

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



MAKALAH

**ANALISIS PENURUNAN PERFORMA MESIN INDUK DI
KAPAL OSV CERMAT**

Oleh :

MUHAMMAD FAKHRIZAL AKBARI
NIS. 01801/T-1

**PROGRAM PENDIDIKAN DIKLAT PELAUT - 1
JAKARTA
2022**

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



MAKALAH

**ANALISIS PENURUNAN PERFORMA MESIN INDUK DI
KAPAL OSV CERMAT**

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

Oleh :

MUHAMMAD FAKHRIZAL AKBARI

NIS. 01801/T-I

PROGRAM PENDIDIKAN DIKLAT PELAUT - 1

JAKARTA

2022

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



TANDA PERSETUJUAN MAKALAH

Nama : MUHAMMAD FAKHRIZAL AKBARI
No. Induk Siswa : 01801/T-1
Program Pendidikan : DIKLAT PELAUT - I
Jurusan : TEKNIKA
Judul : ANALISIS PENURUNAN PERFORMA MESIN INDUK
DI KAPAL OSV CERMAT

Jakarta, 05 Juli 2022

Pembimbing I,

Dr. Ali Muktar Sitompul, M.T.
NIP. 19730331 200604 1 001

Pembimbing II,

Drs. Renhard Manurung, M.M
NIP. 19550926 197603 1 001

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknika

Diah Zakiah, ST, MT
NIP. 19790517 200604 2 015

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



TANDA PENGESAHAN MAKALAH

Nama : MUHAMMAD FAKHRIZAL AKBARI
No. Induk Siwa : 01801/T-1
Program Pendidikan : DIKLAT PELAUT - I
Jurusan : TEKNIKA
Judul : ANALISIS PENURUNAN PERFORMA MESIN INDUK
DI KAPAL OSV CERMAT

Penguji I

Denny Fitria, S.SI., MT
NIP. 19800727 200912 1 001

Penguji II

Dr. Ali Muktar Sitompul, M.T
NIP. 19730331 200604 1 001

Mengetahui
Ketua Jurusan Teknika

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

KATA PENGANTAR

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

“ANALISIS PENURUNAN PERFORMA MESIN INDUK DI KAPAL OSV CERMAT”

Makalah ini diajukan dalam rangka melengkapi tugas dan untuk memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan program pendidikan Ahli Teknik Tingkat - I (ATT -I).

Dalam rangka pembuatan atau penulisan makalah ini, penulis sepenuhnya merasa bahwa masih banyak kekurangan baik dalam teknik penulisan makalah maupun kualitas materi yang disajikan. Untuk itu saran dan kritik yang bersifat membangun sangat penulis harapkan.

Dalam penyusunan makalah ini juga tidak lepas dari keterlibatan banyak pihak yang telah membantu, sehingga dalam kesempatan ini pula penulis mengucapkan rasa terima kasih yang terhormat :

1. Capt. Sudiono, M.Mar, selaku Ketua Sekolah tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta.
2. Bapak Dr. Ali Muktar Sitompul, MT, selaku Kepala Divisi Pengembangan Usaha Sekolah tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta, sekaligus sebagai Dosen Pembimbing I yang telah meluangkan waktu untuk memberikan saran dan pikirannya mengarahkan penulis pada sistematika materi yang baik dan benar
3. Ibu Diah Zakiah, ST, MT, selaku Ketua Jurusan Teknik Sekolah tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta.
4. Drs. Renhard Manurung, M.M., selaku dosen pembimbing II yang telah meberikan waktunya untuk membimbing proses penulisan makalah ini
5. Seluruh Dosen dan staf pengajar Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta yang telah memberikan bantuan dan dorongan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan tugas makalah ini.
6. Seluruh rekan-rekan yang ikut memberikan sumbangsih pikiran dan saran serta keluarga besar, istri dan anak-anak saya yang telah memberikan motivasi selama penyusunan makalah ini.

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

Jakarta, 05 Juli 2022

Penulis,



MUHAMMAD FAKHRIZAL AKBARI

NIS. 01811/T-I

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
TANDA PERSETUJUAN MAKALAH	ii
TANDA PENGESAHAN MAKALAH	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi, Batasan dan Rumusan Masalah	2
C. Tujuan dan Manfaat Penelitian	3
D. Metode Penelitian	3
E. Waktu dan Tempat Penelitian	5
F. Sistematika Penulisan	5
BAB II LANDASAN TEORI	
A. Tinjauan Pustaka	7
B. Kerangka Pemikiran	18
BAB III ANALISIS DAN PEMBAHASAN	
A. Deskripsi Data	20
B. Analisis Data	20
C. Pemecahan Masalah	54
BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN	
A. Kesimpulan	61
B. Saran	61
DAFTAR PUSTAKA	63
LAMPIRAN	
DAFTAR ISTILAH	

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 <i>Guide standard Measuring Temperature</i>	22
Tabel 3.2 Data Performa Mesin Induk.....	23
Tabel 3.3 Pengukuran <i>cylinder liner, piston ring gap</i> dan <i>grove</i>	24

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 3.1 Ruang Udara Bilas (<i>Scaving room</i>)	20
Gambar 3.2 <i>Main Engine</i> dan <i>Turbo Charger Blower Side</i>	21
Gambar 3.3 Diagram Indikator	22
Gambar 3.4 <i>Standard Cylinder Oil Feed Rate in use Alpha Lubricator</i>	25
Gambar 3.5 Sampel bahan bakar	27
Gambar 3.6 Hasil Uji Laboratorium Bahan bakar lembar pertama	27
Gambar 3.7 Hasil Uji Laboratorium Bahan Bakar lembar kedua	28
Gambar 3.8 <i>Ring Piston</i> mesin 2 tak.....	29
Gambar 3.9 <i>Ring Piston</i> mesin 4 tak.....	30
Gambar 3.10 Pembersihan Ruang <i>Scavage Box</i>	31
Gambar 3.11 Pembersihan Ruang <i>Scavage</i> air	31
Gambar 3.12 Pengambilan <i>Clearance Ring Piston</i>	32
Gambar 3.13 Kondisi <i>Ring Piston</i> silinder 1 sampai silinder 6.....	32
Gambar 3.14 Ruang <i>scavage air</i>	33
Gambar 3.15 <i>Exhaust valve main engine 2 stroke</i>	34
Gambar 3.16 <i>Sitting exhaust valve</i> Ketika pengambilan clearance	35
Gambar 3.17 <i>Exhaust valve</i> Ketika pengambilan clearance	35
Gambar 3.18 Letak <i>control rack</i> pada pompa injeksi.....	36
Gambar 3.19 Posisi <i>Fuel Rack</i>	37
Gambar 3.20 <i>Fuel Rack</i>	37
Gambar 3.21 Pengambilan <i>Control Fuel Rack</i>	38
Gambar 3.22 <i>Control Rack</i> bahan bakar	38
Gambar 3.23 <i>Viscosimeter</i>	39
Gambar 3.24 Sistem bahan bakar	40
Gambar 3.25 <i>F.O.Heater M/E No.1 & No.2</i>	41
Gambar 3.26 <i>Adjuster F.O Heater temperature</i>	42
Gambar 3.27 <i>Turbo Charge</i>	43
Gambar 3.28 Sistem Udara pada <i>Main Engine</i>	43
Gambar 3.29 <i>Inlet & outlet S.W line Air Cooler</i>	44

Gambar 3.30 <i>Turbo Charge</i>	45
Gambar 3.31 <i>Engine Control Monitor</i>	46
Gambar 3.32 <i>Service Tank Drain Valve</i>	47
Gambar 3.33 <i>F.O Purifier</i>	48
Gambar 3.34 Hasil Uji Laboratorium bahan bakar	48
Gambar 3.35 <i>Jacket cooling line</i>	49
Gambar 3.36 <i>F.W Cooling System</i>	50
Gambar 3.37 <i>F.W Cooler</i>	51
Gambar 3.38 <i>Water flow in F.W cooler</i>	51
Gambar 3.39 <i>Log Book Engine</i>	52
Gambar 3.40 <i>VIT (Variable Injection Timing)</i>	53
Gambar 3.41 Pengambilan <i>VIT (Variable Injection Timing)</i>	53
Gambar 3.42 <i>Fuel Oil Sistem</i>	54
Gambar 3.43 <i>Fuel oil Filter</i>	55
Gambar 3.44 <i>Cerobong main engine</i>	56
Gambar 3.45 <i>Engine Log Book</i>	57
Gambar 3.46 <i>Lubricating Oil Cooler</i>	58
Gambar 3.47 <i>Plate L.O Cooler</i>	59
Gambar 3.48 <i>Intercooler sisi udara</i>	60
Gambar 3.49 <i>Intercooler sisi air laut</i>	60
Gambar 3.50 <i>Saringan Sea Cheast</i>	61
Gambar 3.51 <i>Plate Fresh water cooler</i>	62
Gambar 3.52 <i>Saringan Sea Cheast</i>	63

BAB I

PENDAHULUAN

A. LATAR BELAKANG

Kapal merupakan sarana transportasi laut yang memegang peranan sangat penting dalam kemajuan industri dibidang maritim. Perusahaan pelayaran yang bergerak dibidang jasa transportasi laut dituntut untuk dapat menyediakan armada kapalnya secara aman, efisien dan selalu tepat waktu disetiap pelabuhan yang akan dituju. Sehingga perusahaan pelayaran dapat terus bertahan dan tidak mengalami kebangkrutan ditengah ketatnya persaingan dunia usaha secara global.

Performa mesin induk tidak terlepas dari dukungan dari pesawat-pesawat bantu dan komponen penunjangnya. Untuk itu diperlukan sistem perawatan secara terencana dan berkesinambungan untuk menjaga performa mesin induk tetap optimal. Banyak faktor yang menyebabkan performa mesin induk menurun, salah satunya yaitu pengaruh pembakaran yang kurang sempurna. Adapun tanda-tanda mesin induk mengalami gangguan diantaranya yaitu *temperature* gas buang terlalu tinggi, asap hitam tebal di cerobong, *temperature* sistem pendingin tinggi, tekanan *lubricating oil* terlalu rendah dan getaran mesin induk tinggi. Jika ditemukan tanda-tanda tersebut dapat dipastikan bahwa ada gangguan pada mesin induk.

Kondisi penurunan performa mesin induk sebagaimana dijelaskan di atas, seperti yang penulis temui di atas kapal OSV CERMAT. Masalah tersebut seperti *temperature* gas buang terlalu tinggi mencapai 440°C, dimana suhu idealnya yaitu 350°C – 380°C sehingga terdengar bunyi *alarm* di dalam kamar mesin. Masalah lainnya yaitu *temperature* sistem pendingin terlalu tinggi, tekanan *lubricating oil* terlalu rendah dan mesin sering mati tiba-tiba. Adanya masalah-masalah tersebut menyebabkan performa mesin induk menurun, sehingga terjadi penundaan (*delay*) dalam pengiriman cargo dan *finalty* yang menyebabkan kerugian besar.

Dari latar belakang di atas penulis tertarik untuk menulis judul : “ANALISIS PENURUNAN PERFORMA MESIN INDUK DI KAPAL OSV. CERMAT”.

B. IDENTIFIKASI, BATASAN DAN RUMUSAN MASALAH

1. Identifikasi Masalah

Dari uraian latar belakang di atas, dapat diidentifikasi beberapa masalah yang timbul dalam mengoptimalkan perawatan bahan bakar guna menunjang kelancaran operasional mesin induk di kapal, sebagaimana hal di atas dapat diidentifikasi beberapa masalah sebagai berikut :

- a. *Temperature* gas buang terlalu tinggi
- b. *Temperatur* sistem pendingin tinggi
- c. Tekanan *lubricating oil* terlalu rendah
- d. Mesin sering mati tiba-tiba

2. Batasan Masalah

Sehubungan dengan luasnya permasalahan dan keterbatasan waktu untuk penelitian, maka penulis hanya membatasi pada 2 (dua) permasalahan yang menjadi prioritas, yaitu :

- a. *Temperature* gas buang terlalu tinggi
- b. Mesin sering mati tiba-tiba (*shutdown*)

3. Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah dan batasan masalah di atas, maka penulis dapat merumuskan beberapa masalah yang akan dibahas pada bab selanjutnya sebagai berikut :

- a. Apa yang menyebabkan *temperature* gas buang terlalu tinggi ?
- b. Mengapa mesin sering mati tiba-tiba (*shutdown*) ?

C. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

1. Tujuan Penelitian

- a. Untuk menganalisis dan mencari solusi apa yang menyebabkan *temperature* gas buang terlalu tinggi.
- b. Untuk menganalisis dan memecahkan masalah mengapa mesin sering mati tiba-tiba (*shutdown*).

2. Manfaat Penelitian

a. Aspek Teoritis

- 1) Sebagai suatu masukan bagi penulis dan pembaca dalam mengatasi dan mengambil solusi yang dihadapi dalam meningkatkan performa mesin induk.
- 2) Mendapatkan ijazah Ahli Teknika Tingkat-1 di Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran.

b. Aspek Praktisi

- 1) Memberi sumbangan pengetahuan langsung maupun tidak langsung bagi sesama rekan kerja di atas kapal.
- 2) Sebagai pertimbangan dan pengalaman bagi perusahaan serta pembaca makalah.

D. METODE PENELITIAN

1. Teknik Pendekatan

Metode pendekatan yang digunakan dalam makalah adalah *deskriptif kualitatif*. *Deskriptif kualitatif* adalah upaya pengolahan data menjadi sesuatu yang dapat diutarakan secara jelas dan tepat dengan tujuan agar dapat dimengerti oleh orang yang tidak langsung mengalaminya sendiri, yang disajikan dalam uraian kata-kata.

2. Teknik Pengumpulan Data

Dalam penyusunan makalah, penulis menggunakan beberapa cara untuk membantu dalam menganalisa dan membahas permasalahan yang ada. Adapun teknik pengumpulan data yang digunakan yaitu :

a. Teknik Observasi (Berupa Pengamatan)

Data-data diperoleh dari pengamatan langsung di lapangan sehingga ditemukan masalah-masalah yang terjadi sehubungan analisis penurunan performa mesin induk dengan menjaga *temperature* gas buang pada batas normal.

b. Studi Dokumentasi

Data-data diambil dari dokumen-dokumen yang ada di atas kapal seperti *ship particular, manual book, maintenance record* dan lain-lain.

c. Studi Kepustakaan

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

3. Subjek Penelitian

Subjek penelitian dalam penyusunan makalah yaitu mesin induk di atas kapal OSV CERMAT.

4. Teknik Analisis Data

Dalam pengambilan Teknik Analisis Data yang digunakan penulis dalam penyusunan penulisan makalah adalah analisis data akan akar permasalahan yang diuraikan/dibahas berdasarkan data dari pengalaman maupun dari buku-buku referensi yang berkaitan dengan permasalahan yang sedang dibahas.

E. WAKTU DAN TEMPAT PENELITIAN

1. Waktu Penelitian

Waktu penelitian dalam menyusun makalah dilaksanakan pada saat penulis bekerja di atas kapal OSV CERMAT sebagai *Second Engineer* periode Juni 2021 sampai dengan Desember 2021.

2. Tempat Penelitian

Tempat penelitian dilaksanakan di atas kapal OSV CERMAT berbendera Panama.

F. SISTEMATIKA PENULISAN

Penyusunan makalah yang sistematis diperlukan dalam memudahkan penyusun maupun pembaca dalam memahami makalah. Dan juga, sistematika penulisan disusun untuk memperoleh hasil laporan yang sistematis dan tidak keluar dari pokok permasalahan maka dibuat sistematika sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Pada BAB pendahuluan akan dibahas mengenai latar belakang masalah, identifikasi masalah, batasan masalah, perumusan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, metode penelitian, waktu dan tempat penelitian, serta sistematika penulisan yang berhubungan dengan penurunan performa mesin induk di kapal OSV. Cermat.

BAB II LANDASAN TEORI

Berisikan teori-teori yang digunakan untuk menganalisa data-data yang didapat melalui buku-buku sebagai referensi untuk mendapatkan informasi dan juga sebagai tinjauan pustaka. Pada landasan teori, juga terdapat kerangka pemikiran yang merupakan model konseptual tentang bagaimana teori berhubungan dengan berbagai faktor yang telah diidentifikasi sebagai masalah yang penting yang berhubungan dengan penurunan performa mesin induk di kapal OSV. Cermat.

BAB III ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Data yang diambil dari lapangan berupa fakta-fakta berdasarkan pengalaman penulis selama bekerja di atas kapal OSV CERMAT. Dengan digambarkan dalam deskripsi data, kemudian dianalisis mengenai permasalahan yang terjadi dan menjabarkan pemecahan dari permasalahan tersebut sehingga permasalahan yang sama tidak terjadi lagi dengan kata lain menawarkan solusi terhadap penyelesaian masalah tersebut.

BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN

Berisikan penutup yang mengemukakan kesimpulan dari perumusan masalah yang dibahas dan saran yang berasal dari evaluasi pemecahan masalah yang dibahas didalam penulisan makalah dan merupakan masukan untuk perbaikan yang akan dicapai.

BAB II

LANDASAN TEORI

A. TINJAUAN PUSTAKA

Salah satu faktor yang terpenting guna menunjang kelancaran kinerja permesinan khususnya mesin penggerak utama adalah bahan bakar. Pemeliharaan dan pengawasan terhadap bahan bakar sangat penting karena bahan bakar merupakan suatu media utama agar mesin penggerak utama dan bantu dapat dioperasikan dengan baik dan lancar.

Teori-teori yang dapat dijadikan sebagai landasan dalam pembahasan materi dalam makalah adalah sebagai berikut :

1. Performa / Daya Mesin Induk

Menurut Jusak Johan Handoyo (2019:65) daya motor induk adalah salah satu parameter dalam menentukan kinerja dari suatu motor induk tersebut. Daya diklasifikasikan menjadi 2 macam yaitu :

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

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

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

2. Teori Tentang Bahan Bakar

a. Sistem Pembakaran

Menurut H. R. Romzana (2015:25) tentang teori Pembakaran dari buku Mesin Penggerak Utama bahwa dengan pembakaran berarti suatu proses kimia dari pencampuran bahan bakar dengan zat asam dari udara. Umumnya memakai bahan bakar cair yang mengandung unsur zat arang (C), zat cair (H) dengan sebagian kecil zat belerang (S), biasa senyawa disebut *hydrocarbon*. Zat asam yang dibutuhkan diperoleh dari udara sebagaimana diketahui udara mengandung 22% zat asam dan 77% zat lemas bila dihitung dalam persentase volume atau 21% dengan 78% bila dihitung dalam persentase berat udara. Perlu diingat bahwa pembakaran didalam *cylinder* tidak berlangsung sederhana, karena molekul-molekul bahan bakar harus dipecah kecil berbentuk kabut halus agar pembakaran berlangsung tuntas.

Pembakaran yang tuntas dan sempurna secara kimiawi akan menghasilkan panas, proses reaksinya disebut *Exoterm* Bila sejumlah gas atau udara dikompresi atau di ekspansi akan ada perubahan suhu selama proses terjadi, namun bila keadaan suhunya tidak ada perubahan, maka prosesnya disebut *Isotermis*. Keadaan tersebut hanya mungkin terjadi apabila selama proses kompresi berlangsung panas yang timbul diambil dan bila prosesnya ekspansi, panas yang hilang diganti sehingga suhunya tinggal tetap.

Lain halnya bila sejumlah gas saat dilakukan kompresi maupun *expansi* tanpa ada tambahan panas atau kehilangan panas, proses yang demikian disebut *Adiabatic*. Proses yang umum terjadi bila dilakukan kompresi maupun *expansi*, tekanan dan suhu beserta panas akan berubah, maka prosesnya disebut *Politropis*.

b. Kualitas Penyalaan Bahan Bakar

Menurut H. R. Romzana (2015:26) tentang teori pembakaran dari buku Mesin Penggerak Utama Sebagai tolok ukur kualitas penyalaan BBM (bukan bensin) adalah angka *Cethane* dari jenis minyak *destilasi* yang kodenya *Destillate marine* (DM-X, DM-A, dan DM-B). Angka tersebut dihitung dari nilai rata-rata titik didih dan massanya yaitu parameter yang berkaitan langsung dengan susunan kimia BBM. *Calculated ignition index* (C II) adalah tolok ukur untuk BBM

residual dan mempunyai persamaan dengan angka *cetane* dari BBM hasil destilasi. Untuk mendapatkan kualitas penyalaan yang tepat di dalam motor diesel tertentu agak sulit menetapkan nilai minimal atau maksimal C II maupun *calculated carbon aromaticity index* (CCA I) dari BBM. Beberapa pabrik *motor diesel* membatasi kualitas pernyataan yang diinginkan dengan massa jenisnya saja. Demikian juga cara menghitung nilai pembakaran (NP) atau nilai opak (NO) BBM yang paling mendekati kebenaran terutama yang mengandung belerang, air dan lain-lainnya.

Di berbagai negara nilai pembakaran agak berbeda terutama tergantung pada kandungan kadar belerangnya. Nilai Opaknya juga tergantung kepada kandungan kadar belerang dan kadar airnya. Gambaran umum BBM dengan $S = 982 \text{ k/m}^3$ kandungan belerangnya 2.5 % dan kadar airnya 0.02 MJ / kg untuk setiap 0.05 % kadar debu atau pada sekitar 0.03 – 0.1% dari massa BBM. Motor diesel umumnya menggunakan BBM hasil *destilasi* yang tergolong minyak gas atau minyak *diesel*. Ada yang menggolongkan sebagai minyak ringan dan minyak berat, perbedaan tersebut bukan berdasarkan massa jenisnya tetapi lebih tepat berdasarkan kekentalannya meskipun tidak ada batasan yang tepat. Secara mekanis pembakaran dalam *motor diesel* dan *motor bensin* sama saja, perbedaannya hanya cara mencampurkan udara pendukung pembakaran dan perbandingan kompresinya, untuk *motor bensin* sekitar 6 - 11 sedangkan *motor diesel* antara 17 - 22 bahkan lebih. Pada *motor diesel* bila dilihat secara teoritis sejak BBM dikabutkan sampai katup pengabut tertutup maka BBM akan segera terbakar dan menghasilkan panas. Dalam kenyataan tidak demikian karena BBM yang mengandung unsur-unsur lain agar terbakar sempurna harus memenuhi persyaratan.

Pertama bercampur dengan udara yang cukup, kedua pencampurannya benar-benar *homogen* dan ketiga udaranya harus memiliki *temperature* yang cukup untuk menyalakan BBM. Periode tersebut ialah "kelambatan penyalaan" (ID) yang merupakan tolok ukur waktu antara sejak penyemprotan BBM sampai pembakaran terjadi. Seandainya kelambatan lebih lama karena adanya gangguan pada pengabut, pasti akan lebih banyak BBM yang harus dimasukkan maka pelaksanaan pembakaran tidak akan lancar dan sesuai dengan yang diharapkan. Demikian juga akan sebaliknya bila kelambatan lebih singkat akan terjadi kejutan

yang mendadak sebelum torak mencapai TMA. Karena sifat yang rumit tersebut agak sukar dipantau dan kapan waktunya terjadi perubahan tingkat wujud BBM dari cair menjadi gas. Dengan asumsi teoritis bahwa perubahan dari sejumlah BBM akan dimulai bila seluruhnya telah bercampur dengan udara.

c. Proses Pengabutan BBM oleh *Injector*

Menurut Jusak Johan Handoyo (2019:65) Motor Diesel Penggerak Utama Kapal. Jakarta: Djangkar. Pada air tawar dan air laut tidak boleh bercampur dengan BBM, selalu dipisahkan melalui *purifier*. Pencemaran udara dan gas buang *motor diesel* tidak lagi oksida zat arang (CO_2) yang menjadi tolak ukur tetapi oksida zat lemasnya *nitrogen oxida* (NO_x). Setelah melalui berbagai percobaan gas buang *motor diesel* diukur emisi *nitrogen oxidanya* (NO_x) sehubungan dengan ketentuan terhadap pencemaran udara oleh gas buang pembakaran. Ternyata proses pembakaran masih dapat berlangsung sempurna meskipun kadar air mencapai 50% dengan kadar emisi *Nitrogen oxida* (NO_x) sampai batas yang bisa diterima.

Ketentuan yang menetapkan *nitrogen oxida* (NO_x) batas maximum 750 ppm (*part per million*) ternyata kadar airnya hanya 25 % dan penghematan BBM bisa mencapai 4 gr per EkW jam. Dengan memakai pengabut gabungan langsung air dan BBM maka kadar *nitrogen oxida* (NO_x) bisa menurun sampai 60 % (450 ppm) karena *temperature* diturunkan.

Pengabut emulsi pada *nozzlenya* mempunyai dua buah jarum pengabut, satu untuk air dan satunya lagi untuk BBM, air dikabutkan lebih dulu agar ruang pembakaran pada *temperature* rendah sehingga ketika terjadi pembakaran kadar *nitrogen oxidanya* (NO_x) juga rendah. Tekanan air pengabut antara 200– 400 bar, tiap silinder dilengkapi alat pengaman air yang sangat sensitif dan akan menutup bila air yang mengalir berlebihan .

Pengabut air diatur secara elektronik yang bisa diprogram. Air yang dipakai adalah air suling yang bersih dengan nilai Ph= derajat keasaman (*potensial Hidrogen*) 7–8 dengan kekerasan maksimal Ph 10 dan kadar *chlor maximal* 80 mg/liter dan perbandingan air dengan BBM 0.4 – 0.71. Karena lubang pengabut BBM dan air terpisah maka tidak ada pengaruh buruk seandainya air pengabut

tertutup dan motor bekerja tanpa pengabutan secara *emulsi* meskipun alarm akan berbunyi namun motor tetap bekerja tanpa air pengabut.

d. Spesifikasi Bahan Bakar

Menurut P. Van Maanen (2007) tentang spesifikasi bahan bakar dari buku Motor Diesel Kapal bahwa bahan bakar dikatakan baik dan boleh dipergunakan adalah jika mempunyai komposisi seperti berikut :

1) Kepekatan

Dalam hal tersebut diartikan dengan perbandingan antara massa dari suatu volume tertentu bahan bakar terhadap massa air dengan volume yang sama. Kepekatan merupakan sebuah angka tanpa dimensi, dan sangat penting sekali dalam rangka ruang simpan yang dibutuhkan, dan untuk pembersihan dengan bantuan *separator centrifugal*. Kepekatan dinyatakan pada suhu 15°C.

2) *Viscositas*

Hal tersebut merupakan suatu ukuran untuk kekentalan bahan bakar. Ditentukan dengan cara sejumlah bahan bakar tertentu dialirkan melalui lubang yang telah dikalibrasi dan menghitung waktu mengalir bahan bakar tersebut. Dahulu *viscositas kinematik* diukur melalui beberapa peralatan yang berlainan dan dinyatakan dengan satuan yang sama. Satu-satunya satuan yang diakui adalah *centistokes* (Cst) atau yang sama satunya dengan 2 mm/det. *Viscositas* sangat dipengaruhi oleh suhu (°C).

3) Titik nyala

Hal tersebut merupakan suhu terendah dalam *carbon* (C) yang mengakibatkan suatu campuran bahan bakar dan udara dalam bejana tertutup menyala dengan sebuah nyala api. Titik nyala ditentukan dengan sebuah pesawat *Pensky Martens* (PM) dengan mangkok tertutup (*Close Cup*), dan sangat penting sekali dalam rangka persyaratan undang-undang yang menjamin perawatan bahan bakar di atas kapal. Titik nyala pada bahan bakar minimal 60°C.

4) Residu zat arang (angka *conradson*)

Merupakan ukuran untuk pembentukan endapan zat arang pada pembakaran suatu bahan bakar dan sangat penting dalam rangka pengotoran dari tip pengabut, pegas torak dan alur pegas torak, serta katup buang, dan turbin gas buang. Residu zat arang diukur dengan pesawat dari *Conradson*; dalam sebuah bak kecil dan tertutup bahan bakar dipanasi.

5) Kadar belerang

Sebagian besar dari bahan bakar cair mengandung belerang yang sebagai molekul terikat pada zat C-H sehingga tidak dapat dipisahkan. Kadar belerang sangat penting mengingat timbulnya *korosi* pada suhu rendah dan bagian *motor* karena pendinginan dan gas pembakaran. Berdasarkan keputusan Dirjen Migas no. 33675 K/24/DJM/2006, kadar *sulfur* pada solar dengan nilai *cetane* $51 \leq 0,05$ % m/m, dan untuk solar dengan nilai *cetane* 48 kadar sulfurnya $\leq 0,35$ % m/m.

6) Kadar abu

Hal tersebut menunjukkan material anorganis dalam bahan bakar material tersebut mungkin sudah ada dalam bumi, akan tetapi dapat juga terbawa sewaktu transportasi dan *rafinasi*. Pada umumnya berbentuk oksida metal misalnya dari *Nilek*, *Vanadium*, *Aluminium*, Besi dan *Natrium*, zat-zat tersebut dapat mengakibatkan keausan dan korosi.

7) Kadar air

Sangat penting dalam hubungannya dengan energi spesifik atau nilai opak suatu bahan bakar. Air dapat mengakibatkan permasalahan pada waktu pembersihan bahan bakar dan dapat mengakibatkan *korosi* pada misalnya pompa bahan bakar dan pengabut. Air (laut) dapat juga mengandung *natrium*.

8) *Vanadium / Aluminium*

Terdapat dalam setiap minyak bumi, dan terikat pada zat C - H metal yang tidak diinginkan berada dalam kandungan bahan bakar. *Vanadium* bersama dengan *Sodium* akan menyebabkan korosi panas pada bagian-bagian mesin yang *bertemperature* tinggi yang mempengaruhi katup buang. Dibagian yang

panas tersebut akan terjadi persenyawaan *Vanadium* dan *Sodium* yang akhirnya akan membentuk *Aluminium Silicate* yang bisa menimbulkan gesekan pada bagian-bagian yang bergerak. Dan bisa menyebabkan pengikisan pada *cylinder*.

e. Klasifikasi Bahan Bakar

Menurut Nurdin Harahap M (2015) tentang klasifikasi bahan bakar dari buku Mesin Penggerak Utama, bahan bakar dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

1) *Marine Gas Oil (MGO)*

Bahan bakar dengan viskositas 1, 5 s/d 7 cst pada *temperature* 40⁰C.

2) *Marine Diesel Oil (MDO)*

Bahan bakar dengan viskositas 4 s/d 14 cst pada *temperature* 40⁰C.

3) *Intermediate Fuel Oil (IFO)*

Bahan bakar dengan viskositas 20 s/d 32cst pada *temperature* 40⁰C.

4) *Medium Fuel Oil (MFO)*

Bahan bakar dengan viskositas 38 cst pada *temperature* 40⁰C.

5) *Heavy Fuel Oil (HFO)*

Residual produk dengan viskositas diatas 180 cst pada *temperature* 40⁰C.

Menurut Wiranto Arismunandar, Koichi Tsuda (2003) tentang bahan bakar dan pembakaran dari buku Motor Diesel Putaran Tinggi bahwa minyak bakar yang disemprotkan ke dalam silinder berbentuk butir-butir cairan yang halus. Oleh karena udara di dalam silinder pada saat sudah bertemperature dan bertekanan tinggi maka butir-butir tersebut akan menguap. Penguapan butir bahan bakar di mulai pada bagian permukaan luarnya, yaitu bagian yang terpanas. Uap bahan bakar yang terjadi selanjutnya bercampur dengan udara yang ada disekitarnya. Proses penguapan berlangsung terus selama *temperature* sekiranya mencukupi. Jadi, proses penguapan juga terjadi secara berangsur-angsur.

Demikian juga dengan proses pencampurannya dengan udara. Maka pada suatu saat dimana terjadi campuran bahan bakar udara yang sebaik-baiknya, proses penyalaan bahan bakar dapat berlangsung dengan sebaik-baiknya. Sedangkan

proses pembakaran di dalam silinder juga terjadi secara berangsur-angsur dimana proses pembakaran awal terjadi pada *temperature* yang relatif rendah dan laju pembakarannya pun akan bertambah cepat. disebabkan karena pembakaran berikutnya berlangsung pada *temperature* lebih tinggi.

f. Metode Penyemprotan Bahan Bakar di Dalam Silinder

Menurut P. Van Maanen, tentang metode penyemprotan bahan bakar dari buku Motor Diesel Kapal, sebagai berikut :

1) Motor diesel dengan penyemprotan tidak langsung

Dalam hal tersebut bahan bakar disemprotkan kedalam sebuah ruang pembakaran pendahuluan yang terpisah dan ruang pembakaran utama. Ruang tersebut memiliki 25-60 % dari *volume* total ruang pembakaran. Pada sistem penyemprotan ruang pendahuluan bahan bakar disemprotkan kedalam ruang tersebut melalui sebuah pengabut berlubang tunggal dengan tekanan penyemprotan relatif rendah dari 100 bar. Pengabutan pada tekanan tersebut kurang baik sekali, akan tetapi bahan bakar dapat menyala dengan cepat akibat suhu tinggi dinding ruang pendahuluan tersebut.

Pada waktu kompresi sebagian dari udara pembakaran melalui saluran penghubung didesak ke dalam ruang pusar berbentuk bola sehingga udara akan berputar. Bahan bakar selanjutnya melalui sebuah pengabut berlubang tunggal disemprotkan ke dalam ruang pusar sehingga bercampur dengan udara yang tersedia. Karena sebagian dari permukaan dinding ruang pusar tidak didinginkan, maka udara yang berpusar di dalam akan melebihi suhu yang tinggi sehingga bahan bakar terbakar dengan cepat tanpa gejala detonasi. Akibat kenaikan tekanan maka campuran gas dan bahan bakar yang belum terbakar terdesak ke dalam ruang pembakaran utama melalui saluran penghubung. Ruang tersebut memiliki bentuk khusus dan terletak seluruhnya dalam kepala torak. Karena bentuk ruang pembakaran pusaran udara tetap ada sehingga pembakaran akan berjalan dengan cepat dan sempurna.

2) Motor diesel dengan penyemprotan langsung

Bahan bakar dengan tekanan tinggi (pada motor putaran rendah hingga 1000 bar dan pada motor putaran menengah yang bekerja dengan bahan bakar

berat hingga 1500 bar) disemprotkan kedalam ruang pembakaran yang tidak dibagi. Tergantung dari pembuatan ruang pembakaran maka untuk keperluan tersebut dipergunakan sebuah hingga tiga buah pengabut berlubang banyak. Sistem penyemprotan langsung diterapkan pada seluruh motor putaran rendah dan motor putaran menengah dan pada sebagian besar dari motor putaran tinggi.

3. *Purifier*

a. *Pengertian Purifier*

Menurut Jusak Johan Handoyo (2019:45) bahwa untuk menghindari terjadinya suatu masalah pada kinerja mesin induk, maka diadakan suatu sistem pembersihan bahan bakar yang dimulai sejak bahan bakar berada dalam tangki dasar berganda (*double bottom*), pengendapan dalam *settling* dan *service tank*, sedangkan minyak lumas sejak berada di *settling* dan *crank case*.

Pada *Purifier* pembersihan dilakukan dengan sistem gerak putar (*Centrifugal*), jika tenaga *Centrifugal* diputar antara 6000-7000 putaran dalam waktu tertentu maka tenaganya akan lebih dari gaya gravitasi dan statis. Untuk menunjang kinerja *purifier* maka komponen-komponen pendukung *purifier* seperti *bowl disc*, *ball bearing*, *poros purifier*, dan *drive gear* harus mendapatkan perawatan secara berkala.

Berdasarkan uraian di atas, maka dapat disimpulkan bahwa *purifier* merupakan suatu bagian dari pesawat yang ada di kapal yang digunakan untuk memurnikan bahan bakar dari kotoran, air dan sejenisnya yang terkandung bersama dengan bahan bakar melalui serangkaian proses tertentu, baik dengan menggunakan metode gravitasi maupun *centrifugal* sehingga didapat bahan bakar yang lebih bersih dan mencegah terjadinya gangguan pada mesin induk.

Peralatan yang banyak dipasang di kapal adalah jenis *Separator centrifugal* dalam penggunaan yang luas terutama untuk memisahkan campuran cairan yang berbeda masa jenisnya. Umumnya dilakukan dalam dua tahap, pertama melalui pemurni (*Purifier*) yang putarannya sekitar 600–800 per menit (13.5 Hz). Air dan campuran lain yang memiliki masa jenis lebih besar dari pada minyak akan terpisah sehingga minyaknya bebas dari campuran benda kasar yang sangat

berbahaya bagi motor diesel. Selain bahan kasar yang membahayakan motor diesel, BBM itu masih mengandung bahan halus berupa logam yang larut dalam cairan yang akan menimbulkan gangguan setelah BBM terbakar dan meninggalkan debu jelaga atau bahan *abrasif* yang membahayakan. Sebaiknya setelah melalui *purifier* kemudian dimasukkan kedalam penjernih (*clarifier*) yang konstruksinya agak berbeda dari *purifier*. Apabila hanya terdapat satu buah *separator* yang berfungsi ganda (*purifier* dan *clarifier*) mangkok didalamnya harus bisa diganti-ganti disesuaikan dengan masa jenis BBM, demikian juga pipa salurannya harus bisa dirubah. Bila berfungsi sebagai *clarifier*, air pancingan sebagai penyekat atau *packing* tidak diperlukan.

b. Prinsip Pemisahan Pada Purifier

Prinsip alat pembersih bahan bakar terdiri dari beberapa jenis, hal tersebut disebabkan karena perbedaan berat jenis (BJ) zat cair tersebut. Namun yang sering dipakai di kapal yaitu :

1) Metode Gaya Gravitasi

Menurut N. E Chell dalam bukunya yang berjudul *Operation and Maintenance of Machinery in Motorships* (2009:153), pemisahan dengan gaya berat/gravitasi terjadi secara bertahap untuk pertama kalinya pada bahan-bahan padat seperti lumpur, kotoran dan lainnya yang terkandung pada bahan bakar mengendap di dasar tangki pengendap (*settling tank*). Cairan-cairan yang lebih berat seperti air, akan mengendap di atas endapan bahan-bahan padat, sedangkan cairan-cairan yang lebih ringan seperti minyak/bahan bakar akan berada di bagian atas tangki. Penggunaan panas akan mempercepat proses pemisahan.

Pemisahan terjadi karena adanya perbedaan berat jenis, atau kepekatan dari cairan-cairan dan bahan-bahan padat. Dalam kasus tersebut, gaya gravitasilah yang menyebabkan terjadinya pengendapan dan terjadi dalam waktu yang agak lama. Jika gaya/kekuatan gravitasinya (*gravitational force*) dinaikan, dengan menggunakan gaya *centrifugal*, dampak pemisahannya akan sangat besar.

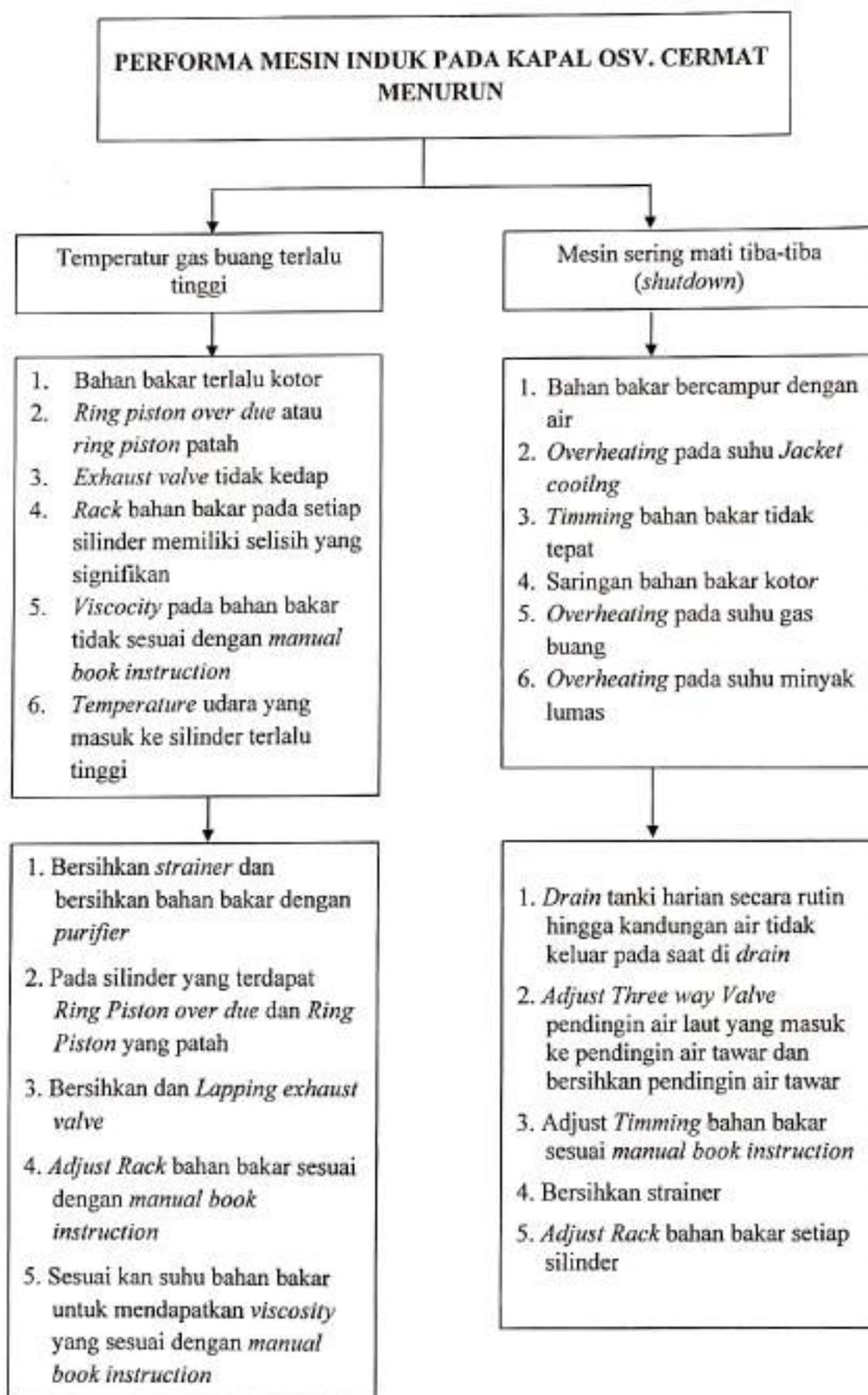
2) Metode Pembersih *Centrifugal*

Mesin pemisah kotoran yang lazim disebut *Separator/purifier* yaitu pemisah melalui putaran dengan melakukan pemisahan dengan pengendapan di bidang *centrifugal*. Jika pengendapan dengan gaya *centrifugal* bekerja sesuai dengan rpm, maka pemisahan dan pembersihannya jauh lebih besar daripada pengendapan gravitasi bumi. Dalam hal tersebut menurut Chris Leigh-Jones dalam bukunya yang berjudul *A Practical Guide To Marine Fuel Oil Handling* (1998:61) bahwa jika sebuah mangkok (*bowl*) berisi bahan bakar diputar cukup kencang, maka timbul gaya *centrifugal* yang akan melemparkan partikel apapun yang memiliki berat jenis lebih besar dari bahan bakar (seperti partikel-partikel padat dan air tawar yang ada di dalam bahan bakar) ke dinding samping dari mangkok. Perbandingan antara gaya *centrifugal* terhadap berat seringkali disebut "Nilai-G" yang besarnya tergantung dari kecepatan putar dan *desain* dari *centrifuge* dan berkisar antara 7000-9000 rpm.

Sedangkan dalam *website* <http://www.maritimeworld.web.id>, menyatakan bahwa keuntungan dalam penggunaan gaya *centrifugal* adalah :

- a) Lumpur-lumpur dapat dipisahkan dengan mudah dan dibuang dengan cara di *blow up*.
- b) Gerakan pembuangan lumpur dilakukan dalam suatu waktu yang singkat dengan tenaga hidrolik yang tinggi.
- c) Proses pembersihan jauh lebih efisien dan ekonomis dibanding dengan metode gravitasi.

KERANGKA PEMIKIRAN



6. Bersihkan *air cooler* sisi air laut dan sisi udara

6. Bersihkan *L.O cooler* dan *strainer*

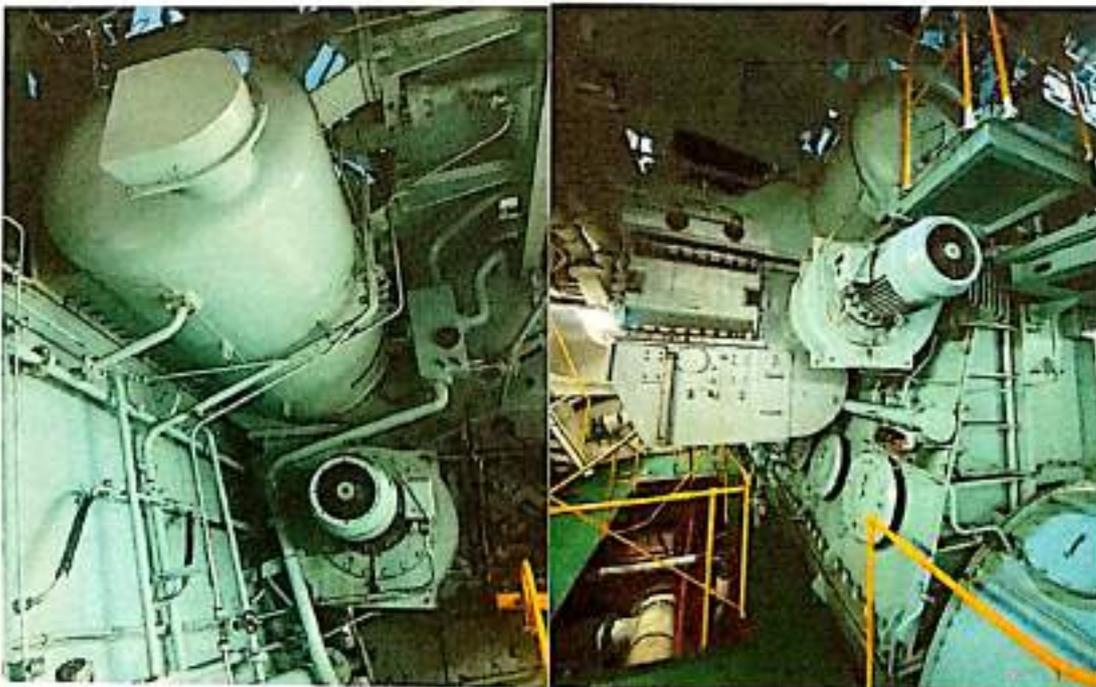
PERFORMA MESIN INDUK MENINGKAT SEHINGGA DAPAT MENUNJANG KELANCARAN PENGOPERASIAN KAPAL OSV. CERMAT

BAB III

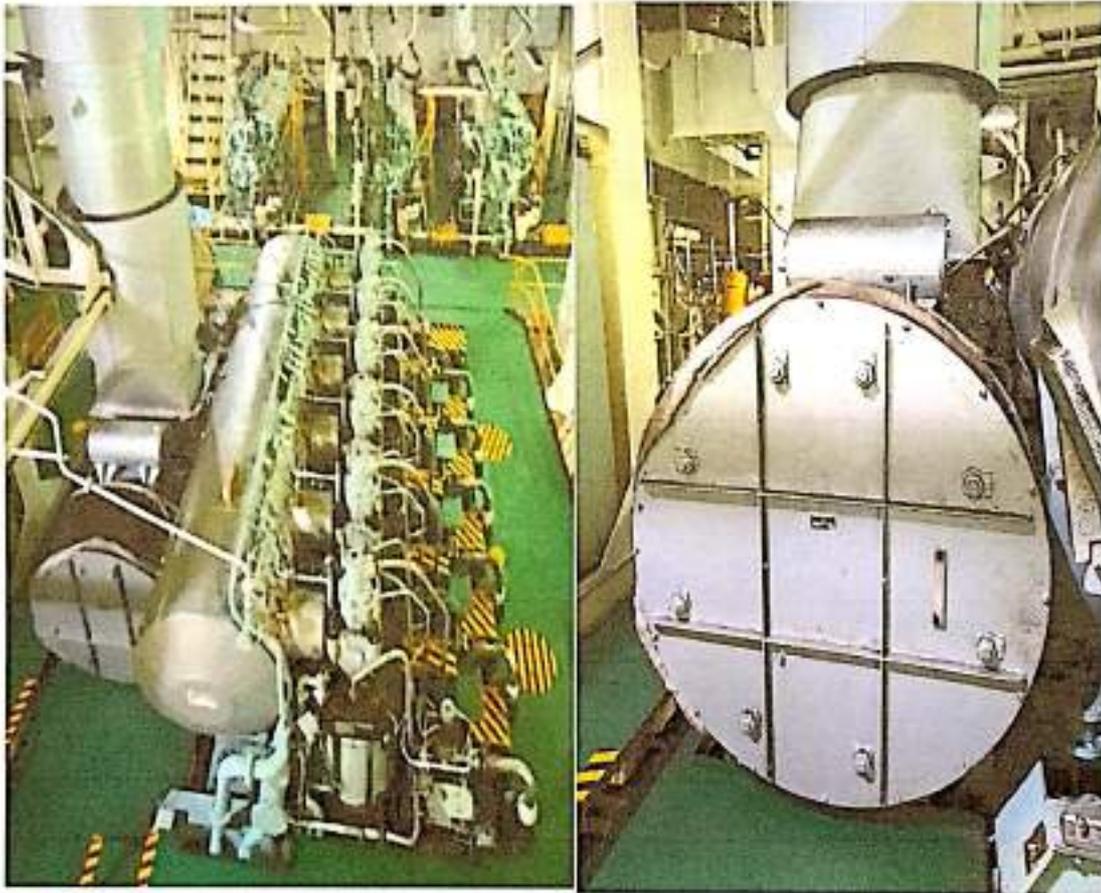
ANALISIS DAN PEMBAHASAN

A. DESKRIPSI DATA

SHIP NAME	: OSV, CERMAT
TYPE	: BULK CARRIER
BUILD	: 2003
LOA	: 189.99 M
BREADTH	: 32.26 M
GT	: 31269
DWT	: 56020
SPEED SERVICE	: 12 KNOTS
MAIN ENGINE	: MITSUBI-MAN B&W 6S50MC-C / 9480 KW x 1
GENERATOR	: DAIHATSU 5DK – 20 / 530 KW x 3



Gambar 3.1 Ruang udara bilas (*Scaving room*)



Gambar 3.2 Main Engine dan Turbo Charger Blower Side

Kapal sebagai sarana penting dalam transportasi laut dan proses pengoperasian kapal tidak lepas dari mesin induk sebagai penggerak kapal yang dibantu dengan mesin bantu yang saling berkaitan, sehingga tiap mesin harus bekerja baik dan aman. Adapun permasalahan yang penulis temui selama bekerja di atas kapal kapal OSV CERMAT adalah sebagai berikut :

1. *Temperature* gas buang terlalu tinggi

Pada tanggal 15 September 2021 pada jam jaga masinis 4 tepatnya pukul 10.00 LT Kejadian berawal saat penulis sedang berlayar dari Indonesia ke China. ketika diadakan pengambilan *temperature* pada masing-masing *cylinder* ternyata *temperature* gas buang pada *cylinder* No. 1 mencapai suhu *maximum* (400°C), dimana suhu normal hanya 350°C - 380°C . Hingga terdengar bunyi alarm didalam kamar mesin. Lalu terdengar pula bunyi ketukan yang keras.

Tabel 3.1 Guide standard Measuring Temperature

ME DPO 41

2- Krepesius

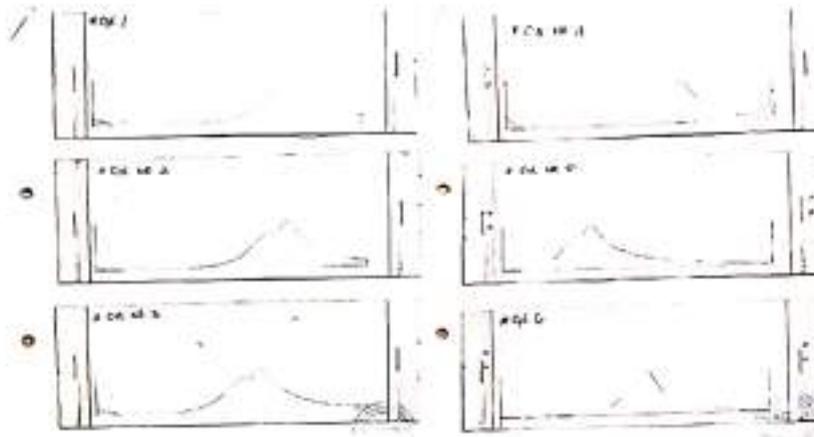
ME DPO 33

Item		Normal service value (P-1)	Alarm min. value (P-1)	Alarm max. value (P-1)	Shut down (P-1)	Shut down (P-1)	
Cylinder cooling fresh water	Inlet	++	80	85	-	-	
	Outlet	50-85	++	80	90	95	
Sea water for air cooler	Inlet	++	10	40	-	-	
	Outlet	+	++	50	-	-	
Wan L.O.	Inlet	40-60	35	55	60	++	
	Outlet	10-60	++	60	-	-	
Piston cooling oil	Inlet	++	35	50	-	-	
	Outlet	50-85	++	70	75	80	
Crankshaft L.O.	Inlet	40-60	++	60	65	++	
	Outlet	40-60	++	65	-	-	
Fuel oil	Inlet	(1)	(1)-5	(1)-5	-	-	
	Outlet	+	+	-	-	-	
Turbocharger	Piston bearing (common with Wan L.O. system)	Inlet	40-60	30	60	-	-
		Outlet	35-60	++	60	-	-
	Piston bearing (independent cooling system)	Inlet	40-60	35	60	-	-
		Outlet	35-60	++	60	-	-
	Crank bearing (independent cooling system)	Inlet	40-60	30	-	-	-
		Outlet	-	+	100	100	++
Inlet oil test	Inlet	++	35-60	++	100	100	
	Outlet	45-60	++	60	70	++	
L.O. from bearing shell	Outlet	45-60	++	60	70	++	
	Deviation from average	++	-5	+5	-7	++	
Bearing shell	to	50-60	++	70	70	++	
Turbo bearing segments	to	50-60	++	70	70	80	

Item		Normal service value (P-1)	Alarm min. value (P-1)	Alarm max. value (P-1)	Shut down (P-1)	Shut down (P-1)
Scavenging air receiver		SW limit +10 + +10	++	55	-	-
Fire detector for scavenging box		-	-	60	60	++
Exhaust gas cylinder	Outlet	310- 670 g	200	450 N	450 N	++
		310- 450 g	200	400 N	450 N	++
	Outlet, deviation from average (g)	++	-60	-50	-60	++
Turbocharger	Inlet	300- 400 g	++	510 N	++	++
		310- 450 g	++	510 N	++	++
	Outlet	220- 280 g	++	430 N	++	++
		220- 300 g	++	430 N	++	++

Remarks (for temperature)

- a) For S145MC+ S125MC engines only
- b) Bearing shells mean main bearing shell, crankpin bearing shell, crosshead bearing shell, guide shoe and piston skirt bearing
- c) Installation of the deviation alarm for the temperature of exhaust gas cylinder outlet is to be recommended
- d) If the alarm device sensor is to be fixed independently, the setting value is to be 10° +
- e) The temperature difference between the sea water inlet and the sea water outlet should not exceed 20° +
- f) To be the temperature of each cylinder outlet
- g) The exhaust gas temperature is based on the following condition:
Air flow temperature 20° + Sea water temperature 20° +
- h) In case of the engine with TEC, alarm temperature is to set 20° + higher than alarm value
- i) Reset value of the temperature switch is + 10° + of the alarm value

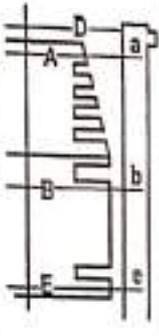
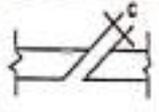
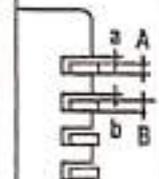
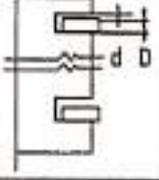


Gambar 3.3 Diagram Indikator

Tabel 3.2 Data Performa Mesin Induk

RECORD OF INSPECTION				VOYAGE		
NAME OF VESSEL : OSV.CERMAT				MUJARA BERAU - CHINA		
MAIN ENGINE TYPE : MAN B&W 6550 MC-C / 9480KW				DATE OF INSPECTION 15 / 09 / 2021		
				TOTAL RH 89959,6		
MAIN ENGINE PERFORMANCE REPORT						
DISPLACEMENT	-			LOAD ENGINE (%)	58,2%	
SPEED	31	KNOT		FUEL CONS. / 2 HRS	1,875 MT	
RPM	101,2			FUEL SPEC GRAVITY	0,9593	
SPRINGS SCALE [mm]	0,25			FUEL OIL TYPE	LSFO	
FUEL PUMP MARK	55			FUEL OIL FROM	SERVICE TANK	
PRESS SCAV AIR [Mpa]	0,11			FUEL CONS. / DAY	22,500 MT	
MEAN DRAFT	12,9	F= 12,8	A= 13,0	WEATHER	MODERATE	
INDICATOR TEMPERATUR & PRESSURE						
	TEMP [°C]	PRESS [Mpa]		CYL NO	TEMP [°C]	
F.W. COOLING INLET	70	0,19	C.W. OUT CYL HIGH	3	81	
L.D. INLET PISTON	46	0,23	L.D. OUT PISTON HIGH	3,4,5	56	
L.O. INLET ME	46	0,22	T.C RPM	9900		
FUEL OIL INLET ME	100			IN	OUT	
DECK TEMP	29		T/C EXH. GAS	411	352	
ENGINE ROOM TEMP	46		SCAV AIR COOLER	134	45	
S.W. TEMP.	31		LUB. OIL COOLER	52	44	
POWER CALCULATION						
CYLINDER NO	1	2	3	4	5	6
P - MAX (BAR)	98	100	98	98	99	96
P - COMP (BAR)	72	72	72	72	72	70
VIT	2,5	2,4	3,2	1,7	2,3	2
FUEL PUMP RACK	55	54	57	56	55	54
EXH. GAS OUT (°C)	360	365	370	365	370	370
PISTON COOLING (°C)	54	55	56	56	56,7	55
C.W. OUT CYLINDER (°C)	79	80	81	80	79	78
ACKNOWLEDGE BY:			PREPARED BY:			
 M. FAKHRIZAL AKBAR CHIEF ENGINEER			 M. FAKHRIZAL AKBAR 2 ND ENGINEER			

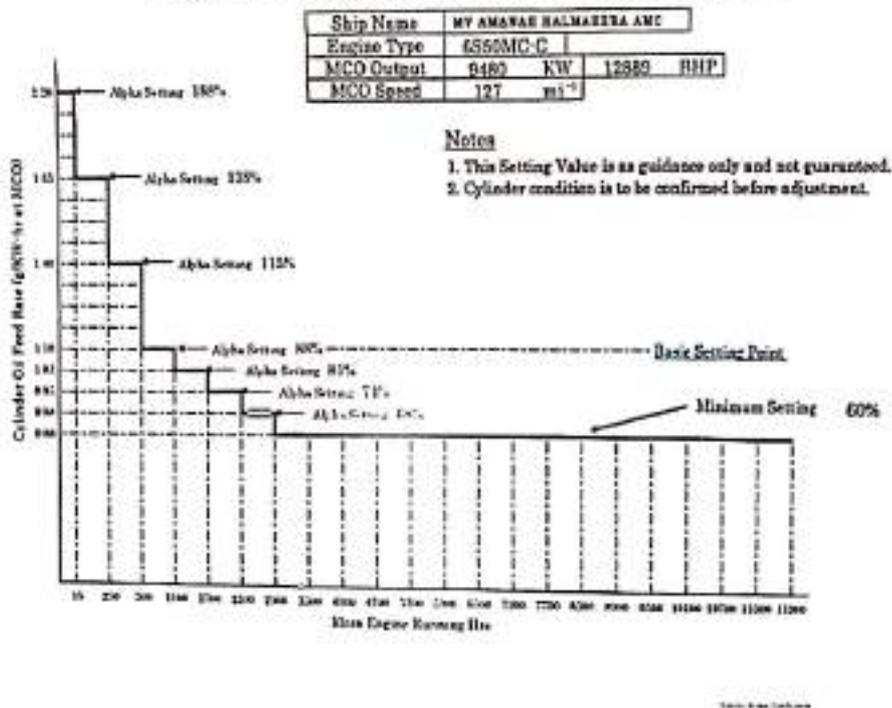
Tabel 3.3 Pengukuran *cylinder liner*, *piston ring gap* dan *grove*

Part		Schematic drawing	Size	Standard Clearance	Wear and repair limit	Remarks and remedy	
Cylinder liner and piston	Inner dia. of cyl. liner		D = 260		+1.0 Partial wear 0.3	Replacement of liner	
	Outer dia. of piston		A	a = 0.97 - 1.09			
			B	B = 260	b = 0.40 - 0.50		Replace piston of liner whichever worn more
			E	E = 260	e = 0.27 - 0.37	0.5	
Piston ring	Ring lip clearance as it is in the liner			c = 0.55 - 0.85	2.0	When ring is replaced, measure clearance with new liner	
	Chromium-plated piston ring (1st)		A = 6	a = 0.10 - 0.16	0.3	Replacement of ring. Use oversized ring if wear on piston groove is excessive. (Use non-plated piston ring for 1st ring when chrome-plated liner is used.)	
	Non-plated piston ring (2nd, 3rd)		B = 6	b = 0.08 - 0.13	0.3		
Oil ring (including coil)	Ring lip clearance as it is in the liner			c = 0.60 - 0.90	2.0	When ring is replaced, measure clearance with new liner.	
	Oil ring		D = 8	d = 0.06 - 0.09	0.3		

2. Mesin sering mati tiba-tiba (*Shutdown*)

Pada tanggal 16 September 2021 terjadi gangguan pada pengoperasian mesin induk, dimana mesin mati tiba-tiba pada jam jaga masinis 3, tepatnya pukul 01.00 LT. Kejadian berawal saat penulis sedang berlayar dari Indonesia ke China.

Adjustment of the Cylinder Oil Feed Rate in use of Alpha Lubricator



Gambar 3.4 Standard Cylinder Oil Feed Rate in use Alpha Lubricator

B. ANALISIS DATA

Dari pengalaman yang terjadi saat yang penulis alami selama bekerja di atas kapal OSV CERMAT, penulis dapat menganalisa penyebab dari dua masalah utama yang penulis angkat, yaitu :

1. Temperatur gas buang terlalu tinggi

Penyebabnya adalah sebagai berikut :

a. Bahan bakar terlalu kotor

Banyaknya kotoran yang terkandung dibahan bakar diakibatkan kurang telitinya dalam proses penerimaan bahan bakar (*bunker*) diatas kapal dan kurang seringnya melakukan pembersihan terhadap tanki-tanki bahan bakar terutama *service tank* sehingga pada waktu adanya ombak yang besar mengakibatkan kotoran bercampur dengan bahan bakar.

Dan sifat dari bahan bakar sangat mempengaruhi kinerja dan keandalan suatu mesin adapun sifat-sifat bahan bakar diantaranya:

- 1) Penguapan
- 2) Residu karbon
- 3) Viskositas
- 4) Kandungan karbon
- 5) Abu
- 6) Air dan endapan
- 7) Titik nyala
- 8) Mutu pelayanan

Untuk mesin diesel skala besar dibutuhkan penguapan bahan bakar yang tinggi dari mesin diesel besar agar didapatkan penggunaan bahan bakar yang lebih hemat, suhu buang rendah dan asap *minimum*.

Residu karbon adalah karbon yang tertinggal setelah penguapan dan pembakaran habis suatu bahan yang diuapkan dari minyak, menunjukkan kecenderungan bahan bakar untuk membentuk endapan karbon pada bagian mesin (torak) didapatkan *residu karbon* sebesar 0,1 %

Dalam sistem bahan bakar dapat menghasilkan gas yang sangat *korosif* yang diembunkan oleh dinding *cylinder* yang didinginkan, terutama kalau mesin beroperasi pada beban yang rendah dan suhu *cylinder* menurun. Korosi sering disebabkan oleh gas belerang yang sering dijumpai pada dalam sistem gas buang mesin diesel. kandungan belerang tidak diijinkan lebih dari 1,5 %.

Titik nyala adalah suhu paling rendah yang harus dicapai untuk pemanasan minyak sehingga dapat menimbulkan penguapan dalam jumlah yang cukup sehingga mudah untuk menyala/terbakar.

Analisa bahan bakar dilaksanakan di laboratorium yang memiliki Kerjasama dengan perusahaan, dengan cara mengirimkan sample bahan bakar.

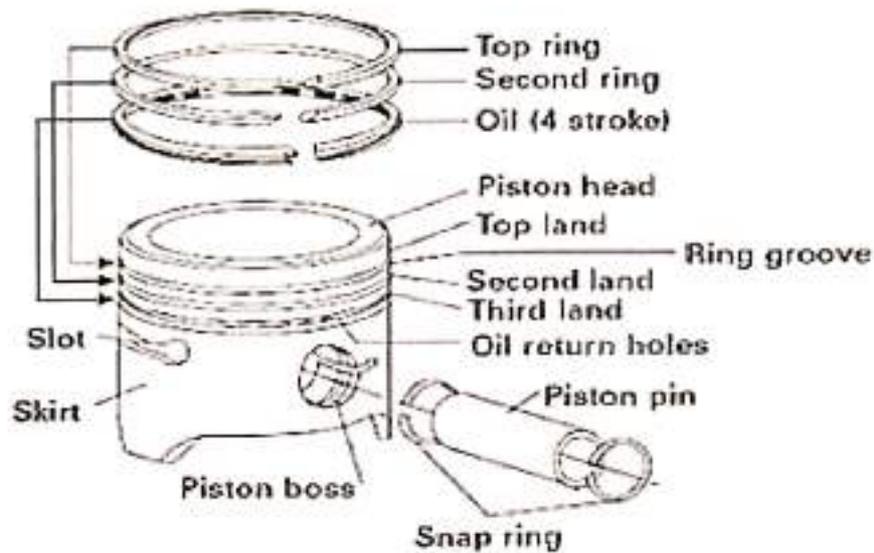
Kompresi yang tercipta akibat proses pembakaran di ruang bakar. Dalam hal ini, ring alias cincin kompresi enggak boleh aus. Jika aus, kompresi bocor.

Lanjut ke ring 2. Sebenarnya ring ini juga berfungsi sebagai ring kompresi. Lebih tepatnya, berfungsi sebagai sil kompresi. Yaitu, untuk menjaga dan menahan dari kebocoran. Selain itu, ring kedua juga bertugas untuk menyapu pelumas di liner. Jadi, tidak ada pelumas yang diperbolehkan naik ke atas dan melebihi ring 1. Menurut pria berkumis tipis ini, ring kedua juga punya desain yang tidak jauh beda dengan ring pertama. Maka itu, terkadang membedakannya cukup sulit. “Kalau baru, bisa dilihat dari tulisan atau tanda tertentu. Misalnya, R1 atau top,” tambahnya. Tapi dari warna juga bisa sedikit dibedakan. Biasanya, bagian dalam ring 1 agak mengkilap. Sedang ring 2, sedikit abu-abu. Ketika pemasangan, tulisan atau tanda selalu hadap atas. Atau khusus ring 1, bagian tirus menghadap ke atas.

Terakhir, ring 3. Ini yang bedakan engine 2-tak dan 4-tak. Biasa disebut juga ring oli atau ring cacing. Ring ini punya ulir, jadi memungkinkan sebagai tempat penyimpanan dan pembawa pelumas bagi piston dan linner.



Gambar 3.8 Ring piston mesin 2 tak



Gambar 3.9 Ring Piston mesin 4 tak

Pada saat mesin berjalan *ring piston* akan terus bergesekan dengan *cylinder liner*, hal tersebut menyebabkan *ring piston* terkikis juga dapat menyebabkan *ring piston* patah.

Ring piston yang terkikis atau ring piston patah dapat mengakibatkan :

1. Tenaga mesin menurun
2. Perpindahan beban pada cylinder lainnya
3. Pembakaran tidak sempurna
4. Oli *sump tank* boros
5. Asap putih tebal
6. Temperatur tinggi pada silender lainnya
7. Silinder liner terkikis
8. Tercampurnya bahan bakar dengan oli *sump tank*
9. Banyaknya kotoran sisa pembakaran pada ruang *scavage air*

Penulis beserta crew kapal melakukan pengecekan *clearance ring piston* seluruh silinder pada sisi ruang *scavage air* untuk menganalisa kondisi *ring piston* pada masing-masing silinder

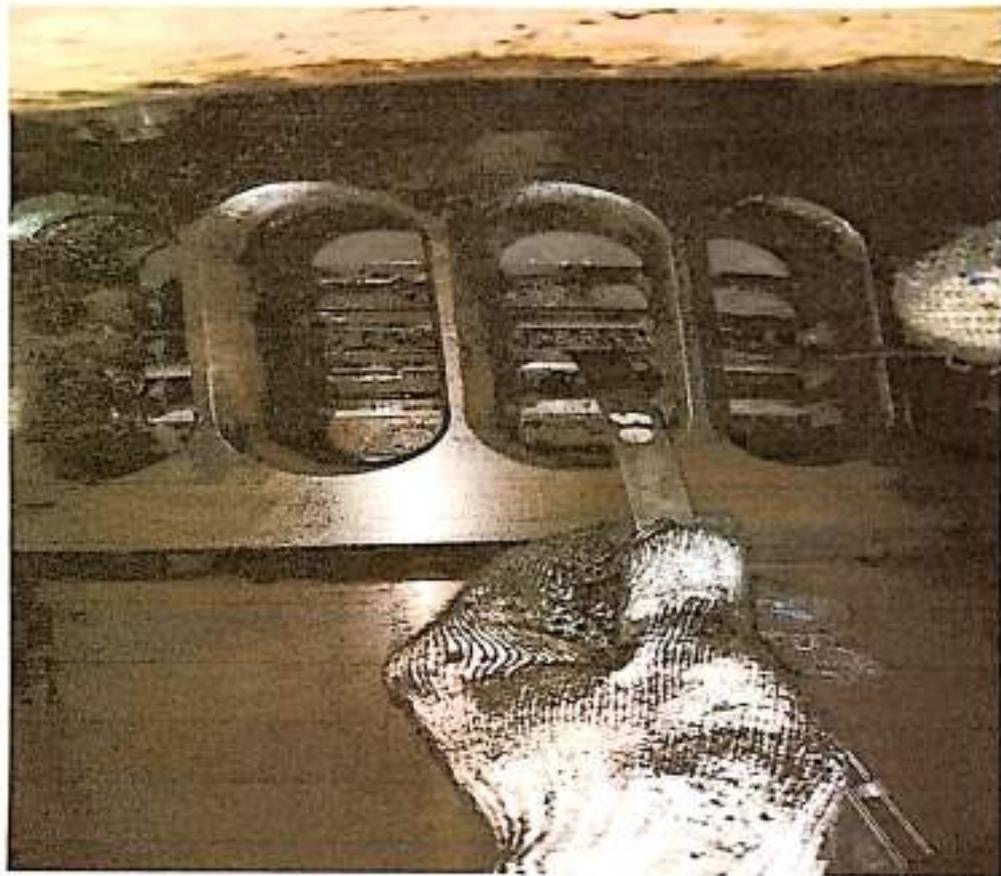


Gambar 3.10 Pembersihan Ruang Scavage Box



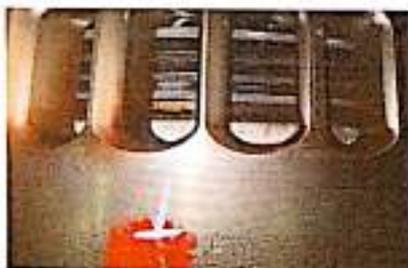
Gambar 3.11 Pembersihan Ruang Scavage air

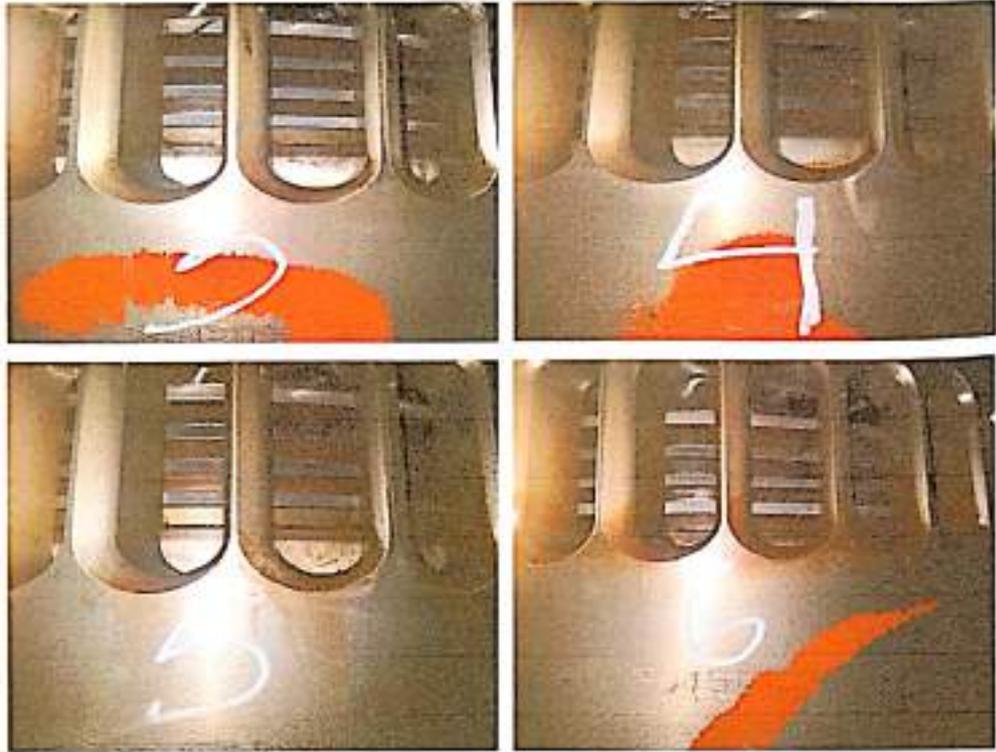
Pembersihan pada ruang scavange air memudahkan penulis untuk mengambil clearance pada ring piston yang terkikis serta melihat ring piston yang patah.



Gambar 3.12 Pengambilan *Clearance Ring piston*

Dari hasil pengambilan clearance tidak terdapat ring piston yang sudah over due atau terkikis dalam kata lain mengecil serta tidak ditemukan seriphan dan beberapa patahan ring piston pada silinder tersebut.





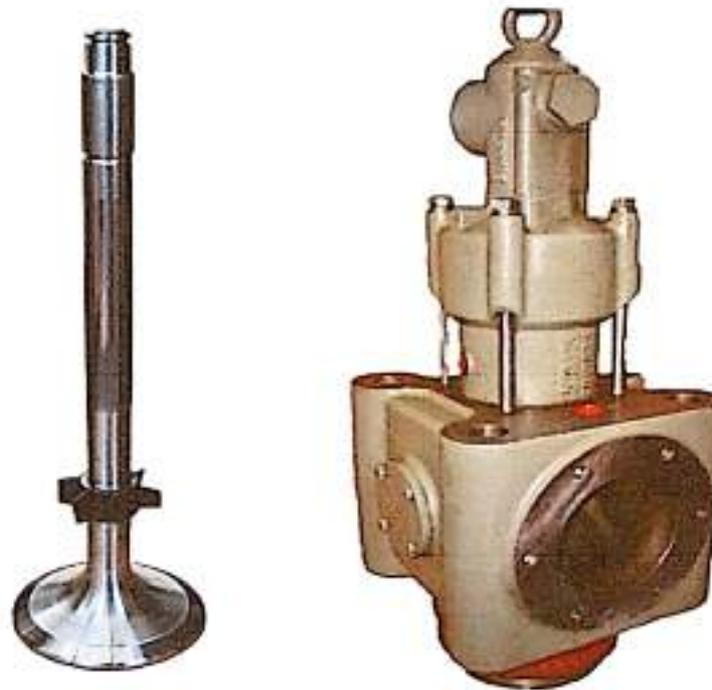
Gambar 3.13 Kondisi *ring piston* silinder 1 sampai silinder 6



Gambar 3.14 Ruang *scavange air*

c. *Exhaust valve* tidak kedap

Untuk meningkatkan performa motor diesel dilakukan pengecekan terhadap katup *out*, karena seringnya tumbukan antara kepala katup dan dudukannya maka semakin lama makin terkikis dan adanya kotoran membuat dudukan katup akan rusak/bocor.



Gambar 3.15 Exhaust valve main engine 2 stroke

Karena fungsinya yang sangat penting maka komponen katup ini memerlukan perhatian secara lebih, baik itu terhadap pemeliharaan dan perawatan serta dalam hal pemakaian mesin tidak boleh digunakan melebihi kekuatan dari mesin tersebut karena dapat berakibat katup akan cepat rusak sehingga tenaga akan berkurang dan gas buang juga akan melebihi *temperature* yang normal.

Katup atau *valve clearance* mempunyai fungsi sebagai pengatur pemasukan campuran bahan bakar dan udara ke ruang bahan bakar serta mengatur pembuangan gas hasil sisa pembakaran ke udara luar. katup pada mesin diesel ada dua yaitu katup *in* dan katup *out*, untuk membedakan mana katup *in* dan katup *out* dengan cara melihat bentuk dan tanda di kepala katup tersebut. untuk katup *in* biasanya mempunyai kepala yang lebih besar serta *paying*. katup *in*

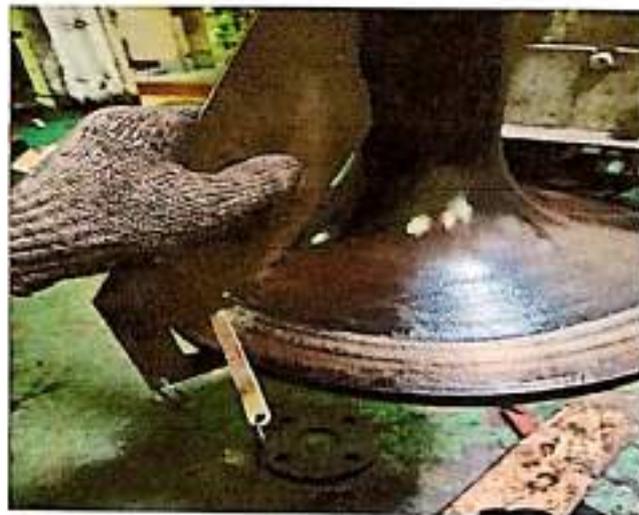
dibuat lebih tipis supaya meringankan beban putaran pada poros bungkungan, sedangkan katup *out* memiliki kepala yang lebih kecil serta dibuat lebih tebal agar tidak mudah berubah bentuk dan lebih tahan panas.

Karena kurang presisinya dudukan katup maka akan sangat berpengaruh terhadap *compresi* dan pembakaran bahan bakar, sehingga *temperature* gas buang makin tinggi.

Setelah diadakan pembokaran dan pengecekan pada katup-katup di kepala *cylinder* di kapal, penulis tidak menemukan adanya kerusakan dan semua masih dalam kondisi yang normal.



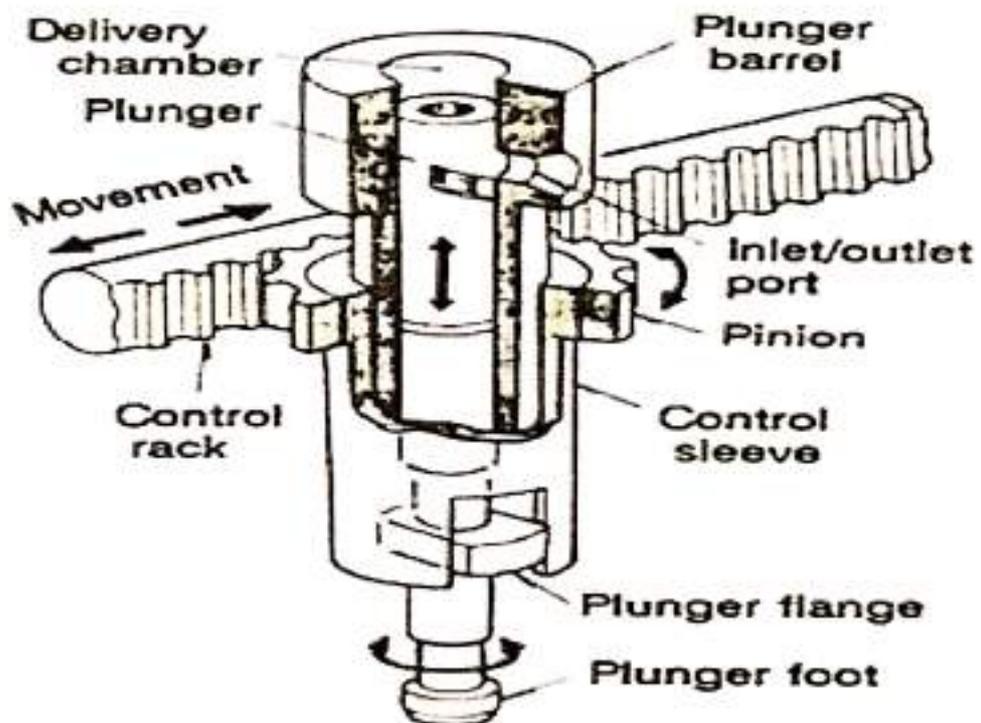
Gambar 3.16 sitting exhaust valve ketika pengambilan clearance



Gambar 3.17 Exhaust valve Ketika pengambilan clearance

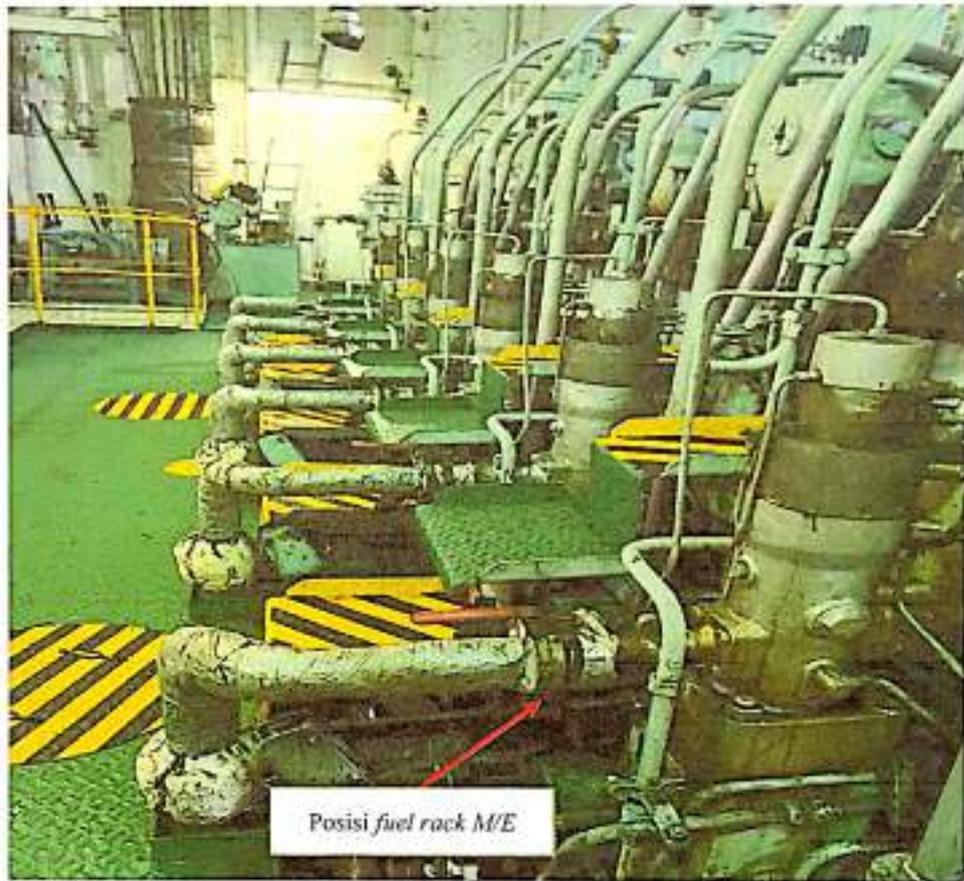
d. *Rack* bahan bakar pada setiap silinder memiliki selisih yang signifikan.

Control Rack bahan bakar merupakan bagian dari pompa injeksi in line, yang terdiri dari batang rack atau batang bergerigi yang terhubung dengan governor pompa injeksi. *Control rack* berfungsi untuk mengatur jumlah bahan bakar yang akan di alirkan ke injector.



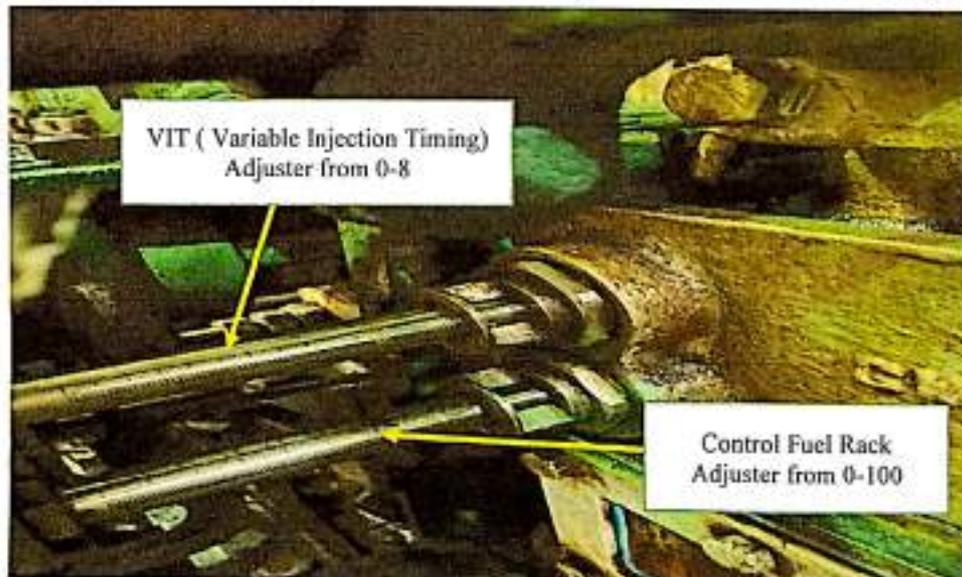
Gambar 3.18 Letak control rack pada pompa injeksi

Pada batang control rack terdapat nomor yang menjadi acuan ketika mengatur keseimbangan banyaknya aliran bahan bakar yang akan masuk ke dalam pompa injeksi. Adapun penomoran tersebut dimulai dari angka 0 sampai 70, Semakin besar angka yang terbaca di control rack semakin banyak pula aliran bahan bakar yang masuk ke pompa injeksi.



Gambar 3.19 Posisi Fuel Rack

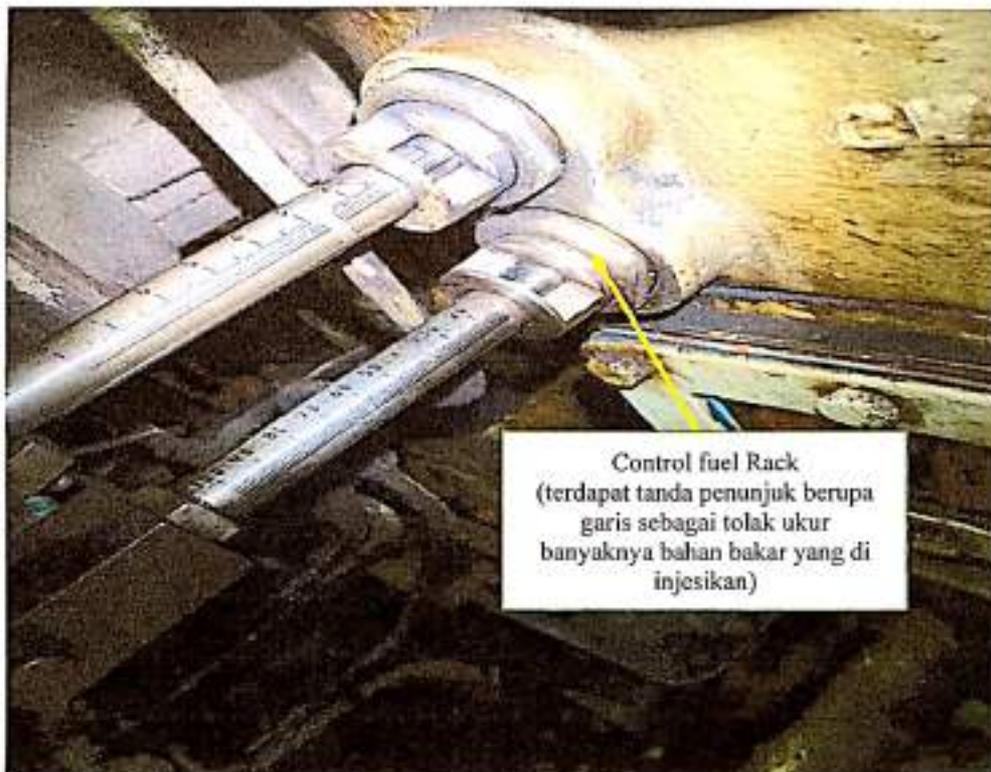
Menurut hasil Analisa penulis, tidak terdapat masalah pada control rack, karena angka yang terbaca pada setiap silinder tidak mengalami perbedaan yang signifikan. Sehingga aliran bahan bakar pada setiap silinder seimbang.



Gambar 3. 20 Fuel Rack



Gambar 3.21 Pengambilan *Control Fuel Rack*



Gambar 3.22 *Control Rack* bahan bakar

a. *Viscosity* pada bahan bakar tidak sesuai dengan *manual book instruction*

Viscosity suatu minyak dinyatakan oleh *volume* tertentu dari minyak untuk mengalir melalui lubang dengan diameter tertentu, makin rendah lubangnya maka makin rendah *viskositasnya*. alat yang digunakan untuk mengukur *viskositas* bahan bakar adalah *viskosimeter*.



Gambar 3.23 *Viscosimeter*

Karakteristik bahan bakar yang digunakan diatas kapal harus dipahami dengan baik oleh awak kapal bagian mesin khususnya. Pengetahuan terhadap karakter bahan bakar ini akan menjadi dasar atas tindakan yang perlu dilakukan dalam melakukan penanganan atas bahan bakar tersebut sehingga siap untuk digunakan sebagai "sumber energi". Bahan bakar jenis marine fuel oil (MFO) / heavy fuel oil (HFO) memiliki karakteristik dengan nilai kekentalan (*viscosity*) yang tinggi saat berada di suhu ruang. Pemanfaatan bahan bakar jenis ini tentunya harus diawali dengan beberapa tindakan untuk menurunkan nilai viskositasnya. Tindakan untuk menurunkan bahan bakar jenis ini adalah dengan melakukan pemanasan awal (*preheating*) sebelum digunakan. Tindakan *preheating* menjadi sangat diperlukan untuk menjamin terjadinya pengkabutan bahan bakar yang sempurna dalam ruang bakar.

3. Dapat merusak *exhaust valve spindle & seating* katup buang mesin.
4. Tekanan injeksi bahan bakar akan semakin tinggi karena pengaruh berat yang terjadi sebab kekentalan bahan bakar yang tinggi. Kondisi yang demikian akan dapat memicu kerusakan sistem injeksi bahan bakar dan komponennya karena bekerja diluar range yang ditentukan. Hal yang perlu diperhatikan dalam kondisi ini adalah pemantauan temperatur yang digunakan untuk proses preheating. Temperatur terlalu tinggi atau terlalu rendah dari rekomendasi maker akan berakibat buruk pada mesin.
5. Pemanasan yang terlalu tinggi akan semakin menurunkan nilai kekenyalan bahan bakar diluar range 10-15 cSt.
6. Proses pemindahan bahan bakar (fuel change-over) dari MFO ke MDO yang tidak terpantau dengan baik akan tetap mengaktifkan perangkat heater (apabila heater dioperasikan secara manual) yang artinya akan semakin menurunkan kekentalan bahan bakar jenis MDO (yang tidak direkomendasikan untuk dipanaskan).
7. Bahan bakar yang terlalu panas dengan nilai kekentalan yang terlalu rendah akan berakibat sticking pada komponen fuel injection valve dan plunger pada fuel injection pump.



Gambar 3.25 F. O. Heater M/E No.1 & No. 2

Preheating pada saat mesin berhenti beroperasi (misal: pemanasan sistem bahan bakar mesin induk saat kapal berlabuh atau sandar dipelabuhan).Pemanasan pada line sistem bahan bakar MFO/HFO tetap diperlukan saat mesin berhenti beroperasi. Sebuah ilustrasi kondisi

menggambarkan, apabila mesin dalam kondisi berhenti beroperasi dengan line sistem bahan bakar MFO/HFO, maka akan terjadi penyumbatan sistem pada saat bahan bakar temperaturnya menurun. Penurunan temperatur akan mengakibatkan peningkatan kekentalan bahan bakar yang akan menyumbat line sistem bahan bakarnya. Preheating yang dilakukan selama kapal dipelabuhan adalah dengan tetap memanaskan bahan bakar pada setting kekentalan yang dikehendaki serta tetap menjalankan pompa sirkulasi bahan bakar (FO circulation pump).

Penghematan pemanfaatan energi, maka pemanasan terhadap bahan bakar (saat mesin berhenti beroperasi / kapal berlabuh ataupun sandar) tetap dapat dilakukan dengan menurunkan range temperatur sekitar 20°C atau menyesuaikan kekentalan bahan bakar tetap terjaga pada nilai 30 cSt.

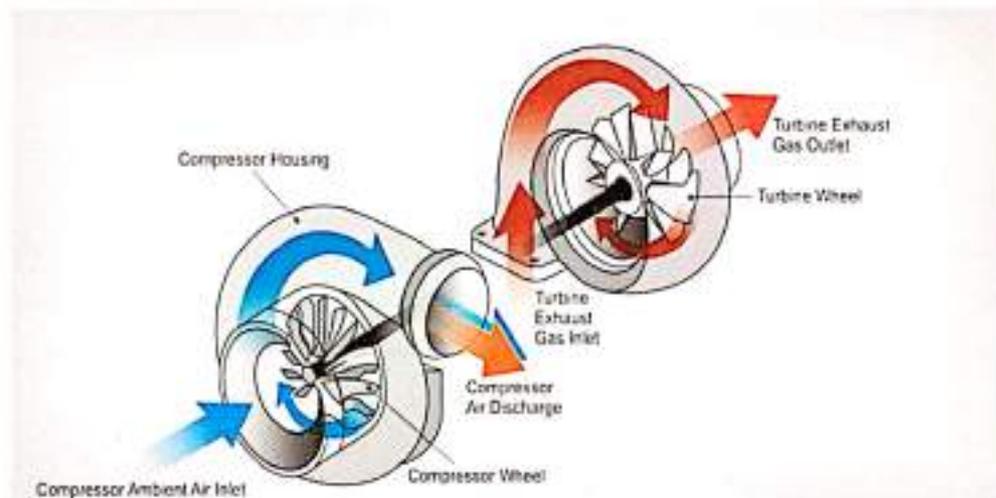


Gambar 3.26 Adjuster F. O. Heater temperature

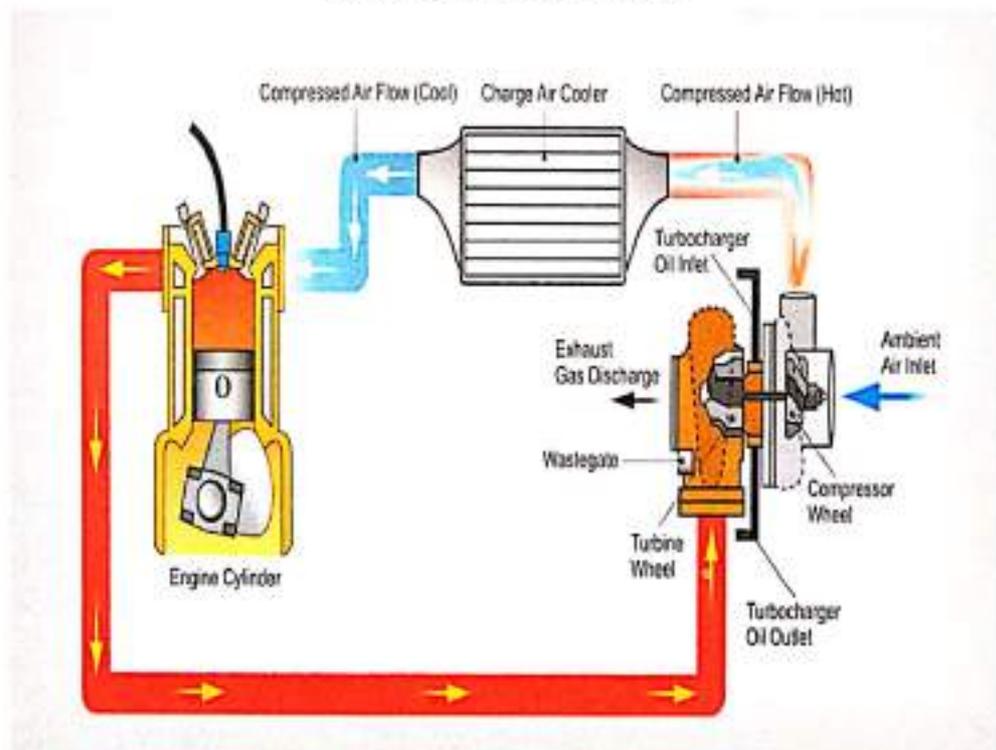
Hasil Analisa penulis Viscocitty pada bahan bakar sesuai dengan manual book instruction atau sesuai dengan kebutuhan mesin induk.

e. *Temperature* udara yang masuk ke silinder terlalu tinggi

Pada mesin-mesin diesel bertenaga besar, untuk mesin penggerak kapal, sistem pemasukan udara pembakaran dilengkapi dengan *turbo charge* Tujuannya adalah untuk meningkatkan kinerja mesin dengan cara menaikkan massa udara pembakaran, agar pembakaran bahan bakar dapat berjalan dengan sempurna.



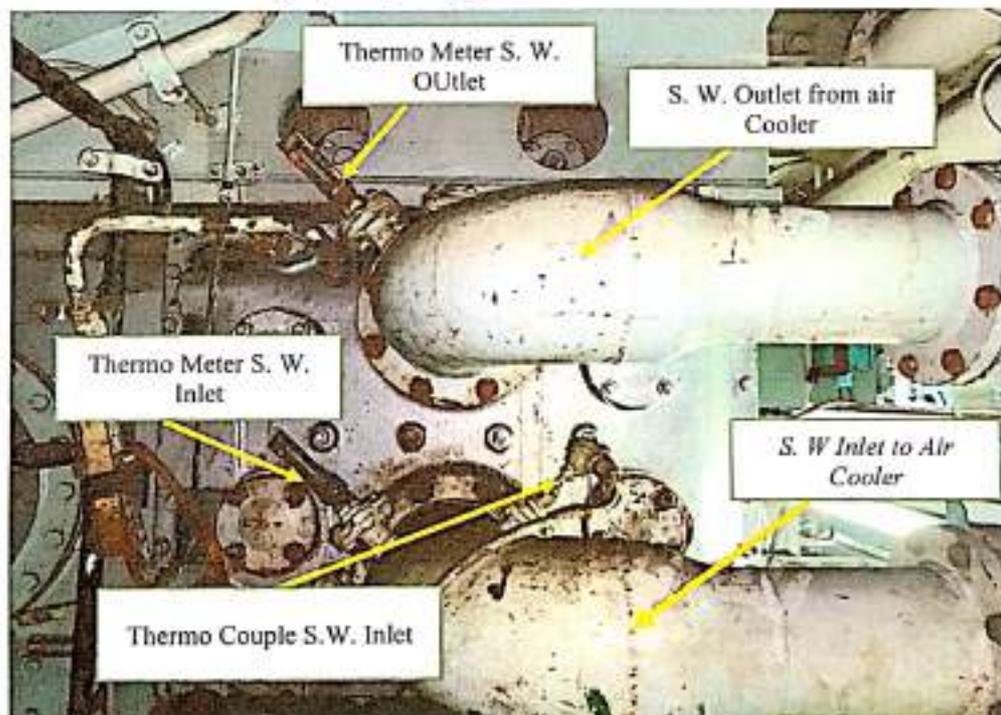
Gambar 3.27 *Turbo Charge*



Gambar 3.28 Sistem Udara pada *Main Engine*

Indikasi yang menyebabkan temperature udara yang masuk ke silinder terlalu tinggi, diantaranya adalah :

1. *Engine room temperature* tinggi yang memberikan efek secara langsung terhadap temperatur lingkungan kamar mesin serta meningkatkan temperatur udara bilas pembakaran. Temperatur dapat terpantau dari besarnya hasil pengukuran thermometer ruang yang ada di kamar mesin.
2. Sistem udara bilas tidak bekerja dengan baik diantaranya adalah temperatur udara bilas yang tinggi dan / atau volume udara bilas yang berkurang karena *air cooler* kotor (pada sisi air pendingin dan/atau pada sisi udara bilas). Indikator kotornya *air cooler* dapat terpantau melalui thermometer dan "U" manometer yang terpasang pada sisi *air cooler*.



Gambar 3.29 Inlet & outlet S. W line Air Cooler

3. *Turbocharger performance drop*. Menurunnya kinerja turbocharger akan mengurangi volume & tekanan udara bilas dalam mesin. Penurunan kinerja ini disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya penurunan putaran rotor turbocharger (karena sudu - sudu *blower / turbin side* kotor), filter udara pada sisi *blower side* kotor. Selain itu, kondisi *nozzle ring* yang kotor akan menghambat aliran gas buang dan mengurangi putaran turbocharger.



Gambar 3.30 Turbo Charge

4. *Exhaust gas boiler / exhaust gas economizer* yang kotor. Kotoran yang terdapat pada permukaan *exhaust gas boiler / economizer* akan menghambat aliran bebas gas buang yang. Hambatan aliran gas buang ini akan memicu penurunan kinerja dari *turbocharger*. Perlu dilakukan pemeriksaan secara periodik terhadap sisi *exhaust gas boiler / economizer* saat mesin tidak beroperasi. Selain itu, pelaksanaan perawatan *shoot blow* dengan memanfaatkan *steam* perlu dilakukan pada saat mesin beroperasi.

Hasil Analisa penulis menemukan temperature udara yang masuk kedalam silinder abnormal atau temperature udara yang masuk tinggi.

FREE DISPLAY GROUP C5			
CH. NO	NAME	LOW MEAS HIGH	UNIT
0316	M/E COOL FW 1 OUT TEMP	73 90	*C
0317	M/E COOL FW 2 OUT TEMP	73 90	*C
0318	M/E COOL FW 3 OUT TEMP	73 90	*C
0319	M/E COOL FW 4 OUT TEMP	73 90	*C
0320	M/E COOL FW 5 OUT TEMP	73 90	*C
0321	M/E COOL FW 6 OUT TEMP	73 90	*C
0212	M/E CONT AIR PRESS	0.55 0.73	MPA
0301	M/E MAIN LO IN TEMP	34 55	*C
0310	M/E FO IN TEMP (L)	95 97	*C
0331	M/E SCAV AIR TEMP	56 90	*C
1503	SEA WATER TEMP	31	*C
1011	COMP BLN UP TAKE TEMP	92 280	*C
1003	BOILER DRUM STEAM PRESS	0.59	MPA

Main Engine Scaving Air Temperature tinggi

Gambar 3.31 Engine Control Monitor

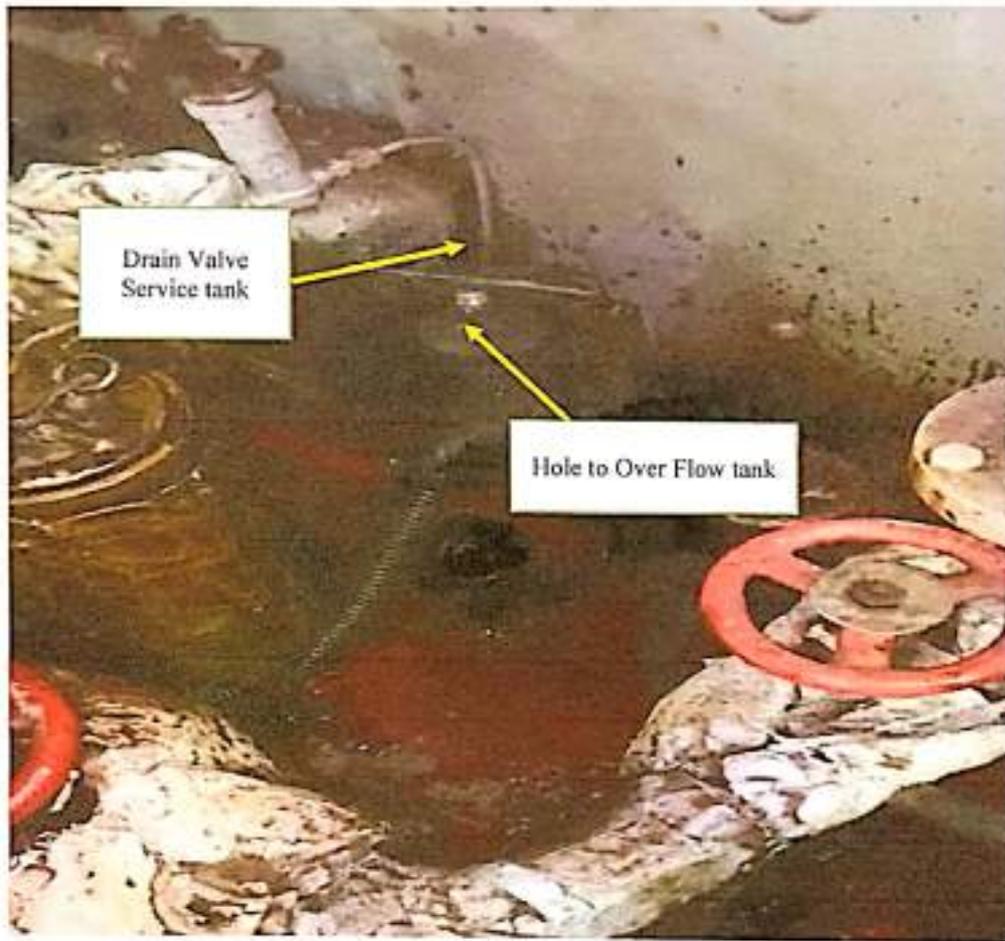
2. Mesin sering mati tiba-tiba (*Shutdown*)

Penyebabnya adalah sebagai berikut :

a. Bahan bakar bercampur dengan air

Pada umumnya bahan bakar yang kita terima dari bunker maupun dari darat belum cukup bersih dari kotoran- kotoran yang mungkin berasal dari kapal *bunker* / darat yang mana akan ikut masuk ketangki penyimpanan, kotoran tersebut bisa berbentuk lumpur, air dan kotoran- kotoran lainnya.

Maka perawatan/pembersihan bahan bakar sebelum dikonsumsi dimesin induk perlu dilakukan untuk menghindari kerusakan- kerusakan yang disebabkan oleh bahan bakar kotor.



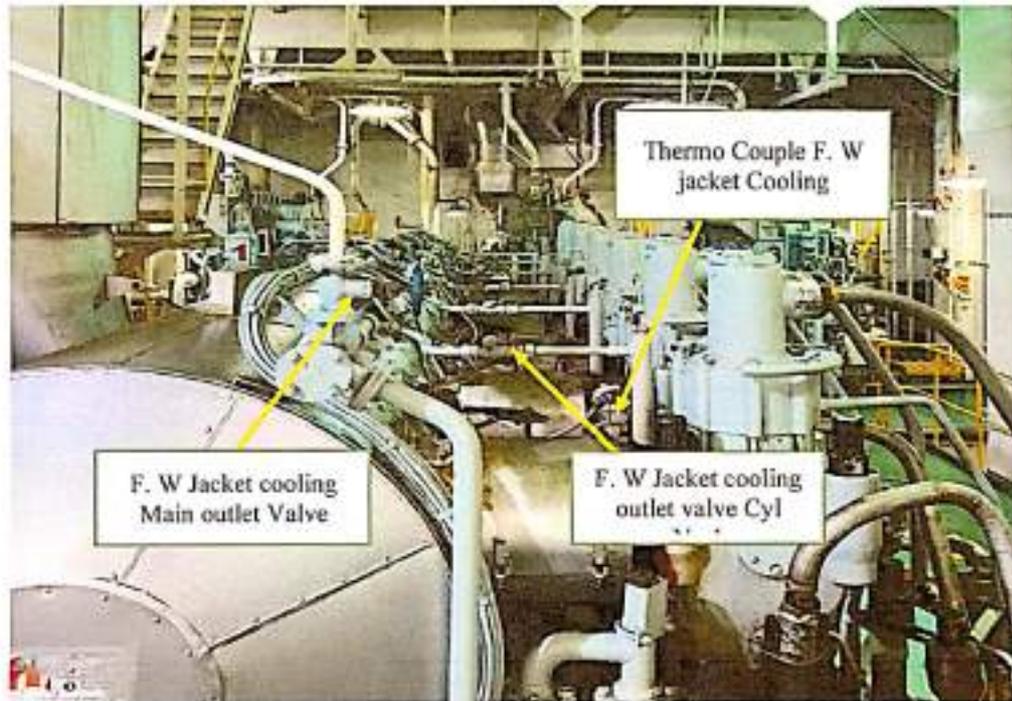
Gambar 3.32 Service Tank Drain Valve

Faktor lainnya yang menyebabkan kualitas bahan bakar kurang bagus, yaitu kurang optimalnya kinerja *FO purifier*. *FO Purifier* merupakan komponen sistem bahan bakar yang berfungsi sebagai salah satu pembersih bahan bakar yang paling efektif dalam perawatan bahan bakar. Di kapal *FO purifier* berfungsi untuk membersihkan bahan bakar dari kotoran cair maupun padat (lumpur) sehingga kerusakan pada mesin induk akibat bahan bakar yang kurang baik dapat dikurangi. Apabila *FO purifier* tidak bekerja dengan baik akan mengakibatkan mutu bahan bakar kurang baik.

Untuk itu perawatan *FO purifier* harus benar-benar diperhatikan. Apabila *purifier* telah melampaui batas kerja 3000 jam sesuai dengan *Instruction Manual Book* maka segera diadakan *overhaul* untuk pembersihan *purifier*, karena kotoran-kotoran yang menempel harus dibersihkan.

b. *Overheating* pada suhu *Jacket cooling*

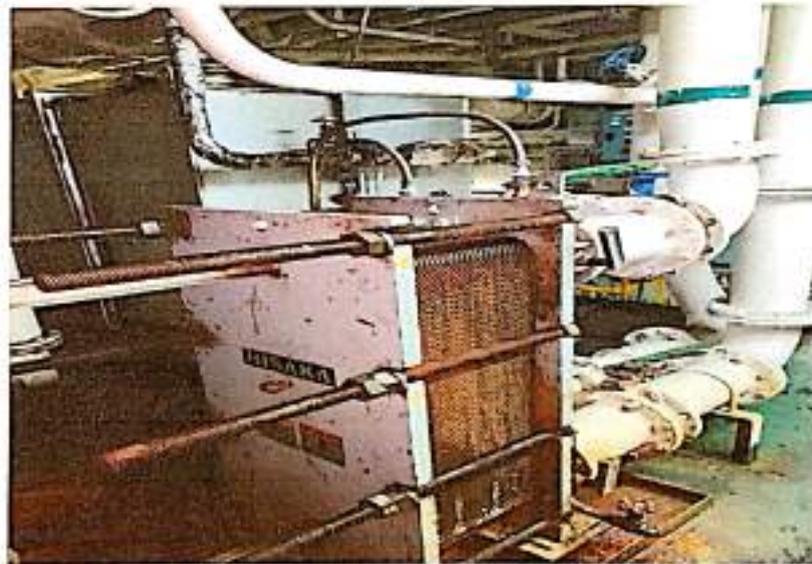
Jacket cooling sebagai selimut *cylinder liner* dan *cylinder cover* yang didalamnya berupa air pendingin (air tawar) dengan temperatur tertentu yang digunakan untuk menyerap panas yang dihasilkan oleh pembakaran bahan bakar di dalam silinder.



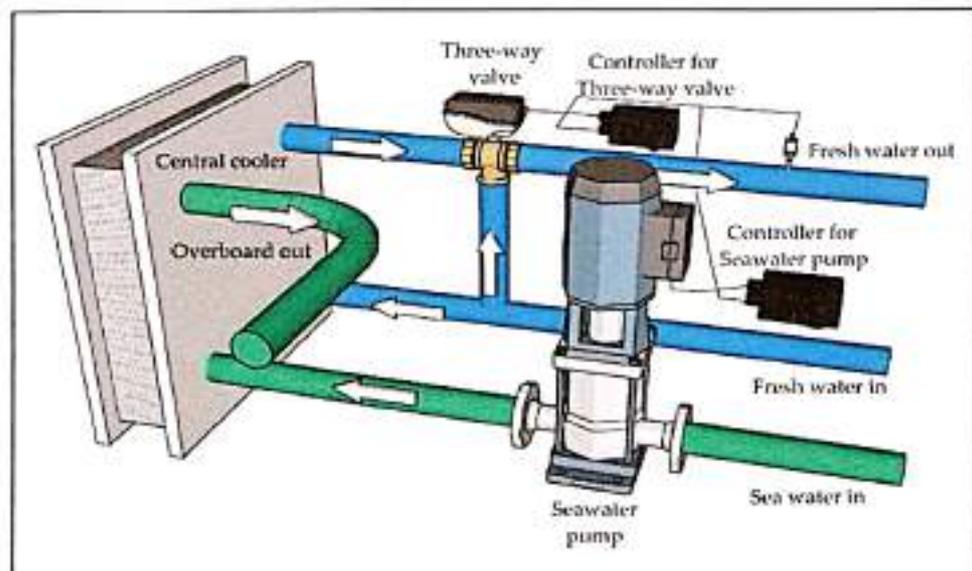
Gambar 3.35 *Jacket cooling line*

Jacket cooling ini berfungsi untuk menyerap panas yang dihasilkan oleh pembakaran bahan bakar di dalam silinder pesawat yang keluar melalui gas buang. *Jacket cooling* mempunyai diameter 600 mm dengan ketebalan 11 mm yang terbuat dari besi tuang. Dalam pemasangan *jacket cooling* pada *cylinder cover* harus sesuai dengan *manual book* supaya tidak terjadi kesalahan. *Jacket cooling* harus tahan terhadap panas dan tekanan yang telah ditentukan supaya dapat menyerap panas secara maksimal dan tidak menimbulkan *overheating*. Berdasarkan STCW Bab VIII, Nakhoda, Kepala Kamar Mesin (KKM) dan Personil tugas jaga harus menjamin bahwa pelaksanaan tugas jaga dilakukan secara aman dan terpelihara. Dalam menjalankan tugas jaga di kamar mesin harus selalu mengecek temperatur, tekanan, serta volume air pendingin.

3. Besi tuang kelabu (*grey cast iron*) Jenis besi tuang ini sering dijumpai sekitar 70% besi tuang berwarna abu-abu. Mempunyai grafit yang berbentuk flake. Sifat dari besi tuang ini kekuatan tariknya tidak begitu tinggi dan keuletannya rendah sekali (*Nil Ductility*). Material dari jaket pendingin jenis besi tuang kelabu. Menempel pada bagian *cylinder liner* dan yang bagian atas menempel pada *cylinder cover*, air pendingin dipasok dari bagian bawah jaket pendingin. Pada *cylinder liner*, air langsung menuju ke bagian atas jaket pendingin. Sedangkan pada *cylinder head* air melewati lubang pendingin dari atas jaket pendingin, air mengalir melalui sambungan air ke jaket.



Gambar 3.37 F. W Cooler



Gambar 3.38 Water Flow in F. W cooler

Penulis menemukan over heating pada silinder no. 1 *F. W jacket cooling Main engine.*

The log book page contains the following sections:

- Header:** 52, Volvo Penta, September 1982, US 14.
- Main Table:** A large grid with columns for 'Hour of Day', 'Cylinder No.', 'Temperature', 'Pressure', 'Oil Level', 'Water Level', 'Fuel Consumption', 'Air Intake', 'Exhaust', 'Vibration', 'Noise', 'Remarks', and 'Signature'. The 'Remarks' column contains handwritten notes such as 'Over heating on cylinder no. 1', 'Check oil level', 'Adjust valve clearance', etc.
- Summary Tables:**
 - Operating Hours:** A table with columns for 'Start', 'Stop', 'Total', 'Idle', 'Load', 'Fuel', 'Air', 'Exhaust', 'Vibration', 'Noise'.
 - Oil Consumption:** A table with columns for 'Type', 'Quantity', 'Date', 'Signature'.
 - Water Consumption:** A table with columns for 'Type', 'Quantity', 'Date', 'Signature'.
- Signature:** A handwritten signature at the bottom right of the page.

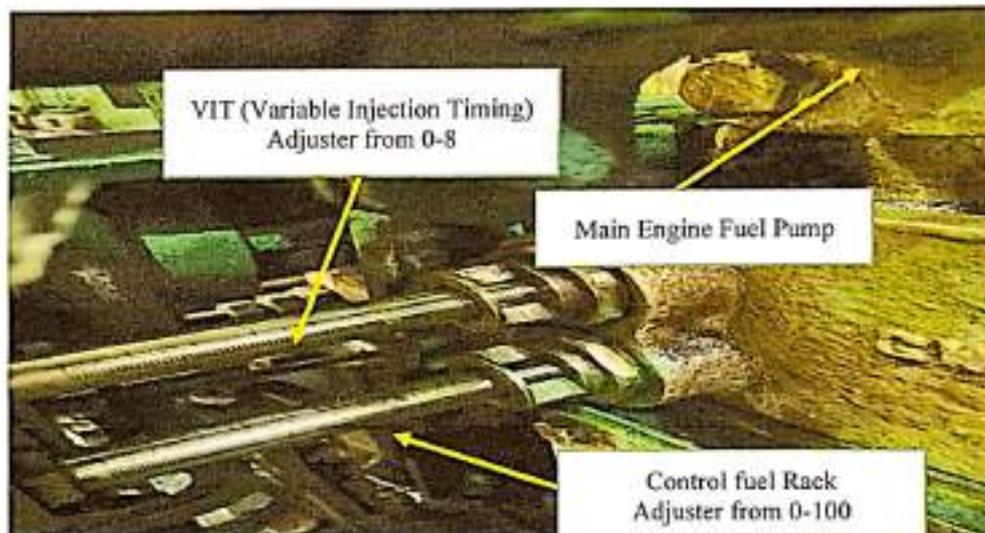
Gambar 3.39 Log Book Engine

c. *Timing* bahan bakar tidak tepat

Agar mesin induk dapat beroperasi dengan normal maka timing bahan bakar harus selalu diperhatikan. Sehingga bahan bakar yang akan di tekan atau disemprotkan kedalam ruang pembakaran bahan bakar tepat. Keadaan tersebut hanya bias diatasi dengan cara mengadakan penyetelan timing yang merata pada tiap-tiap selinder. Sistem ini menjadi tugas para perwira kamar mesin agar tidak terjadi kesalahan pada waktu menentukan titik timing yang benar. Penentuan titik bakar atau titik penyalaan pada mesin perlu selalu diperhatikan agar kerusakan yang akan timbul dapat segera diatasi. Sehingga mesin dapat terhindar dari kerusakan yang fatal. Apabila sistem pembakaran bahan bakar tidak sesuai dengan titik penyalaan maka akan mengurangi tenaga pada mesin induk.

Akibat-akibat yang ditimbulkan jika penyetelan timing tidak benar adalah:

1. Gas buang yang keluar di cerobong hitam.
2. Putaran mesin tidak normal.
3. Terjadi getaran pada bodi mesin.
4. Pembakaran bahan bakar di dalam selinder tidak sempurna.
5. Metal jalan cepat rusak.



Gambar 3.40 VIT (Variable Injection Timing)

Setelah dilakukan pengecekan secara berkala, penulis tidak menemukan adanya indikasi masalah pada timing bahan bakar mesin induk.



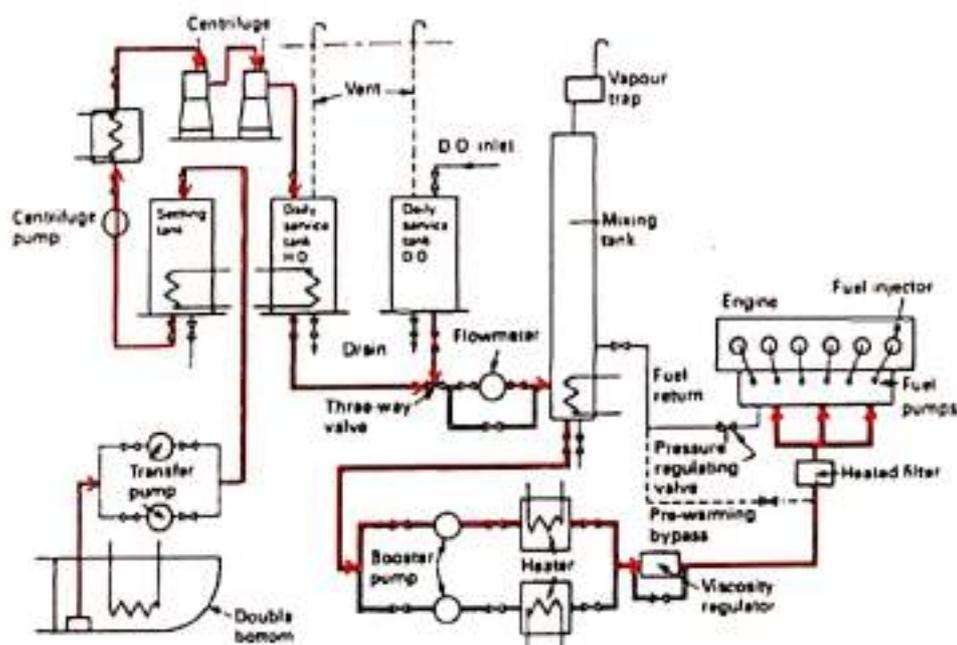
Gambar 3.41 Pengambilan VIT (Variable Injection Timing)

d. Saringan bahan bakar kotor

Saringan bahan bakar terdiri dari komponen *case* pelindung serta elemen penyaringan. Sebelum dialirkan melalui pompa injeksi, bahan bakar akan melalui saringan bahan bakar terlebih dahulu untuk disaring. Tanpa penyaringan ini, material asing yang terkandung pada bahan bakar akan menimbulkan kerusakan, utamanya pada komponen yang bergerak. Kotorannya juga beresiko menghasilkan karat pada mesin.

Saringan bahan bakar berfungsi untuk :

1. menyaring kotoran termasuk material asing lainnya yang terkandung dalam bahan bakar
2. mencegah terjadinya penyumbatan pada system bahan bakar.
3. Mencegah menurunnya kecepatan aliran bahan bakar, terutama yang di salurkan menuju ruang pembakaran mesin.



Gambar 3.42 Fuel Oil sistem

Adanya kerusakan pada saringan bahan bakar dapat menghambat fungsi fuel filter, bahkan tidak menutup kemungkinan jika kerusakan pada saringan bahan bakar akan merebet ke komponen lain akibat tidak segera ditangani.

Dampak jika saringan bahan bakar tidak berfungsi secara normal :

1. Tenaga yang dihasilkan menurun
2. Putaran mesin tidak stabil, terutama ketika menaikkan Rpm.
3. Main Engine susah dihidupkan
4. Bahan bakar lebih cepat habis.
5. Injector cepat kotor
6. Pembakaran tidak sempurna

Hasil pengamatan secara berskala, penulis tidak menemukan adanya kerusakan maupun kotoran yang menyumbat pada saringan bahan bakar.



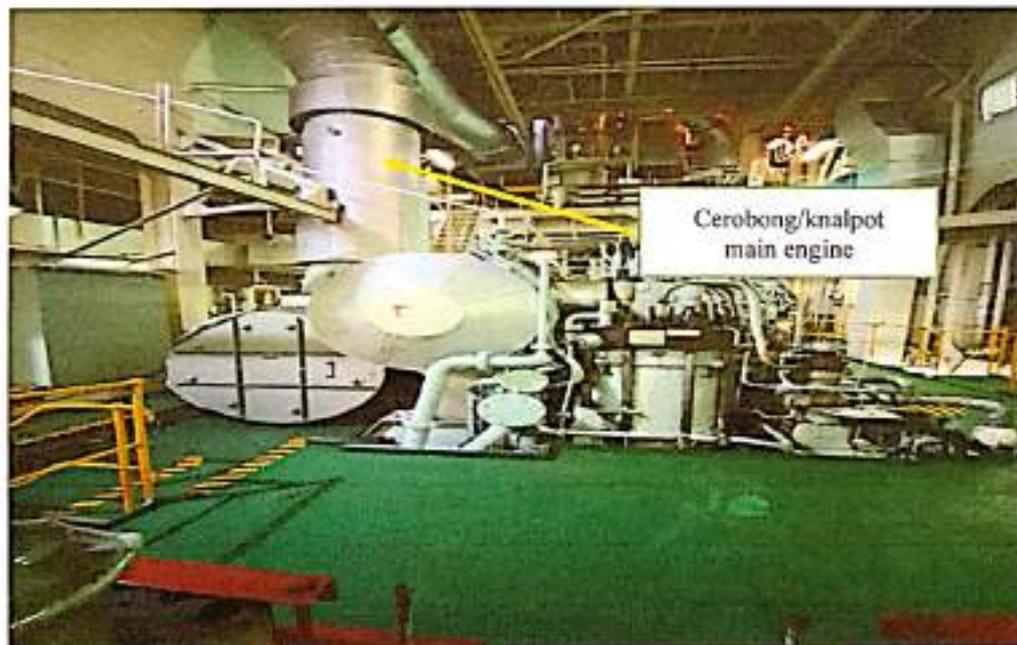
Gambar 3.43 *Fuel oil Filter*

e. *Overheating* pada suhu gas buang

Gas buang adalah sisa hasil pembakaran bahan bakar di dalam mesin pembakaran dalam, mesin pembakaran luar, mesin jet yang di keluarkan melalui system pembuangan mesin.

Sistem udara masuk dan buang terdiri dari filter udara masuk (air intake filter), turbocharger, CAC (Charge Air Cooler), dan exhaust gas silincer atau knalpot.

Fungsi dari filter udara masuk adalah menghalangi kotoran berupa debu dan partikel padat lainnya masuk ke sistem udara masuk dan buang. Untuk mesin-mesin kecil biasanya menggunakan cartridge sebagai filternya, sedangkan untuk mesin-mesin yang sangat besar biasanya dilengkapi dengan oil trap. Turbocharger adalah suatu komponen tambahan yang digunakan pada mesin-mesin diesel sedang hingga besar. Komponen ini sangat membantu meningkatkan performa dari mesin diesel. Terdiri dari dua sisi yaitu sisi blower (sisi isap) dan sisi turbin (sisi buang). Prinsip kerja dari turbocharger adalah pemanfaatan gas buang hasil pembakaran yang masih mempunyai sisa energi digunakan untuk tenaga pada sisi blower melalui turbin. Udara yang dihasilkan oleh blower mempunyai tekanan yang tinggi sehingga sangat meningkatkan daya yang dihasilkan oleh mesin diesel itu sendiri. Charge Air Cooler (CAC) berfungsi sebagai pemampat udara yang ditekan oleh blower sehingga lebih besar densitinya melalui proses pendinginan, Selain itu juga berfungsi untuk menurunkan temperatur udara masuk ruang bakar.



Gambar 3.44 cerobong *main engine*

Setelah diadakan pengecekan secara rutin, penulis tidak menemukan masalah terhadap overheating gas buang main engine.

The image shows a page from an engine log book, numbered 62. It contains a large table with multiple columns for recording engine data. The columns include various parameters such as RPM, temperature, pressure, and fuel consumption. The data is handwritten in black ink. At the top right, the date '15 September 2011' is written. Below the main table, there are several smaller tables and sections for additional notes and signatures. The overall layout is organized and professional, typical of a technical log book.

Gambar 3.45 Engine Log Book

f. Overheating pada suhu minyak lumas

Minyak lumas adalah zat cair atau benda cair yang digunakan sebagai pelumasan dalam suatu mesin untuk mengurangi keausan akibat gesekan dan sebagai pendingin serta peredam suara.

Pelumasan adalah pemberian minyak lumas antara dua permukaan bantalan yaitu permukaan yang bersinggungan dengan tekanan dan saling bergerak satu terhadap yang lain. bantalan pena engkol mesin horizontal kecil dan mesin dua langkah pembilasan karter menggunakan peminyak sentrifugal atau peminyak banyo. Lubang minyak yang mengarah kepermukaan pena engkol seringkali digurdi pada sudut sekitar 30 derajat mendahului titik mati, sehingga cangkang atas menerima minyak sebelum langkah penyalaan dan pada titik yang tekanannya relative rendah.



Gambar 3.46 Lubricating Oil Cooler

Viskositas adalah sifat yang menentukan besar daya tahan fluida terhadap gaya geser. Hal ini terutama diakibatkan oleh saling pengaruh antara molekul-molekul fluida. Viskositas zat cair menyebabkan terbentuknya gaya geser antara elemen-elemennya. Bila suatu fluida mengalami geseran, ia mulai bergerak dengan laju regangan yang berbanding terbalik dengan suatu besaran yang disebut koefisien viskositas, viskositas dinamis. Viskositas berkurang dengan naiknya suhu dan ditentukan dengan viskosimeter saybolt dengan orifis universal. Viskositas minyak disel dari berbagai mesin bervariasi dari 100 sampai 500 SSU pada 130F. Gesekan, keausan mesin, dan penggunaan minyak pada dasarnya tergantung pada viskositas minyak lumas. Bisa didefinisikan sebagai tahanan fluida yang berubah bentuk. Yang mana seharusnya gesekan molekular dalam dan molekul pada fluida menghasilkan fluida oleh pengaruh tahanan gesekan. Tingginya viskositas maka lebih cenderung kearah pelumasan hydrodynamic. Tentunya tipe minyak pelumas, air atau grease dan temperatur itu sangat penting. Temperatur bisa naik melalui sirkulasi pelumas yang tidak cukup untuk menghilangkan panas disebabkan di dalam bearing, ini bisa disebabkan oleh celah yang terlalu kecil atau penyuplaian oli yang tidak cukup.

Setelah dilakukan penelitian secara berkala, penulis tidak menemukan overheating pada minyak lumas.



Gambar 3.47 Plate L.O Cooler

C. PEMECAHAN MASALAH

Dari penjelasan analisis data di atas maka Penulis dapat menganalisa beberapa pemecahannya adalah sebagai berikut:

1. *Alternatif Pemecahan Masalah*

Berdasarkan penjelasan pada analisis data di atas, maka *alternatif* pemecahan dari masing-masing masalahnya adalah sebagai berikut :

a. *Temperature gas buang terlalu tinggi*

Alternatif pemecahan masalah yaitu :

1. **Membersihkan intercooler secara berkala**

Untuk mengatasi temperature gas buang terlalu tinggi yang di sebabkan udara yang masuk ke silinder terlalu tinggi, tidak ada cara lain kecuali pembersihan intercooler secara rutin, karena selama tidak dilakukan pembersihan secara rutin maka temperature gas buang akan selalu tinggi

dan hal ini akan membahayakan material baik di dalam mesin maupun di luar mesin juga keselamatan ABK di kamar mesin

Intercooler berfungsi untuk mendinginkan udara bertekanan yang dihasilkan oleh mesin. Udara bertekanan ini memiliki suhu yang jauh lebih tinggi dari udara biasa. Jika dibiarkan saja tanpa ada bantuan komponen untuk mendinginkannya, maka mesin bisa bermasalah.



Gambar 3.48 Intercooler sisi udara



Gambar 3.49 Intercooler sisi air laut

2. Membersihkan saringan *sea chest*

Intercooler digunakan untuk mendinginkan udara dari *turbocharger blower* dan udara yang masuk ke *intercooler* didinginkan menggunakan air laut yang berasal dari *sea chest*.



Gambar 3.50 Saringan *Sea Chest*

Saringan *sea chest* yang kotor akan sangat berpengaruh pada maksimalnya pendinginan udara didalam *intercooler* karena air laut berperan penting untuk mendinginkan udara pada *intercooler*.

b. Mesin Sering Mati Tiba-Tiba (*Shutdown*)

Alternatif pemecahan masalah yaitu :

1) Membersihkan *F. W Cooler main Engine*

Untuk mengatasi mesin sering mati tiba-tiba yang di sebabkan oleh *overheating* pada *jacket cooling main engine*, tidak ada cara lain kecuali pembersihan pada *fresh water cooler main engine* secara rutin,



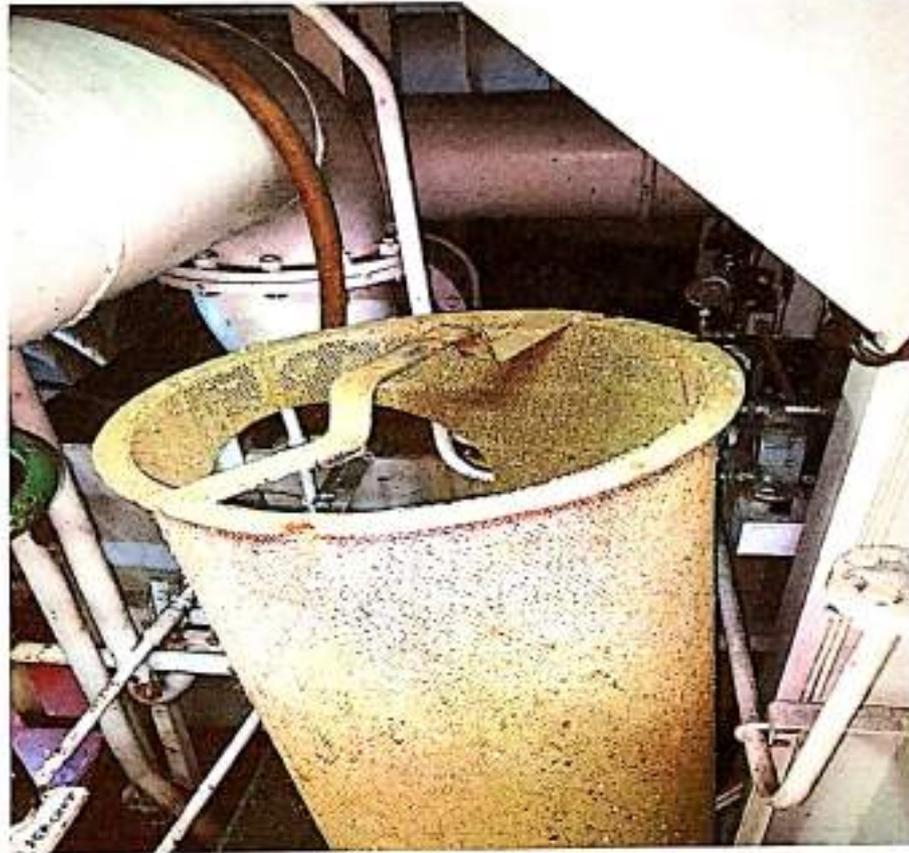
Gambar 3.51 Plate Fresh water Cooler

Sistem pendingin tertutup (*indirect cooling system*) adalah sistem pendingin motor di kapal dimana silinder motor bakar dan komponen lainnya didinginkan dengan air tawar dan kemudian air tawar tersebut didinginkan oleh air laut dan selanjutnya air tawar tersebut dipakai kembali untuk mendinginkan motor, jadi yang selalu bergantian adalah air laut, sedangkan air tawar selalu beredar tetap, demikian daur ini berjalan terus.

Pendingin air tawar (*fresh water cooler*) yaitu alat pemindah panas berbentuk *plate* yang dipergunakan untuk mendinginkan air tawar pendingin motor penggerak utama dan motor bantu kapal dengan mengalirkan air laut ke dalam bejana tersebut.

2. Membersihkan saringan *sea chest*

Fresh water cooler digunakan untuk mendinginkan *jacket cooling main engine* dan *fresh water* didinginkan menggunakan air laut yang berasal dari *Sea chest*.



Gambar 3.52 Saringan *Sea Chest*

Saringan *sea chest* yang kotor akan sangat berpengaruh pada proses mendinginkan *fresh jacket cooling main engine* didalam *fresh water cooler* karena air laut berperan penting untuk mendinginkan *fresh water* pada *fresh water cooler*.

3. Evaluasi Terhadap *Alternatif* Pemecahan Masalah

a. *Temperature* udara yang masuk ke silinder terlalu tinggi

1) Membersihkan intercooler secara berkala

Keuntungan :

- a) *Intercooler* berfungsi secara maksimal
- b) Temperatur udara yang masuk ke silinder normal

Kerugiannya:

- a) Membutuhkan waktu untuk melakukan perawatan
- b) Perlu memberikan arahan kepada ABK tentang penting perawatan pada *intercooler main engine*.

2) **Membersihkan saringan *sea chest***

Keuntungan :

- a) Terhindar terjadinya penumpukkan kotoran pada saringan *sea chest* yang mengakibatkan aliran air laut yang menuju *intercooler* terhambat.
- b) Terhindar dari penyumbatan pada *intercooler*

Kerugiannya:

- a) Membutuhkan waktu untuk melakukan perawatan
- b) Perlu memberikan arahan kepada ABK tentang penting perawatan pada saringan *Sea Chest*

b. *Overheating* pada *jacket cooling main engine*

1) **Membersihkan *Fresh water cooler main engine***

Keuntungan:

- a) *Fresh water cooler* berfungsi secara maksimal
- b) Temperatur *Fresh Water Jacket Cooling Main Engine* normal

Kerugiannya:

- a) Membutuhkan waktu untuk melakukan perawatan
- b) Perlu memberikan arahan kepada ABK tentang penting perawatan pada *intercooler main engine*.

1. Membersihkan saringan *sea chest*

Keuntungan :

- a) Terhindar terjadinya penumpukkan kotoran pada saringan *sea chest* yang mengakibatkan aliran air laut yang menuju *intercooler* terhambat.
- b) Terhindar dari penyumbatan pada *intercooler*

Kerugiannya:

- a) Membutuhkan waktu untuk melakukan perawatan
- b) Perlu memberikan arahan kepada ABK tentang penting perawatan pada saringan *Sea Chest*

4. Pemecahan masalah yang di pilih

Berdasarkan *alternatif* dan *evaluasi* terhadap pemecahan masalah mengenai untuk menghindari terjadinya penurunan performa mesin induk, dapat dilakukan dengan cara

a. *Temperature gas buang terlalu tinggi*

Temperatur udara yang masuk ke dalam silinder terlalu tinggi yaitu dengan membersihkan *intercooler*.

b. Mesin mati tiba-tiba (*shutdown*)

Overheating pada *jacket cooling main engine* yaitu dengan membersihkan *fresh water cooler*.

BAB IV

KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

Berdasarkan penjelasan pada bab-bab tersebut diatas mengenai penurunan performa mesin induk, maka penulis mengambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Terjadinya temperature gas buang terlalu tinggi disebabkan oleh udara yang masuk ke silinder terlalu tinggi, mengatasinya dengan membersihkan *intercooler*
2. Terjadinya mesin sering mati secara tiba-tiba disebabkan oleh *overheating* pada *jacket cooling main engine*, mengatasinya dengan membersihkan *fresh water cooler*.

B. SARAN

Berdasarkan beberapa kesimpulan di atas, maka penulis memberikan beberapa saran sebagai berikut :

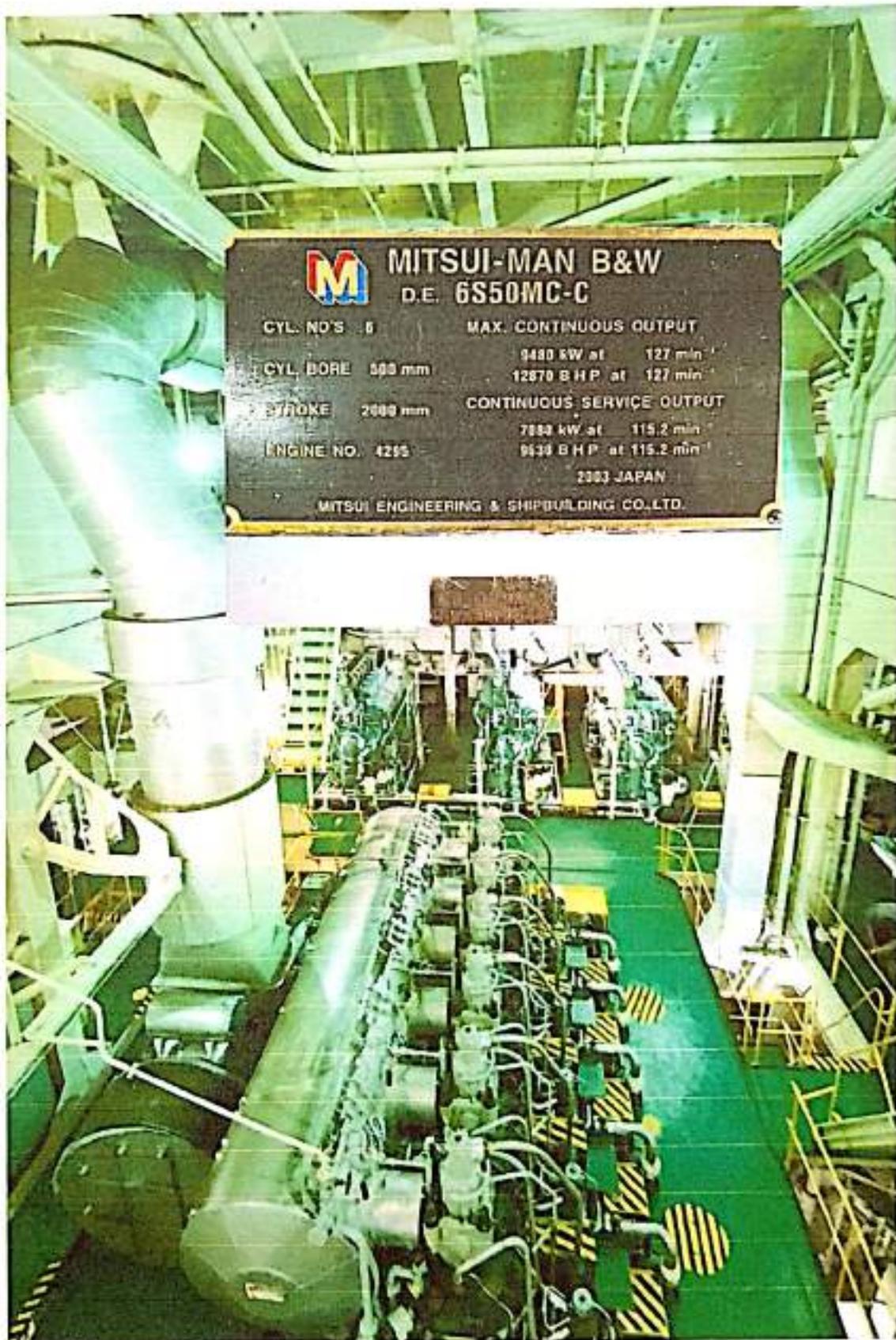
1. Untuk mengatasi terjadinya Gas buang terlalu tinggi, disarankan
 - a. Melakukan perawatan pada *intercooler* secara berkala untuk memastikan udara yang masuk ke silinder normal.
 - b. Membersihkan saringan *sea chest* secara berkala untuk memastikan tidak terjadi penyumbatan dan kurangnya aliran air laut yang masuk untuk mendinginkan udara pada *intercooler*.
2. Untuk mengatasi mesin mati secara tiba-tiba, disarankan
 - a. Melakukan perawatan secara berkala pada *fresh water cooler* untuk memastikan *jacket fresh water cooling* yang mengalir untuk mendinginkan *cylinder liner* dan *cylinder head* dalam temperature normal, yakni masuk pada temperature 70°C dan temperature keluar 80°C . Melakukan saringan

sea chest secara berkala untuk memastikan tidak terjadi penyumbatan dan kurangnya aliran air laut yang masuk untuk mendinginkan udara pada *fresh water cooler*.

DAFTAR PUSTAKA

- H. R. Romzana, M. Eng, (2015), *MPU (Mesin Penggerak Utama)*, Jakarta : Djangkar
- Jusak Johan Handoyo, (2019), *Manajemen Perawatan Kapal, Edisi 3*, Jakarta : Djangkar
- Jusak Johan Handoyo, (2019), *Mesin Diesel Penggerak Utama Kapal*, Jakarta : Djangkar
- Nurdin Harahap M, (2015), *Mesin Penggerak Utama*, Jakarta : Djangkar
- P. Van Maanen, (2007), *Motor Diesel Kapal*, Jakarta : Dirjen Perla
- Wiranto Arismunandar dan Koichi Tsuda, (2003), *Motor Diesel Putaran Tinggi*, Jakarta : PT Pradnya

Lampiran 1



Lampiran 2



DAFTAR ISTILAH

<i>Auxiliary blower</i>	: Blower bantu pada mesin 2 tak
<i>Blow by</i>	: Kebocoran gas hasil pembakaran ke bawah piston dan masuk ke ruang udara bilas untuk mesin 2 tak & masuk ke carter oli untuk mesin 4 tak.
<i>Chemical</i>	: Zat kimia yang digunakan untuk pembersih, penetral dan lain lain
<i>Crank case</i>	: Ruang oli pada mesin
<i>Cylinder Liner</i>	: Salah satu komponen pada mesin yang terdapat pada block mesin berfungsi sebagai tempat piston bergerak turun – naik.
<i>Exhaust spindle valve</i>	: Batang klep buang
<i>Fuel valve</i>	: Pengabut
<i>Non return valve</i>	: Spare part pada injector dan oli silinder yang berfungsi untuk menahan tekanan agar bahan bakar atau oli tidak berbalik untuk menjaga tekanan tetap stabil
<i>Planned Maintenance System (PMS)</i>	: Suatu system perencanaan pemeliharaan kapal yang berisi hal-hal yang harus dilakukan untuk pemeliharaan kapal
<i>Piston crown</i>	: Torak pada mesin yang berfungsi untuk melakukan langkah kerja
<i>Piston ring</i>	: Cincin torak yang berfungsi membentuk perapat yang kedap terhadap kebocoran gas antara celah torak dan silinder
<i>Purifier</i>	: Alat yang berfungsi untuk memisahkan zat dengan memanfaatkan perbedaan berat jenis zat dan dipisahkan menggunakan gaya sentrifugal
<i>Scrapper ring stuffing box</i>	: kombinasi dari scrapper dan sealing ring yang berfungsi untuk mencegah oli sistim pendingin piston rod naik ke

ruang udara bilas dan mencegah oli cylinder dan udara bilas masuk ke ruangan oli.

Stock level

: ketentuan jumlah ketersediaan suku cadang yang harus ada di atas kapal.

Turbocharger

: sebuah kompresor sentrifugal yang mendapat daya dari turbin yang sumber tenaganya dari tekanan gas buang mesin

Under piston

: Ruang udara bilas yang berada dibawah piston dan silinder



PENGAJUAN SINOPSIS MAKALAH

NAMA : MUHAMMAD FAKHRIZAL AKBARI
NIS : 01801/T-I
BIDANG KEAHLIAN : TEKNIKA
PROGRAM DIKLAT : DIKLAT PELAUT- I

Mengajukan Sinopsis Makalah sebagai berikut

A. Judul

ANALISIS PENURUNAN PERFORMA MESIN INDUK GUNA KELANCARAN
OPERASIONAL KAPAL OSV. CERMAT

B. Masalah Pokok

Performa mesin induk menurun daya mesin terlalu rendah sehingga kapal mengalami *delay*
dan mendapatkan komplain dari pihak pencharter

C. Pendekatan Pemecahan Masalah

1. Mengatur ulang waktu pengabutan bahan bakar (*timing injection*)
2. Penyesuaian temperatur bahan bakar
3. Mengoptimalkan pengoperasian FO purifier
4. Mengganti pengabut bahan bakar secara berkala

Menyetujui :

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Jakarta, April 2022

Penulis

Dr. Ali Muktar Sitompul, MT
Penata Tk.I (III/d)
NIP. 19730331 200604 1 001

Drs. Renhard Manurung, MM
Dosen STIP

Muhammad Fakhrizal Akbari
NIS : 01801/T-I

Ka. Div. Pengembangan Usaha

Dr. Ali Muktar Sitompul, MT
Penata Tk.I (III/d)

NIP. 19730331 200604.1 001
SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN
DIVISI PENGEMBANGAN USAHA
PROGRAM DIKLAT PELAUT - I

Judul Makalah: ANALISIS PENURUNAN PERFORMA MESIN INDUK GUNA
 KELANCARAN OPERASIONAL KAPAL OSV. CERMAT

Dosen Pembimbing I : Dr. Ali Muktar Sitompul, MT
 Bimbingan I :

No.	Tanggal	Uraian	Tanda Tangan Pembimbing
1.	06-06-2022	Pertinjauan Sinopsis, Lanjut Bab per Bab	
2.	10-06-2022	Pembahasan Bab I, Identifikasi Masalah Laporan dari Letak Belalang, Batas dan Rumus di temukan	
3.	21-06-2022	Pembahasan Revisi BAB I dan BAB II, agar lembar teori dimatikan di tulis dan kerangka penulisan di temukan secara arakan	
4.	22-06-2022	Pembahasan Revisi BAB II dan BAB III, agar Deskripsi Bata belum mencantumkan hasil analisis	
5.	30-06-2022	Pembahasan Revisi BAB II, agar kerangka penulisan teori teorinya, BAB III, agar analisisnya di buatlah hasilnya	
6.	07-07-2022	Pembahasan Revisi BAB III, dan BAB IV, agar Kesimpulan memuat dari hasil analisis dan penalaran rumus	
7.	06-07-2022	Pembahasan Keseluruhan BAB, Daftar pustaka dan lampiran. Masalah yang untuk di sidangkan	

Catatan :

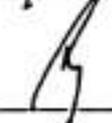
.....

.....

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

Judul Makalah: ANALISIS PENURUNAN PERFORMA MESIN INDUK GUNA
 KELANCARAN OPERASIONAL KAPAL OSV. CERMAT

Dosen Pembimbing II : Drs. Renhard Manurung, MM
 Bimbingan II :

No.	Tanggal	Uraian	Tanda Tangan Pembimbing
1	06/06/22	Persetujuan Sinopsis, Lanjut Bab I	
2	10/06/2022	Pembahasan Bab I, klasifikasi masalah dapatnya dari latar belakang, Batasan & Rumusan masalah tentang tanda Baca.	
3	21-06-2022	Pembahasan Revisi Bab I & Bab II. Revisi penggunaan Huruf Tebal & Huruf miring serta kegunaannya.	
4	22-06-2022	Pembahasan Revisi Bab II & Bab 3. Line spacing dan penyamaan Jenis Huruf	
5	30-06-2022	Pembahasan Revisi Bab II agar kerangka pemikiran sesuai dengan teoritis, Bab III agar analisisnya dibuktikan hasilnya	
6	04-07-2022	Pembahasan Revisi bab III & Bab IV. Penulisan Daftar pustaka.	
7	05-07-22	Pembahasan keseluruhan bab, daftar pustaka, daftar isi, Lampiran, kata pengantar	
8	06-07-22	Makalah siap untuk diujikan.	

Catatan :

Setuju untuk diujikan 