

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



**MAKALAH**

**OPTIMALISASI PERAWATAN MESIN INDUK GUNA  
MENUNJANG KELANCARAN PENGOPERASIAN  
KAPAL MT. MENGGALA / P.34**

**Oleh :**

**RICKY OCTORA**  
**NIS. 01849/T-I**

**PROGRAM PENDIDIKAN DIKLAT PELAUT I  
JAKARTA**

**2022**

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



**MAKALAH**

**OPTIMALISASI PERAWATAN MESIN INDUK GUNA  
MENUNJANG KELANCARAN PENGOPERASIAN  
KAPAL MT. MENGGALA / P.34**

**Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan  
Untuk Penyelesaian Program Diklat Pelaut ATT-I**

**Oleh :**

**RICKY OCTORA  
NIS. 01849/T-I**

**PROGRAM PENDIDIKAN DIKLAT PELAUT I  
JAKARTA  
2022**

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



**TANDA PERSETUJUAN MAKALAH**

Nama : RICKY OCTORA  
NIS : 01849/T-I  
Program Pendidikan : Diklat Pelaut - I  
Jurusan : TEKNIKA  
Judul : OPTIMALISASI PERAWATAN MESIN INDUK GUNA  
MENUNJANG KELANCARAN PENGOPERASIAN  
KAPAL MT. MENGGALA / P.34

Pembimbing I

Jakarta, 25 Agustus 2022

Pembimbing II

**Bosin Prabowo, S.Si.T**

Penata Tk.I (III/d)

NIP. 1978.0110 200604 1 001

**Asman Ala, S.T., M.T.**

Penata Tk.I (III/d)

NIP.19700207 199803 1 002

Mengetahui :  
Ketua Jurusan Teknika

**Diah Zakiah, ST, MT**

Penata TK. I (III/d)

NIP. 19790517 200604 2 015

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



**TANDA PENGESAHAN MAKALAH**

Nama : RICKY OCTORA  
NIS : 01849/T-I  
Program Pendidikan : Diklat Pelaut - I  
Jurusan : TEKNIKA  
Judul : OPTIMALISASI PERAWATAN MESIN INDUK GUNA  
MENUNJANG KELANCARAN PENGOPERASIAN  
KAPAL MT. MENGGALA / P.34

Penguji I

**Bambang Wahyudi, M.Mar.E.MM**  
Dosen STIP

Penguji II

**Bosin Prabowo, S.Si.T**  
Penata Tk. I (III/d)  
NIP. 19780110 200604 1 001

Mengetahui:  
Ketua Jurusan Teknika

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

## KATA PENGANTAR

Dengan penuh kerendahan hati, penulis memanjatkan puji serta syukur kehadiran Tuhan yang maha esa, atas berkat dan rahmatnya serta senantiasa melimpahkan anugerahnya, sehingga penulis mendapat kesempatan untuk mengikuti tugas belajar program upgrading Ahli Teknika Tingkat I yang diselenggarakan di Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran Jakarta. Guna memenuhi persyaratan Kurikulum Program Upgreding ATT-I, maka semua pasis diwajibkan untuk membuat atau menulis sebuah makalah berdasarkan pengalaman selama bekerja di atas kapal dan ditunjang dengan teori-teori serta bimbingan dari pada dosen pembimbing STIP Jakarta. Sehingga penulis dapat menyelesaikan makalah ini sesuai dengan waktu yang ditentukan dengan judul :

### **“OPTIMALISASI PERAWATAN MESIN INDUK GUNA MENUNJANG KELANCARAN PENGOPERASIAN KAPAL MT. MENGGALA / P.34”**

Penulis menyadari akan keterbatasan kemampuan dalam penyusunan serta penulisan makalah ini, sehingga masih banyak kekurangan-kekurangan dan hasilnya masih belum sempurna.oleh sebab itu penulis membukakan diri untuk menerima kritik serta saran-saran yang positif guna menuju keperbaikan makalah ini. Selanjutnya segala rendah hati, bersama ini penulis menyampaikan rasa terima kasih sebesar besarnya kepada yang terhormat Yang Terhormat :

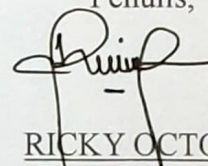
1. Capt. Sudiono, M.Mar, selaku Kepala Sekolah tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta.
2. Bapak Dr. Ali Muktar Sitompul, MT, selaku Kepala Divisi Pengembangan Usaha Sekolah tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta.
3. Ibu Diah Zakiah, ST, MT, selaku Ketua Jurusan Teknika Sekolah tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta.
4. Bapak Bosin Prabowo, S.Si.T., selaku dosen pembimbing I dan dosen penguji II yang telah meluangkan waktu untuk memberikan saran dan pikiranya mengarahkan penulis pada sistimatika materi yang baik dan benar
5. Bapak Asman Ala, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan waktunya untuk membimbing proses penulisan makalah ini

6. Bapak Bambang Wahyudi, M.Mar.E.MM selaku dosen penguji I yang telah meluangkan waktu untuk memberikan penilaian, saran dan pikirannya mengarahkan penulis pada sistematika yang baik dan benar.
7. 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.
8. Orang tua tercinta yang membantu atas doa dan dukungan selama pembuatan makalah.
9. Istri dan anak tersayang yang telah memberikan semangat selama pengerjaan makalah.
10. Semua rekan-rekan Pasis Ahli Teknik Tingkat I Angkatan LXIII tahun ajaran 2022 yang telah memberikan bimbingan, sumbangsih dan saran baik secara materil maupun moril sehingga makalah ini akhirnya dapat terselesaikan.

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

Jakarta, 25 Agustus 2022

Penulis,



RICKY OCTORA  
NIS. 01849/T-I

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>TANDA PERSETUJUAN MAKALAH .....</b>	<b>ii</b>
<b>TANDA PENGESAHAN MAKALAH .....</b>	<b>iii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>iv</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>vi</b>
 <b>BAB I    PENDAHULUAN</b>	
A.   LATAR BELAKANG .....	1
B.   IDENTIFIKASI, BATASAN DAN RUMUSAN MASALAH.....	2
C.   TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN .....	3
D.   METODE PENELITIAN .....	4
E.   WAKTU DAN TEMPAT PENELITIAN .....	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>	<b>44</b>
<b>DAFTAR ISTILAH .....</b>	<b>45</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>47</b>

# **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 MT. MENGGALA/P. 34 dalam pelayaran dari Fak-Fak menuju Wayame (Ambon) tanggal 20 Maret 2020 pukul 10.18 LT satu jam sebelum tiba di Wayame. 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. 6. Selanjutnya KKM bersama Masinis Jaga mengadakan pengecekan terhadap *indicator cock* silinder no. 6, ternyata dari *indicator cock* silinder keluar asap putih dan basah, segera KKM melaporkan kepada Master untuk *stop engine*. Pada mesin induk ditemukan 1 unit silinder mengalami keretakan pada silinder no.6

(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 KAPAL MT. MENGGALA / P.34”**.

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

### **1. Identifikasi Masalah**

Berdasarkan latar belakang diatas, penulis mengidentifikasi beberapa permasalahan yang terjadi di atas MT. Menggala/P. 34 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 MT. Menggala/P. 34 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 MT. Menggala/P. 34, 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 MT. Menggala/P. 34 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 MT. Menggala/P. 34 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 MT. Menggala/P. 34.

### **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 MT. Menggala/P. 34 sebagai *Chief Engineer* dari tanggal 07 Maret 2020 sampai dengan 18 Februari 2021

### **2. Tempat Penelitian**

Penelitian dilakukan di atas kapal MT. Menggala/P. 34, milik perusahaan PT. Pertamina Internasional Shipping yang beroperasi di alur pelayaran Indonesia.

## **F. SISTEMATIKA PENULISAN**

Penulisan makalah ini disajikan sesuai dengan sistematika penulisan makalah yang telah ditetapkan dalam buku pedoman penulisan makalah yang dianjurkan oleh STIP Jakarta. Dengan sistematika yang ada maka diharapkan untuk mempermudah penulisan makalah ini secara benar dan terperinci. 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 apa lagi 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 insidental yang diuraikan di atas 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 kondisi lingkungan 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 bekerja sama 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 kerja dan 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 mengembalikanya 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 dimasukan 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 di Banding 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 kontruksi 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 dudukan rumah dari pada 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  $500^{\circ}\text{C}$  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  $0^{\circ}\text{C}$ .

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 kekuata 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.

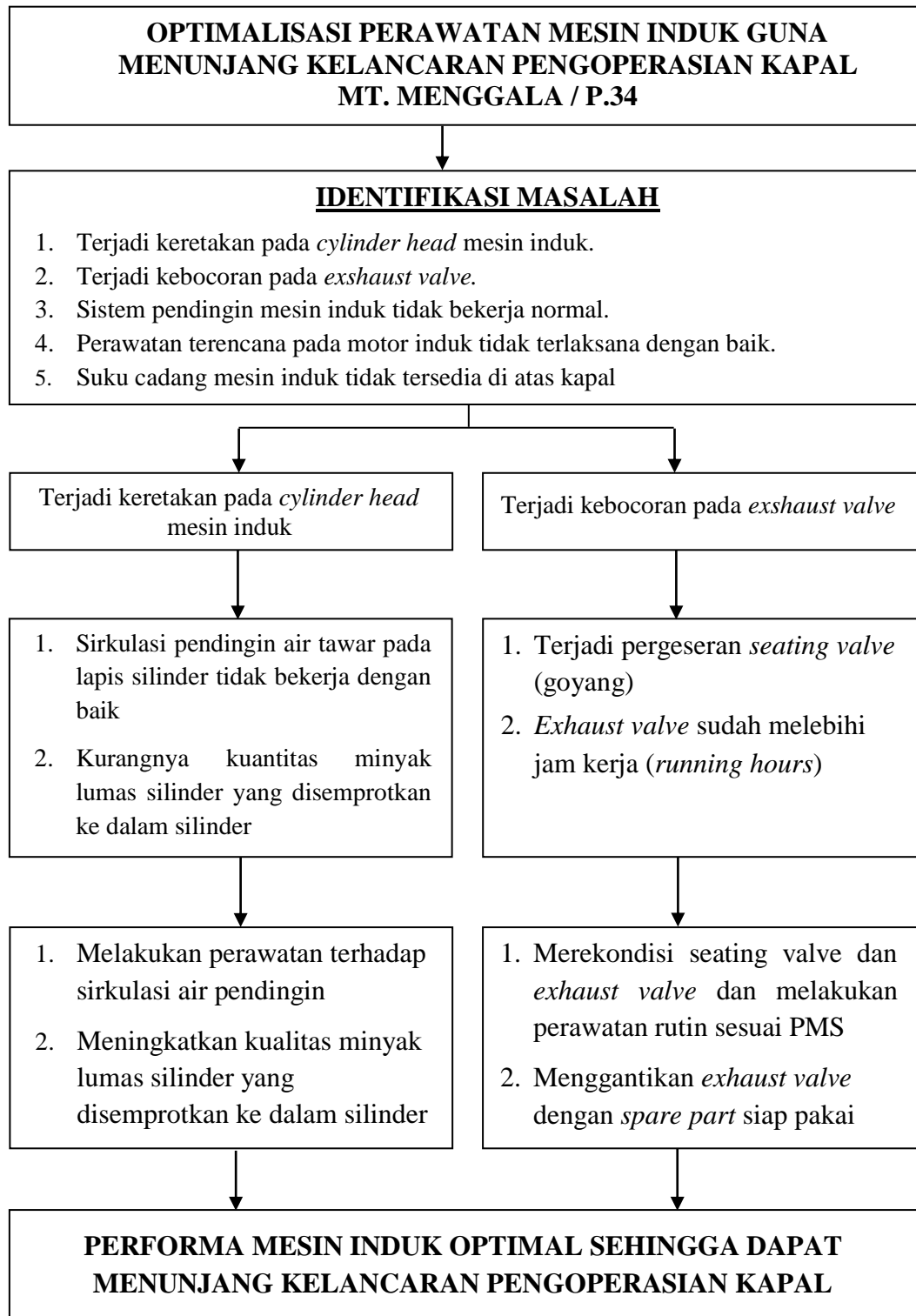
#### **d. Perawatan pada *Cylinder head***

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 dengan demikian dibutuhkan celah yang tepat antara stem 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 stem dan *guide valve*.
- 5) *Valve seating* yaitu tempat duduk 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 daya yang maksimal untuk menunjang kelancaran pengoperasian kapal. Dengan kata lain lancarnya pengoperasian kapal tergantung pada kinerja kondisi mesin induk kapal tersebut. Adapun data kapal MT. Menggala /P. 34

<i>Ships name</i>	: MT. MENGGALA/P. 34
<i>Call sign</i>	: YD M R
<i>Nationality</i>	: Indonesian
<i>Type of vessel</i>	: <i>Oil Tanker</i>
<i>Gross tonnage</i>	: 7. 615,37 NT
<i>Dead weight</i>	: 3. 500 T
<i>Main engine</i>	: NIGATA 6M 34 AT
<i>Serial No.</i>	: 54183
<i>Bore / Stroke</i>	: 340 / 620 mm
<i>No of cylinder</i>	: 6 cylinder (in line)
<i>Out put</i>	: 2000 PS at 290 rpm
<i>Maker</i>	: <i>Nigata Engineering Co. ltd</i>
<i>Turbo Charge type</i>	: VTR 251-2
<i>Owner</i>	: PT. Pertamina (Persero)

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 Fak-Fak menuju Wayame (Pulau Ambon) tepatnya tanggal 20 Maret 2020 pukul 10.18 LT, MT. MENGGALA/P. 34 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 *cylinder head* no. 6 dengan suhu temperature  $430^{\circ}\text{C}$ , sedangkan suhu temperature gas buang tiap-tiap selinder lainnya menunjukkan  $380^{\circ}\text{C}$  sampai  $390^{\circ}\text{C}$ . Selanjutnya KKM bersama Masinis Jaga mengadakan pengecekan terhadap *indicator cock silinder* no. 6, 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 2020, Saat kapal berlayar dari Wayame (Pulau Ambon) menuju Biak, tepatnya pukul 02.48 LT terjadi alarm tekanan pendingin air tawar rendah (*Fresh Water Cooling low pressure*) untuk mesin induk dengan tekanan  $1.4 \text{ kg/cm}^2 (137293,1 \text{ N/m}^2)$  Sedangkan tekanan normal  $2.2 \text{ kg/cm}^2 (215746,30 \text{ N/m}^2)$  Selanjutnya segera dilakukan pengecekan pada *Fresh Water Cooling system*, ditemukan adanya indikasi kebocoran pada silinder no. 6, 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 chief engineer dan anjungan untuk memberitahukan kondisi *abnormal running* pada mesin induk. Selanjutnya Chief engineer meminta waktu kepada Nakhoda untuk diadakan perbaikan mesin induk dan penggantian *spare part* (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 Kota Biak.

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 MT. MENGGALA / P.34 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<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 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) Freshwater 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 freshwater 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 freshwater 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 freshwater *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 freshwater *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 air laut 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 *freshwater 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 terlampau 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 disemprotkan. Umumnya

cylinder oil pump dapat di atur takarnya 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 penyusuain 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 cylinder 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 system 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 dibagian bawah 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 *freshwater cooler* (pendingin air tawar)

Untuk mengoptimalkan kinerja *freshwater cooler (pendingin)* maka perlu dilakukan perawatan terhadap *freshwater cooler* dengan cara membersihkan *freshwater cooler (pendingin)* sesuai dengan jadwal PMS atau melakukan pembersihan *freshwater 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 *freshwater cooler (pendingin)* harus segera melakukan observasi terhadap *freshwater cooler* serta melakukan tindakan pembersihan setelah kapal tiba dipelabuhan. Tujuan pembersihan agar sistim 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 pompa sesuai 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  $70^{\circ}\text{C}$
- (2) Mempertahankan agar tekanan pompa sirkulasi air pendingin minimum  $2\text{ kg/cm}^2$  ( $196133\text{ N/m}^2$ ) Maksimum  $3\text{ kg/cm}^2$  ( $294199,5\text{ N/m}^2$ )
- (3) Gas buang tidak lebih dari  $430^{\circ}\text{C}$
- (4) Tekanan Lubricating oil untuk pendingin piston  $2,4\text{ kg/cm}^2$  ( $235359,6\text{ N/m}^2$ )
- (5) Mempertahankan tekanan air laut yang masuk kedalam cooler  $2\text{ kg/cm}^2$  ( $196133\text{ N/m}^2$ ) sampai  $2,6\text{ kg/cm}^2$  ( $254972,9\text{ N/m}^2$ )

- (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 di perbesar 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 ( $\pm 160\text{cst}/40^\circ\text{C}$  SAE 50 ( $\pm 230\text{cst} / 40^\circ\text{C}$ ). 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 ektrim 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 keausan.

- 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 (*skeur*) 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 rapat 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 manual book.
- f) Lapping/skir katup padaudukannya 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 *SparePart* 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 *spare part* yang direkondisi dikarenakan *spare part* 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 masinis 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. KKM harus memastikan bahwa suku cadang yang ada di kapal harus sesuai dengan persediaan minimum yang ditentukan. 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 ke dalam 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 exhaust valve*, 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 spare siap pakai. Agar disaat ada trouble paada 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 spare part yang di minta dari pihak kapal supaya cepat di sediakan / di kirim ke kapal, supaya tidak mengganggu operasional kapal.

## DAFTAR PUSTAKA

- Habibie, J.E. (2006). *Manajemen Perawatan dan Perbaikan*, Jakarta : Direktorat Jendral Perhubungan Laut.
- Handoyo, Johan, Jusak. (2014). *Mesin Diesel Penggerak Utama Kapal*, Jakarta : Maritime Djangkar (sudivisi).
- Pulkrabek, Willard W. (2003). *Engineering Fundamentals Of The Internal Combustion Engine*. Prentice Hall, New Jersey
- Sehwarat, M.S dan Narang, J. S (2001) *Production Management*, Jakarta : Grafindo Pustaka.
- \_\_\_\_\_ <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 bergerakinya 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 ledakan atau 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.

# Lampiran I



## SHIP PARTICULAR

### A. SHIP IDENTIFICATION

NAME OF SHIP : MT.MENGGALA / P.34  
 CALL SIGN : Y D M R  
 SHIP OWNER : PT.PERTAMINA ( PERSERO )  
 PORT OF REGISTER : JAKARTA  
 KIND OF VESSEL : OIL TANKER  
 IMO NUMBER : 8211289  
 OFFICIAL NUMBER : 1990.Ba.No.8459/L  
 INMARST ID NUMBER : 452501198  
 MMSI DSC CALL NO : 525008002  
 EMAIL ADDRESS : ydmr@Amosconnect.com  
 SATELIT TLP : 881631848217  
 TELEPHON ( HP ) : 08121089851  
 CLASS : BKI  
 PLACE OF BUILDING : INTAN SEKUNYIT ( INA )

### B. GEN. ARRANGEMENT

KEEL LAID : November 27<sup>th</sup> 1982  
 LAUNCHED : November 22<sup>nd</sup> 1987  
 DELIVERED : May 1989  
 LOA : 89.90 M  
 LBP : 84.00 M  
 REGISTERED LENGTH : 84.23 M  
 BREADTH ( MLD ) : 15.00 M  
 DEPTH ( MLD ) : 7.00 M  
 TROPICAL DRAFT : 5.81 M  
 SUMMER DRAFT : 5.69 M  
 HIGH POINT ( FR KEEL ) : 23.00 M  
 FULL DISPLACEMENT : 4.957 T  
 DWT ( SUMMER ) : 3.500 T  
 NRT : 3.674,51 M<sup>3</sup> / 1.297,10 RT  
 GRT : 7.615,37 NT / 2.668,23 RT  
 MAX LOADING RATE : 300 KL/H  
 SIZE MANIFOLD : 6 inch X 3 PCS

### C. MAIN ENGINE

TYPE / SERIAL NO : NIGATA 6M 34 AT  
 BORE / STROKE : 340 / 620 MM  
 M.C.S : 200 BHP / 290 RPM  
 MAKER : NIGATA ENGINEERING CO.LTD  
 JAPAN  
 TURBO CHARGER : BBC VTR-250 / 27500 RPM

### D. AUXILIARY ENGINE ( 3 UNIT )

TYPE / SERIAL NO : D2866LXE30  
 MAN Truck & Bus AG-GE  
 RATE POWER / RPM : 280 KW / 1800 RPM

### E. PROPELLER

MATERIAL : SOLID KEYLESS-4 BLADE  
 DIAMETER : 250 MM  
 PITCH : 1550 MM  
 PROPELLER SHAFT : Ø 270 MM X 4270 MM  
 INTERMEDIATE SHAFT : Ø 310 MM

MASTER

CAPT. DWI ANUNG NUGROHO

### F.CARGO OIL PUMP

TYPE : BT-200-3  
 SIZE : 200 M/M  
 CAPACITY : 150 M<sup>3</sup>/H X RPM 1750  
 3 UNIT  
 TAIYO ELECTRIC MFG CO.LTD

### G. STRIPPING PUMP

TYPE : 2VP-50  
 SIZE : 125/100 M/M  
 CAPACITY : 50 M<sup>3</sup>/H X RPM 70/1150  
 ( 2 UNIT )  
 TAIYO ELECTRIC MFG CO.LTD

CARGO TANK CAPACITY 100%			
COT. 1C	:	472,80	M <sup>3</sup>
COT. 3C	:	461,55	M <sup>3</sup>
COT. 4C	:	450,20	M <sup>3</sup>
COT. 1P/S	:	710,60	M <sup>3</sup>
COT. 2P/S	:	787,80	M <sup>3</sup>
COT. 3P/S	:	787,80	M <sup>3</sup>
COT. 4P/S	:	625,80	M <sup>3</sup>
SLOP P/S	:	137,20	M <sup>3</sup>
<b>TOTAL</b>	:	<b>4.433,75</b>	<b>M<sup>3</sup></b>

WATER BALLAST TANK 100%			
WBT. 2C	:	482,30	M <sup>3</sup>
WBT. 1P/S	:	247,00	M <sup>3</sup>
WBT. 3P/S	:	92,40	M <sup>3</sup>
APT	:	44,90	M <sup>3</sup>
<b>TOTAL</b>	:	<b>866,60</b>	<b>M<sup>3</sup></b>

FRESH WATER TANK CAPACITY 100%			
FPT	:	163,50	M <sup>3</sup>
FWT. 2P	:	34,80	M <sup>3</sup>
FWT. 2S	:	37,30	M <sup>3</sup>
<b>TOTAL</b>	:	<b>235,60</b>	<b>M<sup>3</sup></b>

FO. TANK CAPACITY 100%			
FOT. P/S	:	118,40	M <sup>3</sup>
FOT OVERFLOW	:	13,50	M <sup>3</sup>
<b>TOTAL</b>	:	<b>131,90</b>	<b>M<sup>3</sup></b>

DO. TANK CAPACITY 100%			
DOT. P	:	27,10	M <sup>3</sup>
DOT. S	:	26,10	M <sup>3</sup>
DOT OVERFLOW	:	13,50	M <sup>3</sup>
<b>TOTAL</b>	:	<b>66,70</b>	<b>M<sup>3</sup></b>

LO.TANK CAPACITY 100%			
LO SUMP.TANK	:	4,80	M <sup>3</sup>

SAFETY EQUIPMENT	
1. LIFEBOAT CAP.25 Person	: 2 UNIT
2. LIFERAFT CAP.20 Person	: 2 UNIT
3. LIFERAFT CAP.15 Person	: 2 UNIT
4. LIFEJACKETS	: 39 PCS
5. LIFEBOUYS	: 12 PCS
6. EEBD	: 7 PCS

## Lampiran II

### 2.3. MAIN SPECIFICATIONS

Type		In-line, single-acting, 4-stroke-cycle diesel engine
No. of cylinders		6
Bore	mm	340
Stroke	mm	620
Max. continuous output (M.C.O)	PS	2000
Normal output (N.O)	PS	(M.C.O) × 85%
Over load output (for 1 hour) (O.O)	PS	(M.C.O) × 110%
Continuous max. speed (at M.C.O)	R.P.M	290
Normal speed (at N.O)	R.P.M	275
Over speed (for 1 hour) (at O.O)	R.P.M	299
Unloaded max. speed (for 1 minute)	R.P.M	319
Mean piston speed	m/s	5.99
Rotation (looking from flywheel end)		Clockwise (clockwise revolution engine), counterclockwise (counterclockwise revolution engine)

Firing orders	1-4-2-6-3-5 (when revolving clockwise) 1-5-3-6-2-4 (when revolving counterclockwise)
Engine cooling system	With sea water (primary cooling) or fresh water (secondary cooling)
Lubricating oil system	With Forced automatic lubricating oil
Fuel injection valve cooling system	With fuel oil (heavy oil A or gas oil) (Used only when heavy oil B is used as FO)
Starting system	With Compressed air
Cooling water pump	Engine driven vortex pump or motor
Lubricating oil pump	Engine driven gear pump or motor
Fuel injection valve cooling oil pump	Engine driven trochoid pump (Used only when heavy oil B is used as FO)
Fuel oil supply system	Gravity tank or motor driven gear pump
Turbo blower	NIIGATA-NAPIER exhaust turbo blower, NHP 35AL
Air cooler	Finned multi-tube cooler, SWP 62/62
Fuel injection pump	Bosch type plunger diameter 29 mm stroke 32 mm
Fuel injection valve	Multi-hole self injection type hole diameter 0.5 mm No. of holes 8 angle 130deg
Governor	Hydraulic governor
Clutch	Friction clutch (thrust bearing is of single plate type) for Model 6M34AT
Reversing gear	MN701 typ MN1000A type (with rubber block coupling) for Model 6M34AT
Reversing-reduction gear	MGN 3501AV type      MGN 3503V type      for Model 6 M 3 4 AFT

### Lampiran III

#### Foto Cylinder Head



#### Foto Exhaust Valve



**Foto Fresh Water Cooler**



**Foto Filter Seachest**



**Foto pompa pendingin air laut**



**Foto pompa silinder oil Mesin induk**



**Foto Mesin Induk**

