

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



**MAKALAH**

**OPTIMALISASI PERAWATAN MESIN INDUK  
GUNA MENUNJANG KELANCARAN  
PENGOPERASIAN MV.FLORA 8**

Oleh :

**ASBUL AIRI**  
**NIS. 02004/T-I**

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



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



**MAKALAH**

**OPTIMALISASI PERAWATAN MESIN INDUK GUNA  
MENUNJANG KELANCARAN PENGOPERASIAN  
MV.FLORA 8**

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

**Oleh :**

**ASBUL AIRI  
NIS. 02004/T-I**

**PROGRAM PENDIDIKAN DIKLAT PELAUT - 1**

**JAKARTA**

**2023**



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



**TANDA PERSETUJUAN MAKALAH**


Nama : ASBUL AIRI  
No. Induk Siwa : 02004/T-I  
Program Pendidikan : DIKLAT PELAUT - I  
Jurusan : TEKNIKA  
Judul : OPTIMALISASI PERAWATAN MESIN INDUK GUNA  
MENUNJANG KELANCARAN PENGOPERASIAN  
MV. FLORA 8

Jakarta, 27 October 2023

Pembimbing I,


  
**Ir. Supardi, M.Si., M.MAR.E.**  
Pembina Tk. I (IV/a)  
NIP.197308252006121002

Pembimbing II,

  
**Niken Sitalaksmi Widjaja, S.H., M.Sc**  
Pembina (IV/a)  
NIP.197503152006042001

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 : ASBUL AIRI  
No. Induk Siwa : 02004/T-I  
Program Pendidikan : DIKLAT PELAUT - I  
Jurusan : TEKNIKA  
Judul : OPTIMALISASI PERAWATAN MESIN INDUK GUNA  
MENUNJANG KELANCARAN PENGOPERASIAN MV.  
FLORA 8

Penguji I

**Dr. Larsen Barasa, M.M**

Penata (III/d)

NIP.19720415 199803 1 002

Penguji II

**P. Dwikora Simanjuntak, M.M**

Pembina Tk. 1 (IV/b)

NIP.19640906 199903 1 001

Penguji III

**Niken Sitalaksmi Widiaja, S.H., MSc**

Pembina (IV/a)

NIP.19750315 200604 2 001

Mengetahui  
Ketua Jurusan Teknika

**Markus Yando, S.ST., 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 MESIN INDUK GUNA MENUNJANG KELANCARAN PENGOPERASIAN MV. FLORA 8”**

Makalah diajukan dalam rangka melengkapi tugas dan untuk memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan program pendidikan Ahli Teknika 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 juga tidak lepas dari keterlibatan banyak pihak yang telah membantu, sehingga dalam kesempatan 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 Teknika Sekolah tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta.
4. Bapak Ir.Supardi, M.SI.,M.MAR.E selaku dosen pembimbing I yang telah meluangkan waktu untuk memberikan saran dan pikirannya mengarahkan penulis pada sistematika materi yang baik dan benar.
5. Ibu Niken Sitalaksmi Widjaja, S.H.,M.Sc selaku dosen pembimbing II yang telah meberikan waktunya untuk membimbing proses penulisan makalah.
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. Bapak Tukiman (Alm) dan Ibu Sampah orang tua saya tersayang yang membantu atas doa



dan dukungan selama pembuatan makalah.

8. Hariani istri tercinta, yang membantu atas doa dan dukungan selama pembuatan makalah.
9. Prasetyo Khairy dan Ahmad Surya Khairy Anak-anakku yang selalu memberi semangat dan dukungan penuh dalam hidup saya.
10. Semua Pasis Ahli Teknik Tingkat 1 angkatan LXVIII semuanya yang telah memberikan sumbangsih pikiran dan saran serta yang telah memberikan motivasi selama penyusunan makalah ini akhirnya dapat terselesaikan.

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

Jakarta, 27 Oktober 2023

Penulis,



ASBUL AIR

NIS. 02004/T-I



## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>TANDA PERSETUJUAN MAKALAH</b> .....	ii
<b>TANDA PENGESAHAN MAKALAH</b> .....	iii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	iv
<b>DAFTAR ISI</b> .....	vi
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	vii
 <b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
A. Latar Belakang .....	1
B. Identifikasi, Batasan dan Rumusan Masalah .....	2
C. Tujuan dan Manfaat Penelitian .....	3
D. Metode Penelitian .....	4
E. Waktu dan Ternpat Penelitian .....	5
F. Sistematika Penulisan .....	5
 <b>BAB II LANDASAN TEORI</b>	
A. Tinjauan Pustaka .....	8
B. Kerangka Pemikiran .....	20
 <b>BAB III ANALISIS DAN PEMBAHASAN</b>	
A. Deskripsi Data .....	21
B. Analisis Data .....	23
C. Pemecahan Masalah .....	33
 <b>BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
A. Kesimpulan .....	42
B. Saran .....	43
 <b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	44
 <b>DAFTAR LAMPIRAN</b>	
 <b>DAFTAR ISTILAH</b>	



## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. *Ship Particular*
- Lampiran 2. *Crew List*
- Lampiran 3. *Main Engine*
- Lampiran 4. *Cylinder Head dan Exhaust Valve*
- Lampiran 5. *Fresh water Cooler dan Filter Seachest*
- Lampiran 6. *Pompa pendingin air laut dan Pompa Cylinder Oil Main Engine*
- Lampiran 7. *Injector*
- Lampiran 8. *Sketsa Main Engine*
- Lampiran 9. *Bagian intake valve dan Exhaust Valve*
- Lampiran 10. *Main Engine Specification*



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. LATAR BELAKANG**

Di zaman modern sekarang, dunia usaha perkapalan telah berkembang pesat dan persaingannya pun semakin ketat. Perusahaan pelayaran dituntut untuk selalu memberikan pelayanan yang memuaskan kepada pelanggan dengan cara mengoperasikan kapal yang dimiliki dengan tepat waktu dan aman tiba di tempat tujuan. Guna menjaga kelancaran operasi kapal, diperlukan perawatan dan suku cadang yang cukup disamping sumber daya manusia di atas kapal yang terampil dalam merawat dan menjaga performa kapal.

Perawatan adalah faktor paling penting dalam mempertahankan kehandalan permesinan dan juga diperlukan kru yang ahli, Tetapi hanya sedikit bidang-bidang yang mampu berperan begitu dominan seperti dalam dunia pelayaran.

Perawatan membutuhkan biaya yang besar, dalam hal perawatan ini pihak perusahaan sering menunda pekerjaan perawatan dengan tujuan agar dapat menghemat biaya. Namun, jika hal ini dituruti oleh kru kapal, disadari atau tidak bahwa hal ini adalah tindakan yang kurang tepat.

Seperti yang telah kita ketahui bahwa peralatan semakin tua atau semakin besar jam kerjanya, kinerjanya juga akan semakin berkurang, selain daripada itu semakin tua peralatan termasuk kapal, biaya perawatan juga semakin meningkat. Karena itu perlu cara dan strategi yang optimal, antara lain, perlu mengamati jenis-jenis biaya dan kerugian apa saja yang terkait.

Kelancaran operasional kapal sangat ditentukan oleh kinerja mesin induk sebagai mesin penggerak utama dari pada kapal tersebut. Untuk itu, perawatan Mesin Induk memerlukan keterampilan dari para masinis kapal, karena dengan diawaki masinis yang profesional di bidangnya dan mengetahui metode perawatan yang baik dapat menjamin performa mesin induk.



Perawatan harus dilaksanakan secara teratur dan terencana yang dilaksanakan berdasarkan buku petunjuk operasi mesin (*Instruction Manual Book*) dan *Planned Maintenance System (PMS)*.

Pada pelayaran MV. Flora 8 dalam pelayaran dari Singapore ke Balikpapan tanggal 20 Maret 2022 pukul 10.18 LT satu jam sebelum tiba di Balikpapan. tiba-tiba mesin induk mengalami gangguan dimana terjadi bunyi alarm dan lampu indicator pendingin *jaket main engine* menyala merah di ruang control kamar mesin. Selang waktu beberapa menit putaran (Rpm) mesin induk menjadi tidak stabil (naik turun). Setelah dilakukan pengecekan secara visual, ditemukan bahwa suhu gas buang pada tiap-tiap silinder tidak merata.

Setelah diadakan pengecekan ternyata penyebab berasal dari *cylinder head* no. 2. Selanjutnya saya bersama Masinis Jaga mengadakan pengecekan terhadap *indicator cock silinder* no. 2, ternyata dari *indicator cock* silinder keluar asap putih dan basah, segera saya melaporkan kepada Nahkoda untuk *stop engine*. Pada mesin induk ditemukan 1 unit silinder mengalami keretakan pada silinder no.2 (keretakan terjadi pada bagian atas permukaan silinder ataupun dudukan O-ring) Selanjutnya diadakan perbaikan pada *cylinder head* yang rusak.

Berdasarkan hal tersebut diatas penulis tertarik memilih membuat makalah dengan judul **“OPTIMALISASI PERAWATAN MESIN INDUK GUNA MENUNJANG KELANCARAN PENGOPERASIAN MV. FLORA 8”**.

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

### **1. Identifikasi Masalah**

Berdasarkan latar belakang di atas, penulis mengidentifikasi beberapa permasalahan yang terjadi di atas MV. Flora 8 sebagai berikut :

- a. Terjadi keretakan pada *cylinder head* mesin induk.
- b. Terjadi kebocoran pada *exhaust valve*.
- c. Perawatan terencana pada motor induk tidak terlaksana dengan baik.
- d. Suku cadang mesin induk tidak tersedia di atas kapal.



## **2. Batasan Masalah**

Berdasarkan uraian identifikasi masalah pada kesempatan ini penulis membatasi pembahasan makalah berdasarkan pengalaman penulis sebagai Chief Engineer selama bekerja di MV. Flora 8 yaitu membahas tentang :

- a. Terjadi keretakan pada *cylinder head* mesin induk
- b. Terjadi kebocoran pada *exhaust valve*

## **3. Rumusan Masalah**

Agar lebih mudah dalam mencari pemecahan masalah yang terjadi, penulis merumuskan permasalahan pada makalah ini sebagai berikut :

- a. Mengapa terjadi keretakan pada *cylinder head* mesin induk?
- b. Mengapa terjadi kebocoran pada *exhaust valve*?

# **C. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN**

## **1. Tujuan Penulisan**

Tujuan penulisan makalah dengan judul perawatan mesin induk secara berkala untuk menunjang kelancaran operasional kapal MV. Flora 8, dimaksudkan antara lain :

- a. Untuk mengetahui dan menganalisis penyebab terjadinya keretakan pada *cylinder head* mesin induk.
- b. Untuk menganalisis penyebab terjadinya kebocoran pada *exhaust valve*.

## **2. Manfaat Penulisan**

### **a. Manfaat Teoritis**

Mengembangkan pengetahuan, baik penulis maupun pembaca atau rekan seprofesi agar lebih dapat memahami tata cara perawatan mesin induk yang baik, pada *cylinder head* dan *exhaust valve*.

### **b. Manfaat Praktis**

Sebagai bahan masukan dan bahan acuan bagi para masinis dalam hal pelaksanaan perawatan mesin induk guna menjaga performa mesin induk itu sendiri sehingga tercapailah kelancaran pengoperasian kapal secara keseluruhan.



## **D. METODE PENELITIAN**

Dalam pengumpulan data serta keterangan-keterangan yang diperlukan dapat menggunakan teknik pengumpulan data. Hal ini dimaksudkan untuk mengetahui teknik yang tepat yang digunakan dalam upaya memperoleh data secara benar dan akurat. Dalam menulis makalah ini penulis menggunakan metode penelitian sebagai berikut :

### **1. Metode Pendekatan**

Dalam penulisan makalah ini menggunakan metode pendekatan studi kasus yang dilakukan secara deskriptif kualitatif, yakni berdasarkan pengalaman yang penulis temui selama bekerja di atas kapal MV. Flora 8 sebagai Chief Engineer.

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

Perolehan data didapat selama penulis bekerja di atas kapal, sehingga dapat diperoleh data yang lebih akurat. Untuk mendapatkan data yang diperlukan, penulis menggunakan beberapa teknik pengumpulan data sebagai berikut :

#### **a. Teknik Observasi**

Dalam hal ini penulis melakukan pengamatan atau observasi secara langsung dan telah mengumpulkan data-data dan informasi atas fakta yang dijumpai pada saat bekerja di atas kapal MV. Flora 8 sebagai *Chief Engineer*.

#### **b. Studi Dokumentasi**

Dokumentasi yaitu berupa data-data yang diperoleh dari dokumen-dokumen yang penulis dapatkan di atas kapal. Dokumen tersebut merupakan bukti nyata yang berhubungan dengan perawatan mesin induk.

#### **c. Studi Pustaka**

Untuk kelengkapan penulisan makalah ini, penulis menggunakan metode studi pustaka dalam mendukung karya tulis makalah. Metode dengan menggunakan studi perpustakaan adalah pengamatan melalui



pengumpulan data dengan memanfaatkan tulisan-tulisan yang ada hubungannya dengan penulisan makalah ini, baik itu buku-buku perpustakaan dan buku-buku pelajaran serta buku instruksi dari kapal untuk melengkapi penulisan makalah ini. Selain itu juga ditambah pengetahuan penulis selama mengikuti pendidikan di STIP baik lisan maupun tulisan.

### **3. Subyek Penelitian**

Yang menjadi subyek penelitian dalam makalah ini adalah mesin induk di atas kapal MV. Flora 8.

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

Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis akar masalah.

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

### **1. Waktu Penelitian**

Penelitian dilakukan selama Penulis bekerja di atas kapal MV. Flora 8 sebagai *Chief Engineer* dari tanggal 20 Februari 2022 sampai dengan 10 Agustus 2023

### **2. Tempat Penelitian**

Penelitian dilakukan di atas kapal MV. Flora 8, k a milik perusahaan PT. Foong Sun Shipping (PTE) LTD yang berkantor pusat di Singapura.kapal tersebut berbendera Indonesia,dengan daerah pelayaran NCV ( *Near Coastal Voyage*)

## **F. SISTEMATIKA PENULISAN**

Penulisan makalah ini disajikan sesuai dengan sistematika penulisan makalah yang telah di tetapkan dalam buku pedoman penulisan makalah yang dianjurkan oleh STIP Jakarta. Dengan sistematika yang ada maka diharapkan untuk mempermudah penulisan makalah ini secara benar dan terperinci. Makalah ini terbagi dalam 4 (empat) bab sesuai dengan urutan penelitian ini. Adapun sistematika penulisan makalah ini adalah sebagai berikut:



## BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan tentang informasi umum yaitu latar belakang penelitian, identifikasi masalah, batasan masalah, rumusan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, sistematika penulisan. Latar belakang sebagai alasan penulis memilih judul tersebut dan mendeskripsikan beberapa permasalahan yang terjadi berkaitan dengan judul. Identifikasi masalah yang menyebutkan poin permasalahan di atas kapal. Batasan masalah, menetapkan batas-batas permasalahan dengan jelas dan menentukan ruang lingkup pembahasan didalam makalah. Rumusan masalah merupakan permasalahan yang paling dominan terjadi di atas kapal dalam bentuk kalimat tanya. Tujuan dan manfaat merupakan sasaran yang akan dicapai atau diperoleh beserta gambaran kontribusi dari hasil penulisan makalah ini.

## BAB II LANDASAN TEORI

Bab ini membahas tentang tinjauan pustaka, yang diambil dari beberapa kutipan buku dan kerangka pemikiran. Tinjauan pustaka membahas beberapa teori yang berkaitan dengan rumusan masalah dan dapat membantu untuk mencari solusi atau pemecahan yang tepat. Kerangka pemikiran merupakan skema atau alur inti dari makalah ini yang bersifat argumentatif, logis dan analitis berdasarkan kajian teoritis, terkait dengan objek yang akan dikaji.

## BAB III ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Bab ini membahas tentang deskripsi data yang merupakan data yang diambil dari lapangan berupa spesifikasi kapal dan pekerjaannya, pengamatan pada fakta yang terjadi di atas kapal sesuai dengan permasalahan yang dibahas. Fakta dan kondisi disini meliputi waktu kejadian dan tempat kejadian yang sebenarnya terjadi di atas kapal berdasarkan pengalaman penulis. Analisis data adalah hasil analisa faktor-faktor yang menjadi penyebab rumusan masalah, pemecahan masalah di dalam penulisan makalah ini mendeskripsikan solusi yang tepat dengan menganalisis unsur-unsur positif dari penyebab masalah.



#### BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini membahas tentang kesimpulan yang merupakan pernyataan singkat dan tepat berdasarkan hasil analisis dan sehubungan dengan faktor penyebab pada rumusan masalah. Serta saran yang merupakan pertanyaan singkat dan tepat berdasarkan hasil pembahasan sebagai solusi dari rumusan masalah yang merupakan masukan untuk perbaikan yang akan dicapai.



## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

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

Berdasarkan pembahasan pada bab sebelumnya maka penulis mencari beberapa landasan teori untuk mencari pemecahan perawatan mesin induk, diantaranya adalah sebagai berikut :

##### **1. Perawatan**

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

Perawatan adalah faktor paling penting dalam mempertahankan keandalan suatu peralatan. Perawatan memerlukan biaya yang besar sehingga kebanyakan manajemen selalu mencoba menunda pekerjaan perawatan agar dapat menghemat biaya. Namun jika dituruti, perlu disadari bahwa sebenarnya penundaan itu akan mengakibatkan kerusakan dan justru membutuhkan biaya perbaikan yang lebih besar dari biaya perawatan yang seharusnya dikeluarkan

Menurut M. S Sehwarat dan J. S Narang (2001:34) dalam bukunya *Production Management* perawatan adalah sebuah pekerjaan yang dilakukan secara berurutan untuk menjaga atau memperbaiki fasilitas yang ada sehingga sesuai dengan standar fungsional dan kualitas.

Menurut Jusak Johan Handoyo, (2015:52) dalam buku Sistem Perawatan Permesinan Kapal, perawatan adalah faktor paling penting dalam mempertahankan keandalan suatu peralatan. Perawatan memerlukan biaya yang besar sehingga ada upaya untuk selalu mencoba menunda pekerjaan perawatan agar dapat menghemat biaya, namun jika dituruti hal tersebut, akan segera disadari bahwa sebenarnya penundaan itu akan mengakibatkan kerusakan yang lebih fatal dan justru membutuhkan biaya perbaikan yang lebih besar dari biaya perawatan yang seharusnya dikeluarkan.



## **b. Perawatan Berkala dan Terencana**

Menurut Jusak Johan Handoyo (2015:50) dalam bukunya yang berjudul *Manajemen Perbaikan Dan Perawatan Kapal*, perawatan terencana artinya kita sudah menentukan dan mempercayakan kepada seluruh Prosedur Perawatan yang dibuat oleh *maker* melalui *Manual Instruction Book*, untuk dilaksanakan dengan benar, tepat waktu dan berapapun biaya perawatan (*maintenance cost*) yang akan dikeluarkan tidak menjadi masalah, demi mempertahankan operasi kapal tetap lancar tanpa pernah terlambat dan memperkecil atau mencegah kerusakan-kerusakan yang terjadi.

Menurut Jusak Johan Handoyo, (2015:52) dalam buku *Sistem Perawatan Permesinan Kapal*, tujuan dilakukannya perawatan terencana dan berkala (*Planned Maintenance System*) adalah:

- 1) Untuk memungkinkan kapal dapat beroperasi secara reguler dan meningkatkan keselamatan, baik awak kapal maupun peralatan.
- 2) Untuk membantu perwira kapal menyusun rencana dan mengatur dengan lebih baik, sehingga meningkatkan kinerja kapal dan mencapai maksud dan tujuan yang sudah ditetapkan oleh para manajer di kantor pusat.
- 3) Untuk memperhatikan pekerjaan-pekerjaan yang membutuhkan pembiayaan mahal berkaitan dengan waktu dan material, sehingga mereka yang terlibat benar-benar meneliti dan dapat meningkatkan metode untuk mengurangi biaya.
- 4) Agar dapat melaksanakan pekerjaan secara sistematis tanpa mengabaikan hal-hal terkait dan melakukan pekerjaannya dengan cara paling ekonomis.
- 5) Untuk memberikan kesinambungan perawatan sehingga perwira yang baru naik dapat mengetahui apa yang telah di kerjakan dan apalagi yang harus di kerjakan.
- 6) Sebagai bahan informasi yang akan diperlukan bagi pelatihan dan agar seseorang dapat melaksanakan tugas secara bertanggung jawab.



- 7) Untuk menghasilkan fleksibilitas sehingga dapat di pakai oleh kapal yang berbeda walaupun dengan organisasi dan pengawakan yang juga berbeda.
- 8) Memberikan umpan balik informasi yang dapat di percaya ke kantor pusat untuk meningkatkan dukungan pelayanan, desain kapal, dan lain-lain

### c. Jenis-Jenis Perawatan

Dikutip dari J.E Habibie, Manajemen Perawatan dan Perbaikan (2006. 15-19) perawatan yang dihubungkan dengan berbagai kriteria pengendalian dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

#### 1) Perawatan Insidentil dan Perawatan Berencana

Pilihan pertama untuk menentukan suatu strategi perawatan adalah antara perawatan insidentil dan perawatan berencana. Perawatan insidentil artinya kita membiarkan mesin bekerja sampai rusak. Jika kita ingin menghindarkan agar kapal sering menganggur dengan cara strategi ini, maka kita harus menyediakan kapasitas yang berlebihan untuk dapat menampung kapasitas fungsi-fungsi yang kritis, yang sangat mahal, maka beberapa tipe sistem diharapkan dapat memperkecil kerusakan dan beban kerja.

Menurut Jusak Johan Handoyo, S.E., M.Min., M.Mar.E (2015:52-53) dalam buku Sistem Perawatan Permesinan Kapal, perawatan berencana adalah perawatan yang dilakukan secara tetap teratur dan terus menerus pada mesin untuk dioperasikan setiap saat di butuhkan. Perawatan berencana dibagi menjadi dua jenis yaitu :

##### a) Perawatan korektif

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



b) Perawatan pencegahan

Perawatan pencegahan adalah perawatan yang ditujukan untuk mencegah kegagalan atau berkembangnya kerusakan, atau menemukan kegagalan sedini mungkin. Dapat dilakukan melalui penyetelan secara berkala, rekondisi atau penggantian alat-alat atau berdasarkan pemantauan kondisi.

2) Perawatan Pencegahan Terhadap Perawatan Perbaikan

Dengan perawatan pencegahan kita mencoba untuk mencegah terjadinya kerusakan atau bertambahnya kerusakan, atau untuk menemukan kerusakan dalam tahap ini. Ini berarti bahwa kita harus menggunakan metode tertentu untuk mengikuti perkembangan yang terjadi.

Perbedaan antara bentuk perawatan pencegahan dan perawatan insidentil yang diuraikan diatas adalah, bahwa kita telah membuat suatu pilihan secara sadar dengan membiarkan adanya kerusakan atau mendekati kerusakan berdasarkan evaluasi biaya yang sering dilakukan serta adanya masalah-masalah yang ditemukan.

3) Perawatan Periodik Terhadap Pemantauan Kondisi

Perawatan pencegahan biasanya terjadi dari pembukaan secara periodik suatu mesin dan perlengkapan untuk menentukan apakah diperlukan penyetelan-penyetelan dan penggantian-penggantian. Jangka waktu inspeksi demikian biasanya didasarkan atas jam kerja mesin sesuai dengan *Planning Maintenance System* (PMS).

Tujuan dari pemantauan kondisi adalah untuk menemukan kembali informasi tentang kondisi dan perkembangannya, sehingga tindakan korektif dapat diambil sebelum terjadi kerusakan.

4) Pengukuran Terus-Menerus Terhadap Pengukuran Periodik

Pemantauan kondisi dilakukan baik dengan pengukuran yang terus menerus dengan pengecekan kondisi secara periodik. Penerapan pengukuran terus menerus dapat disamakan dengan penggunaan sistem alarm. Dalam hal pemantauan kondisi ini bagaimanapun



tujuannya adalah untuk mengukur kondisi ini dan bukan hanya menjaga batas kritis yang sudah dicapai.

**d. Hal-hal yang perlu Diperhatikan Dalam Kegiatan Perawatan**

Untuk memudahkan pelaksanaan perawatan, maka kegiatan perawatan yang dilakukan sebaiknya berdasarkan :

- 1) Sistem perintah kerja atau *work order system* merupakan kegiatan perawatan yang dilaksanakan berdasarkan pesanan dari kepala kerja pada bagian mesin. *Work order* atau perintah kerja memuat tentang:
  - a) Apa yang harus di kerjakan.
  - b) Siapa yang mengerjakan dan bertanggung jawab.
  - c) Alat-alat yang di butuhkan
  - d) Suku cadang yang dibutuhkan.
  - e) Waktu yang dibutuhkan untuk mengerjakan pekerjaan perawatan tersebut dan kapan waktu penyelesaiannya.
- 2) *Checklist system* merupakan daftar atau *schedule* yang telah dibuat untuk melakukan kegiatan perawatan dengan cara pemeriksaan terhadap setiap mesin secara berkala.
- 3) Rencana kerja bulanan (*monthly maintenance*) atau 3 bulanan (*quarterly maintenance*), yaitu kegiatan perawatan yang dilaksanakan berdasarkan pengalaman atau berdasarkan catatan sejarah mesin, misalnya kapan suatu mesin harus dirawat atau diperbaiki.

Sedangkan perencanaan berarti proses pemilihan informasi dan pembuatan asumsi mengenai kondisi masa yang akan datang, guna mengembangkan seluruh kegiatan. Jadi pengertian perencanaan perawatan adalah suatu kombinasi dari setiap tindakan yang di lakukan untuk menjaga system atau *equipment* dalam proses perawatannya sampai kondisi dapat diterima. Perencanaan perawatan mengikut sertakan pengembangan dari seluruh lintasan kegiatan yang mencakup semua kegiatan perawatan, reparasi, dan pekerjaan overhaul.



Faktor penunjang keberhasilan perencanaan perawatan akan terkait dengan :

- a) Ruang lingkup pekerjaan.
- b) Lokasi pekerjaan.
- c) Prioritas pekerjaan.
- d) Metode.
- e) Kebutuhan komponen dan material.
- f) Kebutuhan peralatan.
- g) Kebutuhan tenaga kerja baik secara kualitas dari skill maupun kuantitasnya.

Pengalaman telah menunjukkan bahwa untuk menciptakan suatu prosedur perawatan yang berdaya guna perlu adanya suatu pengaturan yang fleksibel termasuk pertimbangan kondisi pergantian komponen-komponen pada waktunya begitu juga kondisilingkungan setempat yang mempengaruhi usia pengoperasian kapal.

## **2. Mesin Induk (Mesin Diesel)**

### **a. Definisi Mesin Induk**

Dikutip dari <http://www.maritimworld.web.id>, Mesin Induk (*Main Propulsion Engine*) yaitu suatu instalasi mesin yang terdiri dari berbagai unit/sistem pendukung dan berfungsi untuk menghasilkan daya dorong terhadap kapal, sehingga kapal dapat berjalan maju atau mundur. Di kapal tempat penulis bekerja menggunakan motor diesel sebagai mesin penggerak utama kapal.

Mesin diesel adalah pesawat pembakaran dalam (*Internal Combustion Engine*), karena dalam mendapatkan energi potensial (berupa panas) untuk kerja mekaniknya diperoleh dari pembakaran bahan bakar yang dilaksanakan didalam pesawat itu sendiri, yaitu di dalam silindernya. Sebagai Mesin Penggerak Utama Kapal, mesin diesel lebih menonjol dibandingkan jenis Mesin Penggerak Utama Kapal lainnya, terutama konsumsi bahan bakar lebih hemat dan lebih mudah dalam mengoperasikannya.



Sebagai mesin penggerak utama kapal, mesin diesel lebih menonjol dibandingkan jenis mesin penggerak utama kapal lainnya, terutama untuk rute pelayaran antar pulau (*Interinsulair*), rute pelayaran yang sempit (sungai) dan ramai, karena pada saat olah gerak mesin kapal, mesin mudah dimatikan dan mudah dijalankan kembali.

#### **b. Komponen Utama Mesin Diesel**

Berbicara tentang komponen mesin diesel (bagian-bagian mesin diesel) merupakan suatu pemahaman dari bagian yang berguna untuk pemahaman sepenuhnya dari seluruh mesin diesel. Setiap bagian atau unit mempunyai fungsi masing-masing yang harus dilakukan dan bekerjasama dengan bagian yang lain membentuk mesin diesel.

Secara garis besar bagian mesin diesel ada 9 (Sembilan), sebagai berikut:

##### **1) Silinder Liner**

Jantung mesin diesel adalah silinder liner, yaitu tempat pembakaran dan daya ditimbulkan. Bagian dalam silinder liner mesin diesel dibentuk dengan lapisan (*liner*) atau selongsong (*sleeve*). Diameter dalam silinder liner disebut lubang (*bore*)

##### **2) Kepala silinder (*cylinder head*)**

Menutup satu ujung silinder dan sering berisikan katup tempat udara dan bahan bakar diisikan dan gas buang dikeluarkan. Dikutip dari website <https://makalahpelaut.com/komponen-pada-kepala-silinder-cylinder-head/>, bahwa kepala silinder merupakan tempat kedudukan mekanisme katup, ruang bakar, injector dan sebagai tutup *block* silinder.

##### **3) Torak (*piston*)**

Ujung lain dari ruang kerja silinder liner ditutup oleh torak yang meneruskan kepada poros daya yang ditimbulkan oleh pembakaran bahan bakar. Cincin torak (*piston ring*) mesin diesel yang dilumasi dengan minyak mesin menghasilkan sil (*seal*) rapat gas antara torak dan lapisan silinder. Jarak perjalanan torak dari ujung silinder ke ujung yang lain disebut langkah (*stroke*).



4) Batang Engkol (*Connecting rod*)

Satu ujung, yang disebut ujung kecil dari batang engkol, dipasangkan kepada pena pergelangan (*wrist pin*) atau pena tora (piston pin) yang terletak didalam torak. Ujung yang lain atau ujung besar mempunyai bantalan untuk pen engkol. Batang engkol mengubah dan meneruskan gerak ulak-alik (*reciprocating*) dari torak menjadi putaran kontinu pena engkol selama langkah terjadinya sebaliknya selama langkah yang lain.

5) Poros engkol (*crankshaft*)

Poros engkol berputar dibawah aksi torak melalui batang engkol dan pena engkol yang terletak diantara pipi engkol (*crankweb*), dan meneruskan daya dari torak kepada poros yang digerakkan. Bagian dari poros engkol yang di dukung oleh bantalan utama dan berputar didalamnya di sebut tap (*journal*).

6) Roda Gila (*Flywheel*)

Dengan berat yang cukup dikuncikan kepada poros engkol dan menyimpan energi kinetik selama langkah daya dan mengembalikannya selama langkah yang lain. Roda gila membantu menstart mesin dan juga bertugas membuat putaran poros engkol kira-kira seragam.

7) Poros Nok (*Camshaft*)

Yang digerakkan oleh poros engkol oleh penggerak rantai atau oleh roda gigi pengatur waktu mengoperasikan katup pemasukan dan katup buang melalui nok, pengikut nok, batang dorong dan lengan ayun. Pegas katup berfungsi menutup katup.

8) Karter (*crankcase*) mesin diesel

Berfungsi menyatukan silinder, torak dan poros engkol, melindungi semua bagian yang bergerak dan bantalanya dan merupakan *reservoir* bagi minyak pelumas. Disebut sebuah bloksilinder kalau lapisan silinder disisipkan didalamnya. Bagian bawah dari karter disebut plat landasan.



### 9) Sistem Bahan Bakar

Bahan bakar dimasukkan ke dalam ruang bakar oleh sistem injeksi yang terdiri atas saluran bahan bakar, dan injektor yang juga disebut *nozlle* injeksi bahan bakar atau *nozlle* semprot.

## 3. *Cylinder Head*

### a. Definisi *Cylinder head*

Kepala silinder (*Cylinder head*) adalah salah satu komponen utama mesin yang dipasangkan pada blok silinder dan diikat menggunakan baut menutup satu ujung silinder dan sering berisikan katup tempat udara dan bahan bakar diisikan dan gas buang dikeluarkan. Kepala silinder harus tahan terhadap temperatur dan tekanan yang tinggi selama engine bekerja. Oleh sebab itu umumnya kepala silinder dibuat dari besi tuang. Pada saat ini banyak mesin yang kepala silindernya terbuat dari paduan aluminium. Kepala silinder yang terbuat dari paduan Aluminium memiliki kemampuan pendinginan lebih besar dibanding dengan yang terbuat dari besi tuang. (Bambang Priambodo, 2015, Operasi Dan Pemeliharaan Mesin Diesel).

Menurut RS Northop (2015:12) bahwa kepala silinder bertumpu pada bagian atas blok silinder, titik tumpunya disekat dengan gasket (*packing*) untuk menjaga agar tidak terjadi kebocoran kompresi, disamping itu agar permukaan metal kepala silinder dan permukaan bagian atas blok silinder tidak rusak. Kepala silinder biasanya dibuat dari bahan Aluminium campuran, supaya tahan karat juga tahan pada suhu tinggi serta ringan. Biasanya bagian luar konstruksi kepala silinder bersirip, ini untuk membantu melepaskan panas pada mesin berpendingin udara.

### b. Konstruksi pada *Cylinder Head*

Menurut E. Karyanto (2007:10) menjelaskan tentang konstruksi *cylinder head* adalah bagian utama dari motor yang berfungsi untuk menutup silinder liner dan tempat pemasangan injektor serta kedudukan rumah dari katup.



Konstruksi dari pada *cylinder head* adalah sebagai berikut :

- 1) Terdapat lubang-lubang untuk saluran air pendingin mesin
- 2) Terdapat ruang rongga untuk ruang pembakaran
- 3) Terdapat lubang-lubang untuk tempat kedudukan *nozzle* pengabut
- 4) Terdapat lubang-lubang untuk tempat kedudukan katup masuk dan katup buang serta mekanis katup
- 5) Terdapat lubang untuk tempat kedudukan baut pengikat mesin
- 6) Tempat kedudukan kaitan pengangkut mesin Perawatan yang dilakukan terhadap *Cylinder head* adalah sangat penting untuk menghindari kerusakan yang dapat mengurangi efisiensi kerja dari instalasi *Main Engine*.

Perawatan yang dilakukan di atas kapal sesuai dengan program yang tertulis dalam PMS, ini adalah suatu program perawatan berkala yang terjadwal sesuai instruksi dari buku manual dari permesinan yang terdapat di atas kapal untuk mencegah terjadinya kerusakan yang fatal, dengan perawatan pencegahan yang terjadwal kita mencoba untuk mencegah terjadinya kerusakan atau bertambahnya kerusakan, dan juga untuk mempermudah menemukan kerusakan yang kemungkinan dapat terjadi pada instalasi *cylinder head*.

#### **c. Kelelahan Bahan *Cylinder Head***

Menurut Amanto Hari dalam buku Ilmu Bahan (2009:12) menjelaskan kelelahan bahan *cylinder head* : Kelelahan bahan adalah suatu batasan akan tegangan logam yang diijinkan. Angka-angka kelelahan suatu material suatu logam tidak sama, hal ini disebabkan oleh pabrik pembuatnya serta disesuaikan menurut kebutuhan dan kegunaan masing-masing selain umur pemakaian yang telah lama, tegangan yang diterima oleh material tersebut secara terus-menerus serta temperatur yang berubah-ubah dapat menurunkan kekuatan bahan sehingga dapat terjadi keretakan, sewaktu baja dipanaskan pada suhu diatas 500<sup>0</sup>C maka akan terjadi pembebasan sebagian kecil tegangan yang berada didalam baja, hal itu menyebabkan berkurangnya sedikit kekerasan dan kekuatan baja.



Keretakan yaitu garis yang terbentuk pada suatu benda keras seperti logam akibat dari menurunnya kekerasan dan ketahanan oleh deformasi. Deformasi yaitu perubahan ukuran atau bentuk karena pengaruh beban yang dikenakan padanya dan mempunyai kecepatan regangan yang tinggi maka bahan umumnya akan mengalami keretakan akibat bahan dikenai beban tiba-tiba.

Deformasi ini dapat terjadi secara elastis dan secara plastis. Deformasi elastis, yaitu suatu perubahan yang segera hilang kembali apabila beban dihilangkan. Deformasi plastis, yaitu suatu perubahan bentuk yang tetap ada meskipun beban yang menyebabkan deformasi dihilangkan. Untuk menghindarinya, maka pemberian suhu atau temperature pendingin yang tepat akan dapat membantu mengurangi timbulnya kelelahan bahan. Sifat mekanis suatu logam adalah kemampuan atau kekakuan logam untuk menahan beban yang diberikan, baik statis dan dinamis pada suhu biasa, suhu tinggi maupun suhu dibawah 0°C.

Beban statis adalah beban yang tetap baik besar maupun arahnya pada setiap saat, sedangkan beban dinamis adalah beban yang besar dan arahnya berubah menurut waktu. Bahan yang dibebani secara dinamis akan lelah dan retak, meskipun dibebani dibawah kekuatan statis, kelelahan adalah gejala patah dari bahan disebabkan oleh beban yang berubah-ubah. Kekuatan kelelahan suatu logam adalah tegangan bolak-balik tertentu yang dapat ditahan oleh logam itu sampai banyak balikan tertentu. Sementara itu batas kelelahan adalah tegangan bolak-balik tertinggi yang dapat ditahan oleh logam itu sampai banyak balikan tak terhingga.

#### **d. Perawatan pada *Cylinder head***

Pada kepala silinder terdapat komponen-komponen pokok yang wajib dilakukan perawatan, seperti :

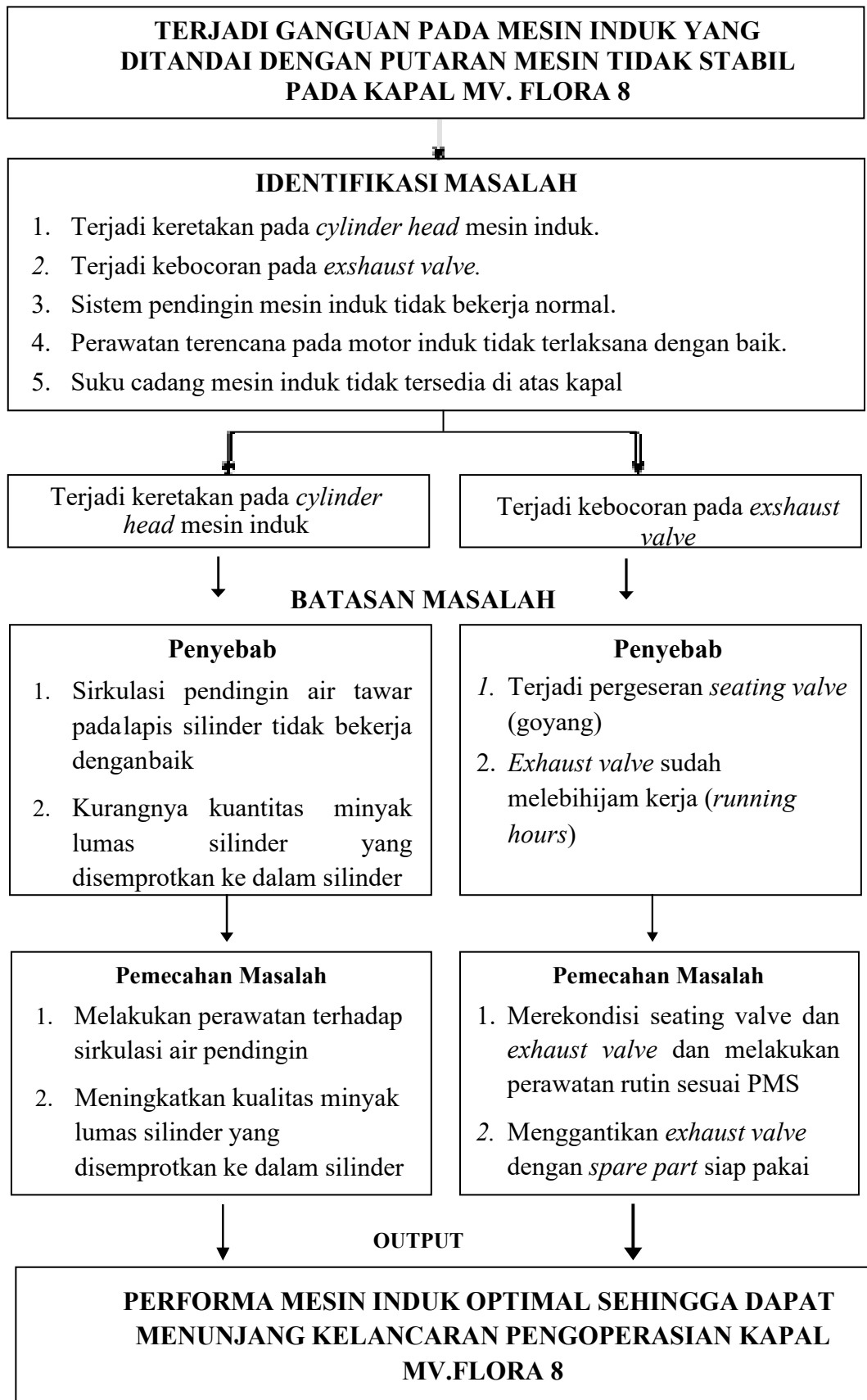
- 1) Katup hisap merupakan bagian *cylinder head* yang mengatur aliran gas yang masuk ke ruang bakar. Dimana katup hisap memiliki diameter yang lebih besar dibanding katup buang.



- 2) Katup buang merupakan bagian kepala silinder yang mengatur aliran gas yang keluar dari ruang bakar.
- 3) *Valve Spring* yaitu komponen yang berfungsi untuk membuka dan menutup saluran *intake exhaust* pada mesin, sementara *spring* akan menahan katup agar tetap tertutup dan mengembalikan katup pada kedudukan posisi semula serta memberi tekanan pada katup agar dapat menutup dengan rapat.
- 4) *Valve guide* sebagai penuntun pergerakan *valve* secara vertical dan juga sebagai pengontrol pelumasan pada *valve stem* dengandemikian dibutuhkan celah yang tepat antara *steam* dan *guide*, sehingga tidak terjadi kebocoran udara dan oli kedalam *intake valve* dan *exhaust valve*. *Valve guide* dirancang untuk mudah dan dapat dilepas bila melakukan penggantian dan perbaikan celah antara *steam* dan *guide valve*.
- 5) *Valve seating* yaitu tempat dudukan katup saat menutup atau sebuah *ring* yang tahan terhadap panas dan benturan yang dipasang diantara permukaan *valve* yang bersentuhan dengan kepala silinder dan selalu menerima benturan dan berdekatan dengan gas panas yang tinggi. *Valve seating* harus tahan panas, kuat dan tidak mudah aus terutama pada bagian *exhaust valve*, bila terjadi kerusakan pada *valve seating* dapat dengan mudah dilepas dan diganti tanpa mengganti kepala silinder.
- 6) *Injector* yaitu suatu alat yang berfungsi untuk menyemprotkan bahan bakar minyak menjadi kabut halus atau gas yang akan mempermudah gas tersebut terbakar di dalam silinder mesin.
- 7) *Indicator valve* yaitu sebuah komponen yang berfungsi menampilkan kondisi dari *valve*.



## B. KERANGKA PEMIKIRAN





## BAB III

### ANALISIS DAN PEMBAHASAN

#### A. DESKRIPSI DATA

Motor induk dibuat untuk penggerak kapal, yang bekerja menghasilkan dayayang maksimal untuk penunjang kelancaran pengoperasian kapal. Dengan kata lain lancarnya pengoperasian kapal tergantung pada kinerja kondisi mesin induk kapal tersebut. Adapun data kapal MV. Flora 8

<i>Ships name</i>	: MV. FLORA 8
<i>Call sign</i>	: J Z V V
<i>Nationality</i>	: Indonesia Type
<i>of vessel</i>	: General Cargo
<i>Gross tonnage</i>	: 2616 T
<i>Dead weight</i>	: 3436.02 T
<i>Main engine</i>	: HANSIN LH 34LA
<i>Serial No.</i>	: LH 34LA-109
<i>Bore / Stroke</i>	: 340 / 640 mm
<i>No of cylinder</i>	: 6 cylinders (in line)
<i>Output</i>	: 2200 PS at 280 rpm
<i>Maker</i>	: Hansin Co. ltd
<i>Turbo Charge type</i>	: VTR 251-2
<i>Owner</i>	: PT. Fong Sun Shipping PTE. LTD

Data lengkap dapat dilihat pada lampiran *ship particular* dan *ship machinery*

Untuk menunjang kelancaran pengoperasian kapal harus mengoptimalkan perawatan permesinan kapal khususnya perawatan mesin induk. Fakta yang terjadi di atas kapal diantaranya yaitu :



## 1. Terjadi Keretakan Pada *Cylinder Head* Mesin Induk

Pada pelayaran dari Singapura menuju Balikpapan tepatnya tanggal 20 Maret 2022 pukul 10.18 LT, MV. FLORA 8 mengalami gangguan mesin induk. Mesin induk mengalami gangguan dimana terjadi bunyi alarm dan lampu indicator pendingin jaket main engine menyala merah di ruang control kamar mesin. Selang waktu beberapa menit putaran (Rpm) mesin induk menjadi tidak stabil (naik turun). Setelah dilakukan pengecekan secara visual, ditemukan bahwa suhu gas buang pada tiap-tiap silinder tidak merata. Setelah diadakan pengecekan ternyata penyebab berasal dari *cylinderhead* no. 2 dengan suhu temperature 430°C, sedangkan suhu temperature gas buang tiap-tiap selinder lainnya menunjukkan 380°C sampai 390°C. Selanjutnya saya bersama Masinis Jaga mengadakan pengecekan terhadap *indicator cock silinder* no. 2, ternyata dari *indicator cock* silinder keluar asap putih dan basah, KKM segera melaporkan kepada Nakhoda *untuk stop engine*. Selanjutnya dilakukan pemeriksaan lebih intensif dan ditemukan bahwa penyebab permasalahan tersebut yaitu terjadinya keretakan pada *cylinder head* dikarenakan ada air yang keluar dari sisi *cylinder head*. Kemudian diadakan perbaikan pada *cylinder head* yang rusak

## 2. Terjadi Kebocoran Pada *Exhaust Valve*

Pada tanggal 10 April 2023, Saat kapal berlayar dari Singapura menuju Balikpapan, tepatnya pukul 02.48 LT terjadi alarm tekanan pendingin air tawar rendah (*Fresh Water Cooling low pressure*) untuk mesin induk dengan tekanan 1.4 kg/cm<sup>2</sup>(137293,1 N/m<sup>2</sup>) Sedangkan tekanan normal 2.2 kg/cm<sup>2</sup> (215746,30 N/m<sup>2</sup>) Selanjutnya segera dilakukan pengecekan pada *Fresh Water Cooling system*, ditemukan adanya indikasi kebocoran pada silinder no. 2, tepatnya pada *exhaust valve (Fresh Water Valve Cooling)*. Karena dikhawatirkan *Fresh Water Cooling* masuk ke dalam ruang bakar maka masinis jaga yang sedang berjaga menghubungi ke saya (*chief engineer*) dan anjungan untuk memberitahukan kondisi *abnormal running* pada mesin induk. Selanjutnya saya (*Chief engineer*) meminta waktu kepada Nakhoda untuk diadakan perbaikan mesin induk dan penggantian *sparepart* (dalam hal ini *stop main engine*).



Pada pukul 03.24 LT dilakukan pencabutan dan penggantian *exhaust valve main engine* menggunakan *ready spare part* (rekondisi). Proses penggantian *exhaust valve* berjalan lancar tanpa kendala/kesulitan. Selanjutnya pada pukul 05.54 LT *running main engine*, setelah dipastikan *running* normal, maka rpm dinaikan bertahap. Pada pukul 07. 42 LT *rpm main engine full speed (sea speed)* dengan kecepatan 10 knot kapal melanjutkan perjalanan menuju Balikpapan.

Setelah melakukan perjalanan pelayaran beberapa jam, pada pukul 15.12 LT kembali terjadi alarm tekanan air tawar yang masuk menuju ke mesin induk rendah (*Fresh Water-cooling inlet low pressure*) atau alarm yang sama dan kasus kerusakan yang sama pada mesin induk seperti kejadian pagi harinya. Selanjutnya dilakukan penggantian *exhaust valve cylinder no. 6* seperti di atas, menggunakan *ready spare part* (rekondisi) dikarenakan tidak tersedia suku cadang yang baru di atas kapal.

Melihat kejadian tersebut dapat disimpulkan bahwa seringnya terjadi gangguan pada mesin induk dikarenakan penggantian *exhaust valve* menggunakan suku cadang rekondisi, bukan suku cadang yang baru dan asli (*genuine part*).

## **B. ANALISIS DATA**

Berdasarkan fakta yang terjadi seperti yang penulis telah sampaikan pada deskripsi data diatas, maka untuk mempermudah dalam mencari pemecahannya, terlebih dahulu penulis menganalisa penyebabnya sebagai berikut :

### **1. Terjadi Keretakan Pada *Cylinder Head* Mesin Induk**

Penyebabnya adalah :

#### **a. Sirkulasi Pendingin Air Tawar Pada *cylinder head* Tidak Bekerja Dengan Baik**

Suhu sirkulasi air pendingin yang keluar dari mesin induk normalnya sekitar 85°C, lalu air ini masuk kedalam *cooler* (pendingin) untuk didinginkan dan diatur agar suhu keluar dari *cooler (pendingin)* menjadi 70°C, namun karena *cooler* tidak berfungsi dengan baik maka air tawar



yang didinginkan di dalam *cooler* tidak dapat mencapai 70°C. Dengan demikian maka suhu panas pada *cylinder head* tidak mampu diserap oleh air pendingin sehingga *cylinder head* mengalami *overheat* dan mengakibatkan silinder retak dan pecah. Pada umumnya pendingin air jacket pada mesin induk memiliki dua unit *freshwater cooler* namun di kapal MV. Flora 8 mesin induk hanya menggunakan satu unit *fresh water cooler* saja, dengan kondisi ini maka perawatan terhadap *freshwater cooler* kurang maksimal akibat waktu melakukan perawatan tidak tercukupi karena jadwal operasional kapal yang begitu padat. Sesuai dengan buku panduan (*instruction manual book*) bahwasanya untuk menghindari terjadinya *overheat* pada mesin induk pada saat pengoperasian haruslah memperhatikan beberapa hal sebagai berikut:

#### **Standard Operational Procedure (SOP) Instruction Manual Book**

- 1) Mempertahankan suhu sirkulasi pendingin air tawar yang masuk kedalam mesin induk 70°C
- 2) Mempertahankan agar tekanan pompa sirkulasi pendingin air tawar (freshwater jacket cooling pump) minimum 2 kg/cm<sup>2</sup> (196133 N/m<sup>2</sup>) maksimum 3 kg/cm<sup>2</sup> (294199,5 N/m<sup>2</sup>)
- 3) Gas buang tidak lebih dari 430°C
- 4) Tekanan Lubricating oil untuk pendingin piston 2.4 kg/cm<sup>2</sup> (235359,6 N/m<sup>2</sup>)
- 5) Mempertahankan tekanan air laut yang masuk kedalam cooler 2 kg/cm (196133 N/m<sup>2</sup>) sampai 2,6 kg/cm<sup>2</sup> (254972,9 N/m<sup>2</sup>)
- 6) Memastikan aliran cylinder oil sesuai dengan RPM mesin
- 7) Mempertahankan suhu udara bilas 40-54 °C
- 8) Mempertahankan tekanan minyak lumas 2,4 kg/cm<sup>2</sup>(235359.6 N/m<sup>2</sup>) sampai 2.6 kg/cm<sup>2</sup> (254972,9 N/m<sup>2</sup>)
- 9) Mempertahankan suhu pada under piston space 60°C
- 10) Menghindari putaran kritis (putaran kritis adalah kecepatan rotasi dimana frekuensi poros berpadu dengan frekuensi alaminya, seimbangan sedikit saja akan diperbesar menjadi vibrasi yang sangat tinggi, sehingga dapat merusak peralatan berotasi tersebut).



Untuk mempertahankan hal hal tersebut diatas maka haruslah melakukan perawatan terhadap pesawat bantu pendukung mesin induk agar suhu dari batas yang telah ditentukan oleh *maker* (pabrik) tidak terlampaui (dapat dikendalikan).

Adapun beberapa hal yang menyebabkan *cylinder head overheat* diantaranya:

1) *Fresh water Cooler* (pendingin air tawar) kotor mengalami kebuntuan Sebagai mana diketahui bahwa freshwater cooler pada system ini berfungsi untuk menyerap panas air jacket dengan menggunakan media air laut. Namun akibat kurangnya perawatan terhadap *fresh water cooler* maka suhu air jacket pada mesin induk tidak dapat di kendalikan sehingga menyebabkan silinder liner kepanasan (*overheat*). Kebuntuan ini dapat disebabkan kotornya sisi air tawar ataupun sisi air laut. Dengan buntunya *fresh water cooler* maka akan mengakibatkan meningkatnya suhu pendingin dari mesin induk.

2) *Cylinder block* (Rumah silinder) Kotor

Rumah silinder adalah dudukan silinder pada *cylinder block* yang mana terdapat ruang/celah pada *cylinder* sebagai tempat aliran air pendingin jaket untuk mendinginkan silinder. Ruang tersebut dipenuhi dengan lapisan lapisan karat serta endapan air jacket sehingga kapasitas air pendingin yang masuk kedalam ruang pendingin terlalu sedikit.

Apabila air tawar yang masuk kedalam *fresh water cooler* terlalu sedikit menyebabkan air tawar yang bersirkulasi dalam system pendingin tidak mampu mendinginkan silinder. Begitu juga air laut sebagai media pendingin yang masuk kedalam *fresh water cooler* terlalu sedikit sehingga tidak mampu menyerap panas air tawar pada pendingin silinder.

3) Korosi pada rumah pompa air laut (*Main Cooling Sea water pump*)

Pompa ini berfungsi untuk menghisap air laut dan mengalirkanya kedalam *cooler*. Namun karena *Impeller* pompa yang telah rusak



maka aliran air laut yang dipompakan kedalam cooler berkurang sehingga menyebabkan tidak optimalnya penyerapan panas pada cooler. Adanya karat atau korosi didalam pompa ini disebabkan hilangnya kotoran baja (*mild scale*).

*Mild scale* merupakan suatu stimulator yang kuat dalam proses pengkaratan. *Mild scale* pada *mild steel* terdiri dari tiga lapisan yaitu yang terluar adalah karat merah (*red strust*) atau *ferri oksida* ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), lapisan tengah ialah *magnetic oksida* berwarna hitam ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ), lapisan yang terakhir relative agak tebal dari *ferro oksida*  $\text{FeO}$  didekat metalnya. Jadi Korosi merupakan proses terjadinya transfer elektron dari logam ke lingkungannya. Pada peristiwa korosi, logam mengalami oksidasi, sedangkan oksigen (udara) mengalami reduksi. Karat logam umumnya adalah berupa oksida atau karbonat. Metal-metal berlainan apabila berada didalam airlaut mengakibatkan karat, hal ini biasanya menyebabkan menebalnya karat didalam rumah pompa. Dalam hal ini rumah pompa merupakan katode terhadap bajanya, sehingga ion-ion besi akan lebih di daerah-daerah yang anodis. Reaksi yang terjadi pada logam yang mengalami korosi adalah reaksi oksidasi, dimana atom-atom logam larut kelingkungannya menjadi ion-ion dengan melepaskan elektron pada logam tersebut. Sedangkan dari katoda terjadi reaksi, dimana ion-ion dari lingkungan mendekati logam dan menangkap elektron-elektron yang tertinggal pada logam. Korosi merupakan proses atau reaksi elektrokimia yang bersifat alamiah dan berlangsung dengan sendirinya, oleh karena itu korosi tidak dapat dicegah atau dihentikan sama sekali. Korosi hanya bisa dikendalikan atau diperlambat lajunya sehingga memperlambat proses perusakannya.

Cara menyelesaikan masalah ini dengan dengan pengecatan dan semacamnya dan memberikan *zink anode* pada *seachest* agar pompa kondisi selalu baik dan memperpanjang usia pompa sehingga mesin induk dapat berjalan dengan lancar.



#### 4) Saringan air laut kotor

Saringan air laut yang kotor akan menyebabkan isapan pompa air laut yang masuk ke *fresh water cooler (pendingin)* berkurang. Dengan berkurangnya volume air laut yang dipompakan maka *cooler* tidak mampu menyerap panas dengan maksimal sehingga menyebabkan naiknya temperatur pada silinder mesin induk.

Agar tenaga mesin induk dapat maksimal maka sistim pendingin haruslah dalam kondisi baik agar penyerapan panas pada ruang *cylinder* dapat bekerja dengan optimal. Dengan tidak optimalnya sistim pendingin pada mesin induk juga dapat menyebabkan naiknya temperature pada *silinder* sehingga berimbas pada sistim pelumasan pada *cylinder oil*. Sebagaimana diketahui bahwa *cylinder oil* berfungsi untuk melumasi dan mendinginkan dinding silinder. Namun akibat suhu liner yang terlalu tinggi maka *cylinder oil* yang masuk pada silinder tidak berfungsi dengan maksimal sehingga mengakibatkan gesekan ataupun *friction* antara piston dan silinder liner sehingga terjadi goresan dan bahkan keretakan pada silinder liner mesin induk.

#### b. Kurangnya Kuantitas Minyak Lumas Silinder Yang Disemprotkan Ke Dalam Silinder liner

Kuantitas pelumasan yang disemprotkan kedalam dinding silinder liner yang terlampaui sedikit dapat berdampak buruk pada silinder liner itu sendiri. Hal ini dapat mengakibatkan gesekan pada silinder liner dan *piston crown* sehingga meningkatkan suhu pada silinder yang dapat mengakibatkan keretakan pada silinder liner. Adapun beberapa hal yang menyebabkan berkurangnya kuantitas *cylinder oil* yang disemprotkan kedalam silinder liner antara lain:

##### 1) Settingan pompa tidak sesuai dengan instruksi buku manual

Kesalahan penempatan settingan kuantitas *cylinder oil* yang disemprotkan pada dinding lapis silinder akan mempengaruhi takaran minyak lumas yang hendak di semprotkan. Umumnya



*cylinder oil pump* dapat di atur takaranya sesuai dengan aliran yang diinginkan. Dengan demikian maka konsumsi *cylinder oil* pada saat olah gerak ataupun pada saat mesin dalam putaran yang rendah dapat dilakukan pengurangan sesuai dengan takaran idealnya. Penempatan posisi *handle* pengaturan aliran *cylinder oil* harus selalu dijaga sesuai dengan putaran mesin itu sendiri. Dengan demikian maka porsi yang diberikan pada saat olah gerak dan *Sea passage* (berlayar) sesuai dengan kuantitas yang diperlukan sehingga tidak mengganggu pelumasan pada dinding lapis silinder. Pelumas silinder liner juga disesuaikan kondisi minyak lumas silinder liner yang dipakai. Hal ini penting diperhatikan karena tingkat pemakaian harus disesuaikan dengan keadaan dalam silinder liner. Sebagai pedoman pelumas silinder liner sempurna apabila keadaan ring torak dan dinding silinder liner kelihatan bersih dan lembab oleh minyak pelumas sehingga ring torak bisa bergerak bebas pada alurnya, tidak banyak meninggalkan kotoran pada ring torak bagian atas. Ujung ring torak tidak meninggalkan bekas goresan. Apabila ada penyimpangan dari kondisi seperti tersebut diatas ini perlu dicermati dengan tingkat pemakaian pelumas silinder yang telah diikuti sesuai dengan patokan jam kerja. Apabila dalam pemeriksaan mendapati kondisi tidak normal segera disesuaikan kembali tingkat pemakaian dengan jalan mengurangi dan menambah jumlah minyak pelumasan sampai kembali keadaan normal. Untuk penyusuaian tingkat pemakaian minyak lumas silinder liner perlu disesuaikan pada saat kondisi :

- a) Mesin induk mulai dijalankan,
- b) Mesin induk dalam keadaan olah gerak
- c) Mesin induk keadaan perubahan besar pada beban mesin.

Minyak pelumas perlu ditingkatkan dengan mengatur tuas berdasarkan kondisi dan bekerja sebagai *scapper oil*. Untuk penyusuaian dengan kondisi didalam silinder liner, perlu mempertimbangkan hasil pemeriksaan dalam silinder liner tersebut bila ada ketidak normalan, maka bisa merubah secara individual



pada alat pelumas silinder liner dengan menyetel kedudukan langkah pompa. Umpama pada torak dan ring torak banyak deposit dan basah maka minyak silinder perlu dikurangi, jika kelihatan kering dan mengkilat perlu ditambah sampai kondisi normal pada pemeriksaan selanjutnya.

2) Pompa pelumasan untuk *cylinder oil* rusak

Pompa pelumasan *cylinder oil* yang rusak akan mengakibatkan penyemprotan cylider oil yang tidak optimal. Untuk itu pompa *cylinder oil* hendaknya diganti dengan yang baru sesuai dengan jam kerja pompa. selain melakukan penggantian hendaknya melakukan perawatan pompa dengan cara memberikan *grease* pada komponen yang bergerak pada pompa, Selain itu melakukan pemantauan terhadap alat indikator pompa yang mana bila pompa dalam kondisi baik maka normalnya akan menunjukkan bandulan kecil dalam *side glass (indicator)* naik turun.

3) Saringan pelumasan pada *cylinder oil inlet* (minyak masuk) kotor.

Saringan inlet ini berada pada tangki harian *cylinder oil*, yang mana sebelum memasuki pompa terdapat saringan untuk mencegah kemungkinan adanya kotoran berupa partikel partikel kecil yang terbawa kedalam system. Agar systim pelumasan tetap terjaga dengan baik maka haruslah melakukan perawatan dengan melakukan pembersihan *filter* dengan rutin. Dengan demikian maka *cylinder oil* yang dihisap dan dipompakan oleh *cylinder oil pump* dapat berjalan dengan baik.

4) *Nozzle* mengalami kebuntuan dan rusak

*Nozzle* yang berfungsi untuk menyemprotkan minyak lumas pada dinding lapis silinder tidak bekerja dengan baik akibat mengalami kebuntuan pada lubang injeksi minyak lumas, selain kebuntuan juga disebabkan oleh *nozzle* yang telah rusak akibat lumpur bahan yang sudah terlalu lama sehingga lubang injeksi mengalami *over size (kelonggaran)*.



5) Akibatnya terjadi keretakan pada silinder.

Dari informasi deskripsi data data diatas diketahui bahwa telah terjadi keausan lapis silinder mesin induk yang diakibatkan dari kondisi kerja yang begitu ekstrim di dalam ruang silinder mesin, maka akan mengakibatkan terjadinya keausan pada lapisan dinding silinder liner. Hal ini tidak bisa mencegah keausan yang terjadi pada dinding silinder liner dikarenakan:

a) Akibat gesekan

Gesekan biasa terjadi saat piston turun naik dimana piston ring meluncur pada lapis silinder liner, kerusakan akibat gesekan tergantung pada berbagai faktor lain:

- (1) Kecepatan gerakan antara dua permukaan
- (2) Bahaya yang terlibat, suhu, beban pada mesin, tekanan, perawatan, pelumasan dan efisiensi pembakaran.

b) Karena korosi.

Korosi pada lapis silinder disebabkan akibat sisa pembakaran bahan bakar di ruang pembakaran. Hal ini terjadi karena bahan bakar berat mengandung kandungan sulfur tinggi. Selama pembakaran, asam yang terbentuk di dalam ruang pembakaran yang harus dinetralkan oleh silinder oil yang memiliki sifat basa di alam. Produksi asam akan banyak jika kandungan sulfur juga banyak, yang berujung terbentuknya asam sulfat. Asam sulfat terbentuk Karena penyerapan kondensat atau uap air di ruang pembakaran.

Korosi asam sulfat, Asam ini lebih banyak terdapat dibagianbawah liner, sebagai akibat dari suhu air pendingin (*jacket cooling*) sangat rendah. korosi Karena sulfur akan tinggi disebabkan adanya air didalam bahan bakar dan kondensasi di udara. kerusakan ini umumnya terlihat berbentuk seperti gerigi atau garis. Jika besar akan memberikan karakteristik keausan.



c) Abrasi /pengikisan

Jenis kerusakan ini disebabkan oleh partikel keras yang terbentuk selama pembakaran, *Catalytis* dalam bahan bakar dan abu yang terbentuk selama pembakaran menyebabkan keausan *abrasive*.

d) *Adhesi* atau *scuffing*

Ini termasuk dari akibat pengelasan local diantara *piston ring* dan permukaan silinder liner. Pada saat *piston* bergerak dalam silinder liner, bekas pengelasan bahan tersebut biasa menimbulkan pembentukan bahan abresif. Bahan abrasive akan meningkatkan laju keausan lapis silinder. Hal ini umumnya disebabkan oleh pelumasan yang tidak mencukupi karena sejumlah besar panas yang dihasilkan dari sentuhan pada miskrokopis *piston ring* dan permukaan lapis silinder.

Adhesi dan *scuffing* menyebabkan pelumasn di lapis silinder menjadi tidak sempurna karena kerusakan permukaan silinder. Untuk menghilangkan fenomena ini adalah dengan memolesnya sehingga permukaan silinder liner kembali bening dan bersih.

## 2. Terjadi Kebocoran Pada *Exhaust Valve*

Penyebabnya adalah :

### a. Terjadi Pergeseran *Seating Valve* (Goyang)

Faktor penyebab terjadinya kebocoran pada *exhaust valve* diantaranya yaitu *seating valve* bergeser (goyang) sehingga katup tidak dapat membuka dan menutup dengan sempurna. Untuk perlu dilakukan penggantian katup dengan suku cadang yang baru atau merekondisi katup bila tidak tersedia suku cadang di atas kapal. Selain itu, untuk mencegah hal yang sama terjadi kembali maka perlu dilakukan perawatan secara rutin sesuai dengan Plan Maintenance system (PMS).



*Abnormal exhaust valve* menjadi sebuah indikasi bahwa ada yang tidak beres dari mesin induk kapal. Hal ini dapat dilihat dari warna asap gas buang mesin induk. Tiap-tiap warna dapat menandakan adanya kerusakan yang terjadi pada mesin. Kerusakan ini harus segera mendapatkan penanganan khusus karena beberapa kali terjadi harus berhenti (*stop*) mesin induk di tengah laut.

**b. *Exhaust Valve* Sudah Melebihi Jam Kerja (*Running Hours*)**

Katup berfungsi untuk membuka dan menutup saluran hisap dan saluran buang. Tiap silinder dilengkapi dengan dua katup yang masing-masing adalah katup hisap dan katup buang. Jenis operasi mekanisme katup terdiri dari pegas katup, paduan batang dorong, lengan *rocker*, *tappets*, diagram katup *timing*, didesain untuk mengetahui proses campuran udara dan bahan bakar di dalam mesin silinder dan memaksa membuang keluar sisa pembakaran pada waktu yang tepat, beberapa sistem kontrol diperlukan untuk mengatur katup. Ada beberapa faktor penyebab terjadinya kegagalan seperti peningkatan panas berlebih (*overheated*) dan kelelahan material yang mengakibatkan patah, retakan serta pengendapan *deposit* akibat panas yang tinggi terutama di daerah lapisan piringan katup buang.

Kerusakan pada katup gas buang (*exhaust valve*) mengalami korosi temperatur tinggi yang mengakibatkan timbulnya fenomena korosi fatik. Kronologis kerusakan pada lapisan piringan katup terjadi dengan beberapa tahapan, sebagai berikut :

- 1) Kerusakan pada katup gas buang (*exhaust valve*) karena adanya lapisan oksida atau kotoran (*oxide debris*) yang diakibatkan hasil dari bahan bakar atau sisa pembakaran yang tidak sempurna.
- 2) Ketika lapisan katup gas buang (*exhaust valve*) terangkat dan bergeser dengan kedudukan katup, partikel-partikel *oxide glazes* tersebut menimbulkan tegangan kontak yang tinggi dan menjadi sangat abrasif terhadap permukaan material kontak.
- 3) *Exhaust valve* sudah melewati jam kerja sesuai dengan buku instruksi manual dari *maker*.



## C. PEMECAHAN MASALAH

### 1. Alternatif Pemecahan Masalah

#### a. Terjadi Keretakan Pada *Cylinder Head* Mesin Induk

Pemecahannya adalah :

##### 1) Melakukan Perawatan Terhadap Sirkulasi Pendingin air tawar

Sebagaimana dijelaskan pada bab sebelumnya bahwa keretakan *cylinder head* disebabkan karena naiknya suhu air pendingin, sehingga *cylinder head* mengalami *overheat (panas berlebih)*. Hal ini disebabkan kurang optimalnya sirkulasi air pendingin pada *cylinder head*. Oleh sebab itu untuk mengoptimalkan sirkulasi air pendingin perlu melakukan beberapa hal sebagai berikut:

##### a) Mengoptimalkan kinerja *fresh water cooler* (pendingin air tawar)

Untuk mengoptimalkan kinerja *fresh water cooler* (pendingin) maka perlu dilakukan perawatan terhadap *fresh water cooler* dengan cara membersihkan *fresh water cooler (pendingin)* sesuai dengan jadwal PMS atau melakukan pembersihan *fresh water cooler* pada saat ditemukan indikasi pada saat pengisian *engine log book*. Misalnya pada saat normal temperatur jaket dipertahankan 80°C, saat pengisian *log book* ditemukan 84°C maka dengan indikasi ini masinis yang bertanggung jawab terhadap *fresh water cooler (pendingin)* harus segera melakukan observasi terhadap *fresh water cooler* serta melakukan tindakan pembersihan setelah kapal tiba dipelabuhan. Tujuan pembersihan agar sistem sirkulasi air pendingin pada mesin induk dapat berfungsi dengan baik sebagaimana mestinya.

##### b) Membersihkan saringan air laut (*Sea Chest*)

Pada saat kapal memasuki perairan dangkal terkadang kemungkinan menumpuknya sampah pada saringan sangat besar. Untuk itu selain melakukan perawatan sesuai PMS hendaknya pembersihan saringan air laut dilakukan setiap kali kapal memasuki perairan yang dangkal. Apabila saringan kotor



maka otomatis isapan pompa akan berkurang sehingga volume air laut yang dialirkan akan berkurang.

c) Melakukan perawatan terhadap pompa air laut

Akibat terjadinya tumpukan karat pada rumah pompa maka kinerja pompa akan berkurang sehingga kapasitas air yang dipompakan ke dalam *cooler (pendingin)* akan berkurang. Dengan demikian hendaknya dilakukan perawatan pompasesuai dengan jadwal PMS dengan melakukan *overhaul (perbaikan menyeluruh)* serta mengganti komponen pompa yang rusak agar kinerja pompa tetap optimal.

d) *Cylinder block* kotor

Untuk membersihkan *cylinder block* pada dudukan silinder maka harus melakukan overhaul dengan cara mengangkat silinder kembali. Agar saluran pipa air tawar dan *cylinder block* dapat terjaga hendaknya melakukan perawatan terhadap air pendingin mesin induk dengan cara melakukan pengetesan terhadap kandungan air pendingin dan memberi chemical treatment pada tangki penampungan air tawar (*fresh water ekspansi tank*).

e) Mengikuti *Standar Operational Procedur (SOP) Instruction Manual Book* diantaranya :

- (1) Mempertahankan suhu sirkulasi air pendingin yang masuk kedalam mesin induk 70°C
- (2) Mempertahankan agar tekanan pompa sirkulasi air pendingin minimum 2 kg/cm<sup>2</sup> (196133 N/m<sup>2</sup>) Maksimum 3 kg/cm<sup>2</sup> (294199,5 N/m<sup>2</sup>)
- (3) Gas buang tidak lebih dari 430°C
- (4) Tekanan Lubricating oil untuk pendingin piston 2,4 kg/cm<sup>2</sup> (235359,6 N/m<sup>2</sup>)
- (5) Mempertahankan tekanan air laut yang masuk kedalam cooler 2 kg/cm<sup>2</sup> (196133 N/m<sup>2</sup>) sampai 2,6 kg/cm<sup>2</sup> (254972,9 N/m<sup>2</sup>)



- (6) Memastikan aliran silinder oil sesuai dengan RPM mesin
- (7) Mempertahankan suhu udara bilas 40 - 54°C
- (8) Mempertahankan tekanan minyak lumas 2,4 kg/cm<sup>2</sup> (235359.6 N/m<sup>2</sup>) sampai 2,6 kg/cm<sup>2</sup> (254972,9 N/m<sup>2</sup>)
- (9) Mempertahankan suhu pada under piston space 60°C
- (10) Menghindari putaran kritis (Putaran kritis adalah kecepatan rotasi dimana frekuensi poros berpadu dengan frekuensi alaminya, seimbangan sedikit saja akan diperbesar menjadi vibrasi yang sangat tinggi sehingga dapat merusak peralatan berotasi tersebut).

## 2) Meningkatkan Kuantitas Minyak Lumas Silinder Yang Disemprotkan Ke Dalam Silinder

Untuk pelumasan silinder pada umumnya minyak dari kelas viskositas SAE 40 ( $\pm 160\text{cst}/40$  SAE 50 (30 cst 40 C). Bila dalam silinder dibakar bahan bakar dengan kadar zat belerang rendah, maka dapat digunakan minyak lumas dengan alkalinitas rendah misalnya TBN (Total Base Number). Pada penggunaan bahan bakar dengan kadar zat belerang lebih dari 3% maka digunakan minyak dengan alkalinitas kuat (TBN 40-70 dalam keadaan ekstrim TBN 100). Tidak dikehendaki untuk menggunakan minyak tersebut dalam kombinasi dengan bahan bakar dengan kadar belerang rendah, karena dalam waktu singkat akan terbentuk endapan kalsium pada bagian atas pada torak (ruigerkroom) dibagian atas dari ring endapan tersebut dapat meningkat keausan silinder liner dengan cepat, hubungan tersebut dapat menghapus lapisan minyak lumas secara local. Mengakibatkan terosif menambah keausan pada lapis silinder liner dan ring torak keausan pada lapis silinder akan seperti *over leaf* (ketidakseimbangan).

Perihal yang tidak mudah menggabungkan apa yang telah direkomendasikan dari mesin menyangkut tingkat pemakaian minyak pelumas silinder observasi keadaan dalam silinder kapan harus



ditambahkan kapan harus dikurangkan jumlah pemakainya baik secara silinder individual maupun keseluruhan.

a) Memilih kualitas minyak pelumas silinder.

Didalam memilih minyak pelumas khusus untuk pelumasan lapis silinder yang memenuhi syarat harus dipertimbangkan akan hal hal penting diantaranya adalah:

(1) Viskositas minyak pelumas silinder liner (*viscosity*).

Minyak pelumas untuk lapis silinder harus memiliki kekentalan (viskositas) yang sesuai dengan yang direkomendasikan oleh pembuat mesin (standard viskositas SAE 40) sehingga pada keadaan tertentu mampu membantu lapisan minyak ring torak dan lapis silinder.

Kalau terlalu rendah maka lapisan minyak pada dinding silinder akan mudah terputus pelumasan tidak sempurna, keausan jadi meningkat, kalau terlalu kental menyebabkan gesekan akan bertambah, sehingga sukar terbagi rata didinding lapis silinder liner akibatnya pelumasannya tidak sempurna.

(2) Titik nyala dan titik bakar (*flashpoint*).

Titik nyala dan titik bakar tidak boleh terlalu rendah dan terlalu tinggi, karena minyak pelumas lapis silinder liner sebagian akan menguap dan terbakar, minyak lumas yang terbakar tidak boleh banyak meningkatkan abu dan harus diperhaikan arang kokasnya

(3) Mengikuti petunjuk pabrik mesinnya. harus memperhatikan dan mengikuti petunjuk dari pabrik mesinnya untuk menggunakan jenis minyak lumas yang dipakai adalah grade SAE 40, Dimana untuk sekarang ini dipasarkan banyak supplier dan jenis yang ditawarkan. Harus diyakini keaslinnya minyak pelumas lapis silinder dengan mutu yang terbaik dari minyak mineral, yang bisa membatasi



gesekan melindungi permukaan terhadap korosi yang berfungsi sebagai pernutup rapat dan mengurangi ke ausan.

- b) Untuk penyesuaian tingkat pemakaian minyak lumas silinder perlu disesuaikan pada saat kondisi:
  - (1) Mesin induk mulai dijalankan,
  - (2) Mesin induk dalam keadaan olah gerak
  - (3) Mesin induk keadaan perubahan besar pada beban mesin.

**b. Terjadi Kebocoran Pada *Exhaust Valve***

Pemecahannya adalah :

**1) Merekondisi *Exhaust Valve* Dan Melakukan Perawatan Rutin Sesuai PMS**

Beberapa kerusakan yang sering terjadi pada katup gas buang antara lain yaitu *seating*/kedudukan daun katup bergeser atau aus dan batang katup bengkok. Akibat dari kerusakan tersebut khususnya untuk *seating valve* kedudukan katup yang rusak akan sangat berpengaruh pada beberapa fungsi lain seperti terjadi kebocoran pada kompresi motor induk, mesin induk sulit di start, mesin induk *abnormal* dan penggunaan bahan bakar menjadi boros.

Untuk mengatasi masalah tersebut perlu dilakukan penggantian dengan *exhaust valve* yang baru. Akan tetapi apabila tidak tersedia suku cadang yang baru di atas kapal maka dapat merekondisinya. Bila daun katup aus hanya sedikit maka perbaikan dapat dengan cara *lapping* (skir) namun apabila daun katup tersebut pecah maka untuk memperbaikinya harus dengan melakukan penggantian dengan yang baru. Dan setiap penggantian katup yang baru di-skeur lagi lebih dahulu, hal ini bertujuan supaya kedudukan daun katup dapat merapat dengan *seating* katup dari kepala selinder.

Selanjutnya, untuk menjaga kinerja katup gas buang maka perlu dilakukan perawatan secara berkala dan berkesinambungan. Adapun perawatan-perawatan yang dapat dilakukan terhadap katup gas buang diantaranya yaitu:



- a) Pemeriksaan kerak karbon, keadaan muka katup dan perubahan warna
- b) Periksa perubahan warna dan bentuk batang katup, keausan dan pelumasan
- c) Periksa kelonggaran dan keausan pemegang katup
- d) Periksa pegas katup terhadap kemungkinan patah, aus, korosi, kekuatannya
- e) Ukur diameter batang katup sesuai dengan *instruction manualbook*.
- f) Lapping/skir katup pada dudukannya pada jam kerja yang telah ditentukan
- g) Penggantian katup jika muka katup sudah rusak
- h) Secara berkala adakan pengukuran dengan *feeler gauge (valve tappet clearance)*.

## 2) Menggantikan *Exhaust Valve* Dengan *SpareParts* Siap Pakai

Fungsi katup gas buang diantaranya yaitu untuk membuang gas-gas sisa hasil pembakaran di dalam silinder. Tapi apabila katup gas buang ini bocor dikarenakan sudah melebihi jam kerja, maka hal ini akan mengakibatkan pembakaran yang tidak sempurna pula. Penyebab katup gas buang (*exhaust valve*) tidak bekerja dengan baik diantaranya yaitu penggunaan *spareparts* yang direkondisi dikarenakan *spareparts* baru tidak tersedia di atas kapal.

Untuk memperoleh hasil katup gas buang yang baik, material harus dalam kondisi tetap baik dan harus ditunjang oleh *performance* yang baik dari katup gas buang yang tidak bocor. Sehingga dalam pengoperasiannya dapat menghasilkan daya mesin induk yang optimal. Untuk mempertahankan kinerja dari katup gas buang perlu diadakan standar perawatan yang baik dan terencana agar dapat mempermudah mesin untuk melakukan pekerjaan perawatan sesuai dengan PMS (*Planned Maintenance System*) dan perlunya mengikuti *instruction manual book* sebagai panduan.



Tidak tersedianya suku cadang di atas kapal menyebabkan perawatan katup gas buang tidak terlaksana sesuai dengan *Planned Maintenance System (PMS)*. Pada saat melakukan perbaikan katup gas buang di atas kapal, penulis menemukan katup gas buang sudah aus dan harus diganti, akan tetapi karena tidak tersedianya suku cadang di atas kapal, katup gas buang tidak diganti dengan yang baru melainkan hanya direkondisi. Hal ini menyebabkan katup gas buang tidak bekerja dengan baik.

Suku cadang diatas kapal diupdate / diperbaharui setiap akhir bulan dan di laporkan ke perusahaan dengan laporan bulanan. Saya (KKM) harus memastikan bahwa suku cadang yang ada di kapal harus sesuai dengan persediaan minimum yang ditentukan. Saya (KKM) sebagai penanggung jawab di Departemen Mesin membuat permohonan permintaan suku cadang yang dibutuhkan di kapal atau di bagian mesin.

Dengan tersedianya suku cadang katup gas buang di atas, maka jika terjadi kerusakan dapat segera dilakukan penggantian dengan suku cadang yang baru. Penggantian dengan suku cadang baru ini akan menghasilkan performa yang maksimal, berbeda dengan merekondisi suku cadang.

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

### **a. Terjadi Keretakan Pada *Cylinder Head* Mesin Induk**

#### **1) Melakukan Perawatan Terhadap Sirkulasi Pendingin air tawar**

Keuntungan :

Dengan lancarnya sirkulasi air pendingin maka dapat mencegah terjadinya *overheat* yang mengakibatkan keretakan *cylinder head* mesin induk.

Kerugian:

Perawatan harus dilakukan secara berkala mengikuti jadwal yang telah ditentukan.menbutuhkan persediaan *chemical treatment* yang cukup di atas kapal.



**2) Meningkatkan Kuantitas Minyak Lumas Silinder Yang Disemprotkan Ke Dalam Silinder**

Keuntungan :

Pelumasan di dalam silinder bekerja dengan baik sehingga efektif mencegah retaknya *cylinder head* mesin induk

Kerugian:

Membutuhkan persediaan minyak lumas sesuai standar di atas kapal

**3) Penggantian *Cylinder Head* dengan suku cadang rekondisi.**

**b. Terjadi Kebocoran Pada *Exhaust Valve***

**1) Merekondisi *Exhaust Valve* Dan Melakukan Perawatan Rutin Sesuai *Planned Maintenance System* (PMS)**

Keuntungan :

Dengan rekondisi biaya perawatan lebih murah dan perawatan yang dilakukan secara rutin dapat mencegah terjadinya kerusakan secara mendadak.

Kerugian:

Hasil dari suku cadang yang direkondisi kurang bagus atau tidak awet dalam waktu lama, Sehingga kurang efektif untuk jangka panjang dan dapat mengganggu operasional kapal.

**2) Menggantikan *Exhaust Valve* Dengan *SparePart* Siap Pakai**

Keuntungan:

Dengan suku cadang siap pakai maka pengerjaan lebih cepat dan hasil lebih maksimal.

Kerugian:

Membutuhkan biaya yang besar untuk persediaan suku cadang di atas kapal.



### **3. Pemecahan Masalah Yang Dipilih**

#### **a. Terjadi Keretakan Pada *Cylinder Head* Mesin Induk**

Berdasarkan evaluasi terhadap alternatif pemecahan masalah di atas, maka solusi yang dipilih untuk mencegah terjadinya keretakan pada *cylinder head* mesin induk yaitu meningkatkan kuantitas minyak lumas silinder yang disemprotkan ke dalam silinder dan juga melakukan perawatan rutin pada system pendingin.

#### **b. Terjadi Kebocoran Pada *Exhaust Valve***

Berdasarkan evaluasi terhadap alternatif pemecahan masalah di atas, maka solusi yang dipilih untuk mengatasi kebocoran pada *exhaust valve* yaitu menggantikan *exhaust valve* dengan *sparepart* dari maker bukan rekondisi bengkel dan juga melaksanakan perawatan rutin sesuai jam kerja (*running hours*) yang berpedoman pada buku instruksi manual.



## **BAB IV**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **A. KESIMPULAN**

Berdasarkan uraian dari bab-bab terdahulu tentang perawatan mesin induk secara berkala, maka penulis menyimpulkan hal-hal sebagai berikut :

1. Terjadi keretakan pada *cylinder head* mesin induk, disebabkan
  - a. Sirkulasi pendingin air tawar pada *cylinder head* tidak bekerja dengan baik
  - b. Kurangnya kuantitas minyak lumas silinder yang disemprotkan kedalam silinder
  - c. *Cylinder head* yang sudah melebihi jam kerja (*running hours*) yang telah di tetapkan pada buku instruksi manual.
2. Terjadi kebocoran pada *exshaust valve*, disebabkan
  - a. Terjadi pergeseran *seating valve* (goyang)
  - b. *Exhaust valve* sudah melebihi jam kerja (*running hours*) yang telah di tetapkan pada buku instruksi manual.
  - c. Adanya sisa kotoran karbon yang menempel pada *spindle exhaustvalve*, sehingga permukaan tidak rapat pada *seating valve*.



## B. SARAN

Berdasarkan kesimpulan di atas, untuk menghindari terjadinya hal-hal yang tidak diinginkan penulis menyarankan hal-hal sebagai berikut :

1. Untuk mencegah terjadinya keretakan pada *cylinder head* mesin induk, penulis memberikan saran
  - a. Kepada masinis1 bertanggung jawab harus melaksanakan perawatan rutin terhadap sistem air pendingin secara berkala sesuai dengan instruksi buku petunjuk dari maker.
  - b. Kepada masinis1 bertanggung jawab harus melaksanakan perawatan rutin pada system pelumasan, yang bertujuan meningkatkan kuantitas minyak lumas silinder yang disemprotkan ke dalam silinder sesuai *instruction manual book*.
2. Untuk mengatasi terjadinya kebocoran pada *exshaust valve*, penulis memberikan saran
  - a. Kepada masinis 1 bertanggung jawab harus menyiapkan atau merekondisi *exhaust valve* untuk spareparts siap pakai.agar disaat ada *trouble* pada *exhaust valve* tidak membuang waktu.
  - b. Kepada masinis1 bertanggung jawab harus melakukan perawatan rutin dan memperhatikan jam kerja (*Running hours*) mesin induk sesuai buku instruksi manual.
  - c. Permintaan *spareparts* yang di minta dari pihak kapal supaya cepat di sediakan / di kirim ke kapal, supaya tidak mengganggu operasional kapal.



## DAFTAR PUSTAKA

- Habibie, J.E. *Manajemen Perawatan dan Perbaikan*,  
Jakarta : DirektoratJendral Perhubungan Laut, 2006.
- Handoyo, Johan, Jusak. *Mesin Diesel Penggerak Utama Kapal*,  
Jakarta :Maritime Djangkar (sudivisi). 2015.
- Pulkrabek, Willard W. *Engineering Fundamentals Of The Internal.  
Combustion Engine. Prentice Hall, New Jersey,2003.*
- Sehwarat, M.S dan Narang, J. S *Production Management*,  
Jakarta : GrafindoPustaka. 2001.
- \_\_\_\_\_ <http://www.maritimworld.web.id/>, Definisi Mesin Induk, diakses pada jam  
20:15 WIB tanggal 08 Agustus 2022
- \_\_\_\_\_ <https://makalahpelaut.com/komponen-pada-kepala-silinder-cylinder-head/>,  
diakses pada jam 20:25WIB tanggal 08 Agustus 2022



## DAFTAR ISTILAH

<i>Cylinder liner</i>	: Bagian dari komponen mesin untuk tempat bergerakanya torak dan piston di dalamnya, dan merupakan tempat berlangsungnya pembakaran.
<i>Cylinder head</i>	: Suatu komponen utama mesin yang dipasangkan pada blok silinder dan diikat menggunakan baut.
<i>Engineer</i>	: Perwira mesin dibawah <i>Chief Engineer</i> , dan setiap <i>Engineer</i> mempunyai tanggung jawab yang berbeda beda dalam tugas dan pekerjaannya.
<i>Exhaust valve</i>	: Katup gas buang yang berfungsi sebagai pintu gerbang pemasukan bahan bakar dan pembuangan gas sisa pembakaran, yang mana waktu pembukaan dan penutupan katup diatur sesuai dengan mekanisme katup
Gasket	: Sebagai perapat antara kepala silinder dan b/block silinder, agar tidak terjadi kebocoran.
<i>Injector</i>	: Bagian dari komponen mesin yang berfungsi untuk pengabutan bahan bakar sehingga terjadi ledakanatau pembakaran didalam silinder mesin.
<i>Main engine</i>	: Mesin induk yang memegang peranan sebagai mesin penggerak utama di kapal.
<i>Manual book</i>	: Buku petunjuk untuk pengoperasian mesin di atas kapal.
<i>Overhaul</i>	: Melakukan pengecekan secara menyeluruh dan melakukan perbaikan atau mengganti jika ada yang rusak.



<i>Overheating</i>	:	Suhu mesin yang melebihi batas normal sehingga mengakibatkan panas berlebihan.
<i>PMS (Planned Maintenance System)</i>	:	Suatu sistem perencanaan pemeliharaan kapal yang berisi hal-hal yang harus dilakukan dalam perawatan dan pemeliharaan kapal.
<i>Pressure</i>	:	Tekanan pengabut bahan bakar yang berasal dari <i>injection pump</i> .
<i>Spindle</i>	:	Tuas pada katup gas buang
<i>Spring</i>	:	Pegas yang menerima tekanan dari tekanan pengabut bahan bakar.
<i>Turbocharge</i>	:	Suatu alat dari motor berfungsi untuk menstabilkan tekanan udara masuk ke mesin.



	<p align="center"><b>FOONG SUN SHIPPING (PTE) LTD.</b>          120, Lower Delta Road, #03-01 Cendex Center, Singapore 169208          Telp: (+65) 6323 113 (Main Line) Fax : (+65) 6474 1131          E-mail : general@foongsun.com.sg          CO.REG.NO: 198300969 GST.REG.NO: M2-0051795-4</p>
---	--

SHIP PARTICULARS	
SHIPS NAME	MV. FLORA 8
TYPE OF SHIP	GENERAL CARGO SHIP
OWNER	FOONGSUN SHIPPING PTE LTD
NATIONALITY	INDONESIA
PORT REGISTRY	BELAWAN
IMO NUMBER	9277151
MMSI NUMBER	525005283
OFFICIAL NUMBER	2014 PPa No.4597/L
CALL SIGN	J Z V V
DISPLACEMENTS	4986 T
LIGHT SHIP	1643 T
DWT	3436,02 T
GROSS TONNAGE	2616 T
NRT TONNAGE	1014 T
L.O.A	87,20 M
L.B.P	80,00 M
BREADTH / BEAM	14,00 M
DEPTH	8,50 M
FULL LOAD DRAFT (S)	6,00 M
LIGHT SHIP DRAFT	2,50 M
SPEED (TRIAL MAX)	11,5 KNOTS
MAIN ENGINE / HP	HANSHIN / 2200 HP TYPE LH34LA
GENERATOR	CATERPILLAR (3306)
CLASS	BKI
BUILDER	QINGDAO CHINA
DATE OF KEEL LAID	01 JANUARY 2002
LAUNCHING	01 SEPTEMBER 2002
INMARSAT C	452502918
INMARSAT C	452502919
EMAIL ADDRESS	foongsun@pacific.net.sg
RADIO ACCOUNT	JP03
OPERATOR	FOONGSUN SHIPPING INDONESIA
MAST HEIGHT FROM KEEL	32,50 M
BALLAST DRAFT (MEAN)	3,60 M
AIR DRAFT (MEAN DRAFT)	28,90 M
CALCULATE AIR DRAFT	MAST HEIGHT - MEAN DRAFT



## CREW LIST

**FORM 22**  
**CREW LIST**  
**(CHAPTER 133)**  
**IMMIGRATION REGULATIONS**  
**NEW CREW LIST**

Regulation 31(1)

\*Name/Identification No. Of \*Vessel/Train My. Flun.B

Owner: Poongsun Shipping PTE LTD

Last place of embarkation: Palembang / Indonesia

Next destination: Penang / Malaysia

Date of arrival: 28-03-2023

Date of proposed departure :

No	NAME	DOB	FLAG	PPT NO	EXPIRY	DUTIES	SEAMAN BOOK	EXPIRY
01	Muhammad Faisal	05.08.89	IDN	E 0791045	17.11.32	Master	F 129523	06.04.23
02	Nico Aulia Siregar	12.05.92	IDN	C 7853280	08.12.26	Ch Mate	F 605498	18.05.24
03	Jaler	02.08.98	IDN	C 8297592	24.12.26	2nd Mate	F 025175	18.05.24
04	Asbul Airi	10.05.80	IDN	C 0881577	05.11.23	Ch Engine	F 027719	29.08.24
05	Alpindo Marbun	01.04.91	IDN	C 3943776	19.06.24	2nd Engine	F 296254	21.11.24
06	Mochamad Effendi	27.11.83	IDN	C 8297595	24.12.26	3 <sup>rd</sup> Engin	F 230110	12.11.24
07	Achmad Soleh	26.05.84	IDN	C 8297594	24.12.26	Bosun	F 301606	14.02.25
08	Agus Rozik	18.08.72	IDN	C 6943563	19.06.25	A/B	H 014613	19.08.25
09	Kedi Karyana	28.05.73	IDN	C 7065563	08.03.26	A/B	E 091164	06.10.23
10	Rizawan Indra	21.12.76	IDN	C 3163166	22.04.24	A/B	F 316015	28.02.25
11	Edwinyah	03.08.87	IDN	C 5142017	26.09.24	A/B	F 315876	04.10.24
12	Alex Syahputra	15.02.65	IDN	E 1355697	01.10.32	Oiler	F 034457	17.08.24
13	Markus Karre	01.04.72	IDN	C 8297596	24.12.26	Oiler	C 001975	18.02.24
14	Syahrizal Rudi Haruna	18.10.71	IDN	C 9643651	06.10.27	Oiler	F 315964	20.03.25
15	Yumartoni Mangalik	09.06.91	IDN	C 8297593	24.12.26	Oiler	F 077526	27.08.23
16	Varito Vauli Rajagukguk	26.04.97	IDN	C 7320896	05.05.26	Oiler	G 005619	17.09.23
17	Uce Siswanto	22.10.60	IDN	C 5839188	26.12.24	Cook	F 005497	18.05.24

Singapore, 28 March 2023





Foto Mesin Induk





Foto Cylinder Head



Foto Exhaust Valve





Foto Fresh Water Cooler



Foto Filter Seachest





## Lampran 6

Foto pompa pendingin air laut



Foto pompa silinder oil Mesin induk





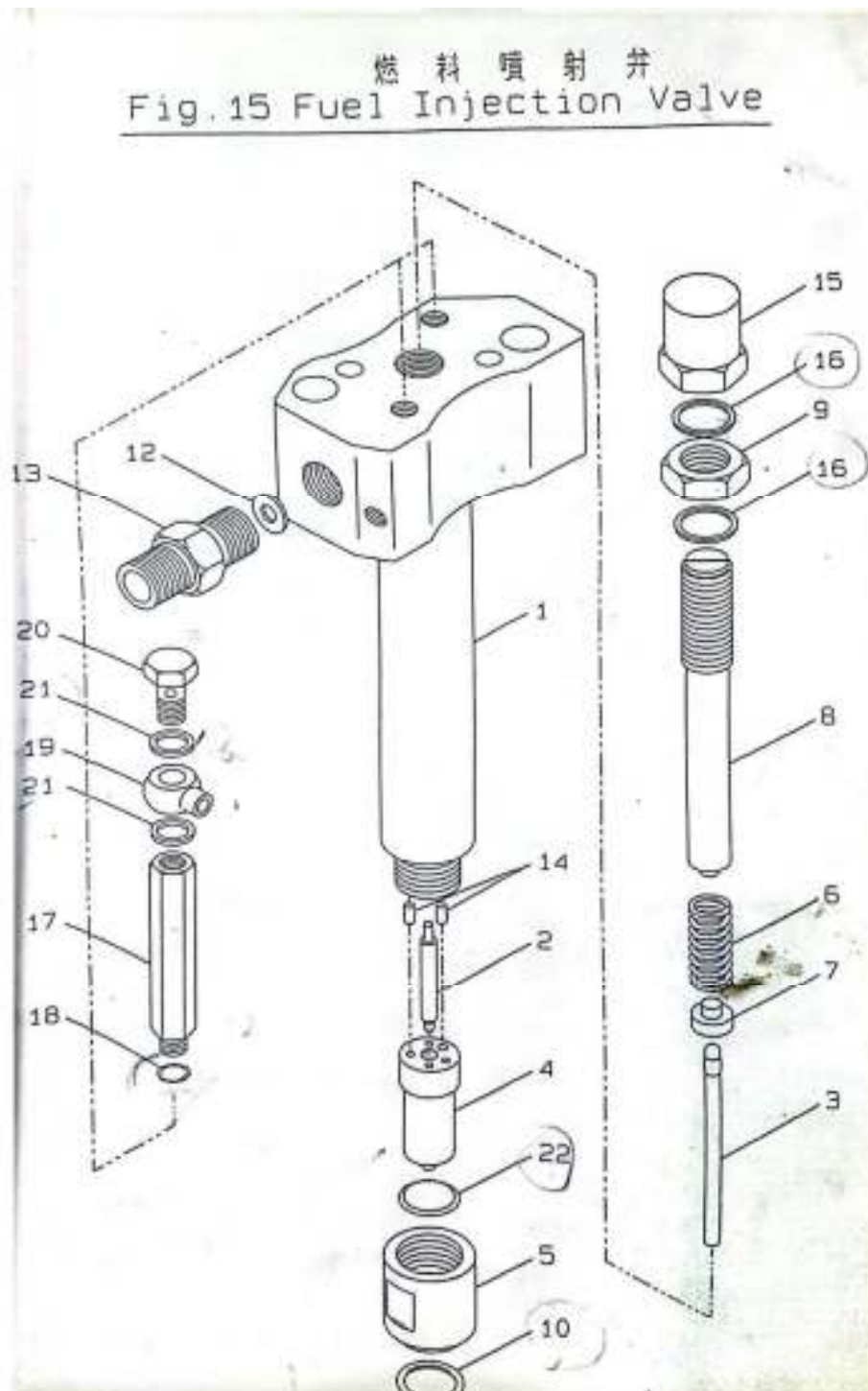




Fig.15 燃料噴射弁  
Fuel injection valve

部品番号 Parts No	部品名称 Parts name	数量 Qty.	備考 Remark
1300	燃料噴射弁 (完備品)	6	
1301	燃料噴射弁箱	6	
1302	針弁	6	
1303	燃料弁棒	6	✓
1304	ノズルチップ	6	
1306	ノズルナット	6	
1307	ばね	6	✓
1309	ばね受	6	✓
1310	ばね調整ねじ	6	✓
1311	ロックナット	6	✓
1349	ノズル用パッキン	6	
1346	弁棒用ブッシュ	6	
1315	入口継手パッキン	6	
1316	入口継手	6	
1355	ノズル用ピン	12	
1300-300	袋ナット	6	✓
1300-310	袋ナット及びロック ナット用パッキン	12	✓
1341	燃料弁冷却水出入口 継手	12	
1342	冷却水出入口継手用 パッキン	12	
1300-230	冷却水出入口 ターミナル継手	12	
1300-240	ターミナルボルト	12	
1300-250	ターミナル継手用 パッキン	24	



機 關 組 立 斷 面 圖  
Fig.2 Section of Engine

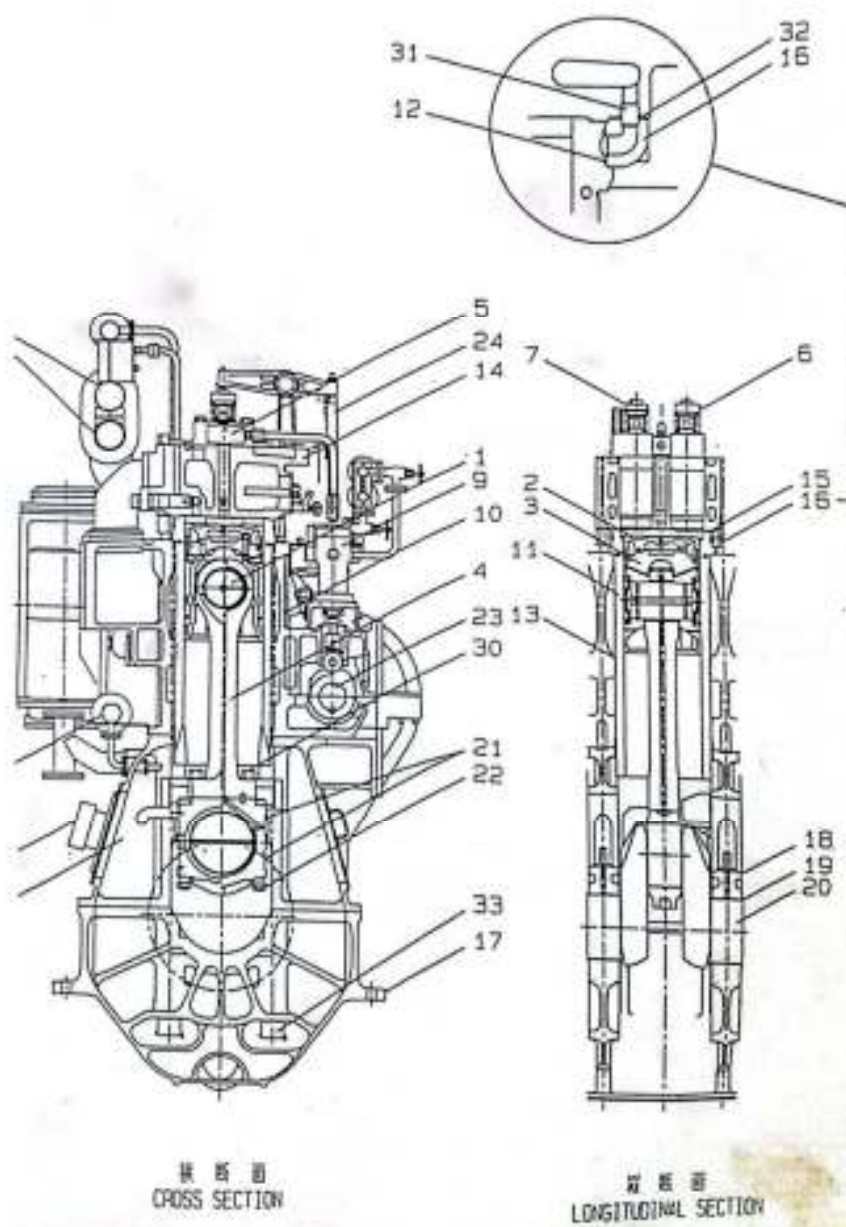




Fig. 2

機関組立断面図  
Section of engine

品 番 号 Parts No.	部 品 名 称 Parts name	数量 Qty.	備 考 Remarks
1007	ピストンピン	Piston pin	6
1010	ピストン冠	Piston crown	6
1009	ピストンスカート	Piston skirt	6
1105	連接棒	Connecting rod	6
1300	燃料弁	Fuel injection valve	6
1400	吸気弁	Intake valve	6
1500	排気弁	Exhaust valve	6
4100	機構用安全弁	Relief valve for crank case	6
6000	燃料ポンプ	Fuel injection pump	6
0001	シリンダ	Cylinder	1
0004	シリンダライナ	Cylinder liner	6
0004-020	シリンダライナ用 "O" リング (上部)	"O" ring for cylinder liner (upper)	12 ✓
0006	シリンダライナ用 "O" リング (下部)	"O" ring for cylinder liner (lower)	18 ✓
0009	シリンダカバー	Cylinder cover	6
0020	シリンダカバー用 パッキン	Gasket for cylinder cover	6
0004-010	シリンダライナ環	Cylinder liner collar	6
0033	機関台板	Engine bed	1
0034	主軸受冠	Main bearing cap	7
0035	主軸受メタル	Main bearing metal	7
0041	クランク軸	Crank shaft	1
0049	クランクピン軸受冠	Crank pin bearing cap	6
0050	クランクピンボルト およびナット	Bolt & nut	24
0061	カム軸	Cam shaft	1



吸氣弁・排氣弁  
Fig. 6 Intake valve, Exhaust valve

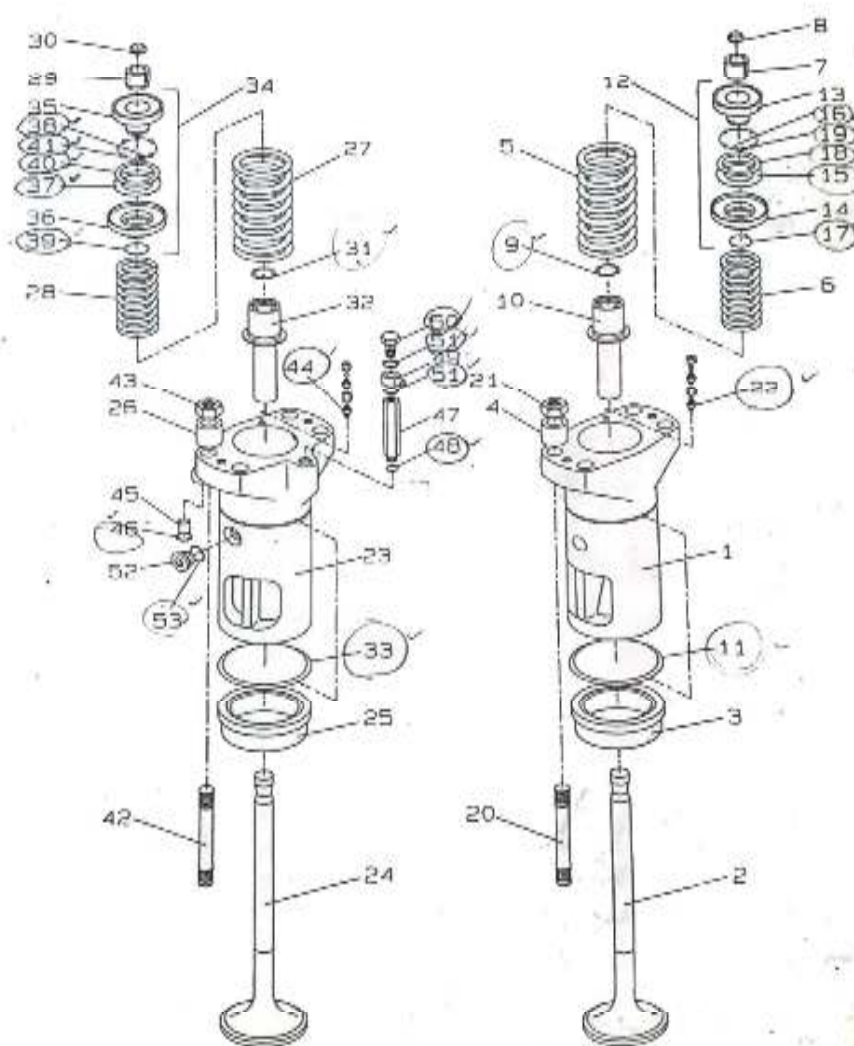




Fig. 6 吸気弁・排気弁  
Intake valve, Exhaust valve

No.	部 品 番 号 Parts No.	部 品 名 称 Parts name	数量 Qty.	備 考 Re.
	1400	吸気弁完備品	Intake valve, complete	6
1	1401	吸気弁箱	Valve casing	6
2	1402	吸気弁	Intake valve	6
3	1403	吸気弁座	Intake valve seat	6
4	0013-070	座金	Seat	6
5	1405	ばね(外)	Spring(outside)	6
6	1409	ばね(内)	Spring(inside)	6
7	1407	弁取付金物	Valve retainer	6
8	0616	吸気弁当金	Valve end piece	6
9	1440	"O" リング	"O" ring	6
10	1441	吸気弁ガイドブシュ	Guide bush	6
11	1454	"O" リング	"O" ring	6
12	1530	バルブローテータ	Valve rotator	6
13	1531	本体	Body	6
14	1532	リテーナ	Spring retainer	6
15	1533	皿ばね	Disc spring	6
16	1534	コイルばね	Coil spring	42
17	1535	止め輪	Stop ring	6
18	1536	ボールレース	Ball lace	6
19	1537	鋼 球	Ball	42
20	0013-050	吸気弁箱取付植込 ボルト	Stud bolt	24
21	0013-050	吸気弁箱取付ナット	Nut	24
22	1400-630	吸気弁往入口 逆止弁	Non return valve	6



## INTRODUCTION

This manual describes engine structure and operation, and important points on maintenance and inspection. Engine service life depends almost entirely on how well the engine is handled. It is essential to operate the engine correctly and economically by performing all daily and periodic inspections.

- 1) It is important to carefully maintain a record of routine operation, as well as disassemblies and inspections. This record should serve as the basis for all subsequent maintenance.
- 2) It is difficult to set uniform engine inspection cycles because of differences in engine structure, application and degree of use. That is, the length of inspection cycles should be appropriately set by the person responsible for the engine, based on engine status and use conditions.
- 3) In this manual, the abbreviations P, S, F and A are used to indicate engine directions. Their meanings are as follows: P (Port side), S (Starboard side), F (Forward side), A (Aft side).  
We strongly advise that you carefully read this manual, in order to quickly familiarize yourself with handling of the engine.

## 2 ENGINE MAIN SPECIFICATIONS

Model	: LHSdL
Model type	: Vertical, direct injection, trunk piston, turbocharged diesel engine
Action	: 4-cycle, single-acting engine
Number of cylinders	: 6
Cylinder bore	: 340mm
Stroke	: 640mm
Continuous rated output	: 1618kW
Continuous rated rotation speed	: 280rpm
Average piston speed	: 5.07m/s
Combustion pressure	: 13.7MPa
Net average effective pressure	: 1.98MPa
Firing order	: 1-4-2-6-3-5
Crank rotation direction	: Clockwise (Viewing from the aft side)
Starting system	: Air start



#### 4 MAIN BOLT TIGHTENING CRITERIA

Bolt name	Tightening Press (MPa)	Tightening torque (N·m)	Tightening angle (Degrees)
Cylinder head mounting bolts	53 →735 →71	—	—
Main bearing mounting bolts	Match marks	+190 800 0	—
Piston crown mounting bolts		+60 210 0	+12 44.3 8
Crank pin bolts	Match marks	Bolt elongation(1/100mm) +80 270 8	
		+60 550 8	—
Exhaust valve casing mounting bolts	—	220	(30)
Intake valve casing mounting bolts	—	330	(60)
Cam bearing mounting bolt	—	70	—
Tension bolts	47	—	—
Fuel injection valve nozzle tip nut	—	260-280 Apply MoS <sub>2</sub> paste	—

#### PRECAUTIONS

- The tightening angle is to be tightened further after hand tightening.
- The hand tightening position is where the bolt can be tightened no further, without an extension pipe or violent wrenching, by an ordinary person using the standard spanner.
- Matching marks are stamped on at shipment from the factory. Therefore tightening can be done by aligning these marks so long as bolts or nuts have not been replaced.
- When tightening the crank pin bolt after it has been replaced, refer to bolt elongation rather than fastening torque as a guideline.
- Be careful not to over-tighten exhaust valve mounting bolts, because fastening stress will increase during operation.
- Details on cylinder head studs are given in the "PRECAUTIONS" section of this manual.
- Before tightening exhaust valve casing or intake valve casing using torque wrench, apply thin coat of machine oil on threads and seat face of the nuts.  
Do not use molybdenum paste in stead of oil.



# TEMPERATURE AND PRESSURE VALUES

1. Add third pressure to the preselected values in the table.
2. Reference values are added with a \* in the table.
3. These marked "third" may be correlated to this engine due to differences in engine model editions.

No.	I T E M	TEMPERATURE (°C)						PRESSURE (MPa )					
		NORMAL VALUE		ALARM		NORMAL RANGE		ALARM					
		Minimum	Maximum	ON	OFF	Minimum	Maximum	ON	OFF				
1	LUBRICATING OIL	MAIN ENGINE INJECT		* 61	* 95	54	43	0.25	0.20	0.245			
		COOLER INJECT		—	61	63	60	—	—	—			
		THERM SENSORS (lubricating tanks)		—	61	65	60	0.05	0.08	0.12	0.155		
		EXHAUST INJECT		63	* 5	60	55	(0.05)	(0.10)	* 0.015	0.045		
2	FRESH WATER HEATING	HEATER MAIN PIPE		* 73	* 85	90	85	—	—	—	—		
		HEATER TANKS		—	—	—	—	(0.05)	(0.10)	0.015	0.045		
		HEATER MAIN PIPE		41	51	60	55	—	—	—	—		
3	FRESH OIL	A-E HEAVY OIL		—	—	—	—	0.05	0.10	0.08	0.05		
		C HEAVY OIL		(100-1,500 use fuel)		Determines heating temperature depend on fuel oil volume (°C)		0.10	0.15	0.07	0.10		
		L OIL 2,500 use fuel						0.35	0.45	0.25	0.35		
		STARTING OIL		—	—	—	—	2.0	3.0	1.5	4.0		
4	AIR	OPERATION AIR		—	—	—	—	0.35	0.65	0.65	0.75		



the limit viscosity must be achieved through heating. heavy oils are indicated below. For A heavy oil, see Also, sulphur cannot be removed with a centrifuge, and JIS standards.

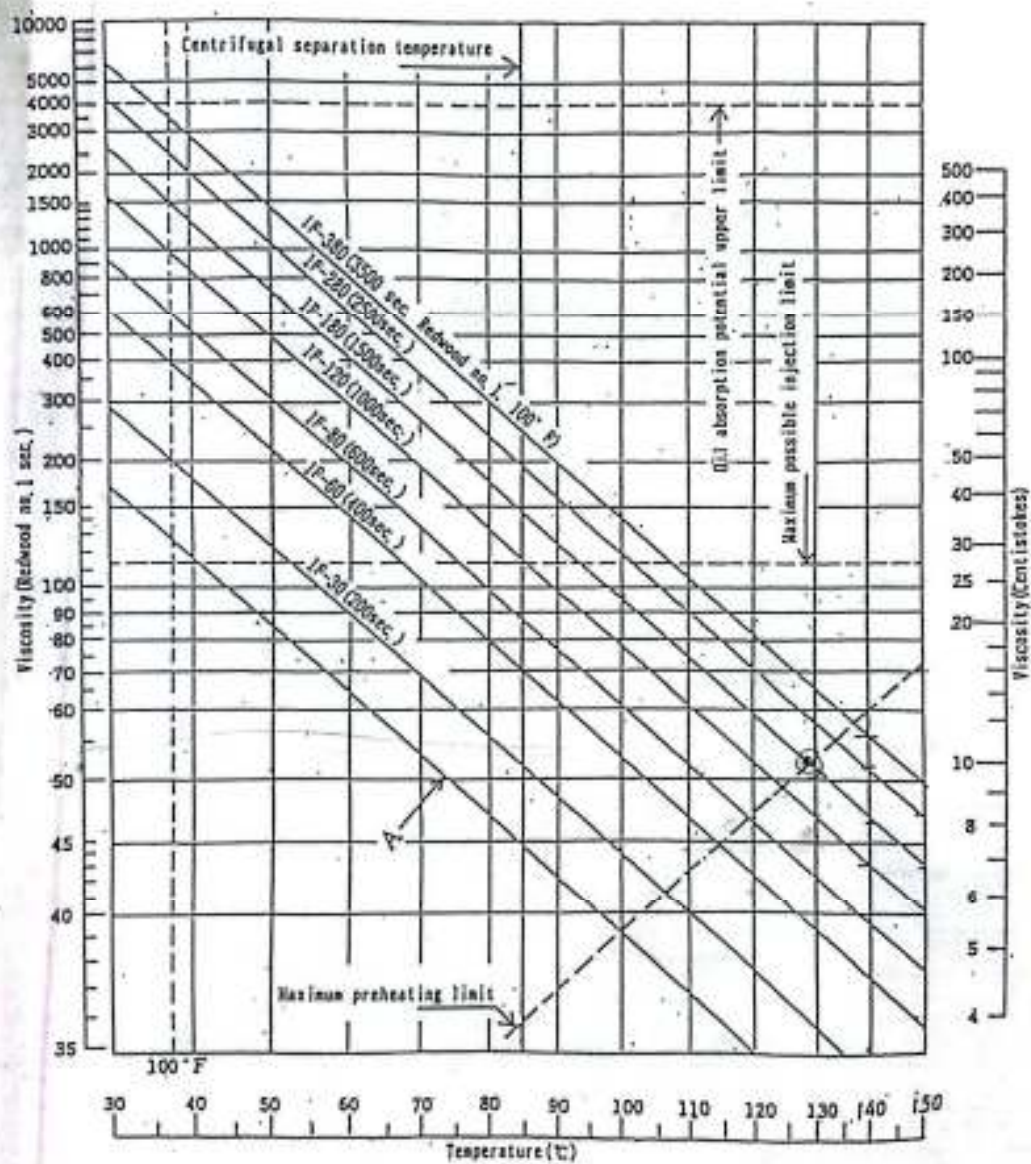
# 1-1 Fuel oil quality criteria recommended by Hanshin

Type	Specific gravity 15/4°C	Reaction	Flash point °C	(Note 1) Viscosity 1000R R.V.No.1	Pour point °C	Residual carbon content wt %	Ash content wt %	Water content Vol %	Sulphur content wt %	Low calorific value KJ/kg	Remark (common name)
A heavy oil	0.85 max	Neutral	60 min	45 max	5 max	2 max	0.03 max	0.05 max	1.0 max	42700	
8 heavy oil	0.92 max	Neutral	65 min	200 max	10 max	6 max	0.03 max	0.2 max	2.5 max	41900 min	200 sec.fuel, Grade No.2 (Note 1)
AG33	0.94 max	Neutral	75 min	450 max	15 max	8 max	0.03 max	0.2 max	3.0 max	41000 min	400 sec.fuel, Grade No.4 (Note 1)
AG51 *	0.955max	Neutral	85 min	1150 max	15 max	10 max	0.03 max	0.2 max	3.5 max	40600 min	1000 sec.fuel, Grade No.10 (Note 1)
1500 sec.fuel	0.98 max	Neutral	85 min	1500 max	15 max	12 max	0.04 max	0.4 max	3.5 max	40200 min	
2500 sec.fuel	0.98 max	Neutral	85 min	2500 max	15 max	14 max	0.05 max	0.5 max	4.0 max	40200 min	

(Note 1) Must follow Intermediate Bunker Fuel



Heavy oil viscosity-temperature relationship graph





# SHIP OPERATION ON RECORD

Ship name		Measurement date-time		Ship route				
Engine model		Engine model NO.		Used E/G rotation speed				
Weather		Wind strength		Sea conditions				
Lubricating oil names/System oil				Cylinder oil				
Used fuel oil	Type	Viscosity	Specific gravity	Flash point °C				
Fuel	Residual carbon %	Sulphur %	Water %	Pour point °C				
Total operation time			Hrs.	Ship speed Kts.				
Atmospheric temperature °C		Room temperature °C		T/C rotation speed r.p.m.				
Intake temperature	T/C	Intake °C		Pressure gauge MPa				
	Air cooler	Intake °C		Intake pressure	Intake MPa			
		Outlet °C			Outlet MPa			
Cylinder outlet exhaust temperature °C	1	2	3	4	5	6	Average	
	7	8					°C	
T/C intake/outlet exhaust temperature °C		NO. 1 T/C			NO. 2 T/C			
		Group 1 Intake	Group 2 Intake	Outlet	Group 1 Intake	Group 2 Intake	Outlet	
Maximum cylinder internal pressure MPa	1	2	3	4	5	6	Average	
	7	8					MPa	
Cylinder internal compression MPa	1	2	3	4	5	6	Average	
	7	8					MPa	
Fuel pump rack gradation mm	1	2	3	4	5	6	Average	
	7	8					mm	
Cylinder cooling water temperature	Intake °C			Group output °C				
	Outlet	1	2	3	4	5	6	Average
		7	8					°C
Sea water temperature	Air cooler intake °C			Air cooler outlet °C				
Fuel valve cooling F.W	Intake °C		Outlet °C		Fuel oil intake temp. °C			
Lubricating oil temp.	Main intake °C		Cooler intake °C		Cooler outlet °C			
T/C intake exhaust pressure Group 1	MPa		Group 2 MPa		T/C outlet exhaust pressure kPa			
Lubricating oil main intake pressure			MPa		Cooling water main intake pressure MPa			
Fuel oil main intake pressure			MPa					
Fuel oil consumption			ℓ/day		Lubricating oil consumption ℓ/day			

Please send one copy of this sheet to the address at right. Hanshin will review the sheet to check for abnormalities.

Hanshin Diesel Works, Ltd. (Service section)  
5-chome 8-70, Kisaiki, Akashi, Japan





### PENGAJUAN SINOPSIS MAKALAH

NAMA : ASBUL AIRI  
NIS : 02004/T-I  
BIDANG KEAHLIAN : TEKNIKA  
PROGRAM DIKLAT : DIKLAT PELAUT- I

Mengajukan Sinopsis Makalah sebagai berikut

#### A. Judul

OPTIMALISASI PERAWATAN MESIN INDUK GUNA MENUNJANG KELANCARAN OPERASIONAL DI KAPAL MV. FLORA 8.

#### B. Masalah Pokok

- Terjadi keretakan pada *cylinder head* mesin induk.
- Terjadi kebocoran pada *exhaust valve*.
- Perawatan terencana pada motor induk tidak terlaksana dengan baik.
- Suku cadang mesin induk tidak tersedia di atas kapal.

#### Pendekatan Pemecahan Masalah

- Terjadi Keretakan Pada *Cylinder Head* Mesin Induk
- Terjadi kebocoran pada *exhaust valve*


Menyetujui :

Jakarta, 16 Oktober 2023

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Penulis

  
Ir. Supardi, M.Si., M.Mar.E  
Pembina Tk.I (IV/a)  
NIP.197308252006121002

  
Niken Sitalaksmi Widjaja, S.H., M.Sc  
Pembina (IV/a)  
NIP.197503152006042001

  
Asbul Airi  
NIS :02004/T-I

Ka. Div.Pengembangan Usaha

  
Capt.Suhartini, S.Si.T., M.M., M.MTr  
Penata TK. I (III/d)  
NIP. 19800307 200502 2 002







**SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN**  
**DIVISI PENGEMBANGAN USAHA**  
**PROGRAM DIKLAT PELAUT - I**

Judul Makalah : OPTIMALISASI PERAWATAN MESIN INDUK GUNA  
MENUNJANG KELANCARAN OPERASIONAL DI KAPAL  
MV FLORA 8

Dosen Pembimbing I : Ir. Supardi, M.Si., M.Mar.E

Bimbingan I :

No.	Tanggal	Uraian	Tanda Tangan Pembimbing
1	16/10	Kesimpulan Pictur & Sinopsis List Ship Instalasi	
2.	18/10.	Bab. I & Bab II	
3.	23/10	Bab III Revisi & data Integ. / Bkr.	
4	25/10	Bab IV	

Catatan

- Penulisan Sistem Integrasikan kg → Bkr, <sup>2</sup> dll,
- Data / gambar yg valid dgn kondisi kapal.




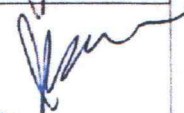
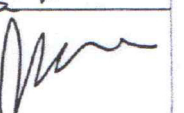
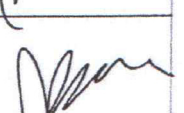
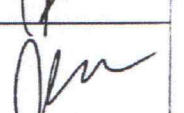


**SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN**  
**DIVISI PENGEMBANGAN USAHA**  
**PROGRAM DIKLAT PELAUT - I**

Judul Makalah : OPTIMALISASI PERAWATAN MESIN INDUK GUNA MENUNJANG  
KELANCARAN OPERASIONAL DI KAPAL MV. FLORA 8

Dosen Pembimbing II : **Niken Sitalaksmi Widjaja, S.H., M.Sc**

Bimbingan II :

No.	Tanggal	Uraian	Tanda Tangan Pembimbing
1	23/23 10	Koreksi synopsis, kata pengantar, daftar isi, daftar gambar, kerangka penulisan, dan Bab I.	
2	24/23 10	Koreksi Bab I (sedikit), Bab II agar diperbaiki, Bab III dan diperbaiki. Segera menyedap Pembimbing I yg akan mutasi tugas	
3	25/23 10	Koreksi Bab III x IV, Daftar Pustaka Daftar Istilah. Bab II acc.	
4	26/23 10	Koreksi Bab II (hal 1), Bab III x IV sedikit koreksi, Daftar pustaka ACC, Daftar Istilah ACC, synopsis sudah TTD	
5	27/23 10	Bab III x IV ACC. Sudah selesai semua.	

Catatan :

Sing diuji makalah tsb.

