

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



MAKALAH

**OPTIMALISASI PERAWATAN SISTEM PELUMASAN
GUNA MENUNJANG PERFORMA MESIN INDUK
PADA MV. PELICAN GEM**

Oleh :

YALFIT ALBAR
NIS. 01991/T-I

PROGRAM PENDIDIKAN DIKLAT PELAUT - 1

JAKARTA

2023

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



**MAKALAH
OPTIMALISASI PERAWATAN SISTEM PELUMASAN
GUNA MENUNJANG PERFORMA MESIN INDUK
PADA MV. PELICAN GEM**

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

**Oleh :
YALFIT ALBAR
NIS. 01991/T-I**

**PROGRAM PENDIDIKAN DIKLAT PELAUT - 1
JAKARTA
2023**

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



TANDA PERSETUJUAN MAKALAH

Nama : YALFIT ALBAR
No. Induk Siwa : 01991/T-I
Program Pendidikan : DIKLAT PELAUT - I
Jurusan : TEKNIKA
Judul : OPTIMALISASI PERAWATAN SISTEM PELUMASAN
GUNA MENUNJANG PERFORMA MESIN INDUK
PADA MV. PELICAN GEM

Pembimbing I,


Nafi Almuzani, M.MTr

Penata TK. I (III/D)

NIP.19720901 200502 1 001

Jakarta, Agustus 2023

Pembimbing II,


Imam Fachruddin M.Sc

Penata (III/C)

NIP.19881120 201503 1 001

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknika


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

Penata TK. I (III/d)

NIP. 19800605 200812 1 001

KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
BADAN PENGEMBANGAN SDM PERHUBUNGAN
SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN



TANDA PENGESAHAN MAKALAH

Nama : YALFIT ALBAR
No. Induk Siwa : 01991/T-I
Program Pendidikan : DIKLAT PELAUT - I
Jurusan : TEKNIKA
Judul : OPTIMALISASI PERAWATAN SISTEM PELUMASAN
GUNA MENUNJANG PERFORMA MESIN INDUK
PADA MV. PELICAN GEM

Penguji I

Muhammad Nurdin, SAP., MA
Pembina Utama Muda(IV/c)
NIP.19660217 199808 1 001

Penguji II

Susi Herawati, M.Pd
Penata (III/c)
NIP.19840611 200912 2 002

Penguji III

Nafi Almuzani, M.MTr
Penata TK.I(III/d)
NIP.19720901 200502 1 001

Mengetahui
Ketua Jurusan Teknika

Dr. Markus Yando, S.SiT., M.M
Penata TK. I (III/d)
NIP. 19800605 200812 1 001

KATA PENGANTAR

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

“OPTIMALISASI PERAWATAN SISTEM PELUMASAN GUNA MENUNJANG PERFORMA MESIN INDUK PADA MV. PELICAN GEM”

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. H.Ahmad Wahid,S.T.,M.T.,M.Mar.E, selaku Kepala Sekolah tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta.
2. Capt. Suhartini, S.SiT.,M.M.,M.MTr, selaku Kepala Divisi Pengembangan Usaha Sekolah tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta.
3. Dr. Markus Yando, S.SiT.,M.M, selaku Ketua Jurusan Teknik Sekolah tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta.
4. Bapak Nafi Almuzani, M.MTr., selaku dosen pembimbing I yang telah meluangkan waktu untuk memberikan saran dan pikirannya mengarahkan penulis pada sistematika materi yang baik dan benar
5. Bapak Imam Fachruddin., selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan 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. Kepada mama tercinta Yenny yang selalu memberikan doa serta dukungan nya.

8. Seluruh rekan-rekan Pasis Ahli Teknik Tingkat I angkatan LXVII tahun ajaran 2023 yang ikut memberikan bimbingan, sumbangsih, pikiran dan saran yang baik secara material maupun moril sehingga makalah ini akhirnya dapat terselesaikan.

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

Jakarta, 25 Agustus 2023

Penulis,



YALFIT ALBAR
NIS. 01991/T-I

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
TANDA PERSETUJUAN MAKALAH	ii
TANDA PENGESAHAN MAKALAH	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
 BAB I PENDAHULUAN	
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	5
F. Sistematika Penulisan	5
 BAB II LANDASAN TEORI	
A. Tinjauan Pustaka	7
B. Kerangka Pemikiran	23
 BAB III ANALISIS DAN PEMBAHASAN	
A. Deskripsi Data	25
B. Analisis Data	27
C. Pemecahan Masalah	35
 BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN	
A. Kesimpulan	47
B. Saran	48
 DAFTAR PUSTAKA	49
LAMPIRAN	
DAFTAR ISTILAH	

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Sistem Pelumasan Mesin Induk.....	8
Gambar 2.2 Sistem Pelumasan Mesin Induk.....	9
Gambar 3.1 Lubrication Oil Cooler.....	32
Gambar 3.2 Komponen Bagian Dalam Mesin Induk	39
Gambar 3.3 Mesin Induk Dan Komponennya.....	40

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Spesifikasi Pompa Pendingin Mesin Induk	34
Tabel 3.2 Tekanan Pompa dan Temperature Pada Pendingin Mesin Induk.....	34
Tabel 3.3 Tekanan Pompa dan Temperatur pada Sistem Minyak Lumas Pada Mesin Induk	34

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Ship Particular
- Lampiran 2. Ship Particular Engine
- Lampiran 3. Crew List
- Lampiran 4. Lub Oil Analisis Main Engine Port,Center Dan STBD
- Lampiran 5. Gambar Kapal

BAB I

PENDAHULUAN

A. LATAR BELAKANG

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

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

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

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

akhirnya akan menurunkan daya mesin. Fakta bahwa gesekan pada bantalan mesin induk yang akan mengakibatkan kerusakan pada komponen-komponen mesin lainnya bergerak seperti *crank pin bearing*, *main bearing*, *piston*, *connecting rod*, maupun *crank shaft*. Oleh karena itu memerlukan perhatian khusus untuk menghindari kerusakan yang lebih serius, maka ini dapat dilakukan dengan berbagai cara seperti menjaga tekanan dan temperatur minyak lumas.

Pada saat penulis bekerja di atas kapal MV. Pelican Gem sebagai *Chief Engineer*. Penulis menerima laporan dari masinis jaga, pada saat itu 11 Februari 2023 ada masalah pada mesin induk sebelah kiri (*engine failure*). Pada saat itu mesin induk jalan dengan rpm tinggi (*full speed*), tiba-tiba terjadi *alarm oil mist* pada mesin induk. Setelah dicek semua *cylinder* pada mesin induk ditemukan bahwa tekanan minyak lumas rendah sehingga minyak lumas tidak mengalir ke sistim dengan maksimal yang mengakibatkan terjadinya kerusakan pada bantalan *cylinder* no.5. Sehingga menimbulkan gangguan pada kelancaran pengoperasian mesin induk dan operasional kapal secara keseluruhan. Setelah diadakan pemeriksaan lebih lanjut pada *main bearing* ditemukan telah terjadi kerusakan pada *main bearing cylinder* No.5. Penulis menemukan beberapa faktor penyebab dari masalah tersebut diantaranya rendahnya tekanan minyak lumas 0.70 kg/cm^2 yang menyebabkan terjadi kerusakan pada bantalan/metal, (tekanan minyak lumas yang normal yaitu 3.5 kg/cm^2 sampai 4.5 kg/cm^2) pompa minyak lumas bermasalah dan saringan minyak lumas kotor sehingga tidak bekerja secara optimal.

Berdasarkan fakta dan pengamatan diatas penulis tertarik akan membahas masalah sistem minyak lumas kedalam makalah dengan judul: **“OPTIMALISASI PERAWATAN SISTEM PELUMASAN GUNA MENUNJANG PERFORMA MESIN INDUK PADA MV. PELICAN GEM”**.

B. IDENTIFIKASI, BATASAN DAN RUMUSAN MASALAH

1. Identifikasi Masalah

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

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

- c. Adanya kebocoran pada pipa minyak lumas
- d. Pemakaian minyak lumas yang sudah melebihi jam kerja

2. Batasan Masalah

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

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

3. Rumusan Masalah

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

- a. Apa yang menyebabkan tekanan minyak lumas rendah di mesin induk MV. Pelican Gem ?
- b. Mengapa *lubrication oil cooler* tidak bekerja dengan optimal di mesin induk MV. Pelican Gem ?

C. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

1. Tujuan Penelitian

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

2. Manfaat Penelitian

a. Manfaat Teoritis

- 1) Untuk mengembangkan ilmu pengetahuan penulis dan pembaca khususnya tentang sistem minyak lumas yang berhubungan dengan kinerja mesin induk di atas kapal.

- 2) Untuk memberi motivasi kepada para Masinis dan crew mesin agar lebih memahami dengan baik sistem minyak lumas.

b. Manfaat Praktis

- 1) Untuk memberi masukan bagi perusahaan maupun pihak terkait dengan masalah sistem minyak lumas di atas kapal.
- 2) Menambah pengetahuan bagi masinis kapal atau ABK mesin.
- 3) Untuk memenuhi salah satu persyaratan kelulusan program ATT I Angkatan 67 di Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran Jakarta

D. METODE PENELITIAN

1. Metode Pendekatan

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

Deskriptif Kualitatif

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

2. Teknik Pengumpulan Data

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

a. Teknik Observasi (Berupa Pengamatan)

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

b. Studi Kepustakaan

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

3. Subjek Penelitian

Yang menjadi subjek penelitian dalam penulisan makalah adalah sistem minyak lumas mesin induk di atas kapal MV. Pelican Gem.

4. Teknik Analisis Data

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

Jenis penelitian deskriptif kualitatif menggambarkan kondisi 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 atas kapal MV. Pelican Gem saat bekerja sebagai *Chief Engineer* sejak bulan Januari 2023 sampai dengan April 2023.

2. Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan di atas kapal MV. Pelican Gem, yang merupakan kapal *Crew Boat* berbendera Malaysia milik perusahaan Flex Fleet Sdn Bhd yang beroperasi di Port - Tapis Oil Field Exxon - Port.

F. SISTEMATIKA PENULISAN

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

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini diuraikan latar belakang masalah, yang selanjutnya diidentifikasi, diberi batasan masalah. Setelah itu dijelaskan mengenai tujuan dan manfaat daripada penelitian dan menjelaskan metode

penelitian yang digunakan serta waktu dan tempat penelitian, kemudian disusunlah suatu sistematika penulisan.

BAB II LANDASAN TEORI

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

BAB III ANALISIS DAN PEMBAHASAN

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

BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN

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

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. Optimalisasi

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

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

2. Sistem Pelumasan

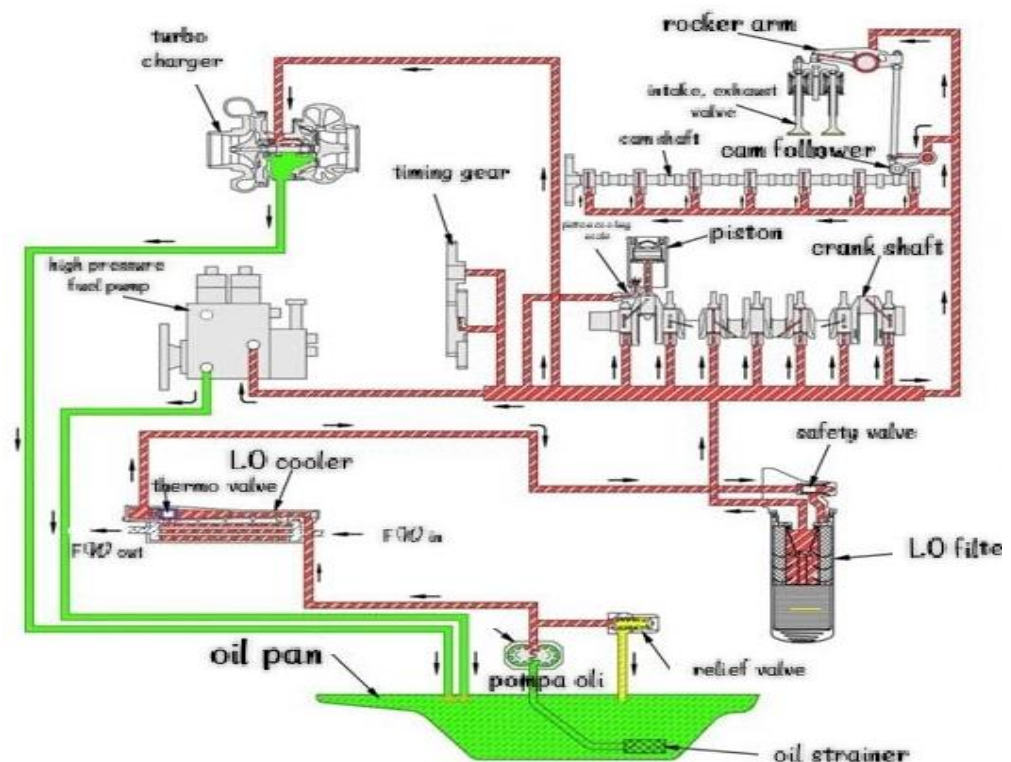
a. Definisi Minyak lumas

Menurut Muhammad Fuad, dalam buku yang berjudul *Peneliti Migas (Minyak Dan Gas)*, (2000:102) menyatakan bahwa minyak lumas adalah zat cair atau benda cair yang digunakan sebagai bahan pelumasan dalam suatu mesin. Beberapa fungsi penting dari pelumasan adalah untuk mengurangi keausan akibat gesekan, sebagai pendingin, peredam

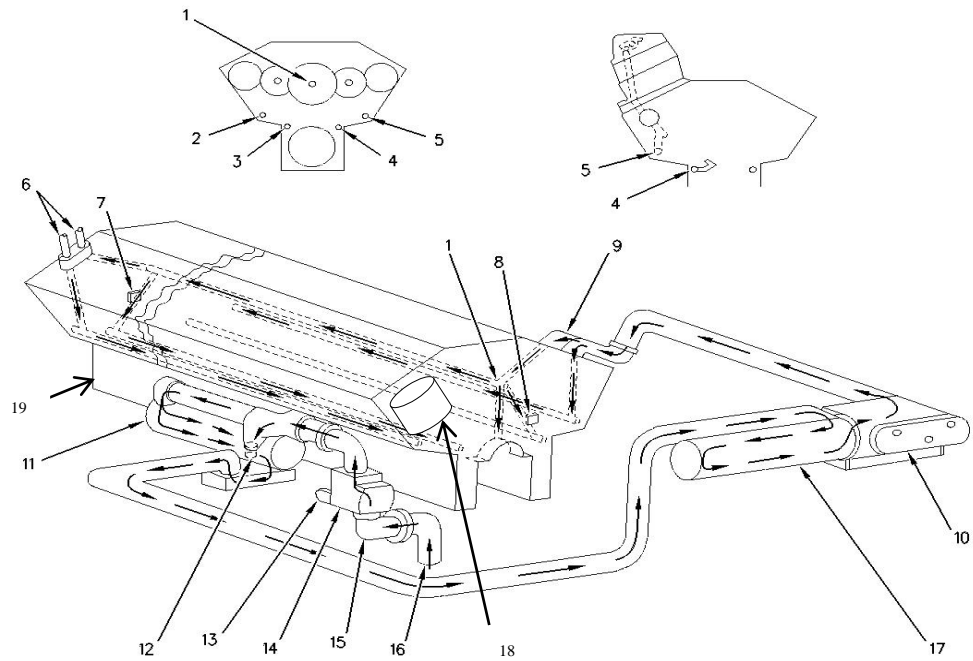
suara/getaran, menghilangkan panas dari bantalan-bantalan dan elemen-elemen mesin lainnya dan untuk menyingkirkan kotoran.

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 sistem pelumasan dapat mengakibatkan kerusakan pada komponen-komponen tersebut, bahkan hanya dalam waktu yang relative singkat dapat mengakibatkan kerusakan yang fatal. Minyak lumas yang dipergunakan di dalam sistem pelumasan merupakan salah satu media yang tidak dapat terpisahkan dengan bekerjanya sebuah mesin diesel sehingga sifat dan kemurnian minyak lumas selalu dijaga dan dipertahankan tetap dalam kondisi normal.

Minyak lumas yang digunakan di kapal menggunakan minyak lumas *Petronas Tecton Global SAE 15W-40* adalah pelumas multigrade mesin diesel tugas berat yang menggunakan *turbocharger*, *supercharger* atau *naturally aspirated* untuk alat transportasi, alat berat, industri, dan perkapalan. Di bawah ini contoh sistem pelumasan kering / carter kering.



Gambar 2.1. Sistem Pelumasan Mesin Induk.



Gambar 2.2 Sistem Pelumasan Mesin Induk

Keterangan gambar di atas:

- 1) Line Minyak Utama.
- 2) Line Minyak Camshaft.
- 3) Line Minyak Pendingin Piston.
- 4) Line Minyak Pendingin Piston.
- 5) Line Minyak Camshaft Kanan.
- 6) Line Supply Minyak Lumas.
- 7) Sequence Valve / Non Return Valve
- 8) Sequence Valve / Non Return Valve
- 9) Adaptor.
- 10) Katup Bypass Filter Minyak Lumas.
- 11) Pendingin Minyak Lumas (Oil Cooler).
- 12) Katup Bypass Cooler.
- 13) Katup pengatur Tekanan.
- 14) Pompa Minyak Lumas.
- 15) Elbow.

- 16) Strainer isapan Minyak Lumas.
- 17) Rumah filter oli.
- 18) Line Minyak Lumas Pendingin Piston.
- 19) Pipa Drain Minyak.

Cara kerja sistem pelumasan di atas menggunakan Pompa Minyak Pelumas (14) dengan tiga roda gigi. Roda gigi pompa di hubungkan ke gigi-gigi transmisi. Minyak lumas diisap dari carter melalui strainer isapan minyak lumas (16) dan melalui elbow (15) dengan pompa minyak lumas (14). *Suction Bell* (16) memiliki layar untuk membersihkan minyak lumas.

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

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

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

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

Line Minyak Camshaft kiri (2) dan Line Minyak Camshaft kanan (5) terhubung ke masing-masing bantalan camshaft oleh lubang di dalam blok silinder. Minyak lumas berjalan di sekitar setiap jurnal camshaft. Minyak

lumas kemudian naik melewati kepala silinder dan *rocker arm housing* kemudian ke *rocker arm shaft*. Ada lubang yang menghubungkan dari pengangkat katup ke lubang minyak untuk poros rocker arm. Pengangkat katup dilumasi pada saat di bagian atas pada masing-masing langkah.

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

Minyak lumas dari belakang galeri minyak utama masuk ke bagian belakang galeri minyak camshaft kanan. *Sequence valve /non return valve* (7) dan *sequence valve/ non return valve* (8) memungkinkan minyak lumas dari galeri minyak utama untuk pergi ke line minyak pendingin piston (3) dan (4). *Katup sequence/non return valve* mulai terbuka sekitar 1 kg/cm². *Katup sequence* tidak akan membuka minyak lumas masuk ke line pendingin piston sampai ada tekanan di galeri minyak utama. Hal ini menurunkan jumlah waktu yang diperlukan untuk menaikkan tekanan saat mesin dihidupkan. Ini juga dapat membantu menahan tekanan pada saat idle speed.

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

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

Minyak lumas dikirim ke grup gigi depan dan belakang melalui lubang minyak didalam blok silinder. Lubang minyak lumas ada di rumah gigi depan, rumah gigi belakang, dan bagian depan blok silinder. Bagian-bagian ini terhubung ke line minyak camshaft kiri (2) dan line minyak camshaft

kanan (5). Setelah minyak mengalir melalui sistem pelumasan, minyak lumas kembali ke carter mesin.

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

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

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

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

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

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

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

b. *Lubrication Oil Cooler (LO Cooler)*

Menurut Amin Nur Akhmadi, Syaefani Arif Romadhon (2016:01) bahwa *oil cooler* pada mesin mesin diesel merupakan alat penukar kalor yang berfungsi untuk mendinginkan oli mesin yang digunakan sebagai bahan pelumas pada mesin diesel. Setelah beroperasi *oil cooler* akan mengalami penurunan kinerja yang disebabkan adanya penurunan laju perpindahan kalor.

Menurut Kresnoadi (2017:31) perpindahan kalor adalah proses pertukaran panas yang terjadi antara benda panas dan benda dingin, yang masing-masing disebut *source and receiver* (sumber dan penerima).

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

1) *Lubrication oil cooler type shell & tubes*

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

2) *Lubricatin oil cooler type plates.*

Menurut Minton, P., (2020:355) bahwa *Lubrication oil cooler tipe plates* adalah suatu media pertukaran panas yang terdiri dari Plat (plate) dan Rangka (frame). Dalam *Plate Lubrication oil cooler*, pelat disusun dengan susunan tertentu, sehingga terbentuk dua jalur yang disebut dengan *Hot Side dan Cold Side*. Hot Side dialiri dengan cairan dengan suhu relatif lebih panas dan Cold Side dialiri dengan cairan dengan suhu relative lebih dingin. Zat cair yang digunakan sebagai medium bisa dari jenis yang sama atau lain, misalnya air-air, air-

minyak, dll. Gasket berfungsi utama sebagai pembagi aliran fluida agar dapat mengalir ke plat-plat secara selang seling.

c. **Klasifikasi Minyak Lumas**

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

- 1) Pelumas mineral (pelikan) yang berasal dari minyak bumi. Bahan mineral yang terbaik digunakan untuk pelumas mesin-mesin diesel otomotif, kapal, dan industri.
- 2) Pelumas nabati yaitu yang terbuat dari bahan lemak binatang atau tumbuh-tumbuhan. Sifat penting yang di punyai pelumas nabati ini ialah sulfur atau belerang, tetapi tidak tahan suhu tinggi, sehingga untuk mendapatkan sifat gabungan yang baik biasanya sering dicampur dengan bahan pelumas yang berasal dari bahan minyak mineral, biasanya disebut juga *compound oil*.
- 3) Pelumas 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.

d. **Karakteristik Minyak Lumas**

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

- 1) *Viscosity*

Viscosity atau kekentalan suatu minyak lumas adalah pengukuran dari mengalirnya bahan cair dari minyak lumas, dihitung dalam ukuran

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

2) *Viscosity Index*

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

- a) HVI (*high viscosity index*) diatas 80 mm²/s
- b) MVI (*medium viscosity index*) 40-80 mm²/s
- c) LVI (*low viscosity index*) di bawah 40 mm²/s

3) *Flash Point*

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

4) *Pour Point*

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

5) *Total Base Number (TBN)*

Total Base Number menunjukkan rendahnya ketahanan minyak pelumas terhadap pengaruh pengasaman, biasanya pada minyak pelumas baru (*fresh oil*). Setelah minyak pelumas tersebut digunakan dalam jangka waktu tertentu, maka nilai TBN ini 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 1 kg/cm² sampai 2 kg/cm², tekanan minyak lumas tergantung beberapa faktor misalnya viskositas, suhu minyak, kecepatan tap, celah bantalan dan beban. Dengan celah bantalan 0,001 inch, jika celah bantalan lebih besar akan terlalu banyak kebocoran minyak keluar dengan tebal minyak 0,0001 inch sampai sekitar 0,0007 inch.

e. Sistem Pelumasan

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

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

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

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

1) Sistem Percik

Sistem ini merupakan system yang sederhana dan digunakan untuk motor yang berukuran kecil. Pada batang penggerak dilengkapi pada alat yang berbentuk rendek, sehingga pada waktu bergerak bagian tersebut mencebur 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

Sistim ini adalah sistim yang lebih sempurna dari sistim 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 salur percik. caraan dan pipa ke bagian-bagian seperti bantalan, roda gigi, ring piston, sedangkan untuk melumasi dinding silinder tetap menggunakan sistim percik. Cara ini sebenarnya merupakan gabungan dari sistim percik dibantu dengan sistim pompa.

3) Sistim Kombinasi

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

f. Jenis-Jenis Pelumasan

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

a) Pelumasan Hidrodinamis,

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

b) Pelumasan Hidrostatik,

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

c) Pelumasan Batas

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

2) Pelumasan pada mesin induk

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

a) Sistem Pelumasan Kering

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

b) Sistem Pelumasan Basah

Sistem pelumasan ini pada umumnya dipergunakan pada kapal yang berdaya rendah disebabkan karena konstruksinya yang

relative sederhana. Pada system pelumasan basah pompa minyak lumas memompa minyak lumas dari bak minyak lumas ke dalam mangkok minyak lumas pada setiap perangkat batang engkol bergerak mencebur ke dalam mangkok tersebut dan memercikkan minyak lumas dari dalam mangkok membasahi bagian-bagian yang harus dilumasi.

g. Prinsip Pelumasan pada Mesin Induk

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

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

h. Fungsi Minyak Pelumas

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

- 1) Sebagai pelumas, untuk mencegah terjadinya gesekan dan mencegah Kerugian daya.
- 2) Pencegahan, untuk menjaga agar mesin tetap berjalan dengan baik dan Panjang umur.
- 3) Sebagai pendingin, untuk mendinginkan dan mencegah terjadinya panas yang tinggi akibat gesekan.
- 4) Sebagai pembersih, membersihkan kotoran-kotoran, misalnya lumpur, akibat gesekan.

- 5) Mencegah terjadinya karatan, menjaga agar *film oily* terjaga dengan baik dari air dan oksigen.
- 6) Sebagai perekat, untuk mencegah kebocoran gas-gas hasil pembakaran dan pencampuran air.

Fungsi terpenting dari pelumas adalah mencegah logam bergesekan, menghindari keausan, mengurangi hilangnya tenaga, dan mengurangi timbulnya panas. Hal yang diinginkan adalah apabila gesekan logam dicegah atau dihindarkan, 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 adhesiv penyerapan molekul-molekul ini memberikan daya tahan logam.

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

3. Perpindahan Panas

a. Definisi Perpindahan Panas

Menurut Jusak Johan Handoyo, dalam buku *Motor Diesel Penggerak Utama Kapal*, (2015:34) bahwa Perpindahan panas adalah proses pertukaran panas yang terjadi antara benda panas dan benda dingin, yang masing-masing disebut *source and receiver* (sumber dan penerima). Ada 3 macam cara perpindahan panas yaitu;

- 1) Hantaran, sering juga dinamakan konduksi.
- 2) Aliran, sering juga disebut konveksi.
- 3) Pancaran, sering juga disebut radiasi.

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

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

Perpindahan panas radiasi adalah perpindahan kalor melalui gelombang dari suatu zat ke zat yang lain. Apabila sejumlah energi kalor menimpa suatu permukaan, sebagian akan dipantulkan, sebagian akan diserap ke dalam bahan, dan sebagian akan menembusi bahan dan terus keluar. Jadi dalam mempelajari perpindahan kalor radiasi akan melibatkan suatu fisik permukaan.

b. Alat Penukar Panas (*Heat Exchanger*)

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

1) Tipe kontak langsung

Tipe kontak langsung adalah tipe alat penukar kalor dimana antara dua zat yang dipertukarkan energinya dicampur atau dikontakkan secara langsung. Dengan demikian ciri khas dari penukar kalor seperti ini (kontak langsung) adalah bahwa kedua zat yang dipertukarkan energinya saling berkontak secara langsung (bercampur) dan biasanya kapasitas energi yang dipertukarkan relatif kecil.

2) Tipe tidak kontak langsung

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

4. Performa Mesin Induk

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

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

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

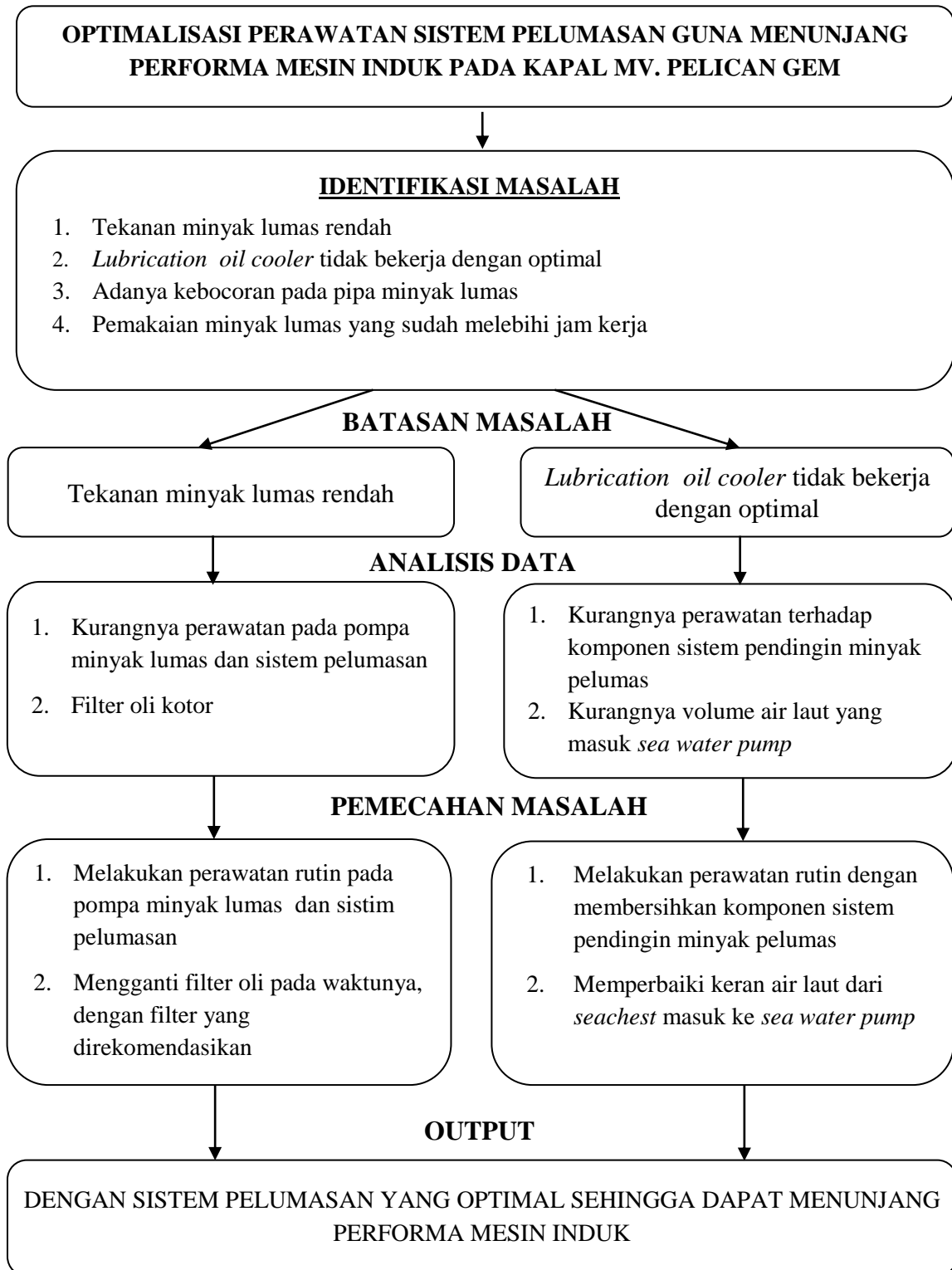
- b. Daya efektif (P_e) yaitu daya yang benar-benar efektif menggerakkan poros engkol, yaitu daya *indicator* setelah dikurangi kerugian mekanik atau umumnya disingkat dengan sebutan rendemen mekanik (m).

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

B. KERANGKA PEMIKIRAN

Kerangka Pemikiran adalah suatu dasar pemikiran yang mencakup penggabungan antara teori, fakta, observasi, serta kajian pustaka, yang nantinya dijadikan landasan dalam menulis karya tulis ilmiah. Karena menjadi dasar, kerangka berpikir ini dibuat

ketika akan memaparkan konsep-konsep dari penelitian. kerangka berpikir juga bisa dibidang visualisasi dalam bentuk bagan yang saling terhubung. Dengan bagan itu dapat dikatakan bahwa kerangka berpikir adalah suatu alur logika yang berjalan di dalam suatu penelitian. Namun Kerangka Berpikir Ilmiah bisa dibuat dalam bentuk poin-poin yang sesuai dengan variable seperti berikut :



BAB III

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

A. DESKRIPSI DATA

Kapal MV. Pelican Gem adalah kapal tipe *crew boat* berbendera Malaysia salah satu armada milik perusahaan *Flex Fleet Sdn Bhd*. Fakta dan kondisi yang penulis jadikan temuan selama penulis bekerja di kapal MV. Pelican Gem sebagai *Chief Engineer* dari bulan Januari 2023 sampai dengan April 2023 untuk mendasari penyusunan makalah ini diantaranya yaitu :

1. Tekanan Minyak Lumas Rendah

Minyak lumas sangat berpengaruh pada kerja mesin induk, oleh karena itu fungsi dari minyak lumas adalah mendinginkan bagian-bagian mesin yang saling bergesekan. Pada saat suhu mesin tinggi dengan melihat thermometer pada saluran keluar minyak lumas pada mesin induk mencapai 70°C, jelas mengganggu kelancaran operasional kapal karena mesin harus bekerja terus menerus sehingga harus memerlukan pelumasan yang baik. Adanya penurunan tekanan minyak lumas dapat mengakibatkan bagian-bagian mesin tersebut menjadi panas, karena minyak lumas tidak melumasi bagian mesin secara merata.

Pada tanggal 11 Februari 2023 pada saat kapal beroperasi dengan putaran mesin induk *full speed* (maju penuh) dan temperatur kamar mesin sangat panas mencapai 52°C, penulis mendapat laporan dari masinis jaga bahwa tiba-tiba terjadi *alarm port main engine LO low pressure* (tekanan minyak lumas rendah) dengan tekanan minyak lumas 0.70 kg/cm² dari tekanan yang seharusnya 3.5 kg/cm². Temperatur *LO Cooler* yang keluar mencapai 90°C. Penulis segera memberitahukan ke anjungan untuk menurunkan putaran mesin induk dan diadakan pemeriksaan *LO level* mesin induk dan saringan minyak lumas, kemudian diperiksa juga pompa air laut pendingin *LO Cooler*

tekanannya rendah 1 kg/cm^2 .

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

Kemudian diadakan pemeriksaan pada bantalan utama dan setelah diperiksa terjadi goresan /kerusakan pada bantalan/*main bearing* silinder no. 5 mesin induk. Karena tidak ada suku cadang yang dibutuhkan dikamar mesin kemudian penulis melaporkan ke nakhoda untuk dilaporkan ke kantor bahwa mesin induk tidak bisa dijalankan, dan untuk perbaikan dapat dikerjakan setelah kapal selesai melakukan *assist* karena terjadi kerusakan pada bantalan/metal dan suku cadang (*spare part*) yang dibutuhkan tidak tersedia di kapal. Sehingga mengganggu kelancaran pada pengoperasian kapal, akibat mesin induk rusak pada bantalan /metal silinder no.5.

Selain fakta tersebut di atas, penulis juga menemui baut pengikat bantalan/metal mesin induk sudah longgar, dan hal ini dapat mengakibatkan terjadinya gesekan antara bantalan dan *crankshaft*. Dari fakta ini penulis menyimpulkan bahwa kurangnya tekanan pada minyak lumas yang kurang dari $0,7 \text{ kg/cm}^2$ yang normalnya 3.5 kg/cm^2 sampai 4.5 kg/cm^2 , sehingga lapisan minyak lumas atau disebut *film* pada bantalan berkurang.

2. Lubrication Oil Cooler Tidak Bekerja Dengan Optimal

Sistem pendingin minyak lumas menggunakan sistem tertutup yaitu mengambil air tawar yang sudah didinginkan di *fresh water cooler* kemudian mendinginkan minyak lumas. Penyerapan panas di *fresh water cooler* menggunakan air laut untuk mendinginkan air tawar.setelah itu air laut langsung dibuang keluar kapal dan air tawar bersirkulasi tertutup dengan membagi air tawar ke *Lubricatin Oil Cooler*. Sistem pendingin ini mempunyai efisiensi yang lebih tinggi dan dapat mendinginkan bagian mesin secara merata. Bagian-bagian dari sistem tertutup yaitu *main seachest*, saringan air laut, pompa sirkulasi, tanki ekspansi dan *fresh water cooler*.

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

B. ANALISIS DATA

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

1. Tekanan Minyak Lumas Rendah

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

a. Kurangnya Perawatan pada Pompa Minyak Lumas dan Sistem Pelumasan

Pompa minyak lumas Menurut P.K, Guha (2017:6) Oil pompa atau pompa oli merupakan sebuah pompa hidrolis yang digunakan untuk memompa oli mesin untuk dinaikkan ke seluruh komponen mesin Pompa ini, bekerja secara rotary yang inputnya berasal dari poros engkol mesin. Sehingga ketika mesin bekerja, oli secara otomatis terpompa. Pompa oli memiliki dua saluran, yakni saluran inlet yang langsung mengarah ke bak oli dan saluran outlet yang langsung tersambung dengan oil feed.

Tekanan dari minyak lumas harus mencapai tekanan 3.5 kg/cm^2 atau yang telah ditentukan. Apabila tekanan minyak lumas berkurang maka akan mengakibatkan minyak lumas tidak dapat mencapai bagian-bagian yang kecil (cela-cela) yang memerlukan pelumasan karena salah satu fungsi dari minyak lumas yaitu harus dapat memberikan suatu lapisan minyak (*film*) antara dua permukaan yang bergesekan. Upaya yang dilakukan untuk mengatasi kurangnya tekanan minyak lumas adalah dengan memeriksa

saluran-saluran minyak lumas jangan sampai ada kebocoran pada saluran tersebut karena dapat menurunkan tekanan juga akan mengakibatkan borosnya minyak lumas karena terbuang. Selain kebocoran saluran-saluran pada minyak lumas juga perlu diperhatikan pompa minyak lumasnya.

Menurut Maleev (1991), Pelumasan adalah pemberian minyak lumas antara dua permukaan bantalan yaitu permukaan yang bersinggungan dengan tekanan dan saling bergerak satu terhadap yang lain.

Perawatan minyak lumas yang kurang baik dapat mempengaruhi *viscositas* minyak lumas dimana minyak pelumas dari keadaan kental menjadi encer, hal ini dapat mempengaruhi dari kerja bantalan utama, maka harus diperhatikan khusus hal-hal perawatan minyak lumas secara periodik dan konsisten. Namun penulis mengamati perawatan minyak lumas di atas kapal MV. Pelican Gem tidak sesuai yang diharapkan, pergantian minyak lumas di mesin induk seharusnya setiap 1.000 jam kerja harus diganti, juga *filter* minyak lumas harus diganti, tetapi sudah 1.400 jam kerja minyak lumas belum diganti disebabkan mesin induk bekerja terus menerus karena padatnya jadwal kapal yang harus di assist untuk masuk ke dermaga, sehingga penggantian minyak lumas ditunda sampai ada waktu yang tepat. Mesin induk di kapal MV. Pelican Gem menggunakan sistem pelumasan basah, dengan tipe minyak lumas *SAE 40*.

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

Karena kekentalan pada minyak lumas mempunyai dua jenis yaitu:

- 1) Kekentalan tinggi

Kekentalan merupakan sifat terpenting dari minyak pelumas, yang merupakan ukuran yang menunjukkan tahanan minyak terhadap suatu aliran, minyak pelumas dengan viskositas tinggi adalah kental, berat dan mengalir lambat. pelumas mempunyai tahanan yang tinggi terhadap geraknya sendiri serta lebih banyak gesekan di dalam

molekul-molekul minyak yang saling meluncur satu diatas yang lain. Jika digunakan pada bagian-bagian mesin yang bergerak, minyak dengan kekentalan tinggi kurang efisien karena tahanannya terhadap gerakan. Sedangkan keuntungannya adalah di hasilkan lapisan minyak yang tebal selama penggunaan. Tinggi *viscosity* yaitu 80 mm²/s

2) Kekentalan rendah

Minyak dengan kekentalan rendah mempunyai gesekan didalam dan tahanan yang kecil terhadap aliran. Suatu minyak dengan kekentalan rendah mengalir lebih tipis. Minyak ini dipergunakan pada bagian peralatan mempunyai kecepatan tinggi dimana permukaannya saling berdekatan. Rendah *viscosity* yaitu 40 mm²/s.

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

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

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

Metal duduk merupakan *bearing* yang terletak pada 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 bagian ini tidak ikut berpindah tempat, tetapi berada atau berputar pada blok mesin. Fungsi dari metal duduk ini adalah untuk menahan agar tidak terjadi gesekan serta friksi antara logam dengan logam, sehingga diperlukan adanya pelumas agar tidak terjadi gesekan yang terlalu besar. Tetapi sebagaimana halnya sebuah bagian mesin yang mana fungsinya dipengaruhi oleh berbagai hal seperti perawatannya, material suku cadang yang digunakan akan berdampak pada kondisi material dan efektifitas kerja bagian tersebut. Setelah mesin induk dalam keadaan dingin, penulis segera mengadakan pengecekan pada tiap bantalan dengan menggunakan alat ukur *telescopic feeler gauge* dan mendapati silinder no.5 mesin induk mengalami kerusakan pada bantalan/ metal , karena jam kerja bantalan utama mesin induk sudah melebihi 12.000 jam kerja dan belum ada pengecekan dan perawatan.

Selain dikarenakan pelumasan, keausan pada bantalan utama juga disebabkan karena getaran yang dihasilkan poros engkol. Getaran tersebut dihasilkan karena adanya baut longgar pada *bearing lock*, sehingga pada saat poros berputar kondisi bearing tidak statis di tempatnya dan seiring dengan putaran poros tersebut karena kondisi baut pengikat longgar akan mengenai permukaan poros dalam jangka waktu yang lama selain menimbulkan keausan akibat terkikisnya metal duduk.

b. Filter Oli Kotor

Filter Menurut Klempner, Geoff, and Isidor Kerszenbaum (2004:234) filter oli berfungsi untuk menyaring kotoran kotoran yang terbawa oleh minyak pelumas yang berukuran halus. Kerak juga bisa terbentuk pada komponen mesin, kerak yang disebabkan sisa pembakaran yang masuk ke ruang engkol dibersihkan oleh oli dan kerak tersebut terkandung pada aliran oli mesin

Maka dari itu penggantian filter secara berkala harus dilakukan, karena kotoran sudah banyak berada pada filter yang menyebabkan aliran atau tekanan oli terhambat, dan tekanan minyak lumas menjadi rendah.

2. *Lubrication Oil Cooler* Tidak Bekerja Dengan Optimal

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

a. Kurangnya Perawatan Terhadap Komponen Sistem Pendingin Minyak Lumas

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

Terjadinya panas yang berlebih yaitu 70°C pada pendingin air tawar dapat disebabkan juga oleh kurangnya perawatan sistim pendingin antara lain:

1) *Main Sea Chest*

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

2) Pompa Sirkulasi

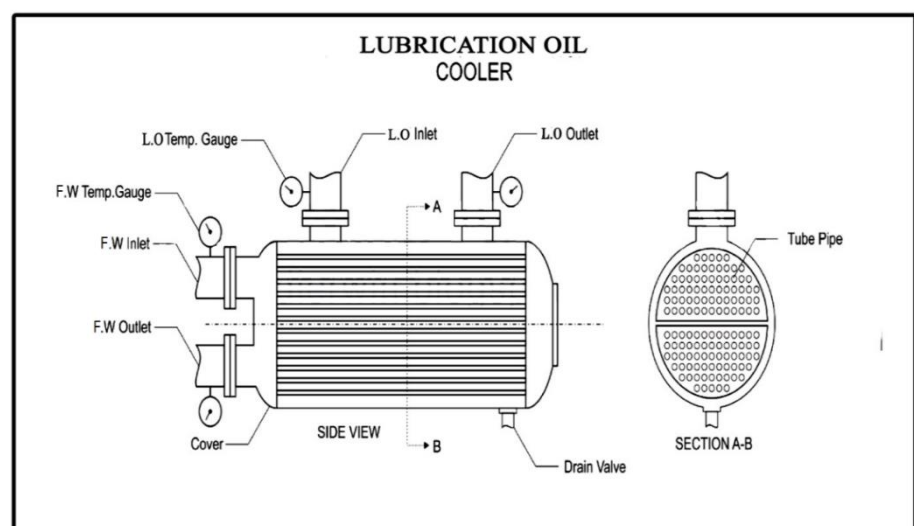
Pemeriksaan terhadap pompa sangat perlu sekali karena mengingat aliran yang kurang lancar akan menyebabkan suhu mesin induk akan cepat naik dan dapat mempengaruhi suhu minyak pelumas. Pompa ini digerakkan secara mekanik yang dipasang secara horisontal pada badan mesin induk.

3) Saringan air laut

Digunakan untuk menyaring kotoran-kotoran atau sampah dari air laut yang ikut terisap pada waktu pompa air laut sedang dijalankan biasanya bila kapal sering masuk perairan dangkal kotoran atau sampah akan ikut terhisap oleh pompa makin lama menyumbat lubang-lubang pada saringan tersebut sehingga tekanan pompa akan menurun.

4) *Lubrication Oil Cooler*

Lubrication Oil Cooler Menurut Iwan Darmawan (2018:6) Lubrication Oil Cooler adalah pendingin oli melalui tabung-tabung atau pipa-pipa yang berfungsi untuk membuang panas oli yang ditimbulkan akibat pembakaran dan gesekan. Panas selalu pindah dari sumber panas ke sumber dingin.



Gambar 3.1 Lubrication Oil Cooler

Air tawar yang sudah didinginkan di *fresh water cooler* masuk ke *Lubrication Oil Cooler* dan kembali masuk ke tangki ekspansi *fresh*

water cooling, kemudian masuk kembali ke *Lubrication Oil Cooler* lagi. Akibat *fresh water* sirkulasi terus menerus mengakibatkan lubang –lubang cooler berkerak dan kemungkinan lubang cooler akan tertutup, Maka harus selalu dicek dan dibersihkan lubang – lubang cooler agar air pendingin lancar mengalir.

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

Menurut Poerwanto AMK. B dan Drs. Herry Gianto (1998: 98) dalam bukunya yang berjudul *Macam-Macam Pompa dan Penggunaannya*, pompa didefinisikan sebagai suatu alat yang dapat memindahkan zat cair dari tempat yang satu ke tempat yang lain. Pompa beroperasi dengan prinsip membuat perbedaan tekanan antara bagian masuk (*suction*) dengan bagian keluar (*discharge*). Dengan kata lain, pompa berfungsi untuk mengubah tenaga mekanis dari suatu sumber tenaga (*penggerak*) menjadi tenaga kinetis (*kecepatan*), dimana tenaga ini berguna untuk mengalirkan cairan dari tempat yang satu ke tempat yang lain dan mengatasi hambatan yang ada di sepanjang pengaliran

Sebagaimana telah dijelaskan di atas bahwa *Lubrication Oil* didinginkan oleh air tawar yang sudah didinginkan di *fresh water cooler* dengan media air laut kemudian masuk ke *Lubrication Oil cooler* mendinginkan minyak lumas. Penyerapan panas di *fresh water cooler* menggunakan air laut untuk mendinginkan air tawar dan bersirkulasi tertutup dengan membagi air tawar ke *Lubrication Oil cooler*. Volume air laut masuk ke *Sea Water Pump* tidak boleh kurang dari 80%.

Kurangnya volume air laut yang masuk *sea water pump* menyebabkan pendinginan pada *Lubrication Oil Cooler* tidak maksimal. Adapun penyebab kurangnya volume air laut yang masuk *sea water pump* dikarenakan kerusakan pada keran air laut dari *sea chest*, oleh karena itu harus dilakukan perbaikan pada keran air laut tersebut.

Tabel 3.1 Spesifikasi Pompa Pendingin Mesin Induk

<i>Maker</i>	Nawiwa Pump Mfg.co.ltd
<i>Type</i>	FBSV-450
<i>Model</i>	Horizontal Centrifugal
<i>Capacity</i>	200/30 m ³ /h
<i>Suction Bore</i>	450 mm
<i>Delivery Bore</i>	450 mm
<i>Total Head</i>	20 / 50 m
<i>Suction Head</i>	-5 m
<i>Speed</i>	1750 rpm
<i>Motor Output</i>	45 kw
<i>W.T.P</i>	4,5 kg/cm ²
<i>HYD Test Pressure</i>	5 kg/cm ²
<i>Power Source</i>	440 V/60 HZ/3 Ph

Tabel 3.2 Tekanan Pompa dan Temperature Pada Pendingin Mesin Induk

Tekanan	Temperatur SW Cooler		Keterangan
	Masuk	Keluar	
3 kg/cm ² - 4,3 kg/cm ²	34°C	45°C	Normal
1 kg/cm ² - 1,6 kg/cm ²	53°C	87°C	Tidak Normal (alarm)

Tabel 3.3 Tekanan Pompa dan Temperatur pada Sistem Minyak Lumas Pada Mesin Induk

Tekanan	Temperatur		Keterangan
	Masuk	Keluar	
3 kg/cm ² - 4,5 kg/cm ²	45°C	65°C	Normal
0.70 kg/cm ² – 1,5 kg/cm ²	75°C	90°C	Rendah (alarm)

C. PEMECAHAN MASALAH

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

1. Alternatif Pemecahan Masalah

a. Mengenai Tekanan Minyak Lumas Rendah

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

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

Upaya yang dilakukan agar tekanan minyak lumas mencapai tekanan yang diharapkan maka pemeriksaan pada pompa tekan minyak lumas harus rutin dilakukan sesuai dengan petunjuknya, untuk pemeriksaan komponen pompa minyak lumas dilakukan satu tahun sekali atau kurang lebih 5000 jam kerja. Langkah langkah dalam pemeriksaan pompa minyak lumas yaitu :

- a) Keluarkan minyak lumas sampai habis.
- b) Lepaskan bagian - bagian pipa pada pompa minyak lumas.
- c) Lepaskan baut pengikat pompa minyak lumas.
- d) Buka *cover* pompa minyak lumas.
- e) Bersihkan pompa minyak lumas dengan solar.
- f) Periksa celah antara roda gigi.
- g) Periksa kerenggangan roda gigi penggerak.
- h) Periksa kerenggangan roda gigi yang digerakkan.
- i) Periksa celah antara roda gigi dengan tutup pompa.
- j) Bandingkan hasil pengukuran diatas dengan pedoman buku servisnya.

Selain pada roda gigi pompa juga harus di perhatikan pada *ball bearingnya* kemungkinan *ball bearing* tersebut aus sehingga mengakibatkan putaran mesin tidak normal. Apabila tekanan minyak

lumas masih rendah maka pompa minyak lumas tersebut harus diganti dengan yang baru. Apabila tidak diganti maka akan mengakibatkan kerusakan pada mesin.

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

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

Berbicara soal kualitas minyak lumas, juga perlu dilakukan tes laboratorium. Saat bekerja di atas kapal MV. Pelican Gem sebagai *Chief Engineer* penulis menemukan bahwa tes laboratorium minyak lumas diatas kapal tidak dilakukan sesuai jadwal yang telah ditentukan. Diketahui saat terjadi permasalahan pada mesin induk yang disebabkan oleh minyak lumas dan dilakukan pemeriksaan lebih lanjut mengenai

laporan pekerjaan perawatan rutin terhadap minyak lumas, penulis menemukan bahwa tes laboratorium minyak lumas tidak dilakukan sesuai *Planned Maintenance System (PMS)*, dimana tes laboratorium minyak lumas dilakukan 180 hari atau 6 bulan yang seharusnya dilakukan setiap 90 hari mesin induk bekerja.

Tujuan dilakukannya tes laboratorium itu sendiri adalah untuk mengetahui jenis dan seberapa banyaknya metal particles yang terkandung didalam minyak lumas, untuk mengetahui zat-zat lain yang mengontaminasi minyak lumas seperti air dan bahan bakar. Dan yang sangat utama tujuan dilakukan tes laboratorium adalah untuk mengetahui *Total Base Number (TBN)* dari minyak lumas dengan satuan *mg.KOH/g (milligram 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 kerusakan. Hal ini adalah salah satu alasan minyak lumas pada mesin harus diganti. dalam upaya untuk keseimbangan *TBN* pada minyak lumas biasanya dijaga kisaran 10 sampai 14 untuk mesin diesel. Kadar *Total Base Number (TBN)* minyak lumas yang dipakai diatas kapal sesuai yang tercantum product data sheet yang terlampir adalah 15 pada kondisi minyak lumas yang baru. Untuk pengetesan minyak lumas di Laboratorium menggunakan *Oil Analysis* sesuai yang direkomendasikan *Castrol* dengan cara mengirim *Oil Sample* ke Laboratorium.

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.

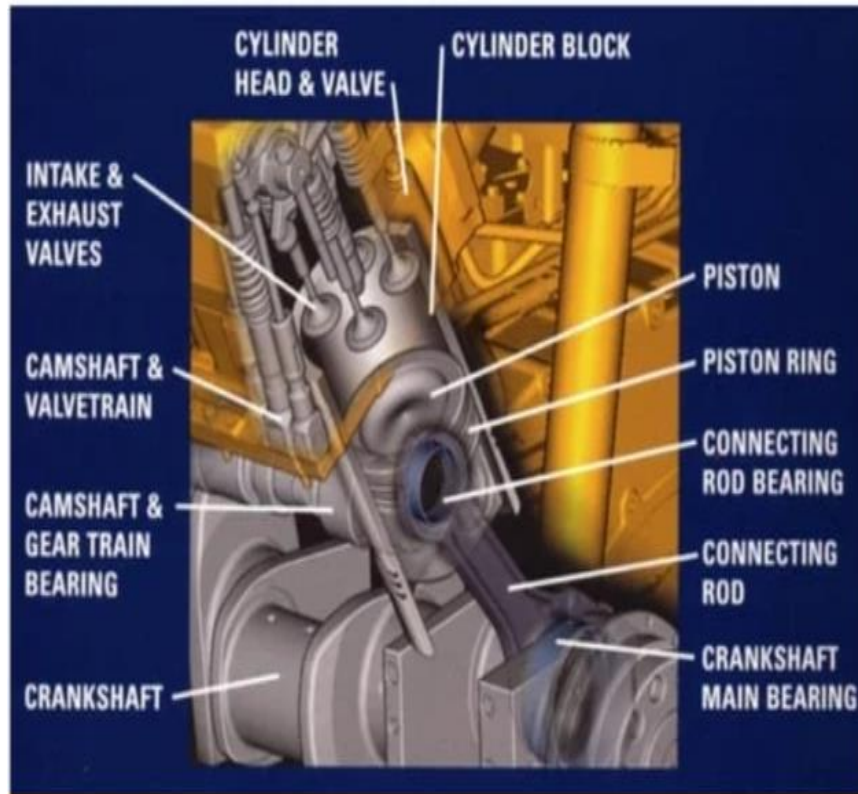
b) Pengecekan *clearance main bearing* setelah pemasangan

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 keregangan, diameter kawat timah 1 mm.

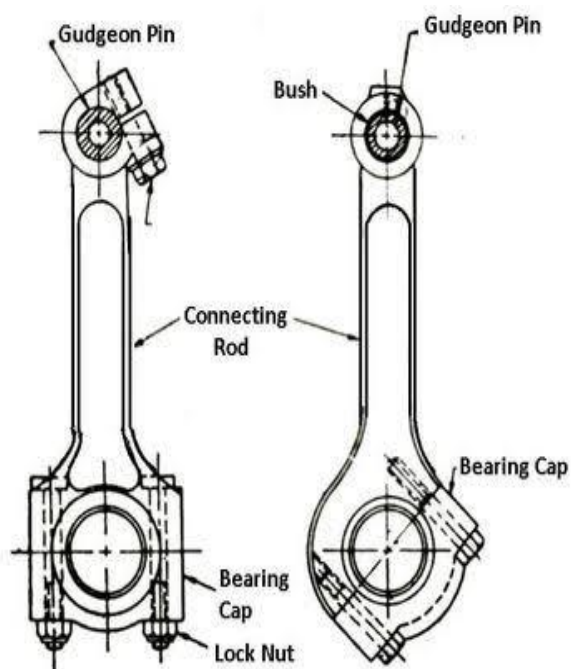
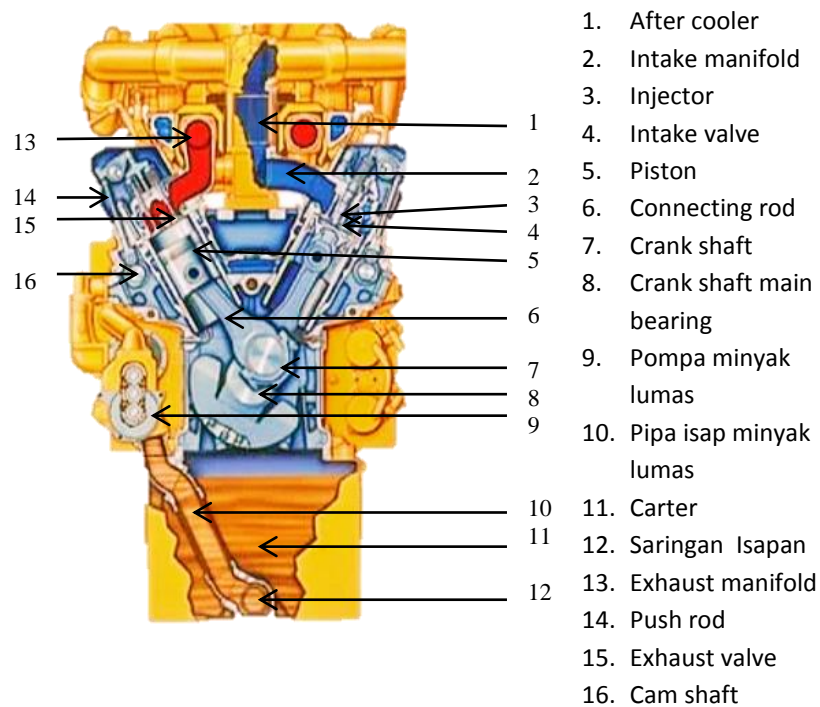
Kunci momen (*torque wrench*) berfungsi untuk mengencangkan mur atau baut sesuai ukuran kekencangan tertentu. Pada kunci momen bagian ujungnya bisa dipasang kunci sok sesuai dengan ukuran mur atau baut yang dikencangkan, sedangkan pada ujung yang lain terdapat angka-angka yang menunjukkan kekencangan

dari mur atau baut. Kunci momen digunakan untuk mempermudah penyamaan nilai kekencangan yang berbeda dapat dihindari.

Internal Components



Gambar 3.2 Komponen Bagian Dalam Mesin Induk



Parts of Connecting Rod

Gambar 3.3 Mesin Induk dan komponennya

Dalam proses pengambilan data untuk mengetahui kerenggangan metal banyak yang harus diperhatikan dan melalui tahap-tahap yang benar agar jarak kerenggangan sesuai dengan yang diinginkan dan tidak melebihi batas minimum dan maximal dari standar mesin tersebut.

Beberapa tahap yang harus dilakukan antara lain:

(1) Membersihkan blok mesin

Dengan kondisi dalam keadaan bersih baik dari debu maupun kotoran yang lain maka akan mengakibatkan metal menjadi kotor.

(2) Memasang *metal upper*

Metal upper adalah metal duduk yang menempel pada sisi atas di bagian blok mesin, metal ini juga harus dalam keadaan bersih, karena kebersihan pada metal akan sangat menentukan keausan yang lebih cepat daripada metal tersebut.

Alat yang digunakan untuk mengetahui batas maksimal kerenggangan antara poros engkol dan metal digunakan *micrometer skrup* yang merupakan sebuah alat yang digunakan sebagai pengukur ketebalan sebuah benda dengan ketelitian yang sangat tinggi hingga (1/1000 inchi), karena yang digunakan untuk mengukur jarak kerenggangan metal disini menggunakan skala inchi benda tersebut memiliki tingkat akurat yang sangat tinggi.

(3) 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.

2) Mengganti Filter Oli Pada Waktunya dengan Filter Yang Di Rekomendasikan

Perlu melakukan perawatan pencegahan yaitu yang ditujukan untuk mencegah kegagalan atau berkembangnya kerusakan, atau menemukan kegagalan sedini mungkin. Dapat dilakukan melalui pemeriksaan secara berkala, rekondisi atau pergantian alat-alat atau berdasarkan pemantauan kondisi. Oleh karena itu pergantian minyak pelumas dan pergantian *Lubrication Oil filter* harus diikuti sesuai dengan petunjuk instruksi *manual book* mesin induk di kapal yaitu setiap 1000 jam kerja harus diganti secara rutin.

Perlu diketahui bahwa sistem minyak pelumas di kapal MV. Pelican Gem menggunakan sistem pelumasan carter basah karena tidak dilengkapi dengan *Lubrication Oil Purifier*, melainkan hanya dilengkapi dengan *Lubrication Oil Strainer* dan *Lubrication Oil 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.

b. *Lubrication Oil Cooler* Tidak Bekerja Dengan Optimal

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

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

Perawatan rutin harus dilaksanakan dengan membersihkan komponen sistim pendingin untuk mendukung kerja suhu pendingin terhadap minyak lumas yaitu:

a) *Main Seachest*

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

b) Perawatan Pompa sirkulasi

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

c) Perawatan Saringan Air laut

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

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

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

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

Berdasarkan peraturan Biro Klasifikasi Indonesia (BKI) 1996 Vol.III sec.11.1 dinyatakan bahwa sekurang-kurangnya 2 *seilachest* harus ada. Bilamana mungkin *seachest* diletakkan serendah mungkin pada

masing-masing sisi kapal. Untuk daerah pelayaran yang dangkal, disarankan bahwa harus terdapat sisi pengisapan air laut yang lebih tinggi, untuk mencegah terhisapnya lumpur atau pasir yang ada di perairan dangkal tersebut.

Pada umumnya *seachest* dipasang pada dua tempat yang berbeda ketinggiannya, karena bervariasinya kedalaman perairan yang dilewati. Dari kedua *seachest* ini yang satu dengan yang lain dihubungkan oleh pipa utama yang masing-masing dilengkapi keran pengatur (*sea water valve*). Bila kapal berlayar di laut yang dalam maka dipakai *seachest* yang terletak di dasar kapal, sedangkan jika kapal berlayar di perairan yang dangkal dan berlumpur maka dipakai *seachest* yang terletak di samping kapal. Hal ini untuk menghindari jangan sampai ada lumpur dan kotoran lainnya ikut masuk dan tersedot oleh pompa yang dapat menyebabkan kerusakan pada pompa-pompa dan menyumbat instalasi perpipaannya.

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

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

Setelah keran air laut dari *seachest* diganti dengan *recondition valve* / keran bekas pakai yang sudah diperbaiki. Maka volume air laut yang masuk kepompa pendingin mesin induk sangat lancar dan mencukupi dan tekanan pompa mencapai 3 kg/cm².

2. Evaluasi Terhadap Alternatif Pemecahan Masalah

a. Tekanan Minyak Lumas Rendah

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

Keuntungannya :

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

Kerugiannya :

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

2) Mengganti Filter Oli Pada Waktunya, Dengan Filter Yang Direkomendasikan

Keuntungannya :

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

Kerugiannya :

Membutuhkan spare filter minyak lumas yang banyak dan sesuai dengan spesifikasi mesin induk.

b. *Lubrication Oil Cooler* Tidak Bekerja Dengan Optimal

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

Keuntungannya :

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

Kerugiannya :

Membutuhkan waktu dan ketelitian dalam melaksanakan perawatan sistem pendingin minyak lumas

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

Keuntungannya :

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

Kerugiannya :

Membutuhkan waktu dalam pelaksanaannya,

3. Pemecahan Masalah yang Dipilih

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

a. Tekanan Minyak lumas Rendah

Pemecahan yang dipilih untuk mengatasi masalah tekanan minyak lumas yang rendah yaitu melakukan perawatan rutin pada sistem minyak lumas.

b. *Lubrication Oil Cooler* Tidak Bekerja Dengan Optimal

Pemecahan masalah yang dipilih untuk mengatasi masalah pendingin minyak lumas tidak bekerja dengan optimal yaitu melakukan perawatan pada sistem pendingin *Lubrication Oil Cooler* secara rutin.

BAB IV

KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

Berdasarkan penjelasan pada bab-bab sebelumnya mengenai tekanan minyak lumas rendah dan kerusakan pada bantalan/ metal mesin induk, maka penulis dapat mengambil beberapa kesimpulan, sebagai berikut :

1. Tekanan minyak lumas rendah, disebabkan :
 - a. Saringan minyak lumas kotor, untuk mengatasinya dengan cara mengganti dengan saringan yang baru sesuai jam kerja dan spesifikasi yang direkomendasikan oleh *maker*, agar tekanan minyak lumas selalu normal.
 - b. Pompa minyak lumas tidak bekerja dengan baik, untuk mengatasinya pompa minyak lumas dan sistem minyak lumas harus selalu diperiksa dari kebocoran, ke ausan roda gigi agar tekanan minyak lumas selalu normal.
2. *Lubrication oil cooler* tidak bekerja dengan optimal, disebabkan:
 - a. Sistem pendingin minyak lumas / *lubrication oil cooler* kotor, untuk mengatasinya dengan cara membersihkan *lubrication oil cooler* secara rutin, agar tidak terjadi panas yang berlebihan pada minyak pelumas.
 - b. Keran air laut dari sea chest rusak, untuk mengatasinya dengan cara memperbaiki atau mengantikannya dengan keran air laut yang baru, agar aliran air laut yang masuk ke *sea water pump* lancar, sehingga pendinginan pada minyak pelumas lebih maksimal.

B. SARAN

Berdasarkan kesimpulan tersebut diatas maka penulis dapat memberi saran sebagai berikut:

1. Penulis menyarankan kepada masinis, untuk melakukan perawatan rutin sesuai dengan petunjuk *Planning Maintenance System* (PMS)
 - a. Mengganti minyak lumas sesuai dengan petunjuk perawatan mesin
 - b. Mengganti filter minyak lumas dengan yang baru
 - c. Melakukan perawatan pada *Lubrication Oil Pump* secara rutin
2. Penulis menyarankan kepada masinis, untuk melakukan perawatan secara rutin sesuai dengan petunjuk *Planning Maintenance System* (PMS)
 - a. Membersihkan sistem pendingin dan *Lubrication Oil Cooler* secara rutin
 - b. Melakukan perbaikan pada keran air laut dari sea chest ke *Sea Water Pump*
 - c. Melakukan pengecekan pada kualitas minyak pelumas secara rutin

DAFTAR PUSTAKA

- Winardi (2016 : 363) Motivasi Dalam Manajemen.
- Boentarto. (2012). *Bengkel Teknik Pengelesan*. Yogyakarta : Andi Pers
- Fuad, Muhammad. (2000). *Peneliti Migas (Minyak Dan Gas)*, Jakarta : Pustaka Pelajar
- Kresnoadi (2017 : 131) Perpindahan Kalor
- Johan Handoyo, Jusak. (2015). *Motor Diesel Penggerak Utama Kapal*. Jakarta :
Djangkar
- Maleev. (2011). *Operasi dan Pemeliharaan Mesin Diesel*. Jakarta : Erlangga
- Takeda, Kazuhiko, Shigeo Miyada. (2000). *Management of Marine Fuels and
Lubricating Oily, London Inc*
- P.K ,GUHA (2017:6) Pompa Hydraulic
- Geof and Isidor Kerzembbaum (2004:234) Lub Oil Filter
- Iwan Darmawan (2018:6) Lubrication Oil Cooler
- Poerwadarminto (2019 : 562). *Kamus Besar Bahasa Indonesia*. Jakarta : Balai Pustaka

Lampiran 1



SHIP PARTICULARS

Name of Vessel	: PELICAN GEM
Call Sign	: 9MVN4
IMO Number	: 9774238
Port of Registry	: Port Kelang (Malaysia)
Classification	: BV (Bureau Veritas)
Owner	: Flex Fleet Sdn Bhd
LOA	: 40 M
BOA	: 7,60 M
Moulded Draft	: 3,65 M
Loaded Draft	: 1,89 M
MMSI Number	: 533130384
GRT	: 269 MT
NRT	: 80 MT
DWT	: 129 MT
Fresh Water Capacity	: 30,000 Ltrs
Fuel Oil Capacity	: 86,000 Ltrs
Number of Main Engine	: 3 Units
Make & Type Main Engine	: 1 x Cummins KTA-50-M2 2 x Cummins KTA-38-M2
Total BHP	: 1 x 1800 BHP + 2 x 1350 BHP @ 1900 RPM
Propellers	: 3 x Fixed Pitch, Nickel Alum Bronze, 5 Blade

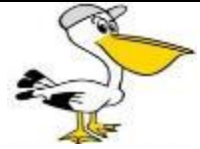
Lampiran 2

PELICAN GEM

SHIP PARTICULAR ENGINE

MAIN ENGINE	GENERATOR
MEP : Cummins Model KTA 38-M2 ESN : 33203823 GB : Model No :MGX 6690SC ESN : 2173873 OIL BRAND . PETRONAS 15 W 40	AEP: Cummins Model 6BT 5-9-D(M) ESN : 22149556 OIL BRAND . PETRONAS 15 W 40
MEC: Cummins Model KTA 50-M2 ESN : 33203596 GB : Model No :MGX 6848 SC ESN : 2159821 OIL BRAND . PETRONAS 15 W 40	AEC: Cummins Model 6BT 5-9-D(M) ESN : 22149653 OIL BRAND . PETRONAS 15 W 40
MES: : Cummins Model KTA 38-M2 ESN : 33203858 GB : Model No : MGX 6690SC ESN : 2173874 OIL BRAND . PETRONAS 15 W 40	AES: Cummins Model 6BT 5-9-D(M) ESN : 22149586 OIL BRAND . PETRONAS 15 W 40
STEERING GEAR Model : PURQ8006D022040 Serial : SEAHPU5028101014-DRQ001 LO . TELLUS 32	FIRE FIGHTING SYSTEM TYPE : SFP 250 x 350 x P Serial No : 06-01910 MID LO. Shell Omala S2 GX 68
BOW TRUSTER TYPE : VGON -130 R Q FN – 1-0-00 LSNRYL-2 / 700 Nm / 330 BAR Fabr No : 64-15 04 00195 OIL BRAND . TELLUS 68	

FLEX FLEET SDN BHD



Crew List

Name of Vessel : **PELICAN GEM**Call Sign /Official No.: **9 MVN 4 / 335709**Flag : **MALAYSIA**GRT/NRT : **269 T / 80 T**Port : **PORT KELANG**Date : **07 July 2023**

No	Name	Sex	Rank	Nationality	Date of Birth	Travel Document	Exp. Passport
01.	IRSYAM SYAMSUKRI	M	MASTER	INDONESIAN	08/07/1975	C 6788443	23 NOV 2023
02.	MAROLOP HUTABARAT	M	Ch. Officer	INDONESIAN	02/04/1984	C 7903211	13 AUG 2026
03.	YALFIT ALBAR	M	CH.ENG	INDONESIAN	08/10/1978	C 6442168	05 FEB 2025
04.	DENI REZA HARAHAAP	M	2 nd ENG	INDONESIAN	01/11/1978	C 8429263	14 FEB 2027
05.	SHAHRIZAL BIN JAAFAR	M	3 rd ENG	MALAYSIAN	22/11/1976	A 52014629	02 NOV 2024
06.	MOHD HARUN BIN CHE MAT	M	AB	MALAYSIAN	15/07/1985	A 52375943	27 JAN 2025
07.	MUHD ARIZAL BIN ADAM	M	AB	MALAYSIAN	26/08/1986	A 53998616	23 NOV 2024
08.	MOHD ZAFRI BIN BORHAN	M	COOK	MALAYSIAN	13/03/1991	A 54643531	23 JUN 2025

Total no. of crew = 8 Person including Master

Capt. Irsyam Syamsukri
Master Of Pelican Gem

FLEX FLEET**KUANTAN, PHG**

FAX:
PHONE:
SAMPLE TYPE: **OIL**
SAMPLE SHIP TIME (days): 46

COMPANY NAME : FLEX FLEET
CUSTOMER EQUIP NUM : ME PORT
COMPARTMENT NAME : ENGINE
SERIAL NUMBER : 33203823
MANUFACTURER : UNKNOWN
MODEL : _UNKNOWN
JOB SITE : PELICAN GEM
EXT WARR NUMBER :

SHOP JOB NUM : 110198495-KN/2302/22
COMP SERIAL NUM :
COMPARTMENT MODEL :
COMP MANUFACTURER :
SAMPLE LABEL NUM : F10472-0042
FLUID BRAND/WEIGHT : 15W-40
FLUID TYPE :
EXT WARR EXPIRE DATE :

Tractors Malaysia

1 Jalan Puchong Taman
Perindustrian Puchong Utama
Puchong, Selangor 47100
03 8060-1003
www.tractors.com.my

LAB CONTROL NUMBER	SAMPLE DATE	PROCESS DATE	EQUIPMENT METER		METER ON FLUID	FLUID CHANGED	MAKE UP FLUID	MAKE UP FLUID UNITS	FILTER CHANGED
J280-52152-0042	16-Apr-2022	01-Jun-2022	32130	HR	32130 HR	Unknown			Unknown
No Action Required	THERE IS NO ABNORMAL WEAR AND CONTAMINATION NOTICED. MORE SAMPLE HISTORY NEEDED TO ESTABLISH A NORMAL WEAR TREND. MORE SAMPLE HISTORY NEEDED TO ESTABLISH A NORMAL WEAR TREND. CONTINUE SAMPLING AT CONSISTENT INTERVALS TO ESTABLISH A WEAR TREND. PLEASE SAMPLE WHEN OIL IS HOT.								
J280-50079-0060	19-Feb-2020	19-Mar-2020	22699	HR	22699 HR	Unknown			Unknown
No Action Required	NO ABNORMAL WEAR DETECTED. ALL READING APPEAR NORMAL. MORE SAMPLE HISTORY NEEDED TO ESTABLISH A NORMAL WEAR TREND. CONTINUE SAMPLING AT CONSISTENT INTERVALS TO ESTABLISH A WEAR TREND. PLEASE SAMPLE WHEN OIL IS HOT.								
J280-49338-0037	20-Nov-2019	04-Dec-2019	574	HR	574 HR	Unknown			Unknown
No Action Required	ALL WEAR METALS APPEAR NORMAL. ALL READING APPEAR NORMAL. MORE SAMPLE HISTORY NEEDED TO ESTABLISH A NORMAL WEAR TREND. CONTINUE SAMPLING AT CONSISTENT INTERVALS TO ESTABLISH A WEAR TREND. PLEASE SAMPLE WHEN OIL IS HOT.								
J280-49127-0042	12-Mar-2019	07-May-2019				Unknown			Unknown
No Action Required	ALL WEAR METALS APPEAR NORMAL. ALL READING APPEAR NORMAL. MORE SAMPLE HISTORY NEEDED TO ESTABLISH A NORMAL WEAR TREND. CONTINUE SAMPLING AT CONSISTENT INTERVALS TO ESTABLISH A WEAR TREND. PLEASE SAMPLE WHEN OIL IS HOT.								

Wear Metals (ppm)	Cu	Fe	Cr	Al	Pb	Si	Na	Mo
J280-52152-0042	7	9	0	2	6	6	13	41
J280-50079-0060	1	7	0	2	0	1	22	2
J280-49338-0037	1	9	0	1	2	2	2	1
J280-49127-0042	0	4	0	1	2	4	3	34

Oil Condition / Particle Count (ct/ml)	W	A	F
J280-52152-0042	N	N	N
J280-50079-0060	N	N	N
J280-49338-0037	N	N	N
J280-49127-0042	N	N	N

Ag = Silver, Al = Aluminum, B = Boron, Ca = Calcium, Cr = Chromium, Cu = Copper, Fe = Iron, P = Phosphorus, K = Potassium, Mg = Magnesium, Mo = Molybdenum, Na = Sodium, Ni = Nickel, Pb = Lead, Si = Silicon, Sn = Tin, V = Vanadium, Zn = Zinc, A = Antifreeze, F = Fuel, W = Water, P = Positive, N = Negative, T = Trace, E = Excessive, NIT = Nitration, OXI = Oxidation, ST = Soot, SUL = Sulfation, ISO = ISO Rating, PFC = Percent Fuel Content, PQI = Particle Quantifying Index, NaW = Salt Water, FL Pt = Flash Point, TAN = Total Acid Number, TBN = Total Base Number, H2O = Karl Fisher result, V100 = Viscosity@100C, V40 = Viscosity@40C, FDM = Ferrous Debris Monitor

Notice: This analysis is intended as an aid in predicting mechanical wear. No guarantee, expressed or implied, is made against failure of this piece of equipment or a component thereof.

FLEX FLEET

KUANTAN, PHG

FAX:
PHONE:
SAMPLE TYPE: OIL
SAMPLE SHIP TIME (days): 46

COMPANY NAME : FLEX FLEET
CUSTOMER EQUIP NUM : ME CENTER
COMPARTMENT NAME : ENGINE
SERIAL NUMBER : 33203596
MANUFACTURER : UNKNOWN
MODEL : _UNKNOWN
JOB SITE : PELICAN GEM
EXT WARR NUMBER :
SHOP JOB NUM : 110198495-KN/2303/22
COMP SERIAL NUM :
COMPARTMENT MODEL :
COMP MANUFACTURER :
SAMPLE LABEL NUM : F10474-0044
FLUID BRAND/WEIGHT : 15W-40
FLUID TYPE :
EXT WARR EXPIRE DATE :

Tractors Malaysia



1 Jalan Puchong Taman
Perindustrian Puchong Utama
Puchong, Selangor 47100
03 8060-1003
www.tractors.com.my

LAB CONTROL NUMBER	SAMPLE DATE	PROCESS DATE	EQUIPMENT METER		METER ON FLUID	FLUID CHANGED	MAKE UP FLUID	MAKE UP FLUID UNITS	FILTER CHANGED
J280-52152-0044	16-Apr-2022	01-Jun-2022	27402	HR	27402 HR	Unknown			Unknown
No Action Required	THERE IS NO ABNORMAL WEAR AND CONTAMINATION NOTICED. MORE SAMPLE HISTORY NEEDED TO ESTABLISH A NORMAL WEAR TREND. MORE SAMPLE HISTORY NEEDED TO ESTABLISH A NORMAL WEAR TREND. CONTINUE SAMPLING AT CONSISTENT INTERVALS TO ESTABLISH A WEAR TREND. PLEASE SAMPLE WHEN OIL IS HOT.								
J280-51230-0030	28-May-2021	18-Aug-2021	22612	HR	120 HR	Unknown			Unknown
No Action Required	SAMPLE ANALYSIS SATISFACTORY. ALL WEAR METALS APPEAR NORMAL. MORE SAMPLE HISTORY NEEDED TO ESTABLISH A NORMAL WEAR TREND. CONTINUE SAMPLING AT CONSISTENT INTERVALS TO ESTABLISH A WEAR TREND. PLEASE SAMPLE WHEN OIL IS HOT.								
J280-51147-0113	25-Mar-2021	27-May-2021	22153	HR	22153 HR	Unknown			Unknown
No Action Required	NO ABNORMAL WEAR DETECTED. ALL READING APPEAR NORMAL. MORE SAMPLE HISTORY NEEDED TO ESTABLISH A NORMAL WEAR TREND. CONTINUE SAMPLING AT CONSISTENT INTERVALS TO ESTABLISH A WEAR TREND. PLEASE SAMPLE WHEN OIL IS HOT.								
J280-50282-0105	02-Sep-2020	08-Oct-2020	19755	HR	19755 HR	Unknown			Unknown
No Action Required	THERE IS NO ABNORMAL WEAR AND CONTAMINATION NOTICED. MORE SAMPLE HISTORY NEEDED TO ESTABLISH A NORMAL WEAR TREND. MORE SAMPLE HISTORY NEEDED TO ESTABLISH A NORMAL WEAR TREND. CONTINUE SAMPLING AT CONSISTENT INTERVALS TO ESTABLISH A WEAR TREND. PLEASE SAMPLE WHEN OIL IS HOT.								

Wear Metals (ppm)	Cu	Fe	Cr	Al	Pb	Si	Na	Mo
J280-52152-0044	1	2	0	2	2	1	4	44
J280-51230-0030	0	1	0	1	2	0	0	17
J280-51147-0113	1	6	1	2	2	1	9	12
J280-50282-0105	5	7	0	1	6	4	2	0

Oil Condition / Particle Count (ct/ml)	W	A	F
J280-52152-0044	N	N	N
J280-51230-0030	N	N	N
J280-51147-0113	N	N	N
J280-50282-0105	N	N	N

Ag = Silver, Al = Aluminum, B = Boron, Ca = Calcium, Cr = Chromium, Cu = Copper, Fe = Iron, P = Phosphorus, K = Potassium, Mg = Magnesium, Mo = Molybdenum, Na = Sodium, Ni = Nickel, Pb = Lead, Si = Silicon, Sn = Tin, V = Vanadium, Zn = Zinc, A = Antifreeze, F = Fuel, W = Water, P = Positive, N = Negative, T = Trace, E = Excessive, NIT = Nitration, OXI = Oxidation, ST = Soot, SUL = Sulfation, ISO = ISO Rating, PFC = Percent Fuel Content, PQI = Particle Quantifying index , NaW = Salt Water, FL Pt = Flash Point, TAN = Total Acid Number, TBN = Total Base Number, H2O = Karl Fisher result, V100 = Viscosity@100C, V40 = Viscosity@40C, FDM = Ferrous Debris Monitor

Notice: This analysis is intended as an aid in predicting mechanical wear. No guarantee, expressed or implied, is made against failure of this piece of equipment or a component thereof.

FLEX FLEET

KUANTAN, PHG

FAX:
PHONE:
SAMPLE TYPE: OIL
SAMPLE SHIP TIME (days): 46

COMPANY NAME : FLEX FLEET
CUSTOMER EQUIP NUM : ME STBD
COMPARTMENT NAME : ENGINE
SERIAL NUMBER : 33203858
MANUFACTURER : UNKNOWN
MODEL : _UNKNOWN
JOB SITE : PELICAN GEM
EXT WARR NUMBER :
SHOP JOB NUM : 110198495-KN/2304/22
COMP SERIAL NUM :
COMPARTMENT MODEL :
COMP MANUFACTURER :
SAMPLE LABEL NUM : F10473-0043
FLUID BRAND/WEIGHT : 15W-40
FLUID TYPE :
EXT WARR EXPIRE DATE :



1 Jalan Puchong Taman
Perindustrian Puchong Utama
Puchong, Selangor 47100
03 8060-1003
www.tractors.com.my

LAB CONTROL NUMBER	SAMPLE DATE	PROCESS DATE	EQUIPMENT METER		METER ON FLUID	FLUID CHANGED	MAKE UP FLUID	MAKE UP FLUID UNITS	FILTER CHANGED
J280-52152-0043	16-Apr-2022	01-Jun-2022	31996	HR	31996 HR	Unknown			Unknown
No Action Required	THERE IS NO ABNORMAL WEAR AND CONTAMINATION NOTICED. MORE SAMPLE HISTORY NEEDED TO ESTABLISH A NORMAL WEAR TREND. MORE SAMPLE HISTORY NEEDED TO ESTABLISH A NORMAL WEAR TREND. CONTINUE SAMPLING AT CONSISTENT INTERVALS TO ESTABLISH A WEAR TREND. PLEASE SAMPLE WHEN OIL IS HOT.								
J280-51230-0034	28-May-2021	18-Aug-2021	27481	HR	258 HR	Unknown			Unknown
No Action Required	SAMPLE ANALYSIS SATISFACTORY. ALL WEAR METALS APPEAR NORMAL. MORE SAMPLE HISTORY NEEDED TO ESTABLISH A NORMAL WEAR TREND. CONTINUE SAMPLING AT CONSISTENT INTERVALS TO ESTABLISH A WEAR TREND. PLEASE SAMPLE WHEN OIL IS HOT.								
J280-50282-0114	02-Sep-2020	08-Oct-2020	24122	HR	24122 HR	Unknown			Unknown
No Action Required	THERE IS NO ABNORMAL WEAR AND CONTAMINATION NOTICED. MORE SAMPLE HISTORY NEEDED TO ESTABLISH A NORMAL WEAR TREND. MORE SAMPLE HISTORY NEEDED TO ESTABLISH A NORMAL WEAR TREND. CONTINUE SAMPLING AT CONSISTENT INTERVALS TO ESTABLISH A WEAR TREND. PLEASE SAMPLE WHEN OIL IS HOT.								
J280-50079-0062	19-Feb-2020	19-Mar-2020	22712	HR	22712 HR	Unknown			Unknown
No Action Required	NO ABNORMAL WEAR DETECTED. ALL READING APPEAR NORMAL. MORE SAMPLE HISTORY NEEDED TO ESTABLISH A NORMAL WEAR TREND. CONTINUE SAMPLING AT CONSISTENT INTERVALS TO ESTABLISH A WEAR TREND. PLEASE SAMPLE WHEN OIL IS HOT.								

Wear Metals (ppm)	Cu	Fe	Cr	Al	Pb	Si	Na	Mo
J280-52152-0043	4	13	0	2	5	6	11	43
J280-51230-0034	1	10	0	1	1	1	0	17
J280-50282-0114	6	8	0	1	9	5	2	0
J280-50079-0062	1	7	0	0	79	2	4	0

Oil Condition / Particle Count (ct/ml)	W	A	F
J280-52152-0043	N	N	N
J280-51230-0034	N	N	N
J280-50282-0114	N	N	N
J280-50079-0062	N	N	N

Ag = Silver, Al = Aluminum, B = Boron, Ca = Calcium, Cr = Chromium, Cu = Copper, Fe = Iron, P = Phosphorus, K = Potassium, Mg = Magnesium, Mo = Molybdenum, Na = Sodium, Ni = Nickel, Pb = Lead, Si = Silicon, Sn = Tin, V = Vanadium, Zn = Zinc, A = Antifreeze, F = Fuel, W = Water, P = Positive, N = Negative, T = Trace, E = Excessive, NIT = Nitration, OXI = Oxidation, ST = Soot, SUL = Sulfation, ISO = ISO Rating, PFC = Percent Fuel Content, PQI = Particle Quantifying index, NaW = Salt Water, FL Pt = Flash Point, TAN = Total Acid Number, TBN = Total Base Number, H2O = Karl Fisher result, V100 = Viscosity@100C, V40 = Viscosity@40C, FDM = Ferrous Debris Monitor

Notice: This analysis is intended as an aid in predicting mechanical wear. No guarantee, expressed or implied, is made against failure of this piece of equipment or a component thereof.

Lampiran 5.

MV.PELICAN GEM



DAFTAR ISTILAH

Anak Buah Kapal (ABK)	: Semua personil yang bekerja di atas kapal selain Nahkoda.
<i>Backwash Filter</i>	: <i>Filter</i> otomatis yang menyaring minyak lumas dari kotoran dan zat lain yang terkandung di dalamnya seperti pasir, air dengan memanfaatkan udara bertekanan dalam proses pembilasannya.
<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>Mechanical Seal</i>	: Suatu komponen dalam sebuah konstruksi pompa

yang berfungsi sebagai penghalang keluar masuknya cairan, baik itu fluida proses maupun pelumas. Penggunaan jenis *mechanical seal* yang tepat sangat penting bagi unjuk kerja pompa sentrifugal.

Offshore Rig

Serangkaian peralatan khusus yang digunakan untuk mengebor sumur atau mengakses sumur untuk mendapatkan air, minyak atau gas bumi yang beroperasi di atas permukaan air (laut, sungai, rawa-rawa atau danau).

Oil Sample

: Sebuah perlengkapan yang digunakan untuk mengambil contoh minyak lumas yang dikirim ke laboratorium untuk dilakukan analisis.

PMS (Planned Maintenance System)

: Sistem perawatan berencana, sistem perawatan permesinan kapal yang direncanakan, secara teratur, tertata, terdokumentasi dan memenuhi pelaporan secara berkesinambungan kepada manajemen dengan baik.

Pour Point

: suhu terendah dimana suatu cairan mulai tidak bisa mengalir dan kemudian menjadi beku

Product Data Sheet

: Dokumen yang berisi tentang informasi sebuah produk secara detail yang dikeluarkan dari pabrik pembuatnya.

Sea Chest

: Tempat isapan air laut sebelum diisap oleh pompa.

Strainer

: Saringan pencegah kotoran agar tidak masuk ke dalam sistem.

Total Base Number (TBN)

: Ukuran jumlah kadar basa (alkali) yang menetralkan kadar asam pada pelumas di minyak lumas mesin.

Viscosity

: Kekentalan suatu minyak pelumas adalah pengukuran dari mengalirnya bahan cair dari minyak pelumas, dihitung dalam ukuran standard.