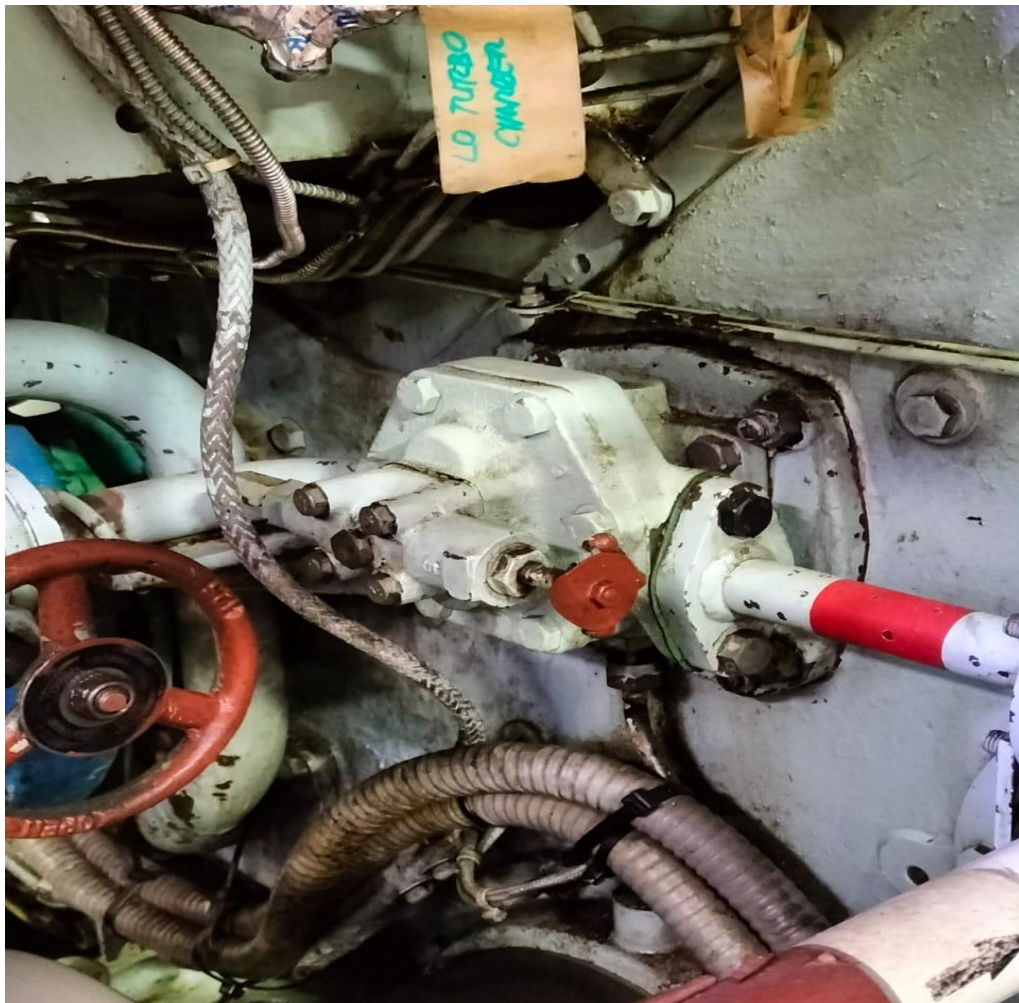


Gambar Diagram of Selenoid Valve





Gambar Oil Seal Fuel Oil Feed Pump



Gambar Lokasi Fuel Oil Feed Pump

## DAFTAR ISTILAH

Anak Buah Kapal (ABK)	: Semua personil yang bekerja di atas kapal selain Nahkoda.
<i>Bearing</i>	: Bantalan yang berfungsi sebagai penyangga rotor sehingga dapat membatasi gerak relatif antara dua atau lebih komponen mesin agar selalu bergerak pada arah yang diinginkan.
<i>Centrifugal</i> (Sentrifugal)	: Gaya yang arahnya keluar dan terjadi pada benda yang bergerak pada bidang lengkung atau benda yang melingkar beraturan.
<i>Crankshaft</i>	: Dikenal juga dengan istilah poros engkol yaitu sebuah bagian pada mesin yang mengubah gerak vertikal/horizontal dari piston menjadi gerak rotasi (putaran)
<i>Cylinder</i>	: Bagian dari komponen mesin untuk tempat bergeraknya torak dan piston di dalamnya, dan merupakan tempat berlangsungnya pembakaran
<i>Density</i>	: Berat jenis oli pelumas pada kondisi dan <i>temperature</i> tertentu
<i>Flash Point</i>	: Suhu terendah pada waktu minyak pelumas menyala seketika
<i>Gravity Disc</i>	: Bagian dari Purifier yang berfungsi mengontrol kualitas keluaran minyak dari hasil pemisahan.
<i>LO purifier</i>	: Alat yang berfungsi memisahkan kotoran dan air dengan minyak dengan gaya sentrifugal
<i>Main Bearing</i>	: <i>Bearing</i> yang terletak pada block mesin sebagai tumpuan utama bagi crankshaft yang berputar.



<i>Oil Sample</i>	: Sebuah perlengkapan yang digunakan untuk mengambil contoh minyak lumas yang dikirim ke laboratorium untuk dilakukan analisis.
<i>PMS (Planned Maintenance System)</i>	: Sistem perawatan berencana, sistem perawatan permesinan kapal yang direncanakan, secara teratur, tertata, terdokumentasi dan memenuhi pelaporan secara berkesinambungan kepada manajemen dengan baik.
<i>Pour Point</i>	: suhu terendah dimana suatu cairan mulai tidak bisa mengalir dan kemudian menjadi beku
<i>Product Data Sheet</i>	: Dokumen yang berisi tentang informasi sebuah produk secara detail yang dikeluarkan dari pabrik pembuatnya.
<i>Sea Chest</i>	: Tempat isapan air laut sebelum diisap oleh pompa.
<i>Strainer</i>	: Saringan pencegah kotoran agar tidak masuk ke dalam sistem.
<i>Total Base Number (TBN)</i>	: Ukuran jumlah kadar basa (alkali) yang menetralkan kadar asam pada pelumas di minyak lumas mesin.
<i>Viscosity</i>	: Kekentalan suatu minyak pelumas adalah pengukuran dari mengalirnya bahan cair dari minyak pelumas, dihitung dalam ukuran standard.