

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



M A K A L A H

**“UPAYA MENCEGAH TERJADINYA KEAUSAN
PADA SILINDER LINER DAN PISTON RING
GUNA MENGOPTIMALKAN KERJA MESIN
INDUK DI KAPAL MV. SMIT LOYD 111”**

Oleh :

WAWAN
NIS. 01331 / T - I

PROGRAM PENDIDIKAN DIKLAT PELAUT - I

J A K A R T A

2 0 1 6

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



M A K A L A H

**“UPAYA MENCEGAH TERJADINYA KEAUSAN PADA
SILINDER LINER DAN PISTON RING GUNA
MENGOPTIMALKAN KERJA MESIN INDUK DI
KAPAL MV. SMIT LOYD 111”**

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

Oleh :

**W A W A N
NIS. 01331 / T - I**

PROGRAM PENDIDIKAN DIKLAT PELAUT - I

J A K A R T A

2016

KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
BADAN PENGEMBANGAN SDM PERHUBUNGAN
SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN



TANDA PERSETUJUAN MAKALAH

Nama : W A W A N
NIS : 01331 / T - I
Program Pendidikan : DIKLAT PELAUT - I
Jurusan : TEKNIKA
Judul : UPAYA MENCEGAH TERJADINYA KEAUSAN
PADA SILINDER LINER DAN PISTON RING GUNA
MENGOPTIMALKAN KERJA MESIN INDUK DI
KAPAL MV. SMIT LOYD 111

Jakarta, 20 Mei 2016

Menyetujui,

Pembimbing I,

Ali Muktar Sitompul, MT
Penata (III / C)

NIP. 19730331 200604 1 001

Pembimbing II,

Panderaja Sijabat S.Kom.M.MTr
Penata Tk 1 (III / D)

NIP. 197301151 199803 1 001

Mengetahui :
Ketua Jurusan Teknika

Nafi Almuzani, M.MTr
Penata (III / C)

NIP. 19720901 200502 1 001

KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
BADAN PENGEMBANGAN SDM PERHUBUNGAN
SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN



TANDA TANGAN PENGESAHAN MAKALAH

Nama : W A W A N
NIS : 01331 / T - I
Program Pendidikan : DIKLAT PELAUT - I
Jurusan : TEKNIKA
Judul : UPAYA MENCEGAH TERJADINYA KEAUSAN
PADA SILINDER LINER DAN PISTON RING GUNA
MENGOPTIMALKAN KERJA MESIN INDUK DI
KAPAL MV. SMIT LLOYD 111

Penguji I

Almanar Pasaribu

Penguji II

M. Taher Usemahu, MM.
Pembina (IV/A)
NIP. 19540421 198003 1 002

Penguji III

Zulnasri, SH, MH, MM.
Pembina (IV/A)
NIP. 19570225 197903 1 001

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknika

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

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Y.M.E yang telah memberikan rahmat dan karunianya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan makalah ini sesuai dengan waktu yang ditentukan dengan judul :

“ UPAYA MENCEGAH TERJADINYA KEAUSAN PADA SILINDER LINER DAN PISTON RING GUNA MENGOPTIMALKAN KERJA MESIN INDUK MV. SMIT LLOYD 111.”

Tujuan penulisan makalah ini adalah untuk memenuhi salah satu persyaratan yang wajib dilaksanakan oleh setiap perwira siswa dalam menyelesaikan pendidikan di Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) pada jenjang terakhir pendidikan pelaut jurusan teknika.

Penulis menyadari bahwa makalah ini masih jauh dari sempurna, untuk itu kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan demi terciptanya hasil penulisan yang lebih baik lagi dimasa – masa mendatang.

Dalam kesempatan yang baik ini pula, penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang tak terhingga disertai dengan doa kepada Yang Maha Kuasa untuk semua pihak yang turut membantu hingga terselesainya penulisan makalah ini, terutama kepada :

1. Bapak Pranyoto, S.Pi, MAP, selaku ketua Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran Jakarta.
2. Bapak Capt. Bambang Sumali, M Sc, selaku kepala divisi pengembangan usaha Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran Jakarta.
3. Bapak Nafi Almuzani M.MT, selaku ketua jurusan teknika.
4. Bapak Ali Muktar Sitompul.MT, selaku dosen pembimbing materi.
5. Bapak Panderaja Sijabat S.Kom M.Mtr., selaku dosen pembimbing penulisan yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan kepada penulis hingga terselesaikannya penulisan makalah ini.
6. Seluruh dosen dan Staff Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran Jakarta.

7. Rekan – rekan pasis ATT – I angkatan XLII dan semua pihak yang telah memberikan dorongan dan bantuan.
8. Isteri tercinta Hj Euis Kuraesin dan anak – anak tercinta yang senantiasa memberikan dorongan moril sehingga penulis dapat menyelesaikan program pendidikan ATT – I ini dengan baik.

Akhirnya penulis harapkan semoga makalah ini dapat bermanfaat bagi penulis sendiri maupun pihak – pihak yang membuuhkan terutama dari kalangan akademis Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran Jakarta.

Jakarta, 20 Mei 2016

Penulis

W A W A N

NIS. 01331 / T

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
TANDA PERSETUJUAN MAKALAH.....	ii
TANDA PENGESAHAN MAKALAH.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR LAMPIRAN.....	ix
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang.....	1
B. Identifikasi, Batasan dan Rumusan Masalah.....	3
1. Identifikasi Masalah.....	3
2. Batasan Masalah.....	4
3. Rumusan Masalah.....	4
C. Tujuan dan Manfaat Penelitian.....	5
D. Metode Penelitian.....	6
1. Metode Pendekatan.....	6
2. Teknik Pengumpulan Data.....	6
E. Waktu dan Tempat Penelitian.....	8
F. Sistematika Penulisan.....	8

BAB II	LANDASAN TEORI	
A.	Tinjauan Pustaka.....	10
	1. Keausan Pada Lapisan Silinder.....	10
	2. Faktor – faktor atau sifat dari minyak lumas yang mempengaruhi keausan bagian dalam mesin.....	12
	3. Karakteristik Minyak Lumas.....	14
	4. Karakteristik Bahan Bakar.....	15
B.	Kerangka Pemikiran.....	17
BAB III	ANALISA DAN PEMECAHAN MASALAH	
A.	Deskripsi Data.....	21
	1. Kualitas Minyak Pelumas Silinder Liner Pada Mesin Induk Menurun Menyebabkan Terjadinya Kerusakan Pada Silinder Liner dan Piston Ring.....	22
	2. Kualitas dan Kondisi Bahan Bakar Yang Kurang Baik Dengan Kandungan Sulphur Tinggi.....	23
B.	Analisa Data.....	24
	1. Kualitas Minyak Pelumas Silinder Liner Pada Mesin Induk Menurun Menyebabkan Terjadinya Kerusakan Pada Silinder Liner.....	25
	2. Kualitas dan Kondisi Bahan Bakar Yang Kurang Baik Dengan Kandungan Sulphur Tinggi Menyebabkan Keausan Pada Silinder Liner dan Macetnya Piston Ring Karena Penumpukan Arang Hasil Pembakaran yang Kurang Baik.....	30
C.	Pemecahan Masalah.....	31
	1. Alternative Pemecahan Masalah Akibat Kurangnya Volume dan Kualitas Minyak Pelumas.....	31
	a. Tingkat Pemakaian Minyak Lumas Silinder Liner Secara Tepat....	31
	b. Memilih Kualitas Minyak Lumas Silinder.....	32
	c. Pemakaian Minyak Pelumas Silinder Sesuai dengan Kondisi Mesin.....	34

d.	Meningkatkan Pemeriksaan bagian Dalam Silinder Liner.....	35
A.	Alternatif Pemecahan Masalah Bahan Bakar yang Kualitasnya Kurang Baik.....	36
1.	Piston dan Piston Ring Bagian Atas Cepat Kotor, Serta Ruang Udara Bilas Bagian Bawah Cepat Kotor.....	36
2.	Meningkatkan fungsi Pembersih Bahan Bakar.....	37
3.	Mengadakan Pengontrolan Ketat Selama Proses Bunker.....	37
4.	Sumber Daya Manusia Di atas Kapal Perlu Ditingkatkan dengan Pelatihan Serta Pengetahuan Tambahan.....	38
B.	Evaluasi Pemecahan Masalah.....	39
1.	Evaluasi Pemecahan Masalah Terhadap Volume dan Kualitas Minyak Lumas.....	39
2.	Evaluasi Pemecahan Masalah Bahan Bakar yang Kualitasnya Kurang Baik.....	40
C.	Pemecahan Masalah yang Diambil.....	42
BAB IV	KESIMPULAN DAN SARAN	
A.	Kesimpulan.....	44
B.	Saran.....	45
DAFTAR PUSTAKA.....		46
LAMPIRAN.....		47

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1** Foto Cylinder Lubricator pump.
- Lampiran 2** Kondisi piston dengan penumpukan arang pada piston groove.
- Lampiran 3** Tabel ukuran piston menurut standar manual.
- Lampiran 4** Kondisi piston ring patah dan rusak.
- Lampiran 5** Kondisi silinder liner saat mengalami crack dan mengalami keausan.
- Lampiran 6** Tabel sulphur content for alpha lubricator system.
- Lampiran 7** Tabel spec. oli silinder.
- Lampiran 8** Ship particulars MV. SMIT LOYD 111.

BAB I

PENDAHULUAN

A. LATAR BELAKANG

Transportasi laut memiliki potensi cukup besar bagi kesejahteraan ekonomi bangsa, karena kondisi Negara Kesatuan Republik Indonesia yang penduduknya tersebar mendiami berbagai pulau dan dipersatukan oleh lautnya yang sangat luas. Potensi transportasi laut bagi Indonesia termasuk penyediaan lapangan kerja profesional sebagai penyumbang pendapatan nasional (*gross national product*) selaku infrastruktur terhadap pertumbuhan sektor-sektor ekonomi lainnya, dan sumber pendapatan devisa untuk mengatasi defisit transaksi berjalan pada neraca pembayaran. Sebagai konsekuensi atas kedudukan itu, perhubungan laut memiliki tiga komponen utama, yaitu : sistem angkutan laut, kepelabuhanan dan keselamatan pelayaran. Ketiga komponen ini memiliki potensi yang apabila ditingkatkan dan dikembangkan secara optimal akan menciptakan dan lebih memperluas lapangan kerja, memperdalam alih teknologi, menghasilkan devisa dan menghemat pengeluaran devisa serta terjaminnya produksi dan distribusi nasional.

Kapal laut sebagai sarana transportasi laut juga merupakan tulang punggung transportasi laut maupun perusahaan di bidang pelayaran. Seiring dengan kemajuan teknologi, kapal terus mengalami perubahan bentuk dan jenisnya sesuai muatan yang akan diangkutnya. Dari segi pelayanan, setiap perusahaan pelayaran atau pengusaha kapal terus berusaha melakukan peningkatan kinerjanya, sesuai semboyan yang mendasar bagi setiap perusahaan di bidang jasa angkutan pada umumnya, yaitu membawa muatan dengan aman, cepat dan tepat waktu. Hal inilah yang melatar belakangi penulisan skripsi ini. Untuk itu setiap kapal harus didukung dengan manajemen yang baik, terutama tertib dan terarah agar tujuan operasional kapal yang efisien dapat tercapai. Untuk mencapai tujuan tersebut salah satunya kapal harus ditunjang dengan kondisi kinerja mesin yang sempurna.

Kelancaran pengoperasian kapal tidak terlepas dari cara menangani mesin penggerak utama, mesin-mesin bantu serta alat-alat kelengkapan lainnya di kamar mesin yang saling mendukung dan saling menunjang. Penggunaan mesin diesel sebagai mesin penggerak utama di kapal yang tenaganya di peroleh dari hasil pembakaran bahan bakar yang di semprotkan dalam ruang pembakaran silinder yang berisikan udara yang dikompresikan. Proses pembakaran yang terjadi karena persenyawaan yang cepat secara kimia antara bahan bakar dengan udara kompresi yang bertekanan tinggi dan bersuhu tinggi, didapat usaha dengan gaya mekanik dan daya dorong piston diteruskan oleh batang pendorong piston yang bergantian secara terus menerus menghasilkan gaya putar poros engkol diteruskan ke *propeller* (baling-baling) melalui *shaft propeller* (poros baling-baling). Pada setiap langkah piston akan terjadi gaya gesek yang terus menerus antara ring piston dengan dinding silinder liner. Pada saat itu diperlukan sistem pelumasan silinder liner dalam jumlah dan tekanan yang cukup dalam waktu terus menerus.

Dampak dari proses pembakaran yang tidak sempurna yang disebabkan antara lain oleh pemakaian bahan bakar yang tidak tepat, mengakibatkan tersumbatnya nosel-nosel pelumasan di dinding silinder liner. Selain itu sistem pelumasan untuk silinder liner perlu diperhatikan perawatannya baik dari pompanya maupun sistem pipanya. Hal ini sangat mempengaruhi terjadinya keausan pada silinder liner dan waktu tertentu dapat berpengaruh pada kondisi kerja piston yang mana terjadinya penurunan daya kerja piston dan pada hasilnya daya mesin penggerak utama menurun dalam hal ini tidak efisien dan efektif.

Minyak lumas silinder liner memiliki sistem pelumasan yang sudah ditakar sesuai maker dalam buku panduan. Dosis dan pemilihan minyak lumas pada silinder liner mesin induk harus tepat dan perlu di upayakan agar keausan silinder liner dapat di cegah. Adanya masalah keausan silinder liner pada pengoperasian MV. SMIT LOYD 111 tak luput dari kurangnya pelumasan silinder liner dan faktor-faktor yang mengganggu pelumasan pada silinder liner. Bahan bakar dengan kandungan sulphur yang tinggi juga menjadi salah satu penyebab sehingga keausan silinder liner menjadi lebih cepat. Bahan bakar tersebut memiliki kandungan sludge yang cukup banyak dan memiliki karakteristik yang kurang bagus, bila bahan bakar tersebut masuk ke ruang pembakaran akan menghasilkan deposit yang akan merusak silinder liner dan piston ring.

Dengan demikian dipilih kapal **MV. SMIT LOYD 111**, sebagai salah satu armada laut milik perusahaan pelayaran **SMIT SINGAPORE PTE** dengan type kapal AHTS dan tahun pembuatan 1997, dalam beberapa bulan terakhir ini mengalami berbagai masalah dalam melakukan aktivitasnya. Masalah yang terjadi, adanya penurunan produktivitas kinerja mesin induk, akibatnya kecepatan kapal menjadi tidak optimal.

Kerja mesin induk yang tidak berjalan secara optimal jika dibiarkan berlarut-larut maka akan membawa dampak yang serius terhadap kelancaran operasional kapal. Sebab kecepatan kapal merupakan salah satu faktor yang sangat penting dalam rangka memenuhi persaingan ketepatan waktu pengiriman muatan sesuai dengan kesepakatan yang telah ditetapkan antara pemilik kapal dan pengguna jasa. Untuk dapat memberikan solusi yang positif terhadap masalah tersebut, maka diperlukan perawatan mesin induk secara baik, teratur dan terencana, sehingga operasional kapal dapat berjalan sesuai dengan tujuan yang diharapkan, terutama dari nilai produktivitas dan ekonominya.

Berdasarkan latar belakang masalah tersebut di atas, maka penulis tertarik untuk membahas masalah perawatan mesin induk kedalam bentuk dengan judul : **“UPAYA MENCEGAH TERJADINYA KEAUSAN PADA SILINDER LINER DAN PISTON RING GUNA MENGOPTIMALKAN KERJA MESIN INDUK DI KAPAL MV. SMIT LOYD 111”**.

B. IDENTIFIKASI, BATASAN DAN RUMUSAN MASALAH

1. Identifikasi Masalah

Dari uraian latar belakang sebelumnya di atas dapatlah diidentifikasi masalah-masalah yang menjadi penyebab keausan silinder liner pada mesin induk penggerak utama yang mengakibatkan terganggunya operasi kapal antara lain sebagai berikut :

- a. Kualitas minyak lumas silinder liner pada mesin induk menurun
- b. Tekanan pada pompa pelumas silinder liner tidak normal serta kondisi aparat pelumasan yang menunjang operasi pelumasan terhadap silinder liner dan piston ring juga tidak berfungsi dengan baik
- c. Kualitas bahan bakar dengan kandungan sulphur tinggi

- d. Spesifikasi minyak pelumas untuk silinder liner tidak sesuai dengan karakteristik mesin induk yang dianjurkan oleh maker
- e. Kondisi dari pada fuel injectornya sendiri yang tidak baik sehingga proses penyemprotan bahan bakar tidak berlangsung dengan baik dengan demikian proses pembakarannya pun tidak berlangsung dengan sempurna
- f. Kurangnya pemeriksaan (*inspection*) bagian dalam silinder antara lain : kondisi ring piston dan bagian bawah piston (*under piston*)
- g. Pemakaian piston ring dan piston dengan material kualitas yang rendah menyebabkan keausan silinder liner lebih cepat.
- h. Kondisi bahan bakar yang kurang baik menyebabkan banyaknya arang sisa pembakaran, mengakibatkan piston ring macet sehingga menimbulkan goresan pada silinder liner
- i. Saluran udara bilas kotor banyak arang dan lumpur menumpuk bercampur dengan sisa.

2. Batasan Masalah

Mengingat luasnya permasalahan dari uraian identifikasi masalah diatas yang memerlukan pembahasan dan penelitian yang lebih luas lagi dan butuh waktu yang lebih lama. Oleh karena itu perlu memberikan batasan-batasan dalam lingkup bahasan. Adapun lingkup batasan masalah adalah sebagai berikut :

- a. Kualitas minyak lumas silinder liner pada mesin induk menurun .
- b. Kualitas bahan bakar dengan kandungan sulphur tinggi.

3. Rumusan Masalah

Dari identifikasi dan batasan masalah diatas, maka dapat dirumuskan bahasan masalah yang menjadi penyebab terjadinya keausan silinder liner pada mesin induk adalah sebagai berikut :

- a. Mengapa kualitas minyak pelumas silinder liner menurun ?
- b. Mengapa bahan bakar mengandung sulphur tinggi dan bagaimana mengatasinya?

C. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

Dalam melakukan suatu penyusunan makalah perlu diketahui apa dan seberapa besar suatu penelitian memiliki tujuan dan dapat bermanfaat sesuai yang diharapkan yaitu sebagai berikut :

1. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian dari penyusunan makalah ini adalah untuk pengembangan pengalaman yang pernah saya hadapi di atas kapal dan juga untuk mengembangkan permasalahan yang terjadi di atas kapal, beberapa cakupan mengenai tujuan dari beberapa batasan masalah antara lain :

- a. Untuk menganalisa seberapa pengaruhnya keausan silinder liner dan piston ring terhadap kerja mesin induk.
- b. Untuk mencari solusi yang tepat terhadap silinder liner yang mulai bermasalah sehingga dapat dicegah keausan silinder liner dan piston ring lebih lanjut.
- c. Untuk menganalisa faktor-faktor yang bisa menyebabkan keausan silinder liner dan piston ring antara lain bahan bakar dan minyak pelumas yang kurang berkualitas agar bisa dicegah keausan silinder liner sedini mungkin.

2. Manfaat penelitian

Manfaat penelitian diharapkan dapat memberikan kontribusi yang bermanfaat dan menjadikan informasi-informasi yang tersaji menjadi suatu hal yang penting dan menghadapi hal-hal dan masalah-masalah yang terkait dikemudian hari. Adapun manfaat penelitian dilihat dari beberapa aspek :

a. Aspek teoritis

Makalah ini diharapkan dapat bermanfaat bagi para pembaca sebagai penambah ilmu pengetahuan, wawasan dan referensi tentang upaya mencegah terjadinya keausan pada silinder liner dan piston ring pada mesin induk.

b. Aspek praktis

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi pedoman dalam mencegah keausan silinder liner dan kerusakan piston ring pada mesin induk di atas kapal.

D. METODE PENELITIAN

Dalam penyusunan makalah ini penulis memerlukan data yang relevan agar dapat memperoleh hasil penulisan yang baik untuk mengumpulkan data. Berikut metode-metode yang di gunakan sebagai berikut :

1. Metode Pendekatan

Didalam penulisan makalah ini metode pendekatan yang digunakan penulis adalah sebagai berikut :

- a. Berdasarkan metode pengalaman (*field research*) yaitu pengalaman dan pengamatan langsung pada mesin induk merk MAN B & W 5S 60 MC.
- b. Berdasarkan metode perpustakaan (*library research*) yaitu informasi dari perpustakaan dan dari buku panduan (*instruction manual book*).
- c. Studi kasus yaitu menganalisa suatu masalah untuk mencari solusi yang tepat dan dapat digunakan kembali pada persoalan yang sama.

2. Teknik Pengumpulan Data

Untuk memperkuat kebenaran data dan usaha penyelesaian atas masalah yang diangkat maka diperlukan informasi yang lengkap, obyektif dan dapat dipertanggung jawabkan berdasarkan data dan fakta yang ada. Kemudian informasi yang diperoleh diolah dan dianalisis menjadi suatu acuan yang mendukung penyajian makalah ini sesuai permasalahan yang akan dibahas. Penyusunan makalah ini teknik pengumpulan data yang digunakan adalah :

a. Observasi

Yaitu teknik pengumpulan data dengan cara melakukan pengamatan secara langsung pada obyek yang akan diteliti, kemudian dianalisis sehingga diketahui langkah solusinya yang sifatnya dari permasalahan yang akan dibahas dan selanjutnya dapat ditemukan cara-cara pemecahannya terhadap permasalahan tersebut.

b. Studi Pustaka

Penelitian kepustakaan dilaksanakan dengan mengumpulkan dan menelaah data dan informasi melalui berbagai buku, buku panduan manual dan tulisan-tulisan

ilmiah lainnya yang berhubungan dengan masalah yang dibahas, selain itu juga ditambah pengetahuan penulis selama mengikuti pendidikan di STIP (Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran) baik lisan maupun tulisan.

c. Wawancara

Dilakukan sebagai salah satu alat pengumpulan data untuk memperoleh informasi langsung dari sumbernya, dalam wawancara tersebut terdapat pewawancara dan responden. Pewawancara sebagai pengumpulan data dan informasi menyampaikan pertanyaan-pertanyaan mengenai masalah yang dihadapi. Teknik pengumpulan data dengan wawancara lebih praktis dan obyektif, karena pada umumnya permasalahan keausan silinder liner dan piston ring tidak selalu dijelaskan secara detail dalam *instruction book*. Responden merupakan pemberi informasi yang diperlukan motivasinya dan kesediaannya untuk memberikan jawaban dan penjelasan yang sesuai dengan pertanyaan yang diberikan oleh pewawancara dan dapat dijadikan pedoman. mengingat pengalaman merupakan salah satu untuk dapat memecahkan suatu masalah. Wawancara ini akan memberikan informasi yang luas, juga dapat suatu diskusi dalam memecahkan suatu masalah yang dihadapi.

d. Dokumentasi

Merupakan teknik pengumpulan data yang dilakukan dengan cara membaca atau melihat dokumen-dokumen kapal yang berhubungan dengan mesin induk. Dokumen-dokumen tersebut dapat berupa catatan perawatan rutin mesin induk, laporan bulanan kamar mesin, buku harian mesin induk (*log book main engine system*), catatan-catatan perbaikan terhadap mesin induk, catatan terjadi kerusakan serta catatan permintaan suku cadang kapal. Dokumen-dokumen tersebut diambil dari data atau kondisi mesin dan pesawat pendukung lainnya selama di pelabuhan atau pada waktu berlayar. Semua data perbaikan dan perawatan dikirim ke kantor perusahaan dimana data ini digunakan sebagai dokumen di kantor. Data tersebut merupakan data yang digunakan untuk membandingkan masalah yang terjadi dimasa lampau.

E. WAKTU DAN TEMPAT PENELITIAN

Dalam penyusunan suatu makalah didasari dari suatu penelitian yang dilaksanakan saat penulis selama bekerja di kapal MV. Smit Loyd 111 milik SMIT SPORE PTE , dari bulan September sampai dengan bulan Desember tahun 2012

F. SISTEMATIKA PENULISAN

Penyusunan makalah yang sistematis yang diperlukan dalam memudahkan penyusun maupun pemahaman dalam memahami makalah yang disusun.

Wujud dari sistimatika penulisan makalah ini adalah sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menguraikan latar belakang, identifikasi masalah, titik tolaknya adalah pokok permasalahan dari beberapa permasalahan yang timbul dalam pemaparan latar belakang makalah. Pada batasan masalah bertujuan sebagai pembatas dari luasnya kajian agar pembahasan tidak melebar. Sedangkan pada rumusan masalah memberi petunjuk dari persoalan praktis yang dinyatakan dalam bentuk kalimat negatif guna menjawab pertanyaan-pertanyaan yang terkandung dalam rumusan tersebut. Pada bab ini juga berisi tujuan dan manfaat penelitian, metode penelitian, waktu dan tempat penelitian serta sistematika penulisan.

BAB II LANDASAN TEORI

Landasan teori berisi informasi-informasi yang relevan dan teori-teori dari hasil penelitian sebelumnya yang diambil dari tinjauan pustaka sebagai dasar untuk penelitian yang akan dilakukan. Kemudian disusun kerangka pemikiran tentang bagaimana teori berhubungan dengan berbagai faktoryang telah diidentifikasi sebagai masalah yang penting dan secara teoritis menuntun menguraikan pembahasan masalah.

BAB III ANALISA DAN PEMECAHAN MASALAH

Dalam bab ini akan diuraikan analisis dari data-data sesungguhnya di lapangan yang kemudian akan dibahas secara terperinci untuk selanjutnya diambil langkah-langkah pemecahan masalah.

BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini yang merupakan bab terakhir berisi kesimpulan yang merupakan pernyataan singkat dan tepat berdasarkan hasil analisis data, serta berisi tujuan yang telah tercapai dalam penelitian. Kemudian akan diungkapkan saran yang merupakan pernyataan singkat dan tepat berdasarkan hasil pembahasan sebagai masukan untuk perbaikan yang akan dicapai.

DAFTAR PUSTAKA

Berisikan daftar kata nama terakhir pengarang dan Gelar pengarang, judul buku, kota penerbitan serta Tahun penerbit.

BAB II

LANDASAN TEORI

A. TINJAUAN PUSTAKA

1. Keausan Pada Lapisan silinder

Akibat dari kondisi kerja ekstrim dalam silinder motor, maka keausan dari bidang jalan silinder tidak dapat dicegah lagi. Menurut MIYAKE, S. (1997 : hal 34) terbagi menjadi :

a. Keausan gesekan normal yang diakibatkan oleh hubungan atau kontak material torak dan material pegas torak dengan material dari lapisan silinder, bila lapisan pelumas untuk seluruhnya atau sebagiannya dipatahkan (pelumas batas). Pelumasan yang kurang cukup dan sifat-sifat yang kurang baik minyak pelumas dari *viscosity* terlalu rendah dapat menjadi sebab dari keausan tersebut.

Kondisi pelumasan akan sering terjadi pada silinder dari sebuah motor 2 tak dibandingkan dengan silinder motor 4 tak. Sebab-sebabnya adalah :

- 1). Suhu proses rata-rata yang lebih tinggi pada motor 2 tak sehingga lapisan pelumas pada bidang jalan silinder akan terkena lebih kuat.
- 2). Sebuah lapisan pelumas yang terputus, sewaktu putaran kerja pada sebuah motor 4 tak, dapat memperbaikinya pada waktu putaran non kerja.
- 3). Bidang jalan silinder dari sebuah motor 4 tak tidak terputus lagi oleh pintu-pintu. hal ini juga memberi arti bahwa lapisan pelumas dapat diselenggarakan terus.

b. Keausan yang kasar (*abrasive slijtage*) akibat bagian-bagian keras dalam lapisan pelumas seperti bagian zat arang dan potong bagian poros yang keras, yang terbentuk sewaktu pembakaran atau yang telah ada dalam minyak pelumas.

- c. Keausan korosif yang diakibatkan oleh hasil pembakaran yang asam, khususnya yang terjadi sewaktu pembakaran dari bahan bakar residu yang mengandung unsur belerang.

Untuk penilaian dari lintasan keausan lapisan silinder, maka lapisan silinder tersebut harus diukur dengan cermat dari waktu ke waktu (misalnya pada waktu pengontrolan dari torak). Untuk pengukuran tersebut pada umumnya digunakan ukuran tombak mikrometer (*micrometer speermaat*) yang mengukur penambahan diameter pada beberapa ketinggian baik dalam arah memanjang maupun dalam arah melintang pelaksanaannya harus dikerjakan dengan teliti, karena yang diukur adalah perbedaan yang sangat kecil dari angka-angka yang relatif besar misalnya selisih suhu sebesar 1°K antara lapisan silinder dengan alat ukurnya pada diameter silinder sebesar 900 mm dan koefisien pemuaian dari $12 \cdot 10^{-6}$ (1/K), akan mengakibatkan kesalahan ukur sebesar 0.01 mm suatu keberatan dari pengukuran keausan dengan bantuan sebuah alat pengukur berbentuk ukuran tombak micrometer, ialah bahwa dalam kenyataannya selalu mengukur jumlah keausan dari dua tempat yang saling berhadapan.

Besarnya dari lapisan silinder (penambahan diameter silinder ditempat keausan yang terbesar) pada umumnya dinyatakan dalam mm per 1000 jam kerja. Harga normal untuk lapisan silinder tanpa lapisan chrome pada motor 2 tak putaran rendah adalah 0.05 a 0.15 mm per 1000 jam. Perbedaan selisih yang besar masih selalu terjadi, antara lain kualitas bahan bakar dan beban motor merupakan factor-faktor yang mempunyai pengaruh terhadap keausan.

Sedangkan pegas torak merupakan elemen penutup rapat, hasilnya tergantung dari bentuk, sifat elastic dan ketahanan ausnya. Penyelenggaraan tetap dari suatu penutup rapat yang baik dan cocok dari ruang pembakaran dalam silinder hanya dapat diharapkan, bila bentuk dan elastic dari pegas torak tidak dipengaruhi oleh tekanan dan suhu operasi dan oleh pengaruh produk korosif dan kasar dari pembakaran dalam silinder. Penggunaan dari material yang telah diseleksi dengan tepat dan teliti serta pengerjaan yang tepat sangat penting dalam hal ini. Bila sebuah pegas torak tidak melekat pada dinding silinder maka gas pembakaran akan menghembus antara pegas torak dan dindingnya. Akibat hembusan kuat tersebut maka lapisan minyak pelumas yang dipanasi lanjut dan terlempar. Dalam hal ini juga rongga pegas akan dipanasi lanjut. Sebuah pegas top no. 1 yang patah akan mengakibatkan lapisan pelumas pada pegas yang lain akan rusak pula akibat hembusan gas panasnya.

Pada umumnya minyak dari kelas *viscosity* SAE 40 (± 160 cst 40°C) atau SAE 50 (± 230 cst 40°C) dianjurkan untuk keperluan pelumasan silinder bila dalam silinder dibakar dengan bahan bakar dengan kadar zat belerang rendah, maka dapat digunakan minyak pelumas dengan alkalis rendah misalnya TBN 4. Pada penggunaan bahan bakar dengan zat belerang lebih dari 3% maka digunakan minyak dengan alkalis kuat (TBN 40 – 70 dalam keadaan ekstrim TBN 100). Tidak dikehendaki untuk menggunakan minyak tersebut dalam kombinasi dengan bahan bakar dengan kadar belerang rendah, karena adalah waktu singkat akan terbentuk endapan galsium pada bagian atas torak dibagian atas dari pegas torak. Endapan tersebut dapat meningkatkan keausan silinder dengan cepat.

2. Faktor – faktor atau sifat dari minyak lumas yang mempengaruhi keausan bagian dalam mesin.

Berdasarkan terjemahan dari mobil oil (2009 : 137) beberapa factor-faktor atau sifat-sifat dari minyak lumas yang mempengaruhi keausan bagian dalam mesin antara lain :

a. Oil film (lapisan minyak lumas yang tipis)

Silinder oil harus dapat berfungsi sebagai suatu lapisan minyak lumas tipis (*oil film*) diantara bagian-bagian mesin yang bergerak untuk menghindari keausan yang diakibatkan oleh metal-metal yang bergesek. Tegangan panas yang tinggi terjadi didalam mesin diesel berkepala silang yang mempunyai tenaga yang besar adalah sering menjadi penyebab dari pada oil film break down atau rusaknya lapisan minyak pelumas tipis tersebut.

Hal ini dapat diatasi dengan menggunakan suatu minyak pelumas dengan sifat stabilitas terhadap panas yang baik (*good thermal stability*) yang mana sejak pada temperatur tinggi ini, kemudahan mengalir minyak pelumas dan penjaranya / penyebaranya sangat tinggi. Stabilitas terhadap panas yang baik dari minyak lumas adalah dipengaruhi oleh *base stock quality* (kualitas persediaan basenya) dan penggunaan bahan-bahan atau zat-zat tambahanya. Sifat yang khas ini dievaluasi dalam suatu design (rancangan) percobaan untuk menstimulasi kondisi temperature yang tinggi dari pada area di piston dalam mesin diesel yang bertenaga besar. Dalam tes ini minyak pelumas disirkulasikan

antara sebuah reservoir atau kolam air dengan suhu 25°C dengan sebuah pembangkit panas stainless steel pada suhu 370°C. setelah diadakan resirkulasi atau sirkulasi yang terus menerus selama 48 jam, the spiral groove atau alur spiral didapatkan untuk sisa pembakaran yang disebabkan oleh panas yang terus menerus pada temperature yang dinaikan hasil dari pada stabilitas panas yang berlaku dalam dua jenis silinder oil komersial yang berbeda yaitu minyak lumas jenis "S" yang ber TBN 70 dan minyak lumas mobilgard 570 yang juga ber TBN 70 yang dicoba pada temperature 370°C menghasilkan sisa pembakaran yang banyak pada piston groove untuk jenis minyak lumas "S" sedangkan untuk minyak lumas mobilgard 70 sedikit sekali terjadi deposit pada ring groove. Demikian juga dapat dilihat bahwa karbon sisa pembakaran amat banyak yang terjadi pada piston skirt yang telah dihasilkan dalam spiral groove (alur spiral) oleh referensi minyak lumas jenis "S", sementara minyak lumas mobilgard 570 menghasilkan sedikit sekali karbon sisa pembakaran pada piston skirt.

Rusaknya lapisan lumas (oil film) pada piston disisi dekat pintu gas buang menghasilkan suatu keausan yang besar atau berlebihan dibandingkan keausan liner yang kecil di dapatkan bila menggunakan mobilgard 570 dalam situasi tes yang sama.

b. *Corrosive Wear* (keausan yang disebabkan korosi)

Dalam menghindari keausan korosif, silinder oil film harus mempertahankan suatu level / tingkatan yang tinggi dari pada kemampuannya menetralsir kondisi asam dalam silinder untuk melawan kadar asam yang dihasilkan selama proses pembakaran terutama *sulfuric acid* (asam sulfat) dari sulfur yang dikandung oleh bahan bakar yang terbakar tersebut. Kemampuan penetralisiran dari suatu minyak pelumas dipengaruhi oleh kadar zat-zat tambahan dan tipe dari zat-zat tambahan tersebut. Jenis lain dari pada keausan korosif adalah yang disebabkan oleh kehadiran *vanadium* dan *sodium* dalam residu bahan bakar. Selama proses pembakaran, mereka membentuk *low melting point compounds* (bahan campuran bertitik leleh rendah) seperti *sodium sulfat*, *vanadium pentoxide* dan *sodium vanady vanadate* yang mana bereaksi dengan bagian-bagian mesin yang panas seperti *exhaust valve manifold* (saluran gas buang) dan bagian atas piston, karena itu menghasilkan korosi.

Bahwa abu *alkaline* yang dihasilkan dalam ruangan pembakaran dari lubricating oil akan menetralkan *vanadium pentoxide* yang korosif untuk mencegah terjadinya jenis dari korosi ini.

- c. *Low Sulfur Fuel and Scuffing* (bahan bakar berkadar sulfur rendah dan terjadinya goresan atau lecet).

Terjadinya goresan atau lecet dalam mesin diesel berkepala silang (*crossed diesel*) yang berbeban penuh telah dilaporkan terjadi dalam pembakaran pada mesin yang memakai bahan bakar dengan kadar sulfur yang rendah dan menggunakan cylinder oil dengan kandungan kadar alkalinitas tinggi.

Pengalaman di kapal dan evaluasi yang dilaksanakan di laboratorium mesin diesel berkepala silang dengan memakai cylinder oil yang mengandung alkalinitas yang tinggi dan residu sulfur yang rendah atau minyak sulingan menunjukkan bahwa terjadinya gesekan tersebut adalah tidak selalu berlaku dan tidak berhubungan dengan kandungan sulfur tetapi tidak selalu berlaku dan tidak berhubungan dengan kandungan sulfur tetapi lebih kepada pembakaran bahan bakar atau kemampuan anti scuffing dari minyak lumas itu sendiri. Goresan tersebut dapat dikurangi dengan memperbaiki kondisi pembakaran bahan bakar yang baik dan menggunakan cylinder oil dengan cukup kemampuan anti scuffing (anti gores).

3. Karakteristik Minyak Lumas

Menurut Instruction Manual *Man B & W 5S 60 MC Year 1997 Mitsui Build* pengaruh utama dari sifat minyak bahan bakar yang tidak memuaskan dapat disebutkan sebagai berikut :

- a. Sifat penguapan rendah akan menurunkan keluaran daya maksimum, menaikkan penggunaan bahan bakar memberikan buangan berasap.
- b. Residu karbon tinggi menghasilkan endapan karbon dan zat karet pada torak dan lapisan silinder dan dapat mengakibatkan kemacetan cincin torak dan tangkai katup.
- c. Viskositas tinggi dapat menyebabkan buangan yang berasap ; *viskositas* rendah akan memberikan keausan berlebih pada *plunger* dan tong dari pompa injeksi dan mengakibatkan kebocoran pompa dan minyak karter dengan minyak bahan bakar.

- d. Kandungan belerang berlebihan, abu dan endapan mengakibatkan keausan torak, cincin torak, lapisan silinder dan peralatan injeksi bahan bakar.
- e. Titik tuang tinggi dapat mengganggu pentransferan mesin dingin.
- f. Sifat korosif dan keasaman akan mengakibatkan keausan cepat dari berbagai bagian mesin.
- g. Bilangan setana rendah, dalam mesin kecepatan tinggi mengakibatkan sulit start pada mesin dingin dan operasi kasar serta bising.

4. Karakteristik Bahan Bakar.

Menurut P. Van Maanen (1983 : hal 7.1) selain minyak lumas dan system pelumasan yang perlu diperhatikan. Peranan bahan bakar juga sangat penting dan berperan pula dalam menunjang kinerja silinder liner untuk kinerja mesin induk agar kelancaran operasional kapal. Adapun spesifikasi atau karakteristik dan elemen-elemen dari bahan bakar diesel kapal sesuai standar ISO 8217 adalah meliputi :

Density, viscosity, flash point, pour print, micro karbon residu, ash content, sulphur content, vanadium content, alumunium silicon content, total sediment, water content. Yang dijelaskan sebagai berikut :

a. *Density* (Berat Jenis)

Berat jenis bahan bakar sangat penting untuk diketahui, karena ini berhubungan dengan perhitungan bahan bakar pada waktu terima bunker, jumlah bahan bakar selalu dihitung dalam *volume*, jika *supplier* member data *density*nya salah maka salah pula kalkulasinya kedalam *Metric Ton* (berat) dan apabila hal ini terjadi maka akan ada salah satu pihak yang dirugikan. Pada waktu dibersihkan di *purifier grafity discnya* tergantung *density* bahan bakar.

b. *Viscosity* (Kekentalan)

Viscosity bahan bakar adalah sebutan untuk kekentalan bahan bakar (bias juga minyak pelumas) dimana kemampuan bahan bakar untuk mengalir itulah yang disebut dengan *viscositas* dihitung dalam mm²/detik CST. Bahan bakar dengan *viscositas* kental perlu dipanaskan agar *viscositasnya* turun (cair) ke level yang diinginkan agar mudah untuk dikabutkan kedalam ruang pembakaran. *Viskositas fluida* diukur dari tahanannya untuk mengalir atau gesekan dalamnya. *Viskositas* suatu minyak dinyatakan oleh jumlah detik yang digunakan oleh *volume* tertentu dari minyak untuk mengalir melalui lubang diameter kecil tertentu. Makin

rendah jumlah detiknya, berarti makin rendah viskositasnya. Alat yang digunakan di Amerika Serikat untuk menentukan *viskositas* minyak adalah *Viskosimeter Saybolt* dan *Orifis Universal* dan data yang diberikan di beri nama menurut banyaknya *SSU* (*Second Saybolts Universal*). Seluruh faktor pelumasan, gesekan antara bagian yang bergerak keausannya dan kebocorannya dipengaruhi oleh viskositasnya. Pelumasan tekanan tinggi, seluruhnya tergantung pada minyak bahan bakar, dan sehingga viskositasnya tidak boleh dibawah nilai minimum tertentu. Kebocoran minyak bahan bakar yang melewati *plunyer* tanpa penggerak (*packing*) dari pompa tekanan tinggi adalah berbanding terbalik dengan viskositas minyak. Jadi minyak bahan bakar dengan viskositas sangat rendah juga tidak dikehendaki karena cenderung untuk memberikan kebocoran banyak pada pompa. Spesifikasi biasanya menentukan lebih dulu *Viskositas* 34 sampai 45 *SSU* pada 100°F. Sebaliknya, viskositas tidak boleh terlalu jauh melebihi yang dispesifikasikan karena kenaikan viskositas dalam minyak bahan bakar berarti tahanan yang lebih tinggi untuk pemecahan selama injeksi. Kelebihan Viskositas yang tidak diinginkan ini dapat diatasi dengan bahan bakar yang relative ringan, misalnya seperti yang digunakan dalam mesin injeksi tanpa udara, kecepatan tinggi, dan dengan minyak yang sangat berat dan kental, seperti yang kadang-kadang digunakan dalam mesin injeksi udara dengan memanaskan minyak tersebut dalam pemanasan khusus.

c. *Water* (air)

Kandungan air didalam bahan bakar bisa menyebabkan korosi pada bagian-bagian tertentu tetapi kadar air tersebut bias dikurangi pada waktu proses pengendapan di tangki endap maupun melalui *purifier*.

d. *Sulphur* (Belerang)

Bila suatu minyak yang mengandung belerang terbakar maka akan terjadi gas oksida belerang dimana dengan uap air yang berasal dari gas-gas pembakaran dapat membentuk asam belerang yang bias menyebabkan keausan (*corrosive wear*) pada *cylinder liner*, *piston ring*, *exhaust valve* dan lain-lain. Adalah suatu hal sulit untuk menghilangkan *sulphur* dari kandungan bahan bakar dengan peralatan yang ada di kapal. Namun sulphur ini bisa dikurangi atau dinetralisir oleh kandungan alkalin yang dikandung oleh *cyl oil*. Belerang dalam bahan bakar terbakar bersama minyak dan menghasilkan gas yang seperti korosif yang

diembunkan oleh dinding silinder yang diinginkan, terutama kalau mesin beroperasi dengan bahan ringan dan suhu silinder menurun. Korosi yang disebutkan oleh gas belerang sering didapati di dalam sistem buang dan mesin diesel. Berbagai spesifikasi tidak mengizinkan kandungan belerang lebih dari 0,5 sampai 1,5%.

B. KERANGKA PEMIKIRAN

Umur sebuah mesin adalah periode dimana mesin tersebut dapat dimanfaatkan kinerjanya. Salah satu factor yang menentukan umurnya ialah keausan. Keausan yang disebabkan oleh rusaknya lapisan minyak disebut keausan adhesif. Hal tersebut dipengaruhi oleh kecepatan gerak naik pada keausan. Kalau kecepatannya tinggi, maka naiknya keausan akan lebih tinggi dari pada tambahnya gerak.

Kalau kecepatannya naik maka, tebalnya lapisannya minyak harus naik. Kenyataanya lapisannya minyak terjadi lebih tipis disebabkan viscositas minyaknya akan menjadi rendah karena kenaikan suhu dari silinder dan piston yang dominan. Juga ring piston menempuh jarak yang lebih panjang. Inilah sebabnya yang mempercepat keausan yang menunjukkan hubungan antara suhu dan viscositas minyak. Kalau bebanya naik pada kecepatan konstan maka tekanan gas yang bekerja pada ring akan naik dan kecepatannya menurun pada suhu tinggi. Hasilnya lapisan minyak akan menjadi tipis dan keausan bertambah. Output dari hal-hal tersebut diatas adalah produk dari pada kecepatan dan beban, maka keausan akan menjadi cepat kalau outputnya tinggi.

Selain itu karakteristik dari pada timbulnya keausan ring piston pada silinder liner dihasilkan dari gas yang dibakar tidak hanya menghasilkan barang yang solid seperti karbon, tetapi juga uap dan asam. Hasil pembakaran seperti sangat mempercepat adanya keausan pada kondisi tertentu. Gas dari pembakaran menekan melalui antara ring piston, piston dan silinder liner. Sebagian masuk ke ruang poros engkol dan bereaksi dengan minyak gas pembakaran ini mempercepat keausan silinder dan merusak minyak, maka dari itu kebocoran gas pembakaran dan suhu air pendingin merupakan factor penting untuk ketahanan material silinder liner.

Selain itu juga keausan pada silinder liner dan ring piston bagian atas yang naik secara mencolok, kalau udaranya bercampur dengan debu / kotoran. Keausan ringnya akan maksimal kalau partikel debu berukuran 5 – 10 mm. Hal ini disebabkan karena tebalnya

lapisan minyak umumnya sama dan partikel debu yang kecil dapat memasuki diantaranya permukaan, sedangkan partikel yang besar tidak bisa. Kalau debu tercampur dengan bahan bakar dan udara, maka keausan yang besar akan terdapat pada TMA, pada ring teratas juga begitu pada silinder. Kalau debunya tercampur dengan minyak lumas, maka keausan yang terbesar akan terdapat dibagian tengah dari pada langkah piston.

Dari masalah-masalah inilah maka perlu disusun kerangka pemikiran yang baik untuk penyusunan dan pencarian solusi. Adapun masalah-masalah tersebut diantaranya :

1. Menumpuknya kotoran arang keras yang melekat pada bagian atas piston dan bagian piston ring menyebabkan gesekan dan menimbulkan keausan pada silinder liner.
2. Adanya piston ring macet karena kotoran arang yang keras atau deposit abu menyebabkan gas pembakaran lolos melalui antara piston ring dan silinder liner, sehingga lapisan minyak menjadi tidak sempurna.
3. Kurangnya pelumasan pada silinder liner dari pompa lubricator sehingga menyebabkan liner kering.
4. Adanya goresan / keretakan dan gosokan pada silinder liner dan piston ring menandakan adanya keausan karena abrasi dan korosi.
5. Mutu dan kualitas minyak pelumas silinder liner yang kurang baik.

Dengan adanya permasalahan diatas, apabila penyebabnya dapat dihilangkan atau paling tidak diminimalkan, maka keausan daripada silinder liner maupun piston ring akan keausan dari pada silinder liner maupun piston ring akan berkurang, sehingga jam kerja akan lebih lama dan perawatan intervalnya bisa tercapai sesuai program perencanaan perawatan yang telah dibuat berdasarkan buku petunjuk dari pabrik pembuat serta disesuaikan dengan pelaksanaan program CMS (Continue Machinery Survey) yang ada.

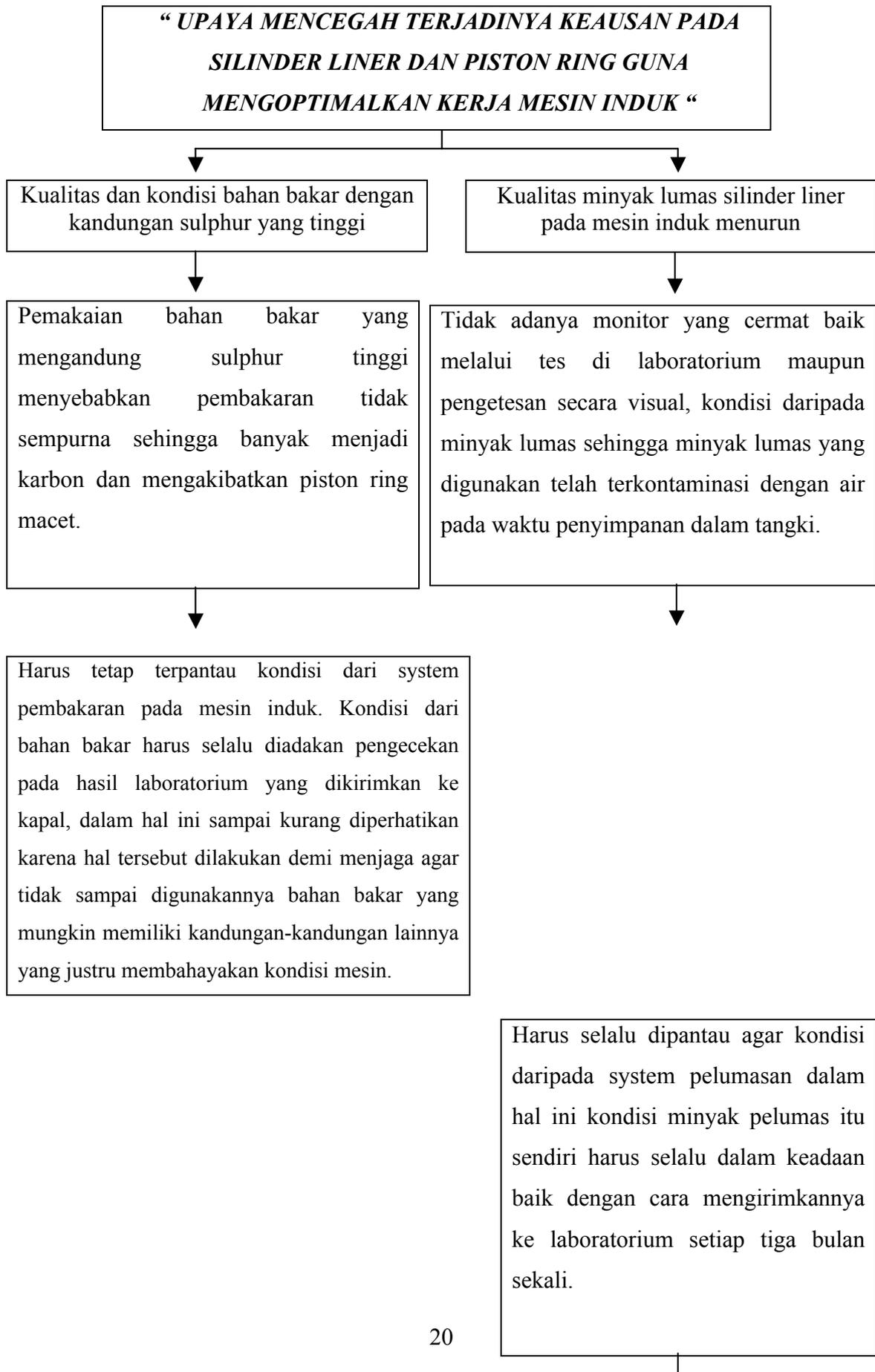
Adapun beberapa solusi melalui kerangka pemikiran diantaranya seperti beberapa cara berikut ini yang diantaranya adalah :

1. Penggunaan dari material yang tepat untuk lapisan silinder.
Sewaktu kondisi pelumasan batas, maka sifat material dari lapisan silinder dan piston ring sangat penting sekali. Material yang penting banyak digunakan untuk lapisan silinder dan piston ring adalah besi tuang perlit dengan bintik-bintik

grafit dengan penambahan sekitar kurang lebih 0,4% fosfor terbentuklah Kristal fosfid yang memberikan tahanan besar terhadap keausan.

2. Peningkatan dari suhu air pendingin silinder untuk mencegah terlampauinya titik embun dari gas pembakaran yang mengandung SO₃ sehingga pembentukan asam belerang pada bidang dalam silinder sejauh mungkin dapat dicegah.
3. Peningkatan perawatan terhadap pompa lubricator cylinder liner pada mesin induk secara teratur dan pengontrolan pada line pipa pelumasan tersebut sehingga mencegah kebuntuan system pelumasan pada cylinder liner.
4. Penggunaan minyak alkalis keras, bila menggunakan bahan bakar residu dengan kadar belerang yang tinggi, khususnya dalam hal maka keausan silinder yang besar dapat dikurangi hingga harga-harga yang dapat diterima minyak lumas alkali tersebut memiliki sifat-sifat periode percobaan yang kurang begitu baik, sehingga lapisan silinder (yang tidak diberi crom) ditambah fosfat untuk meningkatkan tahanan terhadap korosi dengan selama periode percobaan sebesar kurang lebih 200 jam.
5. Peningkatan ketahanan aus dari bidang jalan silinder dengan cara member sebuah lapisan chrom, secara elektrolisis dengan tebal beberapa persepuluh milliliter, lapisan chrom tersebut sangat keras sekali dan atahan aus dengan ketahanan korosi juga baik.

Gambar kerangka pemikiran



Tercapainya pencegahan keausan dan kerusakan pada silinder liner dan piston ring serta meningkatkan kinerja mesin induk dengan pelumasan dan pembakaran yang baik pada silinder liner.



BAB III

ANALISA DAN PEMECAHAN MASALAH

A. DESKRIPSI DATA

Berikut ini adalah data-data dan fakta-fakta yang didapatkan sewaktu mesin induk masih bekerja dengan normal dan sewaktu terjadi kerusakan atau keausan pada silinder liner dan piston ring selama berlayar di atas kapal.

1. Kualitas minyak pelumas silinder liner pada mesin induk menurun akibatnya terjadi kerusakan pada silinder liner dan piston ring.

Pada tanggal 20 April 2001, kira-kira pukul 16.00 sewaktu kapal sedang berlayar dari Singapore dengan tujuan Abu Dhabi, tiba-tiba terdengar bunyi alarm dari kamar mesin yang diikuti oleh engine slowdown. Kapal waktu itu dalam keadaan full speed dengan RPM 940 dan kecepatan rata-rata 13.5 knots. Engine crew kemudian semuanya turun ke kamar mesin untuk memantau keadaan.

Setelah tiba di kamar mesin maka dilakukanlah pengecekan pada mesin induk dengan cara melihat dulu pada monitor computer sehingga dapat diketahui penyebab terjadinya *slowdown* tersebut. Temperature udara bilas yang normal setelah keluar dari air cooler pada saat kecepatan penuh adalah rata-rata = 45° C, sedangkan temperature dari pada scavenging air rata-rata untuk 5 silinder adalah 40° C dalam kondisi normal. Kemudian temperature rata-rata daripada gas buang adalah = 380° C.

Maksimum setting temperatur dari pada high temperature alarm :

1. Scaving air inlet : 60° C
2. Exhaust gas temperature 400° C

Akibat dari naiknya suhu udara bilas yang terjadi disekitar *scavenging air receiver* yang ditandai dengan naiknya temperature scavenging air sampai melebihi batas maksimal yaitu $\pm 95^{\circ}$ C, maka dapat disimpulkan bahwa dalam ruang udara bilas telah terjadi scavenging fire. Dengan demikian diputuskan untuk stop engine demi menghindari hal-hal lain yang tidak diinginkan. Akan tetapi berhubung kapal sedang dalam keadaan melewati selat Malaka maka nahkoda meminta untuk terus melanjutkan perjalanan karena berbahaya untuk navigasi. Oleh sebab itu mesin induk akhirnya di start kembali untuk melanjutkan perjalanan. Dalam kondisi ini temperature udara bilas masih tinggi sehingga engine tidak dapat di set pada putaran tinggi, hanya di set pada putaran slow (450 RPM).

Setelah berlayar kurang lebih 3 jam tiba-tiba terdengar suara ledakan yang keras yang terjadi sekitar *scavenging air receiver* yang diikuti oleh stopnya mesin induk (*engine shutdown*). Kemudian dilakukan pengecekan dekat ruang bilas dan didapat bahwa scaving air receiver memerah akibat terbakarnya ruang udara bilas tersebut, dengan demikian diputuskan untuk membuka system pemadam kebakaran yang disediakan khusus untuk *scaving fire* yang menggunakan tekanan steam sebagai media pemadam kebakarannya. Setelah menunggu sekitar 45 menit maka mulailah dilakukan pengecekan satu persatu terhadap bagian-bagian yang dicurigai menjadi penyebab terjadinya *scavenging fire* pada ruang udara bilas tersebut. Pengecekan dimulai dengan membuka ruang udara bilas dan setelah di cek di dalamnya maka dijumpai serpihan-serpihan / patahan daripada piston ring untuk unit no. 4. Pengecekan kemudian diteruskan dengan melihat kondisi dari pada piston ring untuk seluruh unit dan akhirnya ditemukan bahwa pada silinder unit no. 4 banyak serpihan piston ring yang patah juga pada permukaan piston terdapat banyak bekas timbunan minyak / bahan bakar yang tidak dapat terbakar.

Pengecekan kemudian diteruskan dengan melihat kondisi dari pada silinder liner unit no. 4, ditemukan bahwa terdapat goresan-goresan pada dinding silinder liner dan terdapat burning spot atau bekas terbakarnya dinding silinder liner tersebut pada sisi sebelah kanan pada bagian depan tepat di atas lubang pelumasan. Karena

diketahui terdapat burning spot pada silinder liner maka dilakukan juga pengecekan pada system lubrikasinya dan ternyata pada lubang pelumasan sebelah kanan depan minyak lumasnya tidak mengalir keluar walaupun telah diadakan pemompaan berkali-kali. Oleh sebab itu system pelumasan akhirnya di cek secara menyeluruh satu per satu. Pengecekan dilakukan pertama-tama pada lubricator dan ternyata berfungsi dengan baik. Kemudian dilakukan pengecekan pada pipa-pipa penyalur minyak pelumas, saringan-saringan dan juga baik hasilnya sehingga akhirnya diadakan pemeriksaan pada lubang pelumasan seluruhnya dan ditemukan *non return valve* pada lubang pelumasan sebelah kanan depan tidak berfungsi. Lubang pelumasan dipasang dengan cara ditanam dalam silinder liner (melewati dinding silinder liner).

Kondisi dari pada *non return valve* tersebut diketahui tidak bekerja karena valve tersebut tersangkut oleh banyaknya deposit karbon yang masuk dari ruang pembakaran. Akibat lubang yang tersumbat maka cylinder oil tidak dapat di supply kedalam dinding silinder liner. Oleh sebab itu pada area atau daerah tersebut tidak berlangsung pelumasan dan akibatnya adalah terbakarnya dinding silinder liner maupun piston ring pada area tersebut yang menimbulkan sisa pembakaran. Pengecekan tangki penyimpanan minyak lumas juga dilakukan dan dijumpai bahwa banyak terdapat kandungan air pada *cylinder oil settling tank* tersebut.

2. Kualitas dan kondisi bahan bakar yang kurang baik karena kandungan sulfur tinggi.

Bunker bahan bakar yang dilaksanakan 3 bulan sekali, setiap kali penerimaan bunker selalu diambil sampel / contoh minyak yang akan dikirim ke laboratorium untuk diperiksa dan hasilnya dapat diterima dalam dua minggu sesudahnya. Dari hasil pemeriksaan untuk dua kali penerimaan bunker sebelumnya yaitu pada tanggal 15 Maret 2001 di Singapore, kemudian diketahui bahwa bahan bakar tersebut banyak mengandung sulphur yang melebihi batas 3%, tetapi kedua hasil pemeriksaan tersebut kurang diperhatikan karena kurangnya monitor. Demikian pula sama dengan bunker yang ketiga yang kemudian di cek dipelabuhan Jakarta pada tanggal 10 april 2001, didapatkan bahwa banyak memiliki kandungan sulphur yang juga tinggi. Dari hasil pengetesan dan pengecekan tersebut dapat dipastikan juga bahwa akibat dari system bahan bakar yang kurang baik maka menyebabkan piston ring dan piston groove grepes atau termakan pada lapisanya.

Semua hal-hal yang kami paparkan di atas ternyata masih diperparah lagi dengan tidak dilaksanakannya proses “running in” untuk piston ring yang baru dipasang pada waktu overhaul tiga bulan sebelumnya. Dalam pengecekan terhadap log book dan check list maupun hasil printing sesaat setelah overhaul dijumpai bahwa tidak dilangsungkan proses running in seperti yang dianjurkan oleh maker karena ketatnya jadwal bongkar muat.

Akibat tidak dilakukan proses running in tersebut maka ada beberapa piston ring yang baru dipasang pada waktu overhaul tersebut patah terutama pada bagian ujungnya. Guna melengkapi data-data yang ada maka penulis juga mengambil ukuran-ukuran dari pada silinder liner maupun piston ring pada saat dilaksanakan overhaul pada tanggal 14/06/2000 yakni pada saat overhaul sebelumnya maupun ukuran-ukuran daripada silinder liner dan piston ring yang diambil setelah terjadi kerusakan. Adapun ukuran-ukuran yang diambil sebagai berikut :

- a. Maksimum diameter silinder liner adalah : 601.30 mm pada posisi pengukuran ketiga yang artinya berjarak kurang lebih 95 mm bibir atas silinder liner pada pengukuran dengan posisi melintang antara exhaust side dan manifold side. Sedangkan pengukuran pada posisi forward dan aft didapati maksimum diameter silinder liner adalah : 601.20 mm yang juga terjadi pada posisi kurang lebih 95 mm dari bibir atas silinder liner.
- b. Type silinder oil yang digunakan adalah mobilgard 570.
- c. Running hours daripada silinder liner adalah 16678 jam.
- d. Running hours daripada mesin induk adalah : 16678 jam.
- e. Jenis system pendingin silinder liner adalah : system pendingin tertutup dengan media air tawar.

B. ANALISIS DATA

Dari fakta yang ditemukan sewaktu diadakan pemeriksaan yang dilakukan setelah terjadinya *scavenging fire* seperti yang disebutkan pada bab sebelumnya didapati bahwa telah terjadi keausan yang berlebihan pada silinder liner akibat daripada kondisi system pelumasan dan juga kondisi daripada system pembakaran yang tidak baik ditambah berbagai masalah lainnya sehingga menyebabkan terjadinya *scavenging fire*. Semua ini

terjadi karena akumulasi dari berbagai macam masalah yang dialami saat itu. Dari berbagai masalah tersebut di atas dapat dirumuskan analisa masalah sebagai berikut :

1. Kualitas minyak pelumas silinder liner pada mesin induk menurun akibatnya terjadi kerusakan pada silinder liner.

Sewaktu terjadi scavenging fire tersebut minyak pelumas silinder oil telah terkontaminasi dengan air karena kondensasi yang terjadi dalam dalam tangki penyimpanan, hal ini mungkin dapat dihindari dilakukan pembersihan tangki harian secara teratur tapi tidak dilakukan karena kurangnya kontrol. Kemudian juga pada waktu kejadian jam kerja daripada silinder no. 5 yang bermasalah tersebut adalah baru 1500 jam kerja (jadi kurang lebih baru 3 bulan di over haul). Keausan yang terjadi yang demikian cepat itu selain disebabkan oleh kondisi dari pada minyak pelumasnya sendiri juga ditambah lagi oleh cara “running in” piston ring yang baru di over haul untuk dilakukan dengan sebagaimana mestinya seperti yang dikehendaki oleh maker, karena terbatasnya waktu atau schedule. Hal ini juga menjadi penyebab terjadinya keausan pada piston ring dan silinder liner tersebut. Terjadinya keausan yang berlebihan pada silinder liner yang mengakibatkan burning spot juga diakibatkan oleh salah satu non return valve daripada lubricating quills nya tidak bekerja atau rusak.

Pada waktu saya sign on di kapal tersebut dan dalam melakukan handing over (serah terima). Dilaporkan oleh second engineer terdahulu bahwa salah satu gelas duga pada lubricator sering pecah sehingga minyak lumas ada yang bocor. Telah dilakukan penggantian sebanyak 2 kali tetapi kemudian pecah lagi. Perlu di ingat pula pada waktu kejadian saya baru sign on di kapal tersebut selama 3 minggu, jadi suatu terjadinya scavenging fire tersebut saya sedang menelusuri penyebab daripada sering pecahnya gelas duga lubricator tersebut. Yang pecah juga gelas duga yang itu-itu saja yakni untuk silinder unit no. 5 sebelah kanan depan. Setelah terjadi scavenging fire dan kemudian dilakukan pengecekan satu persatu pada akhirnya didapati bahwa yang rusak adalah non return valve pada salah satu lubricating quills nya. Hal ini sampai terjadi akibat kurang teliti dan salah dalam mencari penyebab pokok sering pecahnya gelas duga lubricator tersebut.

Keausan yang terjadi pada silinder liner dan piston ring diakibatkan karena gesekan dan kurangnya pelumasan serta banyaknya penumpukan arang sisa pembakaran

yang tidak sempurna. Keausan pada silinder liner mesin induk yang diakibatkan dari kondisi kerja ekstrim dari mesin induk, dimana keausan dari bidang jalan silinder tidak dapat di cegah lagi. Keausan tersebut secara garis besar dapat digolongkan dalam kategori sebagai berikut :

- a. Keausan gesekan normal yang diakibatkan oleh hubungan atau kontak material torak dan material pegas torak dengan material dari lapisan silinder, bila lapisan pelumas untuk seluruhnya atau sebagiannya dipatahkan (pelumas batas) pelumas yang kurang cukup, sifat-sifat yang kurang baik dari minyak lumas viskositas terlalu rendah dapat menyebabkan dari keausan tersebut.

Kondisi pelumasan batas akan sering terjadi pada silinder dari sebuah motor 2 tak dibandingkan dengan silinder motor 4 tak yang disebabkan antara lain :

- 1) Suhu proses rata-rata yang lebih tinggi pada motor 2 tak sehingga lapisan pelumas pada bidang jalan silinder akan terkena lebih kuat.
- 2) Sebuah lapisan pelumas yang terputus sewaktu putaran kerja pada sebuah motor 4 tak dapat memperbaikinya pada waktunya putaran non kerja.
- 3) Bidang jalan silinder dari sebuah motor 4 tak tidak terputus lagi oleh pintu-pintu. Hal ini juga memberi arti bahwa lapisan pelumasan dapat mengalir terus menerus.

- b. Keausan yang kasar (bad abrasive) akibat bagian-bagian keras dalam lapisan pelumas seperti bagian zat arang dan bagian poros yang keras yang terbentuk sewaktu pembakaran atau yang telah ada dalam minyak pelumas.
- c. Keausan korosif yang diakibatkan oleh hasil pembakaran yang asam khususnya yang terjadi sewaktu pembakaran dari bahan residu yang mengandung unsure belerang.

Untuk penilaian dari lintasan keausan lapisan silinder, maka lapisan silinder tersebut harus diukur dengan cermat dari waktu ke waktu (misalnya pada waktu pengontrolan dari torak). Pengukuran tersebut pada umumnya digunakan ukuran tomak micrometer (micrometer speermaat) yang mengukur penambahan diameter pada beberapa ketinggian baik dalam arah memanjang maupun dalam arah melintang. Pelaksanannya harus dikerjakan dengan teliti sekali, karena yang diukur adalah perbedaan yang sangat kecil dari angka-angka yang relative besar sekali misalnya selisih suhu sebesar 1° K antara lapisan silinder dengan alat ukurnya pada diameter silinder sebesar 900 mm, dan koefisien pemuaian

dari $12 \cdot 10^{-6}$ (1/k) akan mengakibatkan salah ukur sebesar 0,01 mm suatu keberatan dari suatu pengukuran keausan dengan bantuan sebuah alat pengukur yang berbentuk ukuran tombak micrometer, ialah bahwa dalam kenyataannya selalu mengukur jumlah keausan dari 2 tempat yang saling berhadapan.

Besarnya dari lapisan silinder (penambahan diameter silinder ditempat keausan yang terbesar) pada umumnya dinyatakan dalam mm per 1000 jam kerja. harga normal untuk lapisan silinder tanpa lapisan chrome pada motor 2 tak putaran rendah adalah 0,05 – 0,15 mm per 1000 jam. Perbedaan selisih yang besar masih selalu terjadi antara lain kualitas bahan bakar dan beban motor merupakan faktor-faktor yang mempunyai pengaruh terhadap keausan. Sedangkan pegas torak merupakan elemen penutup rapat, hasilnya tergantung dari bentuk, sifat elatis dan ketahanan ausnya. Pemyelenggaraan tetap dari suatu penutup rapat yang baik dan cocok dari ruang pembakaran dalam silinder hanya bisa diharapkan bila bentuk dan elastic dari pegas torak tidak dipengaruhi oleh tekanan dan suhu operasi dan oleh pengaruh produk korosif dan kasar dari pembakaran dalam silinder. Penggunaan dari material yang telah diseleksi dengan tepat dan teliti serta pengerjaan yang tepat sangat penting sekali dalam hal ini. Bila sebuah pegas torak tidak melekat pada dinding silinder maka gas pembakaran akan menghembus antara pegas torak dan pendinginnya. Akibat blow-by / hembusan kuat tersebut maka lapisan minyak pelumas akan dipanasi lanjut dan terlempar. Dalam hal ini juga rongga pegas akan dipanasi lanjut. Sebuah pegas top no. 1 yang patah mengakibatkan lapisan pelumas pada pegas yang lain akan rusak pula, akibatnya hembusan gas panasnya akan masuk ke dalam ruang scavenging air.

Pada umumnya minyak dari kelas viskositas SAE 40 (± 160 cst/40° C) atau SAE 50 (± 230 cst/40° C) dilanjutkan untuk keperluan pelumasan silinder. Bila dalam silinder dibakar bahan bakar dengan kadar zat belerang rendah, maka dapat digunakan pada minyak pelumas dengan alkalis rendah misalnya silinder pada umumnya dinyatakan dalam mm per 1000 jam. Dari data ukuran silinder tersebut diukur setelah silinder liner dalam keadaan bersih, sewaktu pengukuran alat ukur dan silinder liner harus bersuhu sama supaya ukuran yang di dapat lebih akurat.

Adapun perawatan intervalnya yang dilakukan ini untuk membuka tutup silinder, piston dicabut, piston ring dikeluarkan dan dibersihkan, piston ring diganti baru. Keausan terbesar terdapat pada bagian teratas dari bidang jalan silinder atau pada dibagian-bagian tepat dibawahnya. Pada motor kepala silang 2 tak tidak terlihat perbedaan keausan dalam arah melintang, arah memanjang dibagian-bagian atas dari lapisan silinder dengan keadaan normal maka untuk silinder liner akan berumur lebih lama dari pabrik pembuatannya yang merekomendasikan 0,4-0,8% dari diameter silinder, akan tetapi kalau keausan silinder liner oval akan timbul masalah dan harus diganti. Untuk piston dan piston ring kondisi normal dapat bergerak-gerak pada alur piston, tingkat pemakaian diukur radial (melebar) piston ring normal 15%-25% akan tetapi sebaiknya sesuai jam kerja yang dicapai diganti baru.

Selain uraian diatas, berikut ini akan dijelaskan beberapa hal yang dapat menyebabkan keausan pada silinder liner mesin induk diantaranya adalah :

1) Pelumasan silinder liner kurang sempurna

Silinder pada motor kepala silang terpisah sempurna dari kotak engkol, sehingga bidang jalan antara torak dan dinding silinder harus dilengkapi dengan suatu system pelumasan yang terpisah. Oleh karena pada motor tersebut tidak terjadi pencampuran antara minyak pelumas silinder dan minyak pelumas untuk batang penggerakannya, maka untuk pelumasan silinder dapat menggunakan minyak yang khusus digunakan untuk tujuan tersebut. Pelumasan silinder merupakan pelumasan penggunaan artinya minyak pelumas disalurkan melalui nipel pelumas ke bidang jalan silinder, melaksanakan dalam waktu singkat tugasnya dan selanjutnya di uapkan, terbakar atau terkikis ke stuffing box. Pemakaian minyak pelumas silinder standarnya yaitu 1,0 g/KWH – 1,4 g/KWH. Untuk pemakaian efektif dan ekonomis dari minyak silinder maka sangat penting sekali bahwa minyak ditakar pada saat yang tepat dan tempat yang tepat penakaran tersebut dilaksanakan khusus untuk setiap putaran poros engkol dalam jumlah satuan yang kecil. Dianggap bahwa rendemen tertinggi akan dapat di capai untuk pelumasan, bila minyak pelumasan diinjeksikan diantara pegas no. 1 dan no. 2 pada saat torak melewati titik-titik pelumasan. Hal tersebut perlu ketepatan waktu yang sangat teliti baik ketepatan waktu dan ketepatan

kuantitas. Minyak pelumas yang dipakai disini adalah grade SAE 50 dengan TBN 40-60 karena bahan bakar minyak yang digunakan adalah MFO 150 cst/50° C yang berkadar sulfur 2-5%.

2) Material dari silinder liner dan piston ring

Kombinasi dari material silinder liner dan piston ring harus sesuai dengan rekomendasi mesin. Perusahaan sangat mempertimbangkan dalam mengadakan suku cadang karena masalah ekonomis. Silinder liner dan piston ring adalah bagian pokok dan sangat vital untuk bisa mencapai pemakaian lama maka harus direncanakan dan dipilih suku cadang yang asli sesuai dengan petunjuk dari pabrik pembuat.

3) Tekanan kompresi dan tekanan pembakaran dalam silinder menurun

Bila sebuah pegas tidak melekat pada dinding silinder maka gas pembakaran akan menghembus antara pegas dan dinding. Akibatnya blow-by/ hembusan kuat tersebut maka lapisan pelumas akan dipanasi lanjut dan terlempar. Dalam hal ini juga rongga pegas akan dipanasi lanjut sebuah pegas top no. 1 yang akan patah mengakibatkan lapisan pelumas pada pegas yang lain akan rusak pula akibat hembusan gas panasnya. Karena keausan pada pegas, tenaganya akan berkurang sehingga lubang pegas akan menjadi lebih besar. Setelah beberapa waktu operasi maka pegas diganti baru.

Keadaan stabil apabila fungsi dari silinder liner, piston ring dalam kondisi baik silinder liner sebagai sliding surface harus ada lapisan minyak pelumas silinder yang cukup, piston ring bisa bergerak dengan alurnya pada piston dan lembab dari minyak pelumas dengan demikian fungsi dari piston ring bisa kedap untuk menekan udara yang dikompresi sehingga tekanan meningkat dan stabil. Dengan didukung udara yang masuk yang cukup dan pengabutan bahan bakar ke dalam silinder yang baik maka bisa menghasilkan pembakaran dengan tekanan, diketahui dengan pengambilan diagram indicator, dari diagram tarik bisa diketahui tekanan kompresif, tekanan pembakaran serta hasil dari ketepatan pembakaran dalam silinder.

4) Piston dan piston ring bagian atas cepat kotor serta udara bilas bagian bawah cepat kotor.

Mekanisme penutupan rapat dari sebuah pegas torak dapat dilihat pada gambar dalam gambar tersebut diperlihatkan penampang melintang dari pegas penutup rapat atau pegas kompresi dengan rongga pegas yang bersangkutan. Sewaktu langkah kerja dan langkah kompresi akan terjadi gaya radikal pada pegas TBN 4 pada penggunaan bahan bakar dengan kadar zat belerang lebih dari 3% maka digunakan minyak dengan alkalitas kuat. Tidak dapat dikehendaki untuk menggunakan minyak tersebut dalam kombinasi dalam bahan bakar belerang rendah karena dalam waktu singkat akan terbentuk endapan galsium pada bagian atas torak. Dibagian atas dari pegas torak endapan tersebut dapat meningkatkan keausan silinder dengan cepat.

2. Kualitas dan kondisi bahan bakar yang kurang baik dengan kandungan sulphur tinggi menyebabkan keausan pada silinder liner dan macetnya piston ring karena penumpukan arang hasil pembakaran yang kurang baik.

Penyebab terjadinya keausan pada silinder liner maupun pada piston ring yang berakibat adanya scavenging fire juga disebabkan oleh kondisi dari system bahan bakar yang tidak baik. Bahan bakar berkadar sulphur tinggi dan kandungan air yang melebihi kadar dari persentase yang sudah ditentukan dapat berpengaruh pada pembakaran mesin induk yang kurang sempurna.

Dalam system pembakaran pada mesin induk, jika bahan bakar yang dipakai berkadar sulphur tinggi digabungkan pemakaiannya dengan silinder oil yang ber TBN 70 maka akan menimbulkan banyak sisa pembakaran pada ring groove. Hal ini kemudian mengakibatkan keadaan dari pada piston terdapat banyak lapisan deposit yang lama kelamaan menjadi keras, kemudian menjadi penyebab cepatnya silinder liner ataupun piston ring menjadi cepat aus. Deposit yang banyak yang terjadi pada piston tersebut juga diakibatkan oleh pembakaran yang tidak sempurna yang terjadi sebagai akibat daripada beberapa unit fuel valve atau injector yang tidak bekerja dengan baik atau mengalami kebocoran. Jadi semua masalah yang timbul adalah bermuara dari pada penggantian bahan bakar yang kemudian diketahui bermasalah dan fuel injector yang bocor, tanpa memperhatikan kondisi dari pada minyak pelumasnya. Hal-hal tersebut kelihatan sebenarnya sepele tapi

akhirnya kemudian berakibat fatal yang akibatnya sambung menyambung satu sama lainnya.

Table spesifikasi bahan bakar MFO

Specification NO	PROPERTIES	SATUAN/UNIT	LIMITS		TEST METHODS	
			MIN	MAX	ASTM	IP
1	Specific Gravity 60 / 60 °F		-	0.990	D-1298	
2	Viscosity Redwood 1/100 °F	Secs	400	1250	D-445 *)	IP 70
3	Pour Point	°F	-	80	D-97	
4	Calorific Value Gross	BTU/lb	18.000	-	D-240	
5	Sulphur Content	% wt	-	3.5	D-1551/1552	
6	Water Content	% vol	-	0.75	D-95	
7	Sediment	% wt	-	0.15	D-473	
8	Netralization Value :					
	- Strong Acid Number	mgKOH/gr	-	Nil		
9	Flast Point P.M.c.c	°F	150	-	D-93	
10	Conradson Carbon Residu	% wt	-	14	D-189	

C. PEMECAHAN MASALAH

1. Alternatif pemecahan masalah akibat kurangnya volume dan kualitas minyak lumas.

a. Tingkat pemakaian minyak lumas silinder liner secara tepat

Untuk pelumasan silinder pada umumnya minyak dari kelas viskositas SAE 40 (± 160 cst/40°C) atau SAE 50 (± 230 cst/40°C). Bila dalam silinder dibakar bahan bakar dengan kadar zat belerang rendah, maka dapat digunakan minyak lumas dengan alkalitas rendah misalnya TBN 4. Pada penggunaan bahan bakar dengan kadar zat belerang lebih dari 3% maka digunakan minyak dengan alkalitas kuat (TBN 40-70, dalam keadaan ekstrim TBN 100). Tidak dikehendaki untuk menggunakan minyak tersebut dalam kombinasi dengan bahan bakar dengan kadar belerang rendah, karena dalam waktu singkat akan terbentuk endapan kalsium pada bagian atas pada torak (zuigerkroom) dibagian atas dari pegas endapan tersebut dapat meningkatkan keausan silinder dengan cepat, hubungan tersebut dapat menghapus lapisan minyak lumas secara lokal. Mengakibatkan terosif menambah keausan pada silinder liner dan piston ring keausan pada silinder liner akan seperti *clover leaf*.

Kondisi tersebut karena kelebihan dosis minyak lumas silinder jangka waktu lama untuk penambahannya 100-150% pada awal sampai ± 1500 jam, ini tidak bisa dari oleh penulis karena kekhawatiran kurang pelumasan silinder liner tidak jelas

akibanya dengan minyak silender yang alkaline banyak meninggalkan deposit abu pada sisi piston dan piston ring bagian atas.

Karena minimnya pengalaman sumber daya manusia mengakibatkan pengontrolan mengenai tingkat pemakaian minyak pelumas sumber dan observasi (pengamatan) keadaan dalam silinder kurang mendapat hasil yang baik.

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 pemakaiannya baik secara silinder individual maupun keseluruhan.

b. Memilih kualitas minyak pelumas silinder

Dalam memilih minyak pelumas khusus untuk pelumasan silinder liner yang memenuhi syarat harus dipertimbangkan akan hal-hal penting diantaranya adalah :

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

Minyak pelumas untuk silinder liner harus memiliki kekentalan (viskositas) yang sesuai dengan yang direkomendasikan pembuat engine (standard viskositas SAE 50) sehingga pada keadaan tertentu mampu membantu lapisan minyak piston ring dan silinder liner.

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 merata di dinding silinder liner akibatnya pelumasannya dalam silinder tidak sempurna.

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

Titik nyala dan titik bakar tidak boleh terlalu rendah dan terlalu tinggi, karena minyak pelumas silinder liner sebagian akan menguap dan terbakar, minyak pelumas yang terbakar tidak boleh banyak meninggalkan abu dan harus diperhatikan arang kokasnya (angka condrason).

2). Mengikuti petunjuk pabrik mesinnya.

Harus memperhatikan dan mengikuti petunjuk dari pabrik mesinnya untuk menggunakan jenis minyak lumas silinder yang dipakai. Untuk jenis minyak

pelumas silinder yang dipakai adalah grade SAE 50 dengan TBN TO, untuk sisa pembakaran 2-5%. Dimana untuk sekarang ini dipasaran banyak supplier dan jenis yang ditawarkan. Harus diyakini keasliannya minyak pelumas yang dipakai. Pilihannya harus dengan minyak pelumas silinder liner dengan mutu yang terbaik dari minyak mineral, yang bisa membatasi gesekan melindungi permukaan terhadap korosi yang berfungsi sebagai penutup rapat dan mengurangi keausan.

4). *Total Base Number (TBN)*

Menunjukkan tinggi rendahnya ketahanan minyak pelumas terhadap pengasaman, biasanya pada minyak pelumas baru (*fresh oil*). Setelah minyak pelumas tersebut di pakai dalam jangka waktu tertentu, maka nilai TBN ini akan menurun untuk mesin bensin dan diesel. Penurunan TBN ini tidak boleh sedemikian rupa hingga kurang dari 1, lebih baik diganti dengan minyak pelumas baru, karena ketahan dari minyak pelumas tersebut tidak ada.

5). *Detergency dan dispersancy*

Detergency untuk membersihkan saluran-saluran maupun bagian-bagian dari mesin yang dilalui minyak pelumas, sehingga tidak terjadi penyumbatan. Dispersancy untuk menjadikan kotoran-kotoran yang dibawa oleh minyak pelumas tidak menjadi mengendap, yang lama-kelamaan dapat menjadi semacam lumpur (*sludge*). Dengan sifat dispersancy ini kotoran-kotoran tadi dipecah menjadi partikel-partikel yang cukup halus serta diikat sedemikian rupa sehingga partikel-partikel tadi tetap mengambang di dalam minyak pelumas dan dapat dibawa di dalam peredarannya melalui system penyaringan. Partikel yang bisa tersaring oleh filter, akan tertahan dan dapat dibuang sewaktu diadakan pembersihan atau penggantian filter elemennya.

6). *Emulsification dan Demulsibility*

Sifat pemisahan oli dengan air. Sifat ini perlu diperhatikan terhadap oli yang kemungkinan bersentuhan dengan air.

7). *Kebasaan (alkalinity)*

Untuk menetralsir asam-asam yang terbentuk karena pengaruh dari luar (*gas buang*) dan asam-asam yang terbentuk karena terjadinya oksidasi.

c. Pemakaian minyak lumas silinder sesuai dengan kondisi mesin

Jenis motor diesel dengan kepala silang menggunakan system pelumasan terpisah dengan pelumas system penata gerak, minyak pelumas silinder juga disesuaikan kondisi dimana minyak lumas silinder dipakai. Hal ini penting diperhatikan karena tingkat pemakaian harus disesuaikan dengan keadaan dalam silinder. Sebagai pedoman pelumasan silinder liner sempurna apabila keadaan piston ring dan dinding silinder liner kelihatan bersih dan lembab oleh minyak pelumas, piston ring bisa bergerak bebas pada alurnya, tidak banyak meninggalkan kotoran pada piston ring bagian atas. Ujung piston ring tidak meninggalkan bekas goresan. Apabila ada penyimpangan dari kondisi seperti tersebut di atas ini perlu dicermati dengan tingkat pemakaian pelumasan silinder yang telah diikuti sesuai dengan patokan jam kerja. Apabila dalam pemeriksaan mendapati kondisi tidak normal segera disesuaikan kembali tingkat pemakaiannya dengan jalan mengurangi dan menambah jumlah minyak pelumasnya sampai kembali keadaan yang normal.

Maksud dan tujuan adalah agar supaya pemakaian minyak lumas silinder tidak terlalu banyak atau kurang sesuai kondisi operasionalnya dan bisa menjaga kondisi silinder liner yang memuaskan. Untuk main engine tipe MAN B & W 5S 60 MC menggunakan alat pelumas silinder dari hans Jensen maker pabrik yang telah disesuaikan dengan tipe 5S 60 MC.

1. Untuk ketepatan pemasukan telah di set pada kedudukan piston 1180 – 1400 setelah BDL (titik mati bawah sudut engkol).
2. Untuk minimum feed rate PDA 210 RPM = 12 ltr/d/cyl. Ini setelah jam kerja 7000 jam. Jika operational dengan N putaran, maka tingkat pemakaiannya memakai rumus $F = N/210 \times \text{feed rate tersebut}$.
3. Untuk pengurangan atau penambahan secara individual silinder dengan cara memutar baut 60 kekanan dan kekiri dengan melonggarkan baut stoppernya dulu pada alat pelumas silinder, untuk pengaturan bersama bisa merubah tuas C pada kedudukan minimum, med, max, jadi hasil pemompaan minyak lumas silinder diatur struknya (langkah pompa) dengan jalan mengatur seperti tersebut di atas.
4. Untuk penyesuaian tingkat pemakaian minyak lumas silinder perlu disesuaikan pada saat kondisi :

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

Minyak pelumas perlu ditingkatkan dengan mengatur tuas C pada kedudukan medium atau maksimum, ini penting karena fungsi piston ring atas dihambat berdasarkan kondisi dan bekerja sebagai *scraper oil*.

5. Untuk penyesuaian dengan kondisi dalam silinder perlu mempertimbangkan hasil pemeriksaan dalam silinder bila ada ketidak normalan, maka bisa merubah secara individual pada alat pelumas silinder. Dengan menyetel kedudukan stroke pompa. Umpama pada piston dan piston ring banyak deposit dan basah, maka minyak silinder perlu dikurangi, jika kelihatan kering dan mengkilat perlu ditambah sampai kondisi normal pada pemeriksaan selanjutnya.

d. Meningkatkan pemeriksaan bagian dalam silinder

Dalam pengontrolan pemakaian minyak pelumas silinder liner sesuai dengan yang diharapkan maka sumber daya manusia sangat penting sekali di atas kapal yang bertanggung jawab langsung di lapangan harus meningkatkan kemampuan dan ketelitiannya untuk mengetahui kondisinya yang baik.

1. Sesering mungkin mengadakan pengecekan bagian sisi dalam silinder liner, dan harus dicatat keadaanya dari silinder liner itu, piston ring, piston atau sisa pembakaran yang menempel pada piston yang mengotori alur piston ring.
2. Kemudian membandingkan antara hasil observasi dengan buku instruksinya, maka akan dapat menentukan tingkat pemakaian minyak pelumas sesuai dengan keadaan sebenarnya.

Maka dengan cara tersebut akan dapat meningkatkan kemampuannya untuk menganalisa hasil pemeriksaan yang berbeda-beda. Dari hasil pemeriksaan itulah sebagai pertimbangan untuk mengambil tindakan lebih lanjut seperti pengaturan minyak lumas dan perawatan selanjutnya, karena dengan pemeriksaan dapat lebih teliti lagi melalui pintu-pintu bilas diwaktu diadakan pembersihan ruangnya ini bisa diketahui beberapa keadaan, sampai hasil

pembakaran tidak sempurna dengan visual dan sisa-sisa pembakaran dalam silinder tersebut.

3. Alternatif pemecahan masalah bahan bakar dengan kadar sulphur yang tinggi

a. Piston dan piston ring bagian atas termakan / grepes, cepat kotor, serta ruang udara bilas bagian bawah cepat kotor

Walaupun harganya sedikit mahal namun mengingat efeknya terhadap mesin untuk dalam jangka panjang, oleh sebab itu jika memungkinkan memilih bahan bakar dengan kualitas yang baik. Secara umum perusahaan pelayaran akan memilih bahan bakar yang akan digunakan dengan harga yang relative murah dengan pertimbangan efisiensi. Karena supplier menawarkan beberapa criteria bahan bakar maka paling tidak perusahaan harus mempunyai patokan pada persyaratan sesuai spesifikasi yang dapat digunakan dikapal. Beberapa hal yang perlu dipertimbangkan diantaranya adalah :

1. Viskositas

Viskositas (kekentalan) bahan bakar yang memenuhi syarat (standar yang direkomendasikan berviskositas 180 Cst) karena berhubungan dengan temperature sesuai kemampuan heater bahan bakar di atas kapal untuk bisa tercapainya pembakaran yang sempurna.

2. Density (berat jenis)

Density dan viskositas hubungannya lebih fleksibel dengan viskositas yang lebih tinggi (standar 0.958/15°C) ini untuk memungkinkan batasan density bagi purifier yang ada.

3. Sulphur

Kandungan sulphur yang ada pada bahan bakar harus pasti, karena untuk penyesuaian dengan minyak pelumas pada silinder liner yang beralkalis tinggi.

4. Ash (abu)

Bahan bakar mengandung senyawa vanadium yang menyebabkan terbentuknya abu, sebagian data tersebut di atas bisa ditemukan pada fuel specification sebagai patokan dan pilihan dari bahan bakar yang akan digunakan.

5. Kebersihan bahan bakar

Kebersihan bahan bakar hal yang penting dipertimbangkan, akan tetapi bahan bakar yang benar-benar bersih tidak mungkin karena secara alami muncul bahan organik, lumpur dan pasir.

b. Meningkatkan fungsi pembersihan bahan bakar

Kebersihan dari bahan bakar sangat penting sekali karena dengan harapan bahan bakar yang sampai dipengabut dan disemprotkan kedalam silinder benar-benar bersih.

Pembersihan bahan bakar silinder dalam sistim :

1. Bahan bakar dari settling tank ditransfer ke tangki service tank melalui proses purifier dan clarifier.
2. Tangki settling dan tangki service sering dicerat, terutama pada tangki settling karena lumpur dan air akan mengendap sebagian setelah dipanaskan $\pm 60 - 800^{\circ}\text{C}$.
3. Filter-filter yang ada dalam system bahan bakar harus sering dibersihkan.
4. 1" filter dan 2" filter bahan bakar inlet motor induk setelah pelayaran dibersihkan.

c. Mengadakan pengontrolan ketat selama proses bunker.

Sebagai Chief Engineer di atas kapal diperlukan ketelitian atau kejelian sebelum menerima bahan bakar/bunker, untuk itu sebelum bunker dilaksanakan, dipastikan dulu jenis bahan bakar yang akan diterima apakah sesuai dengan permintaan baik itu :

1. Viskositasnya bahan bakar harus jelas, dimana ini perlu untuk penanganan dalam pembersihan purifier atau untuk menentukan pemanasan itu.
2. Density atau bahan bakar yang dipakai MFO 180 cst/500°C, pada umumnya yang berkualitas baik 0,957. Tapi bila bunker di Singapore density yang ada sekitar 0,989, hal ini sangat perlu dicermati karena kemungkinan banyak mengandung sedimen-sedimen. Untuk membantu atau memperbaiki bahan bakar perlu ditambahkan sejenis larutan yang umum dipakai fuel oil treatment dari jenis product apa, misalnya drow ameroid, unitor dan lainnya. Dan untuk pencampurannya berapa liter untuk

berapa ton bahan bakar sudah ada aturannya, dan ini diisi sebelum bunker di mulai.

3. Pengambilan sample ini perlu dan ini harus diketahui supplier dan disegel untuk keperluan test laboratorium bila terjadi hal yang tidak diinginkan.

d. Sumber daya manusianya di atas kapal perlu ditingkatkan dengan pelatihan serta pengetahuan tambahan.

Adakan training untuk sumber dayamanusia diatas kapal

Mengingat bahwa crew kapal merupakan salah satu asset dari perusahaan, untuk kemampuan di lapangan disamping bekal teori dasar bangku sekolah dan kemampuan mengembangkan diri serta kesempatan bekerja pada jenis kapal dan lamanya bekerja di atas kapal, dimana diperukan tenaga terampil yang tidak hanya langsung dapat menangani jenis-jenis perawatan terhadap mesin-mesin yang ada di atas kapal secara berkesinambungan, tetapi juga memiliki pengetahuan yang luas tentang informasi-informasi yang berguna sebagai pengontrolan yang baik khususnya dalam peneerimaan bahan bakar ataupun minyak pelumas yang bermutu sesuai dengan criteria yang dibutuhkan mesin di atas kapal. Selain itu juga mengetahui langkah-langkah apa yang perlu diambil jika sampai terjadi pengiriman bahan bakar yang tidak sesuai kebutuhan. Untuk itu sumber daya manusia perlu dibekali keterampilan-keterampilan tambahanyang tidak hanya menyangkut hal perawatan mesin yang bersifat khusus, tetapi juga terhadap pengontrolan dan tindakan apa yang harus dilaksanakan. Jadi semacam pelatihan atau yang lebih dikenal stilah (on board fraining) oleh seorang trainer yang benar-benar menguasai bidangnya. Dengan adanya pelatihan-pelatihan tambahan sumber daya manusia di kapal menjadi lebih terampil dalam melaksanakan tidak hanya perawatan yang berkesinambungan terhadap mesin-mesin sesuai standard tetapi juga terhadap bahan bakar yang akan digunakan sehingga apa yang menjadi harapan perusahaan yaitu kelancaran operasional pelayaran untuk mengoperasikan kapalnya.

3. Evaluasi pemecahan masalah

a. Evaluasi pemecahan masalah terhadap volume dan kualitas minyak lumas.

1. Tingkat pemakaian minyak lumas silinder secara tepat.

Keuntungan :

Pelumasan silinder liner sempurna dimana keadaan piston ring dan dinding silinder liner kelihatan bersih dan lembab oleh minyak pelumas, piston ring bisa bergerak bebas pada alurnya, tidak banyak meninggalkan kotoran pada piston ring bagian atas. Ujung piston ring tidak meninggalkan bekas goresan.

Kerugian :

Dengan bahan bakar kadar belerang rendah jika pemakaian minyak lumas silinder tidak tepat, maka dalam waktu singkat akan terbentuk endapan kalsium pada bagian atas dari torak (zuigerkroom) dibagian atas dari pegas. Endapan tersebut dapat menghapus lapisan minyak lumas secara local. Mengakibatkan terosif menambah keausan pada silinder liner dan piston ring keausan pada silinder liner akan seperti clover leaf (daun semanggi). Kondisi tersebut karena kelebihan dosis minyak lumas silinder jangka waktu lama untuk penambahan 100-150% pada awal sampai \pm 1500 jam yang alkaline banyak meninggalkan deposit abu pada sisi piston dan piston ring bagian atas.

2. Memilih kualitas minyak pelumas silinder.

Keuntungan :

Minyak pelumas dengan kualitas yang baik pada keadaan tertentu mampu membentuk lapisan minyak antara piston ring dan silinder liner secara sempurna.

Kerugian :

Kalau minyak pelumas kualitasnya kurang baik maka lapisan minyak pada dinding silinder akan mudah terputus, pelumasan tidak sempurna, keausan jadi meningkat

3. Pemakaian minyak lumas silinder segera disesuaikan dengan kondisi mesin.

Kerugian :

Pelumasan silinder liner sempurna dimana keadaan piston ring dan dinding silinder liner kelihatan bersih dan lembab oleh minyak pelumas, piston ring bisa bergerak bebas pada alurnya, tidak banyak meninggalkan kotoran pada piston ring bagian atas. Ujung piston ring tidak meninggalkan bekas goresan. Maksud dan tujuannya adalah agar supaya pemakaian minyak lumas silinder tidak terlalu banyak atau kurang, sesuai kondisi operasionalnya dan bisa menjaga kondisi silinder liner yang memuaskan.

Kerugiannya :

Dengan bahan bakar kadar belerang rendah jika pemakaian minyak lumas silinder tidak tepat, maka dalam waktu singkat akan terbentuk endapan kalsium pada bagian atas torak (zuigerkroom) dibagian atas dari pegas. Endapan tersebut dapat meningkatkan keausan silinder dengan cepat, hubungan tersebut dapat menghapus lapisan minyak lumas secara lokal. Mengakibatkan terosif menambah keausan pada silinder liner dan piston ring keausan pada silinder liner.

4. Meningkatkan pemeriksaan bagian dalam silinder.

Keuntungan :

Dengan pemeriksaan melalui pintu-pintu bilas dengan teliti di waktu diadakan pembersihan ruangnya, maka diketahui beberapa keadaan sampai hasil pembakaran tidak sempurna dengan visual keadaan piston ring dan sisa-sisa pembakaran dalam silinder. Antara hasil observasi dengan buku instruksinya, maka akan dapat menentukan tingkat pemakaian minyak pelumas sesuai dengan keadaan yang sebenarnya.

Tidak dapat diketahui keadaan piston ring dan keadaan scavange room dan otomatis pemakaian minyak lumas tidak bisa ditentukan dengan tepat. Tanpa pemeriksaan melalui pintu-pintu bilas akan berakibat fatal terhadap adanya scavange lock. Jika tidak segera dibersihkan maka akan berakibat bocor dan terkontaminasinya minyak lumas sump tank oleh zat arang.

b. Evaluasi pemecahan masalah bahan bakar yang kualitasnya kurang baik.

1. Penggunaan bahan bakar yang berkualitas baik

Keuntungan :

Bahan bakar yang berkualitas baik yang sesuai dengan karakteristik seperti viscosity, density, sulphur, ash yang baik pula sehingga kondisi silinder liner terjaga dan kestabilan penggunaan minyak lumas dengan kondisi minyak lumas yang normal atau meminimalisasi penggantian minyak lumas yang disesuaikan dengan karakteristik bahan bakar.

Kerugian :

Bahan bakar yang buruk akan merusak silinder liner secara langsung karena terbentuknya zat arang yang berlebih dan perlunya perhatian ekstra terhadap pemilihan minyak lumas dikarenakan buruknya karakteristik bahan bakar.

2. Meningkatkan fungsi pembersihan bahan bakar.

Keuntungan :

Bahan bakar yang disemprotkan oleh pengabut benar-benar bersih sehingga pembakaran sempurna dan tidak terbentuk zat arang berlebih sehingga kondisi silinder liner terjaga.

Kerugian :

Bahan bakar tanpa pembersihan akan mengakibatkan pengabutan yang tidak sempurna yang menghasilkan zat arang yang berlebihan dan pengontrolan merusak lapisan minyak lumas silinder liner.

3. Mengadakan pengontrolan ketat selama proses bunker

Keuntungan :

Dapat memastikan jenis dan karakteristik bahan bakar yang akan diterima apakah sesuai dengan permintaan, sehingga tidak terjadi masalah lebih lanjut terhadap mesin induk khususnya silinder liner.

Kerugian :

Jika bahan bakar yang diterima berkualitas buruk dan tidak ada pengontrolan maka inilah awal dari masalah terhadap keausan silinder liner.

4. Sumber daya manusianya di atas kapal perlu ditingkatkan dengan pelatihan serta pengetahuan tambahan.

Keuntungan :

Dengan adanya pelatihan-pelatihan tambahan sumber daya manusia di kapal menjadi lebih terampil dalam melaksanakan tidak hanya perawatan yang berkesinambungan terhadap mesin-mesin sesuai standard tetapi juga terhadap kualitas bahan bakar yang akan digunakan sehingga apa yang menjadi harapan perusahaan yaitu kelancaran operasional pelayaran untuk mengoperasikan kapalnya. Selain itu juga mengetahui langkah-langkah apa yang perlu diambil jika sampai terjadi pengiriman bahan bakar yang tidak sesuai dengan kebutuhan.

Kerugian :

Crew kapal tidak mengetahui langkah-langkah apa yang akan diambil guna menjaga pemakaian bahan bakar yang layak atau standard sesuai yang diharapkan.

c. Pemecahan masalah yang diambil

Sesuai dengan evaluasi pemecahan masalah maka penulis memilih pemecahan masalah untuk mencegah terjadinya keausan pada silinder mesin induk sebagai berikut :

1. Tingkat pemakaian minyak pelumas silinder secara tepat.

Meningkatkan pemakaian minyak pelumas yang baik yang memiliki sifat dan kandungan-kandungan di dalamnya sesuai ketentuan yang berlaku. Dengan kadar TBN, viscosity, flashpoint, detergency dan dispersency yang sesuai dengan penggunaan minyak pelumas silinder liner.

2. Penggunaan bahan bakar yang berkualitas baik.

Penggunaan bahan bakar dengan kualitas baik tergantung dengan kualitas minyak yang diterima di atas kapal, jika kandungannya kurang baik sebagai awak kapal hanya bisa melakukan treatment dengan campuran bahan kimia dan mengoptimalkan system penyaringan dan purifikasi secara maksimal. Semua itu hanya mengurangi kondisi yang buruk yang akan terjadi di kemudian hari.

Bahan bakar yang baik yaitu bahan bakar dengan kandungan sulphur, density, dan flash pointnya sesuai standart penggunaan dari jenis mesin yang

di gunakan. Dalam masalah ini yang perlu diperhatikan yaitu mengenai kandungan sulphur jangan melebihi atau kurang dari batas yang ditentukan.

BAB IV

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Dari analisa dan pembahasan keausan silinder liner pada mesin induk disebabkan oleh beberapa faktor antara lain kondisi minyak lumasnya sendiri yang tidak baik akibat telah terkontaminasi yang terus digunakan dan dibiarkan tanpa monitoring yang baik dan juga cara running in pada piston ring yang baru dipasang tidak dilakukan maupun kondisi dari system aparat pelumasan yang salah satunya tidak berfungsi, yang kemudian digabungkan lagi dengan kondisi dari system pembakaran yang juga buruk yang ditandai dengan beberapa fuel injectors yang tidak berfungsi dengan sebagaimana mestinya, juga kondisi dari bahan bakarnya yang banyak mengandung sulphur.

Adapun kondisi-kondisi yang menyebabkan hal ini sampai terjadi dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Mengenai kandungan TBN yang tidak sesuai dengan penggunaan jenis bahan bakar yang tepat maka terjadi penumpukan karbon yang dapat mengakibatkan tingkat keausan silinder liner dan piston ring meningkat.
2. Pemakaian bahan bakar yang buruk dan mengandung sulphur tinggi menyebabkan pembakaran tidak sempurna yang akan merusak silinder liner, piston dan piston ring secara langsung karena terbentuknya zat arang yang berlebih yang mengakibatkan lapisan piston groove dan piston ring termakan (grepes).

B. Saran – saran

Dari kesimpulan yang didapatkan maka penulis mencoba memberikan saran-saran agar hal seperti yang disebutkan di atas tidak terjadi lagi dikemudian hari.

Saran – saran tersebut antara lain :

1. Pemakaian minyak lumas sesuai dengan kondisi mesin agar supaya pemakaian minyak lumas tidak terlalu banyak atau kurang sesuai kondisi operasionalnya dan bisa menjaga kondisi silinder liner yang memuaskan.
2. Meningkatkan fungsi pembersihan bahan bakar dengan harapan bahan bakar yang sampai dipengabut dan disemprotkan ke dalam silinder benar-benar bersih. Bahan bakar dari settling tank ditransfer ke tangki service melalui proses purifier yang baik, serta melakukan pemanasan terhadap tangki akan kotoran dan endapan dapat dicerat dengan mudah, dan juga filter-filter bahan bakar harus selalu di bersihkan, cara ini hanya mengurangi bukan mengoptimalkan bahan bakar yang kondisi kandunganya buruk.

DAFTAR PUSTAKA

MIYAKE, S. “Cylinder Condition Of Large Two-Stroke Engines”, CIMAC Congress, Hamburg 2001.

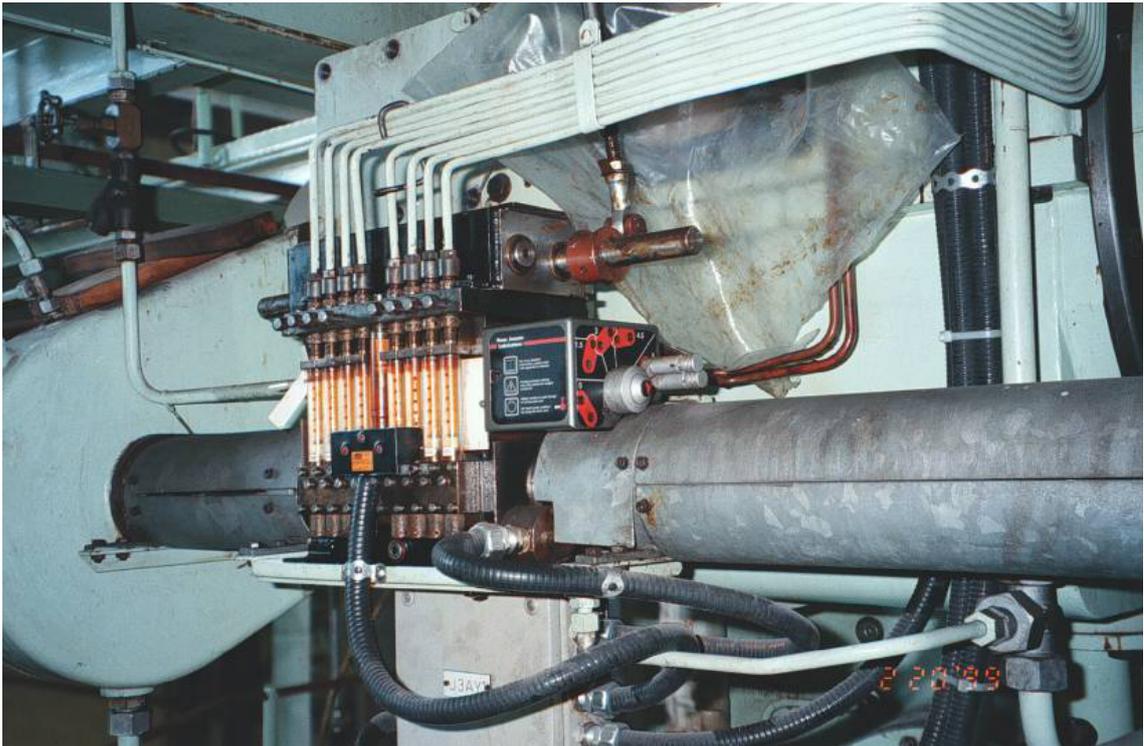
Instruction Manual Book Mitsui B&W 5S 60 MC Japan.

Marine Diesel Engine Technology Simposium by Mobil Oil.

Van, Manen P, 1983, Motor Diesel Kapal, Jakarta.

C.C Pounder, 1973, Marine Diesel Engines Fifth Edition.

Lampiran 1 : Foto cylinder lubricator pump.



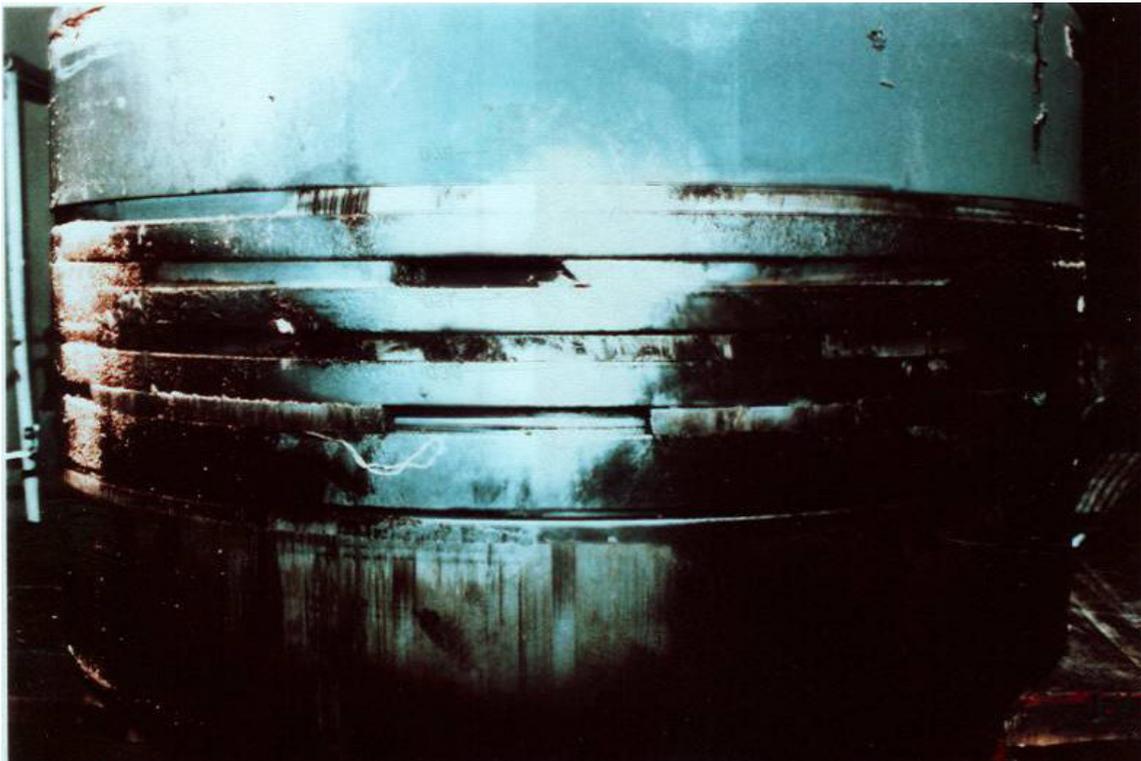
Lampiran 2 : Kondisi piston dengan penumpukan arang pada piston groove.



Lampiran 3 : Tabel ukuran piston menurut standar manual.

Max permissible piston burn away (mm)			
Engine Sieze	Oros Piston		Old design
	Inner	Outer	
98	0 to 460mm	460 to 980mm	-
	15	10	
90	0 to 420mm	420 to 900mm	22
	12	8	
80	0 to 375mm	375 to 800mm	20
	9	6	
70	0 to 325mm	325 to 700mm	20
	9	6	
60	0 to 280mm	280 to	15
	9	6	

Lampiran 4 : kondisi piston ring patah dan rusak.



Lampiran 5 : Kondisi silinder liner saat mengalami crack dan mengalami keausan.



Lampiran 6 : Tabel sulphur content for alpha lubricator system.

Alpha Lubricator System

Adjusting Alpha Lub. using ACC
BN 40 Cylinder Oil

ACC factor g/kWh x S%							g/kWh	HMI setting
0.26	0.27	0.29	0.30	0.31	0.33	0.34		
Sulphur content %								
0	0	0	0	0	0	0	0.61	56
1,4	1,3	1,2	1,2	1,1	1,1	1,0	0.61	56
1,5	1,4	1,3	1,3	1,2	1,2	1,1	0.65	60
1,6	1,5	1,4	1,4	1,3	1,3	1,2	0.71	66
1,7	1,6	1,5	1,5	1,4	1,4	1,3	0.77	71
1,8	1,8	1,7	1,6	1,5	1,5	1,4	0.83	77
2,0	1,9	1,8	1,7	1,6	1,6	1,5	0.89	82
2,1	2,0	1,9	1,8	1,7	1,7	1,6	0.95	88
2,2	2,1	2,0	1,9	1,8	1,8	1,7	1.01	93
2,4	2,3	2,1	2,0	2,0	1,9	1,8	1.07	98
2,5	2,4	2,3	2,2	2,1	2,0	1,9	1.13	104
2,6	2,5	2,4	2,3	2,2	2,1	2,0	1.19	109
2,8	2,6	2,5	2,4	2,3	2,2	2,1	1.25	115
2,9	2,8	2,6	2,5	2,4	2,3	2,2	1.31	120
3,0	2,9	2,7	2,6	2,5	2,4	2,3	1.37	126
3,2	3,0	2,9	2,7	2,6	2,5	2,4	1.43	131
3,3	3,1	3,0	2,8	2,7	2,6	2,5	1.49	137
3,4	3,3	3,1	3,0	2,8	2,7	2,6	1.55	142
3,6	3,4	3,2	3,1	2,9	2,8	2,7	1.61	148
3,7	3,5	3,3	3,2	3,0	2,9	2,8	1.67	153
3,8	3,6	3,4	3,3	3,1	3,0	2,9	1.70	156

Lampiran. 7 Tabel spesifikasi minyak pelumas silinder

Typical Properties

Mobil Cylinder Oils	Mobil 600 W Cylinder Oil	Mobil 600 W Super Cylinder Oil	Mobil Extra Hecla Super Cylinder Oil	Mobil Extra Hecla Super Cylinder Oil Mineral
ISO Viscosity Grade	--	460	680	1000
Viscosity, ASTM D 445				
cSt @ 40°C	375	460	680	1000
cSt @ 100°C	28.0	30.5	35.8	42.0
Viscosity Index, ASTM D 2270	95	95	85	80
Pour Point, °C, ASTM D 97	-9	-6	0	3
Flash Point, °C, ASTM D 92	282	282	282	288
Density, ASTM D4052 @15.6° C kg/l,	0.90	0.91	0.92	0.92
Copper Strip Corrosion, ASTM D 130,3 hrs @ 100° C	1B	1B	1B	1B