

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



MAKALAH

**ANALISIS PENURUNAN PERPORMA MESIN
INDUK GUNA KELANCARAN PENGOPERASIAN
KAPAL KM. DOBONSOLO**

Oleh :

ASMADI RAMADAN

NIS. 01698 / T-I

**PROGRAM PENDIDIKAN DIKLAT PELAUT I
JAKARTA
2021**

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



MAKALAH

**ANALISIS PENURUNAN PERPORMA MESIN
INDUK GUNA KELANCARAN PENGOPERASIAN
KAPAL KM. DOBONSOLO**

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

Oleh :

ASMADI RAMADAN

NIS. 01698 / T- I

**PROGRAM PENDIDIKAN DIKLAT PELAUT I
JAKARTA
2021**

KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
BADAN PENGEMBANGAN SDM PERHUBUNGAN
SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN



TANDA PERSETUJUAN MAKALAH

Nama : ASMADI RAMADAN
NIS : 01698/T-1
Program Pendidikan : Diklat Pelaut - I
Jurusan : TEKNIKA
Judul : ANALISIS PENURUNAN PERPORMA MESIN INDUK
GUNA KELANCARAN PENGOPERASIAN KAPAL KM.
DOBONSOLO

Pembimbing Materi

Markus Y. Manurung S.Si.T., M.M.

Penata (III/c)

NIP. 19800605 200812 1 001

Jakarta, Juli 2021

Pembimbing Penulisan

Drs. Purnomo. MM

Pembina (IV/a)

NIP. 19590612 198003 1 002

Mengetahui :

Ketua Jurusan Teknika

Diah Zakiah. ST. MT

Penata TK. I (III/d)

NIP. 19790517 200604 2015

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



TANDA PENGESAHAN MAKALAH

Nama : ASMADI RAMADAN
NIS : 01698 / T-1
Program Pendidikan : Diklat Pelaut - I
Jurusan : TEKNIKA
Judul : ANALISIS PENURUNAN PERPORMA MESIN INDUK
GUNA KELANCARAN PENGOPERASIAN KAPAL KM.
DOBONSOLO

Penguji I

Mohamad Ridwan, S.Sit.MM

Penata Muda Tk.I (III/b)
NIP : 197880707 2009121 005

Penguji II

Bagaskoro, S.Kom, MM

Pembina (IV/a)
NIP : 19590927 1980031 002

Mengetahui :
Ketua Jurusan Teknika

Diah Zakiah. ST . MT

Penata TK. I (III /d)
Nip : 19790517 200604 2015

KATA PENGANTAR

Dengan penuh kerendahan hati, penulis memanjatkan puji serta syukur kehadirat Tuhan yang maha esa, atas berkat dan rahmatnya serta senantiasa melimpahkan anugerahnya, sehingga penulis mendapat kesempatan untuk mengikuti tugas belajar program upgrading Ahli Teknik Tingkat I yang diselenggarakan di Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran Jakarta. Guna memenuhi persyaratan Kurikulum Program Upgrading 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 :

“ANALISIS PENURUNAN PERPORMA MESIN INDUK GUNA KELANCARAN PENGOPERASIAN KAPAL KM. DOBONSOLO”

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.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu, sehingga makalah ini dapat terwujud terutama kepada yang terhormat :

1. Yth. Bapak Amiruddin, M.M, selaku Kepala Sekolah tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta.
2. Yth. Bapak DR. Ali Muktar Sitompul, MT, selaku kepala Divisi Pengembangan Usaha Sekolah tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta.
3. Yth. Ibu Diah Zakiah, ST, MT, selaku Ketua Jurusan Teknik Sekolah tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta.
4. Yth. Bapak Markus Y. Manurung S.Sit.MM, selaku Pembimbing I yang telah meluangkan waktu untuk memberikan saran dan pikirannya mengarahkan penulis pada sistematika materi yang baik dan benar

5. Yth. Bapak Drs. Purnomo. MM selaku Dosen Pembimbing II yang juga telah meluangkan waktu untuk memberikan saran dan pikirannya 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. Seluruh rekan-rekan Perwira Siswa ATT-I angkatan LVIII dan semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu.
8. Keluarga besar, istri dan anak-anak saya yang telah memberikan motivasi selama penyusunan makalah.

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

Jakarta, Juli 2021

Penulis,

ASMADI RAMADAN

NIS. 01698 / T- I

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
TANDA PERSETUJUAN MAKALAH.....	ii
TANDA PENGESAHAN MAKALAH	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	vi
 BAB I PENDAHULUAN	
A. LATAR BELAKANG.....	1
B. IDENTIFIKASI, BATASAN DAN RUMUSAN MASALAH.....	2
C. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN.....	3
D. METODE PENELITIAN	4
E. WAKTU DAN TEMPAT PENELITIAN	5
F. SISTEMATIKA PENULISAN	5
 BAB II LANDASAN TEORI	
A. TINJAUAN PUSTAKA.....	8
B. KERANGKA PEMIKIRAN	24
 BAB III ANALISIS DAN PEMBAHASAN	
A. DESKRIPSI DATA.....	25
B. ANALISIS DATA.....	26
C. PEMECAHAN MASALAH	36
 BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN	
A. KESIMPULAN	46
B. SARAN	47
DAFTAR PUSTAKA.....	48
DAFTAR ISTILAH	49
LAMPIRAN	51

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 fasilitas-fasilitas yang diperlukan masyarakat modern, tetapi hanya sedikit bidang-bidang yang mampu berperan begitu dominan seperti dalam dunia pelayaran. Perawatan membutuhkan biaya yang besar, dalam hal perawatan ini pihak kantor sering menunda pekerjaan perawatan dengan tujuan agar dapat menghemat biaya. Namun, jika hal ini dituruti oleh ABK, 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 tanggal 17 April 2020 saat dalam pelayaran dari Surabaya - Makassar , satu jam setelah tolak dari pelabuhan Surabaya. Tiba-tiba mesin induk mengalami gangguan, dimana terjadi bunyi alarm dan lampu indicator pendingin *jacket main engine* menyala merah pada *monitoing system* di ruang control kamar mesin. Selang beberapa waktu kemudian putaran (Rpm) mesin induk menjadi turun (*Reduce*). Setelah dilakukan pengecekan secara visual, ditemukan bahwa adanya udara dalam sistem air pendingin dan suhu gas buang pada tiap-tiap silinder menjadi tidak merata.

Setelah diadakan pengecekan ternyata penyebab berasal dari *cylinder head* no. 5. Selanjutnya KKM bersama Masinis Jaga mengadakan pengecekan terhadap *indicator cock silinder* no. 5, ternyata dari *indicator cock* silinder keluar asap putih dan basah, segera KKM melaporkan kepada Master untuk *stop engine*. Selanjutnya dilakukan pemeriksaan lebih intensif dan ditemukan bahwa penyebab permasalahan tersebut yaitu terjadinya kerusakan pada *cylinder head* dikarenakan ada air yang keluar dari sisi *cylinder liner* bagian dalam ruang silinder. Kemudian diadakan perbaikan pada *cylinder head* yang rusak.

Berdasarkan hal tersebut diatas penulis tertarik memilih membuat makalah dengan judul **“ANALISIS PENURUNAN PERFORMA MESIN INDUK GUNA KELANCARAN PENGOPERASIAN KAPAL KM. DOBONSOLO”**.

B. IDENTIFIKASI, BATASAN DAN RUMUSAN MASALAH

1. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, penulis mengidentifikasi beberapa permasalahan yang terjadi di atas KM. Dobonsolo sebagai berikut :

- a. Terjadinya keretakan pada *cylinder head* mesin induk.
- b. Terjadi kebocoran pada *exshaust valve*.
- c. Sistem pendingin mesin induk tidak bekerja normal.
- d. Perawatan terencana pada motor induk tidak terlaksana dengan baik.
- e. 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 selama bekerja di atas KM. Dobonsolo membahas tentang :

- a. Terjadinya 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. Bagaimana mengatasi kebocoran pada *exhaust valve*?

C. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

1. Tujuan Penelitian

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

- a. Untuk menganalisis penyebab terjadinya keretakan pada *cylinder head* mesin induk dan mencari pemecahan masalahnya.
- b. Untuk menganalisis bagaimana mengatasi kebocoran pada *exhaust valve*.

2. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penulisan makalah ini antara lain :

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 KM. Dobonsolo.

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 di tempat objek penelitian pada saat bekerja diatas kapal KM. Dobonsolo.

b. 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 KM. Dobonsolo, khususnya pada pembahasan *cylinder head* dan *exhaust valve*.

4. Teknik Analisis Data

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

E. WAKTU DAN TEMPAT PENELITIAN

1. Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan selama Penulis bekerja di atas kapal KM. Dobonsolo sebagai *1st Senior Engineer* dari tanggal 05 April 2019 sampai dengan 21 Januari 2021.

2. Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan di atas kapal KM. Dobonsolo, dengan type kapal Penumpang, berbendera Indonesia, milik perusahaan Pelayaran Indonesia (PT. PELNI) dengan alur pelayaran Jakarta - Surabaya - Makassar - Bau-Bau, Ambon - Sorong - Serui –Jayapura, Pulang Pergi.

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. Analisis

Menurut Satori dan Komariyah (2014:200) definisi analisis adalah usaha untuk mengurai suatu masalah menjadi bagian-bagian. Sehingga, susunan tersebut tampak jelas dan kemudian bisa ditangkap maknanya atau dimengerti duduk perkaranya. Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia, pengertian analisis adalah penyelidikan terhadap suatu peristiwa (karangan, perbuatan, dan sebagainya) untuk mengetahui keadaan yang sebenarnya (sebab musabab, duduk perkara, atau hal-hal lainnya).

Berdasarkan beberapa rumusan definisi di atas, dapat disimpulkan bahwa analisis memiliki sedikitnya tiga fungsi dan tujuan utama. Namun secara spesifik, hal ini akan tergantung bagaimana proses penggunaan metode analisis. Secara umum, berikut fungsi dan tujuannya.

- a. Analisis berfungsi untuk menguraikan sesuatu menjadi komponen-komponen kecil yang diketahui hubungan-hubungannya. Kemudian uraian komponen tersebut dapat lebih mudah dipahami, baik setiap bagiannya maupun secara keseluruhan.
- b. Analisis bertujuan untuk memperoleh pemahaman lebih mendetail mengenai suatu hal. Pemahaman tersebut nantinya dapat dijelaskan kepada publik. Sehingga publik mendapatkan informasi bermanfaat dari analisis tersebut.
- c. Analisis juga memiliki fungsi dan tujuan untuk menentukan keputusan. Yang dimaksud dalam hal ini adalah pengambilan keputusan berdasarkan

dugaan, teori, atau prediksi dari sesuatu yang sebelumnya telah dipahami dengan metode analisis.

2. Performa

Menurut Poerwadarminto (2016:122) bahwa performa atau *performanc* adalah istilah yang digunakan untuk menunjukkan seberapa baik mesin, manusia dan sebagainya dalam melakukan sebuah aktifitas atau pekerjaan tertentu. Lebih spesifik bahwa pengertian performa mesin adalah kemampuan mesin untuk menghasilkan suatu indikator tertentu seperti seberapa banyak torsi yang dihasilkan, apakah mesin sering mengalami gangguan di tengah jalan atau tidak, apakah mesin dapat bekerja secara terus menerus dalam periode waktu tertentu dan lain sebagainya.

3. Mesin Induk (Mesin Diesel)

a. Definisi Mesin Induk

Menurut Jusak Johan Handoyo (2017:25) dalam buku yang berjudul Mesin Diesel Penggerak Utama Kapal bahwa mesin induk atau mesin penggerak utama kapal dalam arti luas adalah meliputi seluruh unit dalam satu kesatuan pesawat/permesinan yang ditujukan untuk menggerakkan kapal selalu berada dalam kondisi laik laut (*seaworthiness*), sehingga kapal dapat dioperasikan untuk pengangkutan laut pada setiap saat dengan kemampuan baik dan normal.

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

Jantung mesin diesel adalah silindernya, yaitu tempat bahan bakar dibakar dan daya ditimbulkan. Bagian dalam silinder mesin diesel dibentuk dengan lapisan (*liner*) atau selongsong (*sleeve*). Diameter dalam silinder 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. Pada kepala silinder terdapat komponen-komponen pokok yang wajib dilakukan perawatan, seperti :

- a) 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.
- b) Katup buang merupakan bagian kepala silinder yang mengatur aliran gas yang keluar dari ruang bakar.
- c) *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.
- d) *Valve guide* sebagai penuntun pergerakan valve secara vertical dan juga sebagai pengontrol pelumasan pada valve stem dengan demikian dibutuhkan celah yang tepat antara steam dan guide, sehingga tidak terjadi kebocoran udara dan oli kedalam intake valve dan exhouse valve. Valve guide dirancang untuk mudah dan dapat dilepas bila melakukan penggantian dan perbaikan celah antara steam dan *guide valve*.
- e) *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.
- f) *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.
- g) *Indicator valve* yaitu sebuah komponen yang berfungsi menampilkan kondisi dari *valve*.

3) Torak (*piston*)

Ujung lain dari ruang kerja silinder 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 di dalam 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.

4. *Exhaust Valve*

Menurut Willard W. Pulkrabek, (2003:23), menyatakan bahwa katup adalah komponen penting dalam proses pembakaran bahan bakar di dalam silinder. Katup berfungsi sebagai pintu gerbang pemasukan bahan bakar dan pembuangan gas sisa pembakaran, yang mana waktu pembukaan dan penutupan katup diatur sesuai dengan mekanisme katup (Naresh, 2012), fungsi lain katup buang adalah mentransfer panas dari ruang bakar ke saluran pembuangan. Ketika mesin bekerja, temperatur katup buang mencapai 650°C, sedangkan temperatur katup masuk 250°C.

4. 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

5. Pembakaran Di Dalam Silinder

a. Proses Pembakaran Di Dalam Silinder

Menurut Jusak Johan Handoyo, (2014:138-140) dalam bukunya yang berjudul Mesin Diesel Penggerak Utama Kapal, pembakaran diartikan suatu proses kimia dari pencampuran bahan-bakar dengan zat asam dari udara. Umumnya memakai bahan bakar cair yang mengandung unsur zat arang (C), zat cair (H) dengan sebagian kecil zat belerang (S), biasa di sebut *hydro carbon*. Zat asam yang di butuhkan di dapat dari udara

sebagaimana di ketahui udara itu mengandung 23% zat asam dan 77% nitrogen bila dihitung dalam volume atau 21% dengan 79% bila di hitung dalam berat udara. Perlu di ingat bahwa pembakaran di dalam silinder tidak berlangsung sederhana, karena molekul-molekul bahan bakar harus di pecah kecil berbentuk kabut halus agar pembakaran berlangsung tuntas.

Pembakaran yang tuntas dan sempurna secara kimiawi ini akan menghasilkan panas, proses reaksinya disebut *Exterm*. Bila sejumlah gas atau udara di kompresi atau di *expansi* akan ada perubahan suhu selama proses terjadi, namun bila keadaan suhunya tidak ada perubahan, maka prosesnya di sebut *isotermis*. Keadaan itu hanya mungkin terjadi apabila selama proses kompresi berlangsung panas yang timbul diambil dan bila prosesnya *ekspansi*, panas yang hilang di ganti sehingga suhunya tinggal tetap. Lain halnya bila sejumlah gas itu saat di lakukan kompresi maupun *expansi* tanpa ada tambahan panas atau kehilangan panas, proses yang demikian di sebut *adiabatic*.

b. Syarat Proses Pembakaran Yang Sempurna

Selain faktor bahan bakar di atas, Sukoco, Zainal Arifin, (2003:97) syarat-syarat proses pembakaran yang sempurna antara lain sebagai berikut :

- 1) Perbandingan bahan bakar dengan udara seimbang, dimana 1 kg bahan bakar membutuhkan 15 kg faktor udara.
- 2) Bahan bakar harus berbentuk kabut, sehingga kinerja alat pengabut bahan bakar harus optimal.
- 3) Pencampuran kabut bahan bakar dengan udara harus merata/senyawa.
- 4) Tekanan pengabutan bahan bakar yang cukup tinggi untuk dikabutkan ke dalam ruang kompresi.
- 5) Mutu bahan bakar yang di gunakan bermutu baik, yaitu seimbang antara unsur $\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2$.
- 6) Kelambatan penyalaan (*ignition delay*) atau ID harus tepat.

Apabila terlalu cepat akan terjadi ketukan atau *knocking*, tetapi bila terlambat maka pembakaran pun terlambat sehingga gas buang akan tinggi.

c. Pengaruh Suplai Udara Terhadap Pembakaran Di Dalam Silinder

Mengutip dari [http://jurnalmesin.petra.ac.id/index.php/mes/article/masalah yang sering timbul pada pengoperasian mesin diesel adalah kurangnya suplai udara pembakaran](http://jurnalmesin.petra.ac.id/index.php/mes/article/masalah%20yang%20sering%20timbul%20pada%20pengoperasian%20mesin%20diesel%20adalah%20kurangnya%20suplai%20udara%20pembakaran). Untuk mengetahui cukup atau tidaknya perbandingan udara terhadap bahan bakar yang diinjeksikan ke ruang bakar adalah dengan melihat warna gas buang. Ketika warna gas buang mulai berwarna gelap hal tersebut menunjukkan kurangnya udara untuk pembakaran, atau yang disebut batas asap. Warna gelap/hitam tersebut disebabkan sebagian bahan bakar tidak terbakar dan menjadi CO yang berbentuk padat. Untuk itu pada mesin diesel besar, misalnya untuk penggerak kapal, baik penggerak utama maupun mesin bantu, selalu dilengkapi dengan sistem pemasukan udara pembakaran dengan menggunakan *turbocharger*.

Turbocharger adalah sebuah alat yang dipasang pada sistem pemasukan udara pembakaran yang tujuannya untuk memberikan tekanan pada udara bilas dengan cara memanfaatkan tekanan yang terkandung dalam gas buang untuk menggerakkan poros turbin sebagai penggerak poros *blower*.

Pemasukan udara pada sistem ini adalah dengan cara mengkompresi udara atmosfer dengan menggunakan *blower* agar memiliki tekanan yang tinggi. Tekanan tinggi akan diikuti naiknya temperatur. Selain akibat kenaikan tekanan, kenaikan temperatur juga disebabkan oleh adanya rambatan panas dari gas buang melalui dinding *blower*. Tekanan tinggi akan tetapi temperaturnya juga tinggi maka tujuan menaikkan massa udara menjadi tidak tercapai / kurang optimal. Untuk itu setelah keluar dari *blower* udara kemudian didinginkan di dalam *air cooler*, kemudian baru dialirkan ke dalam ruang bakar.

Akibatnya menaikkan tekanan indikasi di dalam ruang bakar, maka akan meningkatkan daya dari mesin tersebut. Sumber energi yang dipergunakan untuk memutar sudu turbin adalah energi kinetik gas sisa pembakaran dari mesin diesel itu sendiri.

6. Pendinginan Di Dalam Silinder

a. Definisi Pendinginan Di Dalam Silinder

Menurut P. Van Maanen, (2001:82) dalam bukunya yang berjudul *Motor Diesel Kapal*, Pendingin adalah suatu media (zat) yang berfungsi untuk menurunkan panas. Panas tersebut didapat dari hasil pembakaran bahan bakar di dalam *cylinder*. Di dalam sistem pendingin terdapat beberapa komponen yang bekerja secara berhubungan antara lain : *Fresh water Cooler*, pompa sirkulasi air tawar, pompa air laut, *Strainer* dan *Sea chest*. Dari kelima komponen inilah yang sering menyebabkan kurang maksimalnya hasil pendinginan terhadap motor induk.

Proses pengoperasian motor diesel akan timbul panas. Suhu yang demikian tingginya dipindahkan langsung ke dinding silinder. Jika silinder tidak didinginkan secara optimal, maka bahan - bahan yang dipakai akan kehilangan kekuatan yang diperlukan. Oleh karena itu pada mesin induk digunakan fasilitas pendingin yaitu pendingin air tawar yang mana bagian yang didinginkan adalah *cylinder head*, *cylinder jacket* dan klep buang. Pendingin air laut atau *fresh water cooler* hanya berfungsi untuk menyerap panas air tawar yang *high temperature* yang bersirkulasi dari *fresh water cooler* dan *Air cooler* mesin induk.

Apabila dinding silinder tidak didinginkan secara terus menerus, maka bahan - bahan yang dipakai akan kehilangan kekuatan yang diperlukan. Timbulnya masalah - masalah pada sistem pendinginan motor induk akibat dari tekanan pompa tidak normal, disebabkan oleh kurangnya perawatan terhadap media pendingin dan air pendingin serta peralatan sistem pendingin yang tidak bekerja dengan normal. Dengan demikian suhu (*temperature*) air pendingin sering panas melewati batas maksimum walaupun dalam putaran mesin minimum (rendah). Air pendingin dalam

fungsinya sangat vital untuk menjaga kelancaran pengoperasian mesin induk. Dalam mempertahankan tujuan pendinginan, perlu dipertahankan pada nilai normalnya yaitu 75°C - 85°C temperatur yang telah ditetapkan dalam buku petunjuk dari buku manual dikapal tempat bekerja penulis.

Perlunya pendinginan pada motor induk dalam bekerja, sering mengalami gangguan sehingga pendinginan tidak optimal mengakibatkan naiknya suhu air tawar. Hal ini salah satunya disebabkan oleh adanya kebocoran, sehingga air yang ada di tangki ekspansi berkurang. Selain itu agar kondisi motor induk dapat normal kembali, hal-hal yang perlu dilaksanakan antara lain perawatan air pendingin, dan perawatan fasilitas sistem pendingin. Tidak sempurnanya fungsi dari sistem pendingin, jelas akan berpengaruh terhadap kinerja motor induk. Segala sesuatu yang berhubungan dengan sistem perlu dijaga dan dirawat oleh para masinis.

Selain itu agar kondisi motor induk dapat normal kembali, hal - hal yang perlu dilaksanakan antara lain perawatan air pendingin, dan perawatan fasilitas sistem pendingin. Tidak sempurnanya fungsi dari sistem pendingin, jelas akan berpengaruh terhadap kerja motor induk. Segala sesuatu yang berhubungan dengan sistem perlu dijaga dan dirawat oleh para masinis.

b. Fungsi Pendinginan Di Dalam Silinder

Adapun fungsi utama dari pendinginan adalah :

- 1) Mengatur / mempertahankan suhu mesin agar selalu berada pada spesifikasi kerja mesin yang diinginkan.
- 2) Mencegah material dari kerusakan.
- 3) Menjaga struktur dan sifat - sifat dari suatu material agar tidak berubah.
- 4) Membuat material mesin agar bertahan lebih lama.

c. Macam-Macam Pendinginan Dalam Silinder

Pada umumnya di kapal perikanan ada dua cara untuk mendinginkan mesin utama maupun motor bantu, yaitu dengan menggunakan sistem pendinginan secara langsung (terbuka) dan sistem pendinginan secara tidak langsung (tertutup).

1) Sistem Pendinginan Terbuka

Sistem pendinginan terbuka adalah sistem pendinginan yang menggunakan media pendingin air laut untuk mendinginkan media lain. Proses pendinginannya adalah dari air laut diisap dari *sea chest* melalui katup, saringan dengan pompa air laut. Kemudian air laut disirkulasikan ke *LO cooler*, *Fresh water cooler* dan *air cooler* untuk mendinginkan minyak lumas, air tawar dan udara, kemudian air laut dibuang ke luar kapal. Air laut masuk ke *cooler* di *control three way valve* yang diatur dengan alat *temperature indicator control* sehingga air laut yang masuk untuk mendinginkan media lain sesuai / tidak terlalu dingin dan tidak terlalu panas, sehingga *temperature* pendingin mesin induk tetap stabil.

2) Sistem Pendinginan Tertutup

Sistem pendinginan tertutup menggunakan dua media pendingin yang digunakan yaitu air tawar dan air laut. Air tawar digunakan untuk mendinginkan bagian-bagian motor sedangkan air laut digunakan untuk mendinginkan air tawar, setelah itu air laut dibuang langsung ke luar kapal. Proses pendinginan tertutup adalah air tawar didinginkan di *Fresh water cooler* dengan air laut, kemudian air tawar yang sudah didinginkan diisap oleh *Fresh water pump* digunakan untuk mendinginkan mesin induk. Kemudian air tawar tangki pemisah udara, kemudian air tawar sebagian masuk ke tangki ekspansi, sebagian masuk ke *Fresh water cooler* untuk didinginkan kembali, sehingga dapat disirkulasikan terus menerus untuk mendinginkan mesin induk. Apabila air tawar berkurang karena adanya kebocoran maka air tawar diisi oleh *expansi fresh water tank*. Air tawar yang masuk mesin induk suhunya diatur dengan

three way valve dan *temperature indicator control* sehingga air tawar masuk untuk mendinginkan mesin induk sesuai dengan kebutuhan pendinginan.

d. Peralatan Pendingin dan Fungsinya

Untuk memperlancar pengoperasian motor induk diatas kapal, maka beberapa hal yang perlu diperhatikan diantaranya adalah pendingin sebagaimana dalam pembahasan ini bahwa media pendingin yang dipakai untuk mendinginkan motor induk di atas kapal adalah air tawar. Maka untuk kelancaran proses pendinginan diperlukan peralatan atau komponen pendukung seperti yang dijelaskan sebagai berikut :

1) *Sea chest*

Sekurang-kurangnya 2 *sea chest* harus ada. Bilamana mungkin *sea chest* diletakkan serendah mungkin pada masing-masing sisi kapal. Untuk daerah pelayaran yang dangkal, disarankan bahwa harus terdapat sisi pengisapan air laut yang lebih tinggi, untuk mencegah terhisapnya lumpur atau pasir yang ada di perairan dangkal tersebut. Tiap *sea chest* dilengkapi dengan suatu ventilasi yang efektif.

2) Saringan

Alat yang berfungsi untuk menyaring kotoran-kotoran yang terbawa masuk oleh air.

3) *Sea Water Pump* atau pompa air laut.

Pompa ini berfungsi untuk menghisap air laut dari *sea chest* kemudian didistribusikan ke *LO Cooler*, *Fresh Water Cooler*, *Air Cooler* untuk mengambil panas dari Lo, air tawar dan udara hasil pendingina mesin induk.. Pompa air laut ini digerakan dengan menggunakan motor listrik.

4) Instalasi pipa pipa

Instalasi pipa diatas kapal adalah suatu alat yang ditempati air pendingin untuk bersirkulasi di dalam pipa tersebut. Pada setiap pipa membiarkan tahanan tertentu kepada aliran air yang disalurkan

untuk itu bentuk pipa dan ukuran pipa akan mempengaruhi kenaikan tahanan aliran. Tahanan aliran air juga dapat meningkat pada setiap belokan dan katup yang dilalui oleh air tersebut.

5) *LO cooler*

Minyak pelumas adalah suatu media yang berfungsi untuk mendinginkan bagian-bagian mesin yang bergesekan dan bersirkulasi di dalam sistem pelumasan di dalam motor. Tempat pertukaran panas menggunakan jenis cangkang dan tabung (*shell and tube*) untuk pertukaran panas dengan air sebagai media pendingin dimana di dalamnya terdapat pipa-pipa tembaga yang dialiri air laut sebagai media pendinginnya, sedangkan di sekeliling pipa-pipa mengalir minyak pelumas yang didinginkan.

6) *Fresh water cooler*

Alat ini berfungsi mendinginkan air pendingin yang telah menyerap panas dari dalam mesin dengan menggunakan media air laut. Di kapal tempat penulis bekerja jenis penukar kalornya menggunakan jenis *heat exchanger type tube*. Pada jenis ini air laut mengalir didalam pipa pipa yang akan menyerap panas pada air tawar pendingin, akan mengalir di dalam tanbung.

7) Tangki ekspansi

Tangki ekspansi berfungsi sebagai tangki penampungan air tawar (*fresh water*) dan untuk menambah bila ada kekurangan di dalam sistem. Tangki ini ditempatkan pada tempat yang lebih tinggi dari saluran pipa. Sehingga bisa memelihara tekanan konstan dalam sistem dan mencegah adanya udara atau uap didalamnya. Tangki ekspansi ini dibuat dari baja galvanis yang baik untuk mencegah terjadinya karat (korosi), dan ukurannya tergantung pada kapasitas air. Juga sistem keseluruhan, termasuk ruang air dalam *jacket* pendingin motor induk.

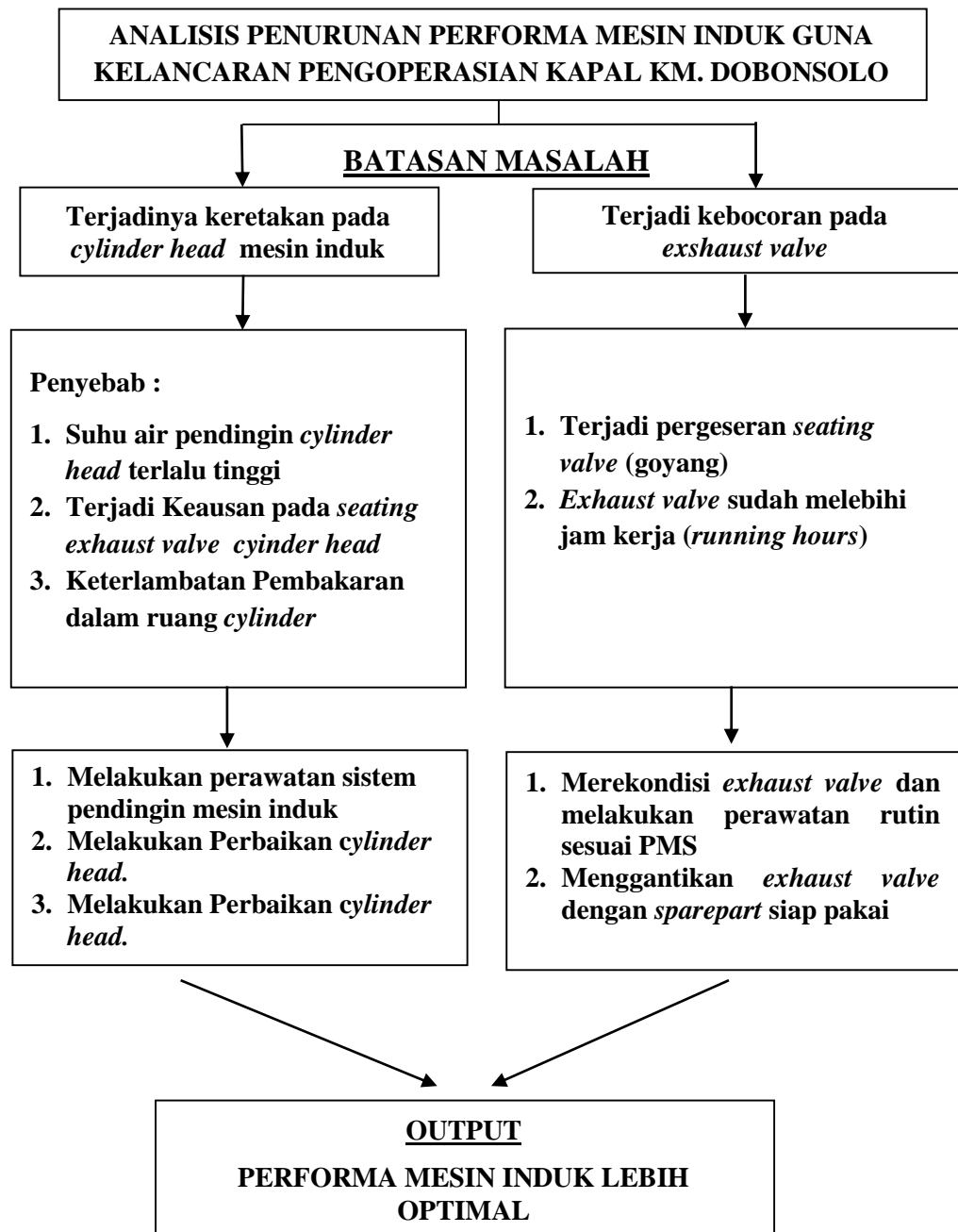
8) Pompa sirkulasi air tawar

Pompa ini berfungsi untuk mensirkulasikan air pendingin di dalam sistem, atau suatu pesawat yang bisa memindahkan cairan dari suatu tempat ke tempat lain berdasarkan perbedaan tekanan. Sebagian besar mesin diesel menggunakan pompa sentrifugal untuk sirkulasi air tawar pendingin pada motor induk diatas kapal, dimana pompa tersebut digerakkan dengan motor listrik.

9) Pengukur suhu

Alat ini berfungsi untuk mengukur suhu air pendingin yang masuk dan keluar dari motor induk. Umumnya suhu air pendingin diukur dengan *thermometer* jenis-jenis air raksa gelas biasa yang dibungkus dengan plat logam untuk melindungi kaca agar tidak mudah pecah.

B. KERANGKA MAKALAH



BAB III

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

A. DESKRIPSI DATA

Motor induk dibuat untuk penggerak kapal, yang bekerja menghasilkan daya yang maksimal untuk penunjang kelancaran pengoperasian kapal. Dengan kata lain lancarnya pengoperasian kapal tergantung pada baik buruknya kondisi mesin induk kapal tersebut. Untuk menunjang kelancaran pengoperasian kapal harus mengoptimalkan perawatan permesinan kapal khususnya perawatan mesin induk.

Fakta yang terjadi selama penulis bekerja di atas KM. Dobonsolo sebagai *1st Senior Engineer* sejak tanggal 05 April 2019 sampai dengan 21 Januari 2021 diantaranya yaitu:

1. Fakta I

Pada tanggal 17 April 2020 saat dalam pelayaran dari Surabaya - Makassar , satu jam setelah tolak dari pelabuhan Surabaya, tiba-tiba mesin induk mengalami gangguan, dimana terjadi bunyi alarm dan lampu indicator pendingin *jacket main engine* menyala merah pada *monitoing system* di ruang control kamar mesin. Selang beberapa waktu kemudian putaran (Rpm) mesin induk menjadi turun (*Reduce*) akibat bekerjanya sistem pengaman mesin (*safety deice sistem*) dari Putaran Normal 380 Rpm menjadi 280 Rpm . Setelah dilakukan pengecekan secara visual, ditemukan bahwa adanya udara dalam sistem air pendingin dan suhu gas buang pada tiap-tiap silinder menjadi tidak merata.

Setelah diadakan pengecekan ternyata penyebab berasal dari *cylinder head* no. 5. Selanjutnya KKM bersama Masinis Jaga mengadakan pengecekan terhadap *indicator cock silinder* no. 5, ternyata dari *indicator cock* silinder keluar asap putih dan basah, segera KKM melaporkan kepada Master untuk *stop engine*. Selanjutnya dilakukan pemeriksaan lebih intensif dan ditemukan bahwa penyebab permasalahan tersebut yaitu terjadinya kerusakan pada *cylinder head*

dikarenakan ada air yang keluar dari sisi *cylinder liner* bagian dalam ruang silinder. Kemudian diadakan perbaikan pada *cylinder head* yang rusak.

2. Fakta II

Pada tanggal 24 April 2020, tepatnya pukul 10.00 LT terjadi alarm *FW Cooling low pressure* untuk mesin induk. Selanjutnya segera dilakukan pengecekan pada *FW Cooling system*, ditemukan adanya indikasi kebocoran pada silinder No.5, tepatnya pada *exhaust valve (FW Valve Cooling)*. Karena dikhawatirkan *FW Cooling* masuk ke dalam ruang bakar maka ABK mesin yang sedang berjaga menghubungi ke anjungan dan memberitahukan kondisi *abnormal running* pada mesin induk serta meminta waktu untuk diadakan perbaikan dan penggantian *spare part* (dalam hal ini *stop main engine*).

Pada pukul 11.00 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 11.40 LT *running main engine*, setelah dipastikan *running* normal, maka rpm dinaikan bertahap. Pada pukul 12.30 LT *rpm main engine full speed (sea speed)*, kapal melanjutkan perjalanan menuju pelabuhan Ambon.

Setelah melakukan perjalanan pelayaran beberapa jam, pada pukul 15. 30 LT kembali terjadi alarm *FW 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.5* seperti di atas, menggunakan *ready spare part* (rekondisi) dikarenakan tidak tersedia suku cadang yang baru di atas kapal.

Melihat kejadian tersebut dapat disimpulkan bahwa seringkali terjadi gangguan pada mesin induk dikarenakan penggantian *exhaust valve cylinder* 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. Terjadinya Keretakan Pada *Cylinder Head* Mesin Induk

Adapun Penyebabnya sebagai berikut :

a. Suhu air pendingin pada *Cylinder Head* terlalu tinggi

Dari kejadian pada deskripsi data di atas, dimana tiba-tiba mesin induk mengalami gangguan, dimana terjadi bunyi alarm dan lampu indicator pendingin *jaket main engine* menyala merah di ruang control kamar mesin. kejadian tersebut disebabkan adanya keretakan pada sisi jacket cooling selinder head sehingga tekanan udara kompresi piston masuk ke system air pendingin yang mengakibatkan adanya udara dalam sirkulasi air pendingin motor , hal ini menyebabkan tekanan Pompa sirkulasi pendingin air tawar motor induk menjadi tidak stabil (naik – turun) dari tekanan normal 2,5 bar menjadi 1 bar .

Fresh water cooler merupakan bagian yang penting dalam hal untuk pendinginan air tawar air pendingin karena sesuai dengan fungsinya yaitu menurunkan panas. Pendingin dari sistem pendingin mesin induk dan peralatannya dipasang untuk menjamin bahwa temperatur air pendingin yang telah ditentukan dapat diperoleh pendinginan yang optimal. Pada instalasi pipa pendingin dilengkapi dengan jalur *by-pass* yang berfungsi sebagian pengatur pendingin air bila mana terjadi gangguan pada bekerjanya *fresh water cooler* untuk menjaga sistem pendingin mesin induk. Pada ujung saluran pipa air tawar sebelum masuk *fresh water cooler* dipasang thermometer dengan skala derajat celcius dan juga pada bagian keluarnya dipasang juga thermometer dengan skala derajat celcius. Maksud dari pemasangan ini adalah sebagai alat kontrol suhu pada air pendingin.

Fakta kejadian yang terjadi yaitu adanya kenaikan temperatur sistem pendingin mesin induk mencapai 92° C dari suhu ideal antara 75°C-80°C. Setelah dianalisis, kenaikan temperatur disebabkan terjadinya kebuntuan pada alat pemindah panas (*plate heat exchanger*), dimana didalamnya terdapat sampah serta bercampur dengan kerang kecil

Dari hasil analisis yang dilakukan ditemukan adanya masalah pada *plate cooler* yaitu tersumbatnya *plate cooler* karena terlalu banyak kotoran sehingga pendinginan pada *plate cooler* tidak maksimal.

Adapun data kondisi temperatur air pendingin keluar motor dan temperatur gas buang tiap – tap cylinder pada motor induk saat terjadi kerusakan *Cylinder Head* tersebut adalah sbb :

<i>Item</i>	<i>MAIN ENGINE</i>						Kondisi Normal
<i>Cylinder No</i>	1	2	3	4	5	6	
<i>Jacket Cooling outlet °C</i>	85	85	84	85	92	84	75 – 80
<i>Exhaust Gas Temp °C</i>	400	390	389	390	420	400	350 - 380
<i>RPM Engine</i>	280 (reduce dari Rpm 380)						380 - 385
<i>F.W Cool Press , kg/cm²</i>	1 - 1,5						2,5

b. Terjadi Keausan *Seating Exhaust Valve* pada *Cylinder Head*

Pemeliharaan (*maintenance*) adalah faktor terpenting dalam pengoperasian kapal, terutama pemeliharaan *cylinder head* dan mesin induk sebagai penggerak kapal. Untuk pemeliharaan tersebut perlu dibutuhkan Masinis yang handal dan mampu untuk melaksanakan serta memiliki motivasi yang tinggi dalam melaksanakan kerja sesuai *planning* dan tujuan yang diharapkan. *Planned Maintenance System* (PMS) di kapal dibuat oleh manager perusahaan yang dikerjakan oleh *Engineer*. Setelah dikerjakan setiap akhir bulan dilaporkan ke perusahaan.

Dari hasil analisis yang dilakukan juga ditemukan adanya keausan *seating exhaust valve* pada *selinder head*. Keausan yang terjadi pada *cylinder head* disebabkan oleh banyak hal diantaranya penggunaan *spare part* yang tidak *genuine*. Selain penggunaan *spare part* yang kualitasnya tidak bagus / bukan *genuine part* keausan pada *cylinder head* juga dapat disebabkan oleh adanya tumbukan (*detonasi*) dalam ruang bakar *Cylinder* secara berulang ulang pada *cylinder* No. 5. Hal ini dikarenakan perawatan yang tidak dilaksanakan sesuai dengan jadwal perawatan

terencana / *Planned Maintenance System (PMS)* yang dikarenakan terbatasnya waktu untuk melakukan perawatan.

Pada mesin induk *cylinder* No.5 terdengar suara yang tidak normal, terjadinya tumbukan/detonasi dalam ruang *cylinder*. Hal ini terjadi setiap olah gerak kapal pada waktu kapal berangkat dan saat olah gerak kapal sandar. Perawatan *cylinder head* yang tertunda atau perawatan yang dilakukan melebihi dari batas jam kerja yaitu 4500 - 5000 jam kerja sesuai *Planned Maintenance System (PMS)* yang dibuat berdasarkan Intruction manual book mesin induk yaitu Mesin Merk : Mak type 6 M 601 C sehingga berakibat kebocoran pada *seating cylinder valve cylinder head* No.5 pada *cylinder head*.

Ketersediaan *genuine part* di atas kapal memegang peranan yang sangat penting, dikarenakan jika terjadi suatu kerusakan dapat langsung dilakukan penggantian dengan yang suku cadang yang baru. Akan tetapi fakta yang ada di atas KM. DOBONSOLO, ketersediaan *spare part* di atas kapal sangat minim, sehingga saat terjadi kerusakan dan membutuhkan penggantian *spare part*, masinis menggantinya dengan suku cadang rekondisi.

Secara garis besar, perbedaan suku cadang asli (*genuine part*) dengan yang tidak asli dapat dilihat dari tabel di bawah ini :

Tabel 3.1 Perbedaan suku cadang asli dan tidak asli

Suku Cadang Asli	Suku Cadang Tidak Asli
Harga relatif mahal	Harga lebih murah
Garansi dan jam kerja lebih lama	Tidak ada garansi
Lebih tahan lama	Biasanya cepat rusak
Part Number sesuai dengan Mesin	Part Number tidak sesuai dengan Mesin
Kemasan produk rapi dan dilengkapi segel hologram tidak mudah terhapus	Kemasan kurang rapi dan cepat rusak

Tabel 3.2 Daftar suku cadang mesin induk yang terpasang pada silinder no. 5

NO	ITEM	PN	GENUINE (Y/N)
1	Cyl. Head w/cover Assy	8.2104-B	N
2	Cyl. Head cooling water guide jacket o-ring (D-488)	1.7182-158	N
3	Cyl. Head sleeve o-ring (D-280)	1.7182-132	Y
4	Cyl. Head sleeve o-ring (D-245)	1.7182-334	Y
5	Valve Seat insert Rings	8.2141-003	N
6	Stud bolt for cyl head	1.1137-007	Y
7	Nut for cyl head stud bolt	8.1130-9	Y
8	Cyl head cooling water join piece o-ring	1.7182-204	Y
9	Joint Ring for Cyl. Head	8.1130-12	N
10	Valve Guide Bushes	8.2210-52	Y
11	Nozzle Element	1.2260-3	N
12	Nozzle Spring	1.2260-208	N

Ketersediaan suku cadang di atas kapal merupakan salah satu penunjang untuk kelancaran kegiatan perawatan. Salah satu penyebab kurangnya ketersediaan *spare part* di atas yaitu masalah komunikasi dan koordinasi antara pihak kapal dengan pihak darat yang belum terjalin dengan baik.

Koordinasi adalah mengimbangi dan menggerakkan tim dengan memberikan lokasi kegiatan pekerjaan yang cocok dengan masing-masing dan menjaga agar kegiatan itu dilaksanakan dengan keselarasan yang semestinya di antara pihak Anak Buah Kapal dan pihak Perusahaan Pelayaran itu sendiri. Koordinasi juga merupakan salah satu fungsi manajemen yang memegang peranan sama penting dan setara dengan fungsi-fungsi manajemen lainnya, kesuksesan koordinasi akan menjamin keberhasilan pelaksanaan pekerjaan atau pencapaian tujuan bersama di kapal.

Dengan menciptakan koordinasi, maka akan meminimalisir tingkat kesalahan dalam melakukan tindakan dalam hal pengambilan keputusan sendiri, sehingga dengan melakukan koordinasi antara seluruh ABK di kapal pada umumnya dan khususnya ABK bagian mesin serta disisi lain

Pihak perusahaan pelayaran yang terkait dengan bagian pengoperasian kapal diharapkan akan mampu menciptakan komunikasi yang baik.

Dengan kemampuan komunikasi yang baik diharapkan pula pihak ABK dan pihak perusahaan pelayaran bersama sama melakukan pekerjaan dengan baik dalam hal pengadaan suku cadang mesin, sehingga suku cadang di kapal selalu terpenuhi.

c. Keterlambatan Pembakaran Dalam Ruang *Cylinder*

Pembakaran merupakan suatu proses kimia dari pencampuran bahan-bakar dengan zat asam dari udara. Umumnya memakai bahan bakar cair yang mengandung unsur zat carbon (C), zat hidrogen (H) dengan sebagian kecil zat belerang (S), biasa di sebut *hydro carbon*. Zat asam yang di butuhkan di dapat dari udara sebagaimana di ketahui udara itu mengandung 23% zat asam dan 77% nitrogen bila dihitung dalam volume atau 21% dengan 79% bila di hitung dalam berat udara. Perlu diingat bahwa pembakaran di dalam *cylinder* tidak berlangsung sederhana, karena molekul-molekul bahan bakar harus di pecah kecil berbentuk kabut halus agar pembakaran berlangsung tuntas.

Pembakaran yang tuntas dan sempurna secara kimiawi ini akan menghasilkan panas, proses reaksinya disebut *Exterm*. Bila sejumlah gas atau udara di kompresi atau di *expansi* akan ada perubahan suhu selama proses terjadi, namun bila keadaan suhunya tidak ada perubahan, maka prosesnya di sebut *isotermis*. Keadaan itu hanya mungkin terjadi apabila selama proses kompresi berlangsung panas yang timbul diambil dan bila prosesnya *ekspansi*, panas yang hilang di ganti sehingga suhunya tinggal tetap.

Proses pembakaran mesin diesel pada waktu pengabut mulai menginjeksikan bahan bakar, maka akan terjadi proses yang di sebut dengan keterlambatan antara awalnya penyemprotan dengan mulainya bahan bakar terbakar, atau sepanjang daerah pembakaran tertunda jika di mulainya awal penyemprotan bahan bakar oleh injector pada akhir langkah kompresi maka bahan bakar dan udara tidak segera akan ter bakar.

Jika waktu pembakaran tertunda terlalu panjang atau jika jumlah pengupan pada saat itu terlalu banyak, maka jumlah campuran yang terbakar pada saat perambatan api terlalu banyak sehingga menyebabkan kenaikan tekanan di dalam silinder sangat tinggi hal ini akan mengakibatkan timbulnya bunyi dan getaran yang sering di sebut *Diesel knock* (detonasi). Dengan adanya detonasi yang sering terjadi dalam ruang silinder dan tidak dengan segera di atasi maka dapat menimbulkan atau menyebabkan kerusakan pada komponen komponen mesin lain yang juga dapat menyebabkan terjadinya keretakan pada *cylinder head* .

Dari hasil analisis data diagram indicator yang telah dilakukan pasca perbaikan motor induk untuk mengantisipasi terjadinya kembali kerusakan *cylinder head* dengan menggunakan alat dial indicator diketahui terdapat adanya perbedaan tekanan kompresi (*P-Com*) maupun tekanan pembakaran (*P-Max*) yang tidak merata pada salah satu selinder dalam hal ini yaitu pada selinder no.5 dimana didapati hasilnya terlalu tinggi melebihi batas toleransi sesuai Instrustion manual book yaitu sebesar maximal 10 bar , hal inilah yang menyebabkan timbulnya bunyi ketukan dan getaran yang kuat sering di sebut *Diesel knock* (detonasi) yang mana berdampak lanjut dapat mengakibatkan kerusakan pada selinder head atau pada komponen lainnya .

Adapun hasil data-data diagram tekanan indicator pada mesin induk tersebut adalah sebagai berikut :

<i>Item</i>	<i>MAIN ENGINE</i>						Kondisi Normal
<i>Cylinder No</i>	1	2	3	4	5	6	
<i>Jacket Cooling °C</i>	75	77	75	77	85	78	75 – 80
<i>Exhaust Gas Temp °C</i>	368	370	365	370	380	380	350 - 380
<i>Fuel p/p Rack, mm</i>	38	39	38	40	43	40	Max. 50
<i>P – Com , bar</i>	90	92	90	90	112	91	Max.Δ 10
<i>P- Max , bar</i>	140	139	140	140	160	140	Max.Δ 10
<i>RPM Engine</i>	380						380 - 385
<i>Scav. Air Press, kg/cm²</i>	1,2						Max. 2,0

Perawatan yang tertunda atau perawatan yang dilakukan melebihi dari batas jam kerja sesuai *Planned Maintenance System* (PMS) dan juga dengan penyetelan timing dan pengabut bahan bakar yang tidak sesuai buku petunjuk *instruction manual book*, untuk tekanan pembukaan katup *spindle valve* pada tekanan injector ex. selinder No.5 didapati tekanan penyemprotan hanya mencapai 280 kg/cm² dari tekanan normal 350 kg/cm², yang berakibat menjadi bocornya pengabut sehingga bahan bakar menetes sehingga terjadi kerak pada ujung pengabut mengakibatkan lubang *nozzle* buntu sehingga kondisi ini menyebabkan kerja pengabut tidak optimal. Dengan terjadinya penyumbatan pada lubang *nozzle*, maka terjadi pembakaran di dalam *cylinder* tidak sempurna.

Maka dalam peyetelan test pengabut harus disesuaikan dengan *instruction manual book* tekanannya 350 kg/cm² untuk memperoleh pengabutan bahan bakar yang lebih baik dan supaya dapat dicapai jarak pancar dan pengabutan bahan bakar minyak yang baik dan berkecepatan tinggi sehingga bahan bakar yang berbentuk kabut akan mudah terbakar dengan sempurna.

Dengan demikian campuran udara yang kurang sebagaimana terjadi pada mesin diesel di ruang pembakaran masih dapat diperoleh pencampuran udara dengan bahan bakar yang cukup sehingga terjadi pembakaran di dalam *cylinder* sempurna.

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 terencana sesuai PMS.

Abnormal exhaust valve menjadi sebuah indikasi bahwa ada yang tidak beres dari mesin kapal. Hal ini ditengarai dengan gas buang dari mesin yang berwarna. Tiap-tiap warna dapat menandakan adanya kerusakan yang terjadi pada mesin. Kerusakan ini harus segera mendapatkan penanganan khusus karena beberapa kali harus setop mesin 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.

Perawatan pada katup gas buang (*exhaust valve*) sesuai jam kerja penting dilakukan karena bahan dari katup gas buang tersebut memiliki batas jam kerja, jika batas jam kerja dari katup gas buang tersebut melewati batas jam kerja jauh dari batas normal maka akan berakibat bahan dari katup gas buang tersebut mengalami yang disebut kelelahan bahan (material). maka perlu dibuat jadwal perawatan yang berdasarkan jam kerja dari katup gas buang masing-masing selinder yang berpedoman pada instruksi manual book mesin induk merk : Mak type 6 M 601 C.

Ada beberapa faktor penyebab terjadinya kegagalan seperti pembebanan termal, 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. Adapun batas jam kerja normal sesuai *Planned Maintenance System* (PMS) untuk *exhaust valve* yaitu 1.500 – 2.000 jam kerja, sedangkan faktanya karena keterbatasan suku cadang siap pakai dan waktu dalam perawatan *exhaust valve* sudah mencapai 2.500 jam kerja. Dengan demikian dapat menyebabkan *exhaust valve* 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 petunjuk *maker*.



Gambar 3.1. Katup gas buang (*exhaust valve*) pada piringan katup yang mengalami korosi temperatur tinggi .

C. PEMECAHAN MASALAH

1. Alternatif Pemecahan Masalah

a. Terjadinya Keretakan pada *Cylinder Head* Mesin Induk

Alternatif pemecahannya adalah :

1) Melakukan Perawatan Sistem Pendingin Mesin Induk

Sistem pendingin (*cooler*) adalah suatu alat pemindah panas yang gunanya untuk mendinginkan air tawar yang keluar dari motor induk. Air tawar ini masuk ke dalam *cooler* didinginkan oleh air laut yang ditekan masuk ke dalam *cooler* oleh pompa sirkulasi dan kemudian setelah mendinginkan air tawar tersebut melalui saluran pipa saluran *plat element* yang dibatasi oleh seal agar cairan tidak tercampur, terus air laut dibuang ke laut.

Air tawar yang keluar dari *cooler* air tawar suhunya berkisar 55°C–60°C, agar temperatur yang dikehendaki tercapai maka *cooler* harus dirawat dengan rutin supaya bersih dan agar tekanan serta volume air laut yang mengalir selalu normal. Apabila dalam *plate cooler* terdapat kotoran seperti lumpur atau tersumbat akan mengakibatkan penyerapan panas terhadap air tawar berkurang / terhalang sehingga temperatur air tawar yang keluar dari *cooler* tersebut tetap tinggi. Hal ini namanya proses pendinginan tidak sempurna. Untuk mengatasi *fresh water cooler* yang sering buntu / kotor maka perawatan *sea chest* dilakukan perawatan sekali tiap minggu dan disesuaikan dengan kondisi suhu air tawar pada mesin induk.

Pembersihan *cooler* dilaksanakan setiap 28 hari sekali secara rutin, Pembersihan ini perlu diperhatikan agar tidak merusak bagian – bagian dari *cooler* tersebut. Perawatan *cooler* yaitu dengan membuka tiap lembaran *plat-plate cooler* dibersihkan dengan memakai sabun detergen dan menggunakan sikat yang bahannya tidak terlalu kasar sehingga tidak merusak seal atau karetanya. Sesudah dilakukan penyikatan terhadap lembaran plat tersebut lalu dilakukan penyemprotan dengan menggunakan air tawar supaya

kotoran-kotoran dan endapan lumpur yang melekat pada *cooler* terlepas, kemudian perlu di perhatikan tentang cara pengikatan baut dilakukan sesuai dengan ukuran yang telah ditentukan agar tidak terjadi kerusakan pada *seal* juga untuk menghindari terjadinya kebocoran air pendingin melalui celah-celah *seal*.

Untuk mengatasi *fresh water cooler* yang sering buntu / kotor, maka pembersihan saringan *sea chest* dilakukan setiap dua minggu sekali dan disesuaikan dengan kondisi kinerja *fresh water cooler* tersebut. Untuk pengecekan dan pembersihan secara keseluruhan maka setiap 1 tahun kapal dilakukan saat kapal *docking*, dengan prosedur pertama membuat *repair list docking*, untuk pipa dan katup instalasi air laut masuk *fresh water cooler*. *Fresh water cooler* serta harus diminta *pressure test* untuk mengetahui kekuatan pipa-pipa dan kebocoran dalam tekanan kerja 7 kg/cm² selama 24 jam tidak ada kebocoran pada paking dan sambungan pipa-pipa pendinginnya.

Harus dilakukan pembersihan atau disogok dengan *brush tube* pipa-pipa *Fresh water cooler*. Cara perawatan dan pembersihan *Fresh water cooler* adalah:

- 1) Buka semua baut dan kedua penutupnya.
- 2) Bersihkan *plat-plat cooler* menggunakan sikat kawat (*Brush Tubes*).
- 3) Semprot dengan air tawar dengan tekanan pipa-pipanya agar lumpur dan kotoranya dapat hilang.
- 4) Ganti anti karat (*zinc anode*) yang sudah habis
- 5) Penutup (*cover*) harus dicat anti karat.
- 6) Ganti kedua packingnya.
- 7) Pasang kembali penutup, pipa dan mur bautnya.
- 8) Setelah semuanya terpasang harus dicek ada kebocoran apa tidak dan harus didrain angin yang berada disistem sehingga *fresh water cooler* siap dioperasikan.

2) Melakukan perbaikan *Cylinder Head* Mesin Induk

Perawatan *cylinder head* yang tidak dilakukan tepat waktu, dapat mengakibatkan gangguan pada mesin induk pada saat dioperasikan, seperti terjadi keausan kedudukan katup gas buang yang mengakibatkan performa mesin induk menurun. Oleh karena itu, agar tidak terjadi kerusakan pada *cylinder head* maka perlu dilakukan perawatan secara berkala dan penggantian *cylinder head* yang rusak dengan *spare part* yang baru dalam kondisi baik.

Adapun perawatan berkala sesuai dengan ketentuan maker yaitu 4500 - 5000 jam kerja. yang sudah melebihi jam kerja tidak dapat berfungsi dengan baik, oleh karena itu setiap kurang dari 5000 jam kerja harus dilakukan *top overhaul* dan pengecekan pada *cylinder head*.

Adapun cara mengganti *cylinder head* yang telah rusak dengan *cylinder head* yang baru dengan kondisi baik, yaitu :

- a) *Stop main engine, turning gear* posisi terbuka, *main starting valve* posisi tertutup.
- b) Siapkan kunci dan peralatan yang diperlukan
- c) Buang (*drain*) air pendingin *jacket main engine*
- d) Buka baut *exhaust manifold*
- e) Buka segala aksesoris yang ada pada *cylinder head* (*exhaust valve, fuel injector, air starting valve, fuel pipe high pressure*)
- f) Buka baut pengikat *cylinder head*
- g) Angkat *cylinder head* perlahan lahan menggunakan alat bantu *chain block* dan ditempatkan pada tempat yang aman.
- h) Bersihkan dan check permukaan atas piston dan *cylinder liner*, *check* dan *test* keluaran *oil cylinder liner*
- i) Ganti *cupper gasket* dengan yang baru
- j) Pasang *silinder head* dengan yang baru
- k) Pasang dan ikat baut pengikat *cylinder* sesuai dengan *manual book*
- l) Pasang kembali *Exhaust valve* dan *Exhaust manifold*

- m) Pasang kembali semua aksesoris yang ada pada *cylinder head*
- n) Isi air pendingin dan jalankan jaket cooling pump
- o) Pengecekan akhir dari adanya kebocoran dan alat alat kerja.
- p) *Running test main engine* sesuai dengan SOP

3) Melakukan Penyetelan *Timing* Pengabutan Bahan Bakar

Dengan penyetelan *Timing fuel pump* dan test pengabutan bahan bakar yang tidak sesuai dengan buku petunjuk (*Intruction Manual Book*) serta *spindle valve* tidak standar maka pengabutan bahan bakar tidak sempurna, sehingga pembakaran akan terjadi tidak sempurna yang mengakibatkan suhu gas buang akan naik dan pemakaian bahan bakar akan boros. Terbentuknya karbon-karbon padat pada ruang pembakaran maupun katup gas buang karena adanya penyemprotan bahan bakar yang terlalu besar sehingga terjadi dekomposisi (penyatuan bahan bakar) pada ruang pembakaran tersebut. Hal ini terjadi karena pemanasan udara yang bersuhu tinggi, tetapi penguapan dan pencampuran dengan udara yang ada di dalam *cylinder* tidak berjalan sempurna terutama pada saat dimana terlalu banyak bahan bakar yang disemprotkan pada waktu daya mesin dipergunakan sehingga menimbulkan asap hitam. Oleh karena itu, peyetelan/test pengabut harus disesuaikan dengan buku petunjuk, dimana tekanan normalnya adalah 350 kg/cm^2 , untuk memperoleh pengabutan bahan bakar yang lebih baik dan supaya dapat dicapai jarak pancar dan pengabutan bahan bakar minyak yang baik dan berkecepatan tinggi.

Dengan demikian penyemprotan bahan bakar yang baik akan menghasilkan pembakaran dalam *cylinder* sempurna sehingga menghasilkan daya yang bisa menunjang mesin induk bekerja dalam performa baik guna memperlancar pengoperasian kapal. Dalam melaksanakan perawatan pengabut bahan bakar ini di atas kapal berpedoman dengan jam kerja (*Running Hours*) yaitu : 800 – 1000 Jam kerja.

Untuk mendapatkan tekanan pengabutan bahan bakar yang

maksimal maka perlu dilakukan langkah-langkah sebagai berikut :

- a) Perawatan dilakukan secara rutin sesuai jam kerjanya pengabut.
- b) Dibersihkan dengan *chemical carbon remover* dan ditesst tekanannya (*pressure test*),
- c) Bila tekanan tidak dapat tercapai sesuai buku petunjuk perlu dilakukan *overhaul* /dibongkar dilakukan *lappingcompound grinding nozzle* sesuai perosedur.
- d) Bila hal tersebut tidak berhasil maka perlu diganti beberapa bagian komponennya, antara lain *rubber o'ring, thrust foot, spindle valve, thrust spindle, spring, nozzle tip*.

Dari hasil analisis data diagram indicator yang telah dilakukan diketahui terdapat adanya perbedaan tekanan kompresi (*P-Com*) maupun tekanan pembakaran (*P-Max*) yang tidak merata pada salah satu selinder dalam hal ini yaitu pada selinder no.5 selanjutnya dilakukan pemeriksaan / pengamatan kondisi actual timming pembakaran dengan hasil sebagai berikut :

<i>Item</i>	<i>TIMMING FEUL PUMP MAIN ENGINE</i>						Standard Maker
	1	2	3	4	5	6	
<i>Cylinder No</i>							
<i>Derajat timing (° BTDC)</i>	18°	17,5°	17°	17°	13°	17°	17° BTDC (max ± 3 °)

Berdasarkan hasil pengamatan tersebut diketahui telah terjadi perubahan / ketidak sesuaian Timming penyemprotan bahan bakar yaitu pada selinder no.5 yang telah melebihi batas toleransi sebesar $\pm 3^{\circ}$. selanjutnya perlu dilakukan penyesesuaian / penyetelan kembali waktu penyemprotan bahan bakar sesuai standar maker mesin induk MaK type 6 M 601 C.

Adapun langkah-langkah melakukan penyetelan waktu penyemprotan bahan bakar yaitu :

- (1) Toren *main engine* pada putaran searah jarum jam pada posisi *top dead center* untuk *cylinder* No. 5

- (2) Toren kembali dengan putaran berlawanan putaran jarum jam stop pada posisi flywel 17° sebelum top dead center.
- (3) Lihat dan cocokkan tanda garis pada *fuel pump*, sesuai kan sampai tanda sudah pas/ segaris, setel baut penyetelan di bawah *fuel pump* menggunakan kunci pas 42 mm.
- (4) Untuk memastikan dan pengecekan bisa dilihat pada noken as *fuel pump*.
- (5) Cek dan kencangkan *adjusting bolt*, maka penyetelan timing untuk *cylinder* No. 5 selesai.

b. Terjadi Kebocoran Pada *Exhaust Valve*

Alternatif 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 men-sekir lagi, namun apabila daun katup tersebut pecah maka untuk memperbaikinya harus dengan melakukan penggantian dengan yang baru. Dan setiap penggantian katup yang baru di-sekir 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
- 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 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 mempermudah masinis untuk melakukan pekerjaan perawatan sesuai dengan PMS (*Planned Maintenance System*) dan perlunya mengikuti 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 dimutahirkan setiap akhir bulan dan dilaporkan 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 dan dimutahirkan.

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. Terjadinya Keretakan Pada *Cylinder Head* Mesin Induk

1) Melakukan Perawatan Sistem Pendingin Mesin Induk

Keuntungannya :

Pendinginan di dalam silinder lebih maksimal sehingga dapat mencegah terjadinya overheating yang berakibat pada keretakan *cylinder head*

Kerugiannya :

Membutuhkan pemahaman dan ketelitian dalam pelaksanaannya

2) Melakukan Perbaikan / pengantian *Cylinder Head*

Keuntungannya :

- a) Kondisi mesin menjadi lebih optimal
- b) Kebocoran Air pendingin dapat teratasi

Kerugiannya :

- a) Membutuhkan pemahaman ABK Mesin dalam pelaksanaannya
- b) Membutuhkan waktu yang lama dalam pengerjaannya

3) Melakukan Penyetelan *Timing* Pengabutan Bahan Bakar

Keuntungannya :

- c) Tekanan pengabutan bahan bakar normal
- d) Pembakaran bahan bakar sempurna

Kerugiannya :

Membutuhkan pemahaman ABK Mesin dalam pelaksanaannya

b. Terjadi Kebocoran Pada *Exhaust Valve*

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

Keuntungannya :

- a) *Exhaust valve* dapat berfungsi dengan baik (tidak ada kebocoran lagi)
- b) Biaya murah

Kerugiannya :

- a) Hasil kurang maksimal
- b) Tidak tahan lama

2) Menggantikan *Exhaust Valve* Dengan *Spare Part* Siap Pakai

Keuntungannya :

Exhaust valve dapat bertahan lama, sesuai dengan *running hours*

Kerugiannya :

Membutuhkan biaya lebih, karena harganya lebih mahal

3. Pemecahan Masalah Yang Dipilih

a. Terjadinya Keretakan Pada *Cylinder Head* Mesin Induk

Berdasarkan evaluasi dari alternatif pemecahan masalah di atas, maka solusi yang tepat untuk mengatasi masalah keretakan pada *cylinder* mesin induk yaitu dengan cara melakukan perawatan sistem pendingin mesin induk.

b. Terjadi Kebocoran Pada *Exhaust Valve*

Berdasarkan evaluasi dari alternatif pemecahan masalah di atas, maka pemecahan masalah yang dipilih untuk mengatasi kebocoran pada *exhaust valve* yaitu dengan cara merekondisi *exhaust valve* dan melakukan perawatan rutin sesuai PMS.

BAB IV

KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

Berdasarkan uraian dari bab-bab terdahulu tentang perawatan mesin induk secara berkala sesuai dengan *Planned Maintenance System (PMS)* yang di buat berdasarkan *Instruction maintenance manual book* mesin induk Merk : *MaK Type 6 M 601 C* , maka penulis menyimpulkan hal-hal sebagai berikut :

1. Terjadi keretakan pada *cylinder head* mesin induk disebabkan oleh :
 - a. Suhu air pendingin selinder head terlalu tinggi mengatasinya dengan cara melakukan perawatan sistem pendingin motor induk sesuai *Planned Maintenance System (PMS)*.
 - b. *Seating exhaust valve* di *cylinder head* sudah aus karena sudah melebihi jam kerja dan adanya tumbukan (detonasi) dalam ruang bakar mengatasinya dengan cara melakukan perbaikan *cylinder head* sesuai *Planned Maintenance System (PMS)*.
 - c. Keterlambatan pembakaran dalam ruang *cylinder* sehingga terjadi pembakaran yang tidak sempurna mengatasinya dengan cara melakukan Penyetelan *Timing* Pengabutan bahan bakar.
2. Terjadi kebocoran pada *exshhaust valve* disebabkan oleh :
 - a. Terjadi pergeseran *seating valve* (goyang) sehingga menyebabkan kebocoran pada *exhaust valve*. masalah ini dapat diatasi dengan cara merekondisi *exhaust valve* .
 - b. *Exhaust valve* sudah melebihi jam kerja (*running hours*) sehingga tidak bekerja maksimal mengatasinya dengan cara melakukan melakukan perawatan sesuai dengan *Planned Maintenance System (PMS)*.

B. SARAN

Berdasarkan uraian pada kesimpulan diatas, untuk mengatasi penurunan perpompa mesin induk guna kelancaran kapal KM. Dobonsolo , maka penulis menyarankan agar mengikuti keterangan dari *Instruction maintenance manual book* mesin induk Merk : *MaK Type 6 M 601 C* :

1. Untuk mengatasi masalah terjadinya keretakan pada *Cylinder Head* motor induk , penulis memberikan saran kepada Masinis untuk :
 - a. Seharusnya ABK Mesin melakukan perawatan sistem pendingin pembersihan motor induk diantaranya *Fresh water cooler* dilaksanakan setiap 28 hari sekali secara rutin.
 - b. Seharusnya ABK Mesin mengganti *cylinder head* yang mulai mengalami tanda-tanda kerusakan dengan *Cylinder head* kondisi bagus dan baik (siap pakai) setiap 4500 - 5000 jam kerja.
 - c. Seharusnya ABK Mesin melakukan penyetelan *timing* pengabutan bahan bakar setiap 800 – 1000 Jam kerja agar proses pembakaran di dalam *cylinder* sempurna
2. Untuk mengatasi masalah terjadinya kebocoran pada *exhaust valve* motor induk, penulis memberikan saran kepada Masinis untuk :
 - a. Seharusnya ABK Mesin merekondisi *exhaust valve* dan melakukan perawatan rutin sesuai PMS setiap 1500 – 2000 jam kerja untuk mengatasi kebocoran pada *exhaust valve*.
 - b. Seharusnya ABK Mesin mengganti *exhaust valve* dengan *spare part* siap pakai agar dapat bekerja secara maksimal.

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 (sudirvi).
- 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://jurnalmesin.petra.ac.id/index.php/mes/article/>, Pengaruh Suplai Udara Terhadap Pembakaran Di Dalam Silinder, diakses pada jam 20:00 WIB tanggal 18 Juli 2021
- _____ <http://www.maritimworld.web.id/>, Definisi Mesin Induk, diakses pada jam 20:15 WIB tanggal 18 Juli 2021
- _____ <https://makalahpelaut.com/komponen-pada-kepala-silinder-cylinder-head/>, diakses pada jam 20:25 WIB tanggal 18 Juli 2021

DAFTAR ISTILAH

<i>Analisis</i>	: Penyelidikan terhadap suatu peristiwa (karangan, perbuatan, dan sebagainya) untuk mengetahui keadaan yang sebenarnya (akar permasalahan atau Inti Masalah).
<i>Cylinder</i>	: Bagian silindris dari mesin sebagai tempat Bergeraknya torak, dan merupakan tempat berlangsungnya pembakaran.
<i>Cylinder head</i>	: Merupakan tempat kedudukan mekanisme katup, ruang bakar, injector dan sebagai tutup block silinder.
<i>Cooler</i>	: Pesawat yang berfungsi menurunkan temperatur suatu zat akibat operasi mesin, melalui media perantara pipa – pipa dan air dingin agar temperaturnya konstan tidak melebihi ketentuan.
<i>Exhaust Valve</i>	: komponen penting dalam proses pembakaran bahan bakar di dalam silinder. Katup berfungsi sebagai pintu gerbang pemasukan bahan bakar dan pembuangan gas sisa pembakaran, yang mana waktu pembukaan dan penutupan katup diatur sesuai dengan mekanisme katup
<i>Injector</i>	: Alat untuk mengabutkan bahan bakar minyak, sehingga terpecah-pecah menjadi bagian yang halus sekali, akibatnya bahan bakar minyak berubah bentuknya menjadi kabut.
<i>Indicator valve</i>	: sebuah komponen yang berfungsi menampilkan kondisi dari <i>valve</i> .
<i>Injection Pressure</i>	: Tekanan pengabut bahan bakar yang berasal dari injection pump.
<i>Manual book</i>	: Buku petunjuk untuk pengoperasian mesin di atas kapal.
Mesin Induk	: suatu instalasi mesin yang terdiri dari berbagai unit/sistem

	pendukung dan berfungsi untuk menghasilkan daya dorong terhadap kapal,
Mesin diesel	: pesawat pembakaran dalam (<i>Internal Combustion Engine</i>), karena dalam mendapatkan energi potensial (berupa panas) untuk kerja mekaniknya diperoleh dari pembakaran bahan bakar yang dilaksanakan didalam pesawat itu sendiri,
<i>Nozzle</i>	: Bagian dari injektor/katup semprot untuk menempatkan lubang yang dilalui bahan bakar yang diinjeksikan ke dalam silinder
<i>Overhaul</i>	: Melakukan pengecekan secara menyeluruh dan melakukan perbaikan atau mengganti jika ada yang rusak.
<i>PMS</i>	: <i>Planned Maintenance System</i> yaitu sistem perawatan berencana yang dilakukan secara berkala yang telah dijadwalkan sesuai jam kerja mesin.
Performa mesin	: Kemampuan mesin untuk menghasilkan suatu indikator tertentu seperti seberapa banyak torsi yang dihasilkan, apakah mesin sering mengalami gangguan di tengah jalan atau tidak, apakah mesin dapat bekerja secara terus menerus dalam periode waktu tertentu dan lain sebagainya.
<i>Piston</i>	: Bagian dari komponen mesin yang berpungsi untuk menghasilkan kompresi hingga terjadi ledakan
Rekondisi	: suatu tindakan untuk mengembalikan sesuatu ke kondisi yang lebih baik atau mendekati baru dengan mengubah, memperbaiki, atau mengganti bagian tertentu. Jadi rekondisi merupakan sebagian dari kegiatan memperbaiki ulang sehingga barang yang sudah ada tetapi dalam kondisi yang kurang baik menjadi lebih baik dan bisa

digunakan.

Valve seating : tempat dudukan katup saat menutup atau sebuah *ring* yang tahan terhadap panas dan benturan yang dipasang diantara permukaan *valveIndicator valve* yaitu sebuah komponen yang berfungsi menampilkan kondisi dari *valve*.

Lampiran – Lampiran

Lampiran 1



Descrisci data Mesin Induk KM. Dobonsolo:

NAMA MESIN	MERK	TYPE	OUTPUT	RATED SPEED	IDLE SPEED
MAIN ENGINE	Krupp " MaK "	6 M 601 C	6400 KW x 2	428 Rpm	280 Rpm

ENGINE DATA :

- Four Stroke , Direct Injection, 6 Cyl . In-line , turbo charged
- Bore : 580 mm
- Stroke : 600 mm

	<u>STARBOARD ENGINE</u>	<u>PORT ENGINE</u>
- Rotation (View from the drive end)	: Counter - Clockwise	: Clockwise
- Firing Order	: 1 - 4 - 2 - 6 - 5 - 3	: 1 - 3 - 5 - 6 - 4 - 2
- Engine No	: 63161	: 63162
- Maker	: German Lloid	
- Build Year	: 1992	

TURBOCHARGED	Type	: VTR 564 - 11
	Max. Speed	: 13860 Rpm
	Max. Temperature	: 500° C

FUEL INJECTION PUMP	Type	: L'orage PGO - GO 15 C
	Fuel Pressure Inlet	: 1,5 to 3,0 bar
	Fuel Pressure Outlet	: ñ 350 bar

LUBRICATING OIL	Motor Oil SAE 40	
	Conten per Main Engine/tank	: abt. 11 ,2 m3
	- Temperature Engine Inlet	: 53 to 55 ° C
	- Pressure (last camshaft Bearing)	: appr. 5,0 - 5,3 bar 4,3 to 4,5 bar (during 20% load and t = 53°C) 3,2 bar (during idle speed and t= 54°C)

COOLING WATER	Clean water or hardened condensate	
	- Pressure at the circuit	: 2,5 to 5,0 bar
	- Temperature engine outlet	: 75 to 80°C
	- Temperature rise at rated output	: 4 to 11°
	- Hardness	: 3 to 12° dGH (for using of anti-corrosion oil) : 0 to 10° dGH (for using chemical corrosion inhibitors) : (1° dGH german hardness=1,25 british hardness)
	- pH value	: 6,5 to 8
	- Chlorine ion content	: max. 100 mg/l
	- Total chloride + sulphide ions	: max. 200 mg/l
	- Rust protection retarding carbonic acid should not be present	

CORROSION PROTECTION	Anti-corrosion oil	
	- For the initial filling or after cleaning the coolant circuit	: a 1,5% emulsion
	- For the subsequent filling or Chemical corrosion inhibitors for example	: a 1,0% emulsion
	- VECOM CWT Diesel/CQC 2 (D99)	
	- CO2 with a nitrite content as NO2	: 1500 - 2500 mg/l

Maintenance Schedule Main engine Mak type : 6 M 601 C

WORK SCHEDULE

MAK

3-7

M 601 / M 601 C

I = Inspection
S = Servicing
R = Reconditioning
I = Non-recurrent control

No

Operating hours

24
125
250
500
1 250
2 500
5 000
10 000
15 000
20 000

CYLINDER HEADS

01.

Tappet clearances (inlet and exhaust valves)

01.01.01

Valve rocker bracket (removal and fitting)

01.02.01

Valve rockers (removal and fitting)

01.02.02

Valve rocker bearings (check)

01.02.03

Valve rotators

01.03.01

Exhaust valves (removal and fitting, heavy fuel)

01.04.01

Exhaust valves (removal and fitting, diesel oil)

01.04.01

Valve guide clearance (heavy fuel)

01.05.21

Valve guide clearance (diesel oil)

01.05.21

Oil scraper ring/valve guide (replacement)

01.05.32

Cylinder head (removal)

01.06.01

Inlet valves (removal and fitting)

01.07.01

Valves (reseating)

01.08.01

Valve seat insert (replacement)

01.08.02

Inspection of starting valves

01.09.01

Starting valves

01.09.02

Cylinder head

01.10.01

Cylinder head (fitting)

01.11.01

Cylinder head (check)

01.12.01

This drawing/specification is our property for which we reserve all rights, including those relating to patents or registered designs. It must not be reproduced or used otherwise in whole or in part without our prior permission in writing.

Krupp Mak Maschinenbau GmbH

Bearbeitet

Rei

Geprüft

Fremdspr

Engl.
Nolte

Ausgabe

5-10.1

Geändert
Rts

Druck-Nr.

C

3-7

38 29 151 4 80

This drawing/specification is our property for which we reserve all rights, including those relating to patents or registered designs. It must not be reproduced or used otherwise in made available to any third party without our prior permission in writing.

Krupp Mak Maschinenbau GmbH

Bearbeiter
Rei

Gepr.:

Fremdspr.
Engl.
Noite

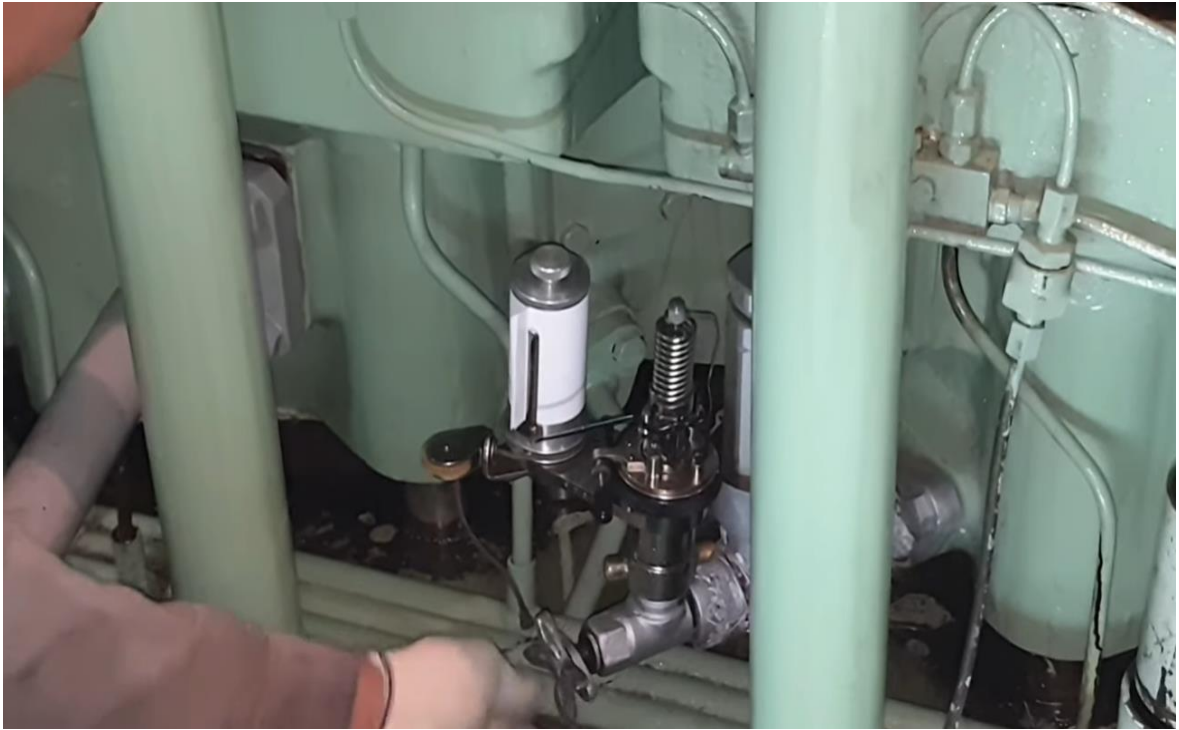
Ausgabe
5-10.1

Geändert
Rts

Druck-Nr.
C
3-7

MAK

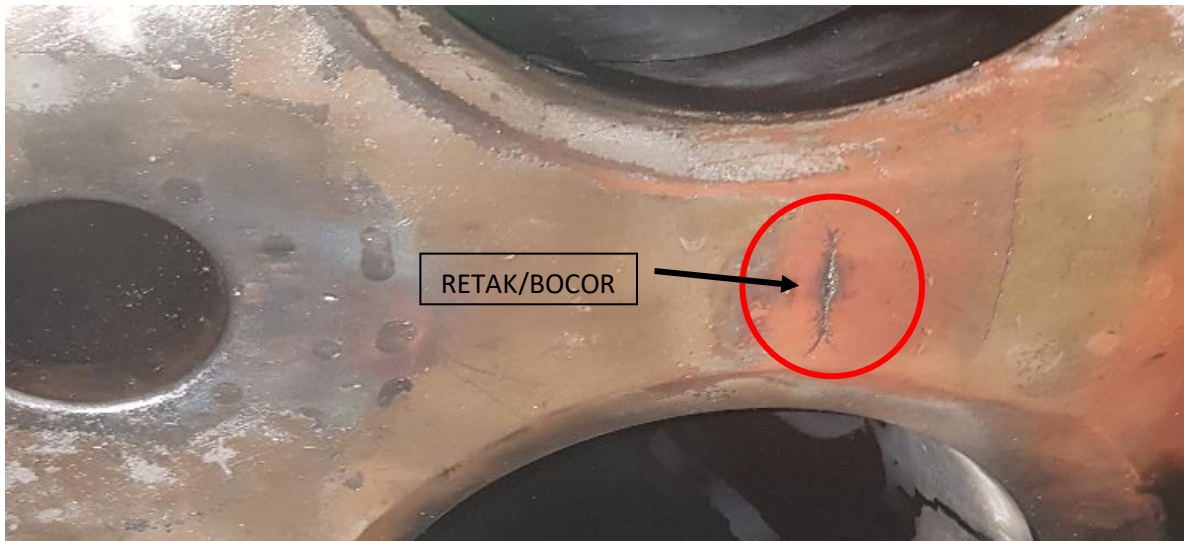
Druck Nr.
C
3-8



Gambar 4.1 Proses pengambilan data diagram tekanan indicator



Gambar 4.2 Alat yang digunakan pengambilan data diagram tekanan indicator



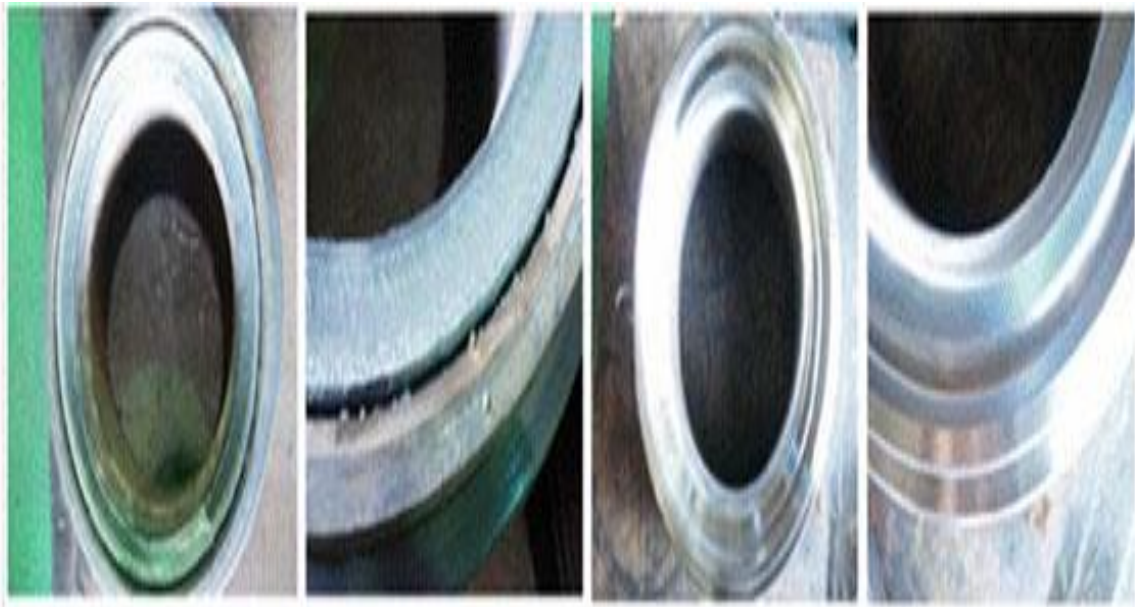
Gambar 4.3 kondisi *Cylinder Head* yang mengalami keretakan



Gambar 4.4 kondisiudukan *Seating Exhaust Valve Cylinder Head* yang mengalami keausan dan korosi



Gambar 4.5 *Cylinder Head* yang sudah dilakukan Rekondisi



Sebelum di Rekondisi

Setelah di Rekondisi

Gambar 4.6 *Seating Exhaust Valve Cylinder Head*



Gambar 4.7 *Exhaust Valve Cylinder Head* yang mengalami keausan dan korosif fatik



Gambar 4.7 Proses *Grinding Exhaust Valve Cylinder Head*