

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



MAKALAH

**OPTIMALISASI PERAWATAN *EXHAUST VALVE*
UNTUK MENUNJANG PERFORMA MESIN INDUK
DI MV. IFAMA MAS**

Oleh :

MARTHEN TANDI DATU
NIS. 02063/T-I

**PROGRAM PENDIDIKAN DIKLAT PELAUT - 1
JAKARTA
2024**

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



MAKALAH

**OPTIMALISASI PERAWATAN *EXHAUST VALVE*
UNTUK MENUNJANG PERFORMA MESIN INDUK
DI MV. IFAMA MAS**

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

Oleh :

**MARTHEN TANDI DATU
NIS. 02063/T-I**

PROGRAM PENDIDIKAN DIKLAT PELAUT - 1

JAKARTA

2024

KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
BADAN PENGEMBANGAN SDM PERHUBUNGAN
SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN



TANDA PERSETUJUAN MAKALAH

Nama : MARTHEN TANDI DATU
No. Induk Siwa : 02063/T-I
Program Pendidikan : DIKLAT PELAUT - I
Jurusan : TEKNIKA
Judul : OPTIMALISASI PERAWATAN *EXHAUST VALVE*
UNTUK MENUNJANG PERFORMA MESIN INDUK DI
MV. IFAMA MAS

Pembimbing I,

A. Chalid Pasyah, Dip.TESL. M.Pd.
NIP. 19600814 198202 1 001
Lektor Kepala

Jakarta, Januari 2024
Pembimbing II,

Drs. Ridwan Setiawan, M.SI., M.Mar.E.
Pembina Utama (IV/e)
NIP. 19570612 198203 1 002

Mengetahui
Ketua Jurusan Teknika

Dr. Markus Yando, S.SiT., M.M
Penata TK. I (III/d)
NIP. 19800605 200812 1 001

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



TANDA PENGESAHAN MAKALAH

Nama : MARTHEN TANDI DATU
No. Induk Siwa : 02063/T-I
Program Pendidikan : DIKLAT PELAUT - I
Jurusan : TEKNIKA
Judul : OPTIMALISASI PERAWATAN *EXHAUST VALVE*
UNTUK MENUNJANG PERFORMA MESIN INDUK DI
MV. IFAMA MAS

Penguji I

Pande Irianto Subandrio
Siregar, MM

Penguji II

Mudakir, S.SiT., M.M

Penguji III

A. Chalid Pasyah, Dip.TESL.
M.Pd

Mengetahui
Ketua Jurusan Teknika

Dr. Markus Yando, S.SiT., M.M

Penata TK. I (III/d)
NIP. 19800605 200812 1 001

KATA PENGANTAR

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

“OPTIMALISASI PERAWATAN *EXHAUST VALVE* UNTUK MENUNJANG PERFORMA MESIN INDUK DI MV. IFAMA MAS”

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. H.Ahmad Wahid,S.T.,M.T.,M.Mar.E, selaku Kepala Sekolah tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta.
2. Capt. Suhartini, S.SiT.,M.M.,M.MTr, selaku Kepala Divisi Pengembangan Usaha Sekolah tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta.
3. Dr. Markus Yando, S.SiT.,M.M, selaku Ketua Jurusan Teknik Sekolah tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta.
4. Bapak A. Chalid Pasyah, Dip.TESL. M.Pd., selaku dosen pembimbing I yang telah meluangkan waktu untuk memberikan saran dan pikirannya mengarahkan penulis pada sistematika materi yang baik dan benar
5. Drs. Ridwan Setiawan, M.SI., M.Mar.E., selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan waktunya untuk membimbing proses penulisan makalah ini
6. Seluruh Dosen dan staf pengajar Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta yang telah memberikan bantuan dan dorongan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan tugas makalah ini.

7. Seluruh rekan-rekan Pasis Ahli Teknik Tingkat I angkatan LXIX tahun ajaran 2024 yang ikut memberikan bimbingan, sumbangsih, pikiran dan saran yang baik secara material maupun moril sehingga makalah ini akhirnya dapat terselesaikan.

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

Jakarta, Januari 2024

Penulis,



MARTHEN TANDI DATU

NIS. 02063/T-I

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
TANDA PERSETUJUAN MAKALAH	ii
TANDA PENGESAHAN MAKALAH	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
 BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi, Batasan dan Rumusan Masalah	2
C. Tujuan dan Manfaat Penelitian	3
D. Metode Penelitian	4
E. Waktu dan Tempat Penelitian	5
F. Sistematika Penulisan	5
 BAB II LANDASAN TEORI	
A. Tinjauan Pustaka	7
B. Kerangka Pemikiran	27
 BAB III ANALISIS DAN PEMBAHASAN	
A. Deskripsi Data	28
B. Analisis Data	29
C. Pemecahan Masalah	35
 BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN	
A. Kesimpulan	48
B. Saran	48
 DAFTAR PUSTAKA	50
LAMPIRAN	
DAFTAR ISTILAH	

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Penggerak katup hidrolik	11
Gambar 2.2 Penggerak katup hidrolik	13
Gambar 2.3 Timing diagram engkol motor diesel 2 tak	20
Gambar 3.1 Standard Tekanan Penyetelan Safety Valve	30
Gambar 3.2 Standard Dimension & Clearance Bush & Valve Spindle.....	32
Gambar 3.3 Overhaul Intervals Exhaust Valves	33
Gambar 3.4 <i>Standard Dimension & Clearance Valve Spindle & Bottom Piece</i> ...	34
Gambar 3.5 Penggantian Guide Ring dan Sealing ring	36
Gambar 3.6 Drop Test Non Return Valve	37
Gambar 4.7 Rekondisi spindle valve dari perusahaan.....	39
Gambar 3.8 Penggerindaan ulang oleh 2 nd Engineer di Kapal mengikuti ukuran <i>Standard Manual Book</i>	40
Gambar 3.9 Hasil Penggerindaan ulang oleh 2 nd Engineer di Kapal.....	40
Gambar 3.10 Safety/Relief Valve.....	41
Gambar 3.11 Pengetesan Drop Test Valve Spindle	42
Gambar 3.12 Pembersihan Spindle valve dan Seating Valve	42
Gambar 3.13 Pemasangan Spindle valve.....	43
Gambar 3.14 Inspeksi dudukan pada <i>seating</i> dan <i>spindle valve</i>	45
Gambar 3.15 Pengecekan <i>Seeting Valve</i>	45
Gambar 3.16 Rekomendasi tabel limit pengukuran <i>spindle valve</i>	46
Gambar 3.17 Pemeriksaan terhadap keretakan pada <i>spindle valve</i>	46
Gambar 3.18 Maximum pengukuran grinding spindle valve	47

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Ship Particular

Lampiran 2. Crew List

BAB I

PENDAHULUAN

A. LATAR BELAKANG

Moda transportasi laut yang mengusung transformasi berbasis inovasi dan digitalisasi sekarang ini terus berkembang sangat pesat. Tanpa sarana transportasi laut yang memadai akan sulit untuk menghubungkan seluruh daerah di kepulauan ini. Kapal merupakan sarana angkutan laut yang banyak digunakan di Indonesia karena negara kita yang terdiri dari ribuan pulau, sangat membutuhkan sarana transportasi laut yang lancar, aman, tepat guna dan ramah lingkungan untuk menunjang pertumbuhan perekonomian nasional, regional, dan lokal, baik di perkotaan maupun di pedesaan. Harus diingat bahwa sistem transportasi laut memiliki sifat sistem jaringan dimana kinerja pelayanan transportasi sangat dipengaruhi oleh integrasi dan keterpaduan jaringan.

MV. IFAMA MAS digerakkan oleh sebuah motor diesel jenis putaran rendah, tipe 7S50MC dua tak yang pembilasan sistemnya memanjang dan dilengkapi oleh sebuah katup gas buang pada setiap *Cylinder Head*-nya. Katup buang ini digerakkan melalui sistem tekanan pelumasan (*Lubricating system*) dan menggunakan sistem tekanan angin (*Pneumatic system*). Yang mana pada saat posisi terbuka maka minyak lumas akan menekannya dan sebaliknya pada saat posisi akan menutup, tuas (*Spindle*) katup gas buang digerakkan oleh tekanan angin. Katup gas buang berfungsi untuk membuang sisa-sisa gas pembakaran pada waktu langkah buang. Dengan demikian udara akan diganti oleh yang baru dan menutup rapat pada waktu langkah kompresi.

Untuk itu pada saat langkah kompresi ini diharapkan tidak ada kebocoran supaya tekanan kompresinya dapat mencapai tekanan yang direkomendasikan oleh pembuat mesin itu sendiri. Sehingga terjadilah pembakaran yang sempurna dan mesin akan mendapatkan daya yang sempurna pula. Tetapi jika katup gas buang

macet akan mengakibatkan penurunan daya mesin induk itu sendiri karena bila kompresi turun sudah pasti daya mesinnya turun. Hal ini juga diikuti oleh hal-hal lain, seperti: terjadi getaran, temperatur gas buang naik melebihi temperatur normal dan disertai dengan penurunan putaran per menit mesin. Apabila gangguan seperti diatas sering terjadi maka akan mengganggu operasi kapal.

Katup buang adalah salah satu jenis katup yang merupakan komponen utama pada mesin diesel baik itu empat-tak maupun dua tak yang berpungsi sebagai katup untuk membuka dan menutup aliran dari gas sisa-sisa hasil pembakaran yang keluar dari dalam silinder atau ruang pembakaran menuju ke *exhaust valve manifold*.

Berdasarkan pengalaman penulis selama bekerja di atas MV. IFAMA MAS terjadi gangguan pada mesin induk yang menyebabkan penurunan performanya. Masalah tersebut disebabkan katup gas buang (*exhaust valve*) yang tidak berfungsi dengan baik. Setelah melakukan penelitian lebih lanjut adanya masalah pada mesin induk juga disebabkan karena jadwal perawatan belum dilakukan sesuai dengan *Planned Maintenance System* (PMS). Adanya permasalahan tersebut mengakibatkan kapal terlambat tiba di pelabuhan. Hal ini disebabkan adanya perubahan pada suhu temperature katup gas buang menjadi 450°C, sedangkan normalnya suhu pada katup gas buang adalah 350°C – 370°C.

Dengan memperhatikan hal-hal tersebut diatas, penulis bermaksud membahas permasalahan katup gas buang dengan memilih judul: **"OPTIMALISASI PERAWATAN EXHAUST VALVE UNTUK MENUNJANG PERFORMA MESIN INDUK DI MV. IFAMA MAS"**.

B. IDENTIFIKASI, BATASAN DAN RUMUSAN MASALAH

1. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, penulis dapat mengidentifikasi masalah yang terjadi pada katup gas buang yang mengalami gangguan baik yang berupa kemacetan juga kebocoran pada katup gas buang tersebut. Identifikasi masalah yang penulis temui antara lain:

- a. Temperatur *exhaust gas* tinggi yang disebabkan oleh *Exhaust valve* tidak berfungsi dengan baik

- b. *Performance* mesin menurun diakibatkan terjadinya lolosnya kompresi pada *exhaust valve*
- c. Perawatan berkala belum dilaksanakan sesuai *planned maintenance system*
- d. Terjadinya kebocoran pada *exhaust valve seat* pada *cylinder head*

2. Batasan Masalah

Mengingat dalam pelaksanaan perawatan yang harus dilakukan terhadap mesin induk adalah menyangkut hal yang sangat luas, dengan ini penulis membatasi ruang lingkup pada mesin induk. Adapun lingkup batasan masalah dalam penulisan ini adalah:

- a. Temperatur *exhaust gas* tinggi yang disebabkan oleh *exhaust valve* tidak berfungsi dengan baik
- b. *Performance* mesin menurun diakibatkan terjadinya lolosnya kompresi pada *exhaust valve*

3. Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah di atas, maka perlu kiranya ditentukan masalah utama untuk mencari penyebab dan pemecahan dari masalah-masalah itu. Berikut ini ditetapkan perumusan masalah dari dua masalah utama, yaitu:

- a. Mengapa temperatur *exhaust gas* tinggi menyebabkan oleh *exhaust valve* tidak berfungsi dengan baik?
- b. Mengapa lolosnya kompresi pada *exhaust valve* menyebabkan *performance* mesin menurun?

C. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

1. Tujuan Penelitian

Penulis dalam memilih judul tersebut di atas bertujuan:

- a. Untuk mengetahui dan menganalisa katup gas buang (*exhaust valve*) tidak berfungsi dengan baik dan mencari cara atau solusi untuk mengatasinya sehingga dapat mempertahankan kinerja mesin induk.

- b. Untuk mengetahui dan menganalisa mengapa penyebab kompresi turun yang disebabkan oleh *exhaust valve* agar *performance* mesin maksimal.

2. Manfaat Penelitian

a. Manfaat Bagi Dunia Akademis

1. Diharapkan dapat memperkaya pengetahuan bagi penulis sendiri maupun bagi kawan-kawan satu profesi untuk mengetahui bagaimana upaya meningkatkan perawatan katup gas buang pada mesin type 7S50MC dua tak.
2. Diharapkan dapat memotivasi para pelaut, khususnya masinis kapal agar lebih memahami tentang perawatan katup gas buang pada mesin type 7S50MC dua tak.

b. Manfaat Bagi Dunia Praktis

1. Diharapkan dapat memberikan sumbang saran kepada Perusahaan dalam meningkatkan perannya khususnya dalam perawatan katup gas buang dengan lebih tanggap dalam mengirimkan suku cadang sesuai permintaan di atas kapal.
2. Untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan program upgrading tingkat I ATT.1 angkatan 69 tahun akademik 2023 sampai 2024 di Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran Jakarta.

D. METODE PENELITIAN

1. Metode Pendekatan

Metode pendekatan yang digunakan oleh Penulis yaitu studi kasus yang dibahas secara deskriptif kualitatif.

2. Teknik Pengumpulan Data

Dalam mengumpulkan data-data dalam pembuatan makalah, penulis menggunakan teknik-teknik pengumpulan data antara lain:

a. Teknik Observasi (Berupa Pengamatan)

Data-data diperoleh dari pengamatan langsung di lapangan sehingga

ditemukan masalah-masalah yang terjadi sehubungan dengan perawatan katup gas buang di atas MV. IFAMA MAS.

b. Teknik Komunikasi Langsung (Wawancara)

Data-data tambahan diperoleh berdasarkan tanya jawab dengan para Masinisi berkaitan tentang perawatan katup gas buang di atas MV. IFAMA MAS.

c. Studi Dokumentasi

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

d. Studi Kepustakaan

Dilakukan dengan mengkaji teori-teori, prosedur-prosedur, petunjuk-petunjuk yang relevan dengan judul makalah yang diangkat.

3. Teknik Analisa Data

Teknik analisa data yang digunakan dalam pembuatan makalah adalah teknik analisis deskriptif kualitatif yaitu dengan cara penulis menggambarkan data-data yang telah penulis dapatkan sebelumnya kemudian penulis analisis berdasarkan landasan teori yang akan dipaparkan di Bab II.

E. WAKTU DAN TEMPAT PENELITIAN

1. Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan selama Penulis bekerja di MV. IFAMA MAS sebagai *Second Engineer* dalam kurun waktu 27 Maret 2023 sampai dengan 13 Agustus 2023.

2. Tempat penelitian

Penelitian dilakukan di atas MV. IFAMA MAS, kapal kontainer berbendera Indonesia yang beroperasi di alur pelayaran Asia.

F. SISTEMATIKA PENULISAN

Sistematika penulisan dibutuhkan dalam penyusunan makalah guna menghasilkan suatu bahasan yang sistematis dan memudahkan dalam pembahasan maupun pemahaman makalah yang disusun, adapun sistematika penulisan adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini berisi latar belakang sebagai alasan penulis memilih judul. Identifikasi Masalah yang menyebutkan poin-poin permasalahan di atas kapal. Batasan Masalah, menetapkan batas-batas permasalahan dengan jelas dan menentukan ruang lingkup pembahasan di dalam makalah. Rumusan masalah merupakan permasalahan yang paling dominan terjadi di atas kapal dalam bentuk kalimat tanya. Tujuan dan manfaat merupakan sasaran yang akan dicapai atau diperoleh beserta gambaran kontribusi dari hasil penulisan makalah ini.

BAB II LANDASAN TEORI

Pada Bab ini berisi tinjauan pustaka yang membahas beberapa teori yang berkaitan dengan rumusan masalah dan dapat membantu untuk mencari solusi atau pemecahan yang tepat. Kerangka Pemikiran merupakan skema atau alur inti dari makalah ini yang bersifat argumentatif, logis dan analisis berdasarkan kajian teoritis, terkait dengan objek yang akan dikaji.

BAB III ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini berisi Deskripsi data yang diambil dari lapangan berupa spesifikasi kapal dan pekerjaannya, pengamatan pada fakta-fakta yang terjadi di atas kapal sesuai dengan permasalahan yang dibahas. Analisis data adalah hasil analisa faktor-faktor yang menjadi penyebab rumusan masalah. Pemecahan masalah di dalam penulisan makalah ini mendeskripsikan solusi yang tepat dengan menganalisis unsur-unsur

positif dari penyebab masalah.

BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini berisi kesimpulan yang merupakan pernyataan singkat dan tepat berdasarkan hasil analisis data sehubungan dengan faktor penyebab pada rumusan masalah. Saran merupakan pernyataan singkat dan tepat berdasarkan hasil pembahasan sebagai solusi dari rumusan masalah yang merupakan masukan untuk perbaikan yang akan tercapai.

BAB II

LANDASAN TEORI

A. TINJAUAN PUSTAKA

Berikut beberapa landasan teori sebagai penunjang dalam mencari pemecahan masalah, diantaranya yaitu:

1. Katup Gas Buang (*Exhaust Valve*)

a. Definisi

Pengertian katup gas buang adalah salah satu jenis katup yang terdapat pada motor diesel baik itu 4 tak maupun 2 tak yang berfungsi sebagai lintasan udara untuk membuka jalan keluar dari gas hasil pembakaran keluar dari dalam ruang kompresi. Klep / katup buang (*exhaust valve*) adalah katup yang berfungsi membuka tutup saluran buang (*exhaust manifold*) untuk mengeluarkan gas sisa pembakaran (Abiding, 2011:78).

Menurut Manen (2017:7) *exhaust gas* adalah gas buang yang berasal dari hasil pembersihan induk. Katup gas buang adalah salah satu katup yang terdapat pada mesin diesel dua langkah atau mesin diesel empat langkah katup ini berfungsi sebagai pintu keluarnya gas hasil pembakaran di dalam silinder serta menjamin agar gas hasil pembakaran di dalam silinder dapat keluar secara optimal. Katup ini memiliki kondisi kerja yang terstruktur secara mekanis yang tahan terhadap suhu gas buang yang tinggi dan benturan metal dengan metal. Katup terdiri dari sebuah piringan kepala yang memiliki batang memanjang dari tengah piringan kepala di satu sisinya. Sisi pinggiran kepala katup yang berdekatan dengan batang katup pada sudut 45°. Katup pada dudukannya juga dilengkapi dengan lubang-lubang jalannya air pendingin.

Katup merupakan komponen penting dalam proses pembakaran bahan bakar di dalam silinder. Katup berfungsi sebagai pintu gerbang pemasukan bahan bakar dan pembuangan gas sisa pembakaran, yang mana waktu pembukaan dan penutupan katup diatur sesuai dengan mekanisme katup. Fungsi lain katup buang adalah mentransfer panas dari ruang bakar ke saluran pembuangan. Ketika mesin bekerja, temperatur katup buang mencapai 450°C, sedangkan temperatur katup masuk 350°C.

Tabel Perbandingan dibawah ini suhu gas buang yang normal dan tidak normal. Suhu normal gas buang berkisar antara 350°C –370°C.

Day of The Month	Main Engine Exhaust Valve Temperature					
	Number of Cylinder					
	Cyl 1	Cyl 2	Cyl 3	Cyl 4	Cyl 5	Cyl 6
1	350	350	350	355	350	340
2	360	362	364	365	360	360
3	362	368	365	367	360	362
4	368	350	362	365	362	368
5	368	360	360	368	368	368
6	360	368	362	367	367	370

Tabel di atas menunjukkan bahwa silinder No.6 suhu gas buangnya melebihi dari temperatur normal, yaitu 400°C. Hal ini menunjukkan adanya kebocoran kedudukan katup. Kebocoran dari katup buang tersebut harus segera ditangani. Berdasarkan adanya suara dentuman dan kenaikan temperature gas buang yang terjadi pada mesin induk silinder No. 6, maka untuk mengetahui penyebab dari gangguan tersebut sebelum mesin berhenti melakukan pengamatan dan pengecekan.

Dalam proses pembakaran di dalam silinder, pada saat torak bergerak dari Titik Mati Bawah (TMB) menuju Titik Mati Atas (TMA) untuk membuang sisa gas pembakaran dan katup isap pada keadaan tertutup dan

katup buang terbuka untuk membuang sisa gas pembakaran. Katup gas buang yang tidak terbuka dengan baik akan menyebabkan pembakaran di dalam silinder tidak sempurna, sehingga kinerja mesin induk tidak maksimal. Hal ini dikarenakan *material air spring piston* yang sudah lemah.

Perawatan sangatlah diperlukan pada setiap benda yang bergerak. Terlebih-lebih pada setiap benda yang sering mendapat tekanan dan temperatur yang cukup tinggi. Demikian juga pada dunia permesinan yang selalu digunakan atau dipakai dengan tidak ada hentinya atau terus menerus. Pada motor diesel terdapat bagian-bagian yang sangat penting dan perlu mendapat perhatian yang ekstra untuk mencegah jangan sampai terjadi kerusakan akibat dari kelalaian para Masinis atau pihak-pihak operator.

Proses pembakaran adalah sangat penting diperhatikan dalam perawatan untuk menunjang optimalnya tenaga mesin induk. Oleh karenanya proses pembakaran di dalam ruang pembakaran harus terjadi dengan sempurna agar tenaga mesin induk bekerja secara optimal sesuai dengan yang dikehendaki. Kalau terjadi pembakaran tidak sempurna di dalam ruang pembakaran akan dapat menyebabkan banyak kerak (jelaga) yang menempel di tepi-tepi dudukan katup dan katup gas buang itu sendiri.

b. Komponen-Komponen Katup Gas Buang

Katup gas buang mempunyai bagian-bagian yang dapat diuraikan menjadi beberapa komponen utama, yaitu:

1) Batang katup (*valve spindle*)

Bagian atas batang katup terdapat celah pengunci (*valve locks*), batang katup berguna sebagai tempat kedudukan pegas, kunci penahan pegas serta mendapat tekanan untuk pembukaan dari katup.

2) Pengahantar katup (*valve guide*)

Berupa lubang pada kepala silinder yang fungsinya untuk memegang atau menjaga jalannya katup ketika naik-turun. Bantalan ini juga sebagai media bagi katup untuk menyalurkan panas. Pegas Katup

(valve spring) Pegas katup berguna untuk mengembalikan kedudukan katup pada posisi tertutup.

3) Pengunci katup (*valve locks*)

Bagian ini berbentuk seperti silinder namun terbagi menjadi dua bagian, nama lain dari pengunci katup ini yaitu (conical ring) cincin yang berbentuk kerucut. Pengunci katup berfungsi sebagai pengunci penahan pegas katup (*valve retainer*)

4) Penahan pegas katup (*valve retainer*).

Penahan pegas katup berbentuk seperti piringan namun bagian tengahnya terdapat lubang untuk bagaian atas katup dan pengunci katup.

5) Rumah katup (*valve housing*)

Di dalam rumah katup terdapat lubang untuk batang katup yang disediakan dengan tempat penghantar batang katup yang dapat diganti.

6) Dudukan katup (*valveseat*)

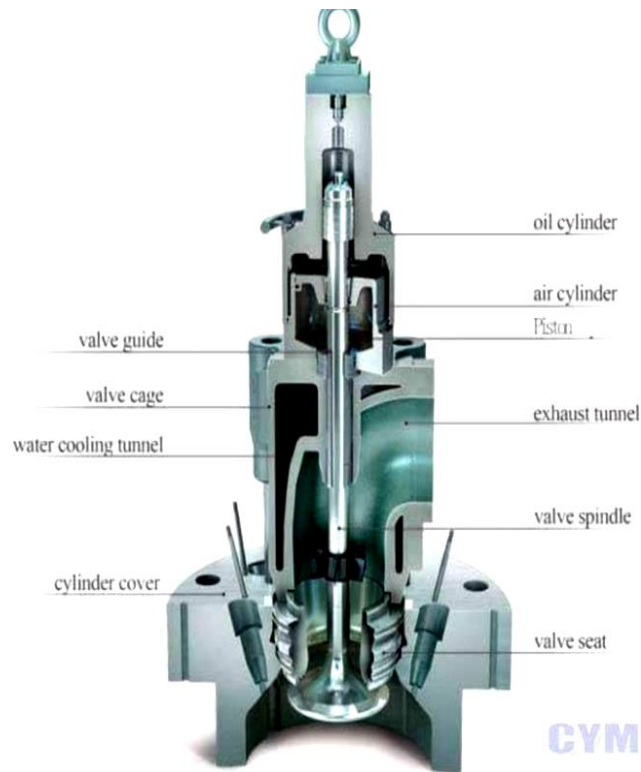
Dudukan katup berfungsi sebagai dudukan kepala katup yang terbuat dari baja dan berbentuk sudut kerucut pada dudukannya di kepala silinder.

7) Sil katup (*seal valve*)

Sil katup berfungsi untuk mencegah pelumas mengalir ke saluran masuk atau buang ruang bakar. Apabila sil klep rusak atau robek dapat mengakibatkan berasap, karena pelumas ikut terbakar di ruang bakar atau jika sil katup buang yang robek pelumas akan terbakar karena panas di *exhaust* manipol.

8) Penggerak transmisi katup (*valve operating gear*)

Bagian ini berfungsi sebagai penggerak katup yang di transmisikan dari poros nok dan diterima oleh roller guides kemudian diteruskan melalui batang penekan (push rod) ke pelatuk katup (rocker arm), lalu kebatang katup.

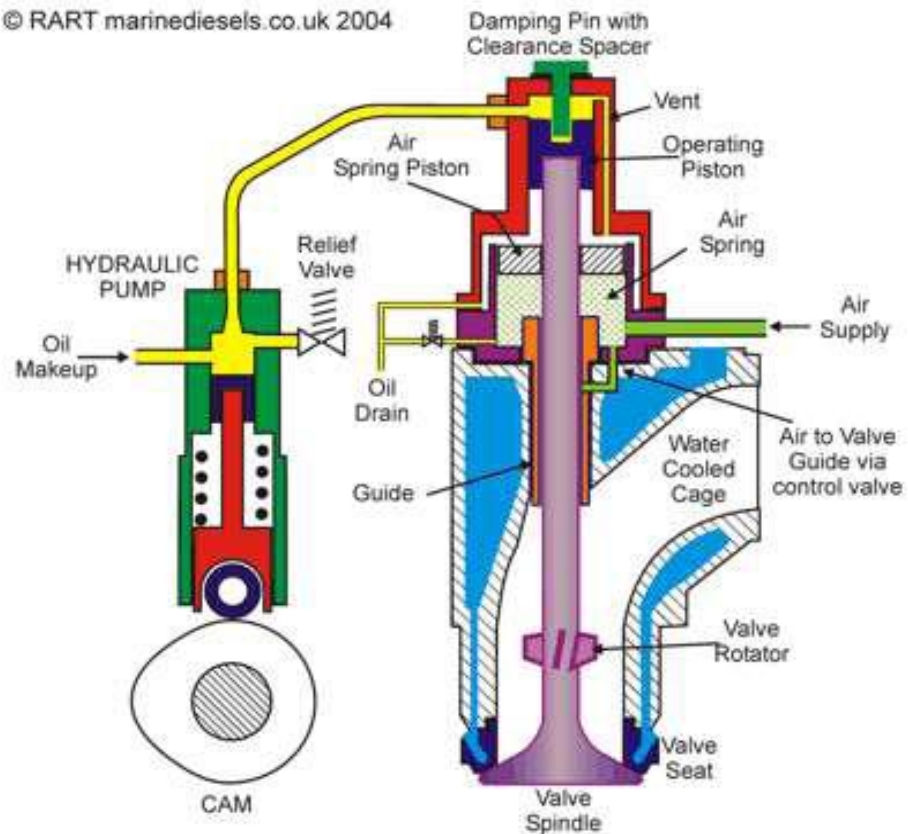


Gambar 2.1 Penggerak katup hidrolik

c. Mekanisme penggerak katup

Penggerak katup digunakan untuk menunjukkan kombinasi dari seluruh bagian yang pemasukan udara pengisian dan pengeluaran gas buang dalam mesin 2 langkah. Penggerak katup dari mesin diesel sangat bervariasi dalam konstruksinya, tergantung pada jenis, kecepatan dan ukuran mesin. Di dalam instruction manual book dijelaskan bahwa katup gas buang mempunyai bagian-bagian yang dapat diuraikan menjadi beberapa komponen utama. Bagian ini berfungsi sebagai penggerak katup gas buang yang digerakkan oleh nok pada poros nok melalui transmisi hidrolik, mempunyai bagian-bagian utama didalamnya, yaitu:

- 1) Silinder hidrolik (hydraulic cylinder).
- 2) Katup kebocoran (puncture valve).
- 3) Silinder udara (air cylinder).
- 4) Silinder hidrolik (hidraulic cylinder).
- 5) Nok.
- 6) Poros Nok.
- 7) Pegas Katup.



Gambar 2.2: Penggerak katup hidrolis

d. Prinsip kerja

Katup gas buang menyangkut penggerak katup secara hidrolis dengan pembilasan memanjang digambarkan pada lampiran gambar 1, memberikan penjelasan skematis pembukaan katup. Apabila minyak dalam ruang silinder hidrolis tidak menerima tekanan, maka katup buang ditahan dalam keadaan tertutup oleh tekanan udara dalam silinder. Bila oleh torak aktuator minyak ditekan ke silinder dengan torak aktuator, maka katup akan membuka melawan tekanan hidrolis. Kecepatan katup dan tinggi angkatannya akan ditentukan oleh bentuk nok dan tinggi nok.

Katup dibuka oleh tuas yang menekan katup, yang digerakkan oleh poros kam dengan perantara tappet dan batang penekan. Tuas merupakan alat pengubah arah gerakan. Tuas tersebut dapat berayun pada batang tuas. Poros kam digerakkan oleh poros engkol dengan perantara transmisi roda gigi atau rantai. Kecepatan putar poros kam adalah setengah kecepatan putar poros engkol. Ketika pembakaran minyak berat yang mengandung

vanadium dan gabungan sodium, temperature katup harus dijaga di bawah 530°C untuk menghindari pengaratn panas dan endapan. Pendinginan katup gas buang akan memperpanjang masa penggunaan dari katup, dudukan dan ringnya. Selain untuk memperpanjang masa penggunaan dari katup, pendinginan juga akan mencegah terbakar dan ausnya katup.

Bila katup buang terbuka, maka gas buang akan mengalir dengan kecepatan tinggi melalui sayap. Akibatnya adalah terjadi sebuah kopel pada bagian katup sehingga katup akan berputar dari sebuah putaran. Oleh karena pegas udara tidak mengalami gangguan banyak, maka katup akan berputar dengan sebuah kopel kecil. Dengan rotasi katup tersebut, maka akan dihasilkan pembagian suhu yang merata pada katup dan batang katup sehingga perubahan bentuk dari katup dan penutupan tidak sempurna dapat dicegah. Dengan adanya rotasi tersebut maka tempat duduk katup juga akan tetap bersih.

1) Penutupan dari katup

Bila roller telah melalui titik tertinggi nok, maka torak akan menurun lagi sehingga tekanan dalam sistem hidrolik akan hilang. Tekanan udara dalam silinder dijaga pada harga 7 sampai dengan 9 barrel menekan silinder dengan katup buang dan silinder hidrolik bergerak ke arah atas lagi (pegas udara). Sewaktu penutupan dari katup, maka oleh pena peredam dicegah katup memukul tempat duduk dengan gaya yang besar (Maneen, 2017).

2) Mekanisme keausan

Mekanisme keausan yang khas pada katup gas buang 2-tak terdiri dari beberapa jenis yaitu:

- a) Penempelan (*adheston*) dan keausan abrasi (*abrasive wear*).
- b) Pembentukan endapan dan tanda penyok.
- c) Korosi pada temperatur rendah.
- d) Korosi pada temperatur tinggi.

2. Perawatan

a. Definisi Perawatan

Menurut Lindley R.Higgs and Keith Mobley (2002:34) bahwa perawatan adalah suatu kegiatan yang dilakukan secara berulang-ulang dengan tujuan agar peralatan selalu memiliki kondisi yang sama dengan keadaan awalnya. *Maintenance* atau Perawatan juga dilakukan untuk menjaga agar peralatan tetap berada dalam kondisi yang dapat diterima oleh penggunanya.

b. Tujuan Perawatan

Menurut Jusak Johan Handoyo (2017:15) bahwa tujuan dari dilakukannya perawatan antara lain sebagai berikut:

- 1) Mengoptimalkan daya dan hasil material sesuai fungsi dan manfaatnya.
- 2) Mencegah terjadinya kerusakan berat serta mendadak.
- 3) Mencegah turunya efisiensi
- 4) Mengurangi penganguran waktu yang berarti menambah hari-hari kerja kapal.
- 5) Mengurangkan jumlah perbaikan dan waktu saat kapal dok tahunan.
- 6) Menambah pengetahuan awak kapal dan mendidik agar mempunyai tanggung jawab kerja.

Suatu organisasi perusahaan yang baik mengerti bahwa mereka tidak boleh melihat aktivitas perawatan sebagai unsur pengeluaran belaka, melainkan aktivitas tersebut dapat memberikan dukungan yang sangat penting terutama dalam kaitannya dengan peningkatan produktivitas.

Tujuan perawatan pada umumnya untuk menghasilkan suatu alat pengelola yang lebih baik dalam meningkatkan keselamatan para awak kapal dan peralatannya. Sedangkan perencanaan berarti proses pemilihan informasi dan pembuatan asumsi mengenai kondisi masa yang akan datang, guna mengembangkan seluruh kegiatan. Jadi pengertian perencanaan perawatan adalah suatu kombinasi dari setiap tindakan yang dilakukan untuk menjaga sistem atau *equipment* dalam proses perawatannya sampai kondisi dapat

diterima. Perencanaan perawatan mengikut sertakan pengembangan dari seluruh lintasan kegiatan yang mencakup semua kegiatan perawatan, reparasi, dan pekerjaan *overhaul*.

Pada saat melakukan perawatan dan perbaikan tidak terlepas dari suku cadang yang akan digunakan untuk mengganti bagian yang telah rusak, namun sering terjadi suku cadang yang dikirim perusahaan tidak sesuai dengan standar kualitas suku cadang asli sehingga keandalan suku cadang tersebut tidak sama dalam menahan laju keausan/kerusakan. Hal ini dikarenakan perusahaan kesulitan dalam mencari suku cadang yang berkualitas bagus sesuai standar *maker*. Biasanya suku cadang berkualitas bagus dipesan langsung ke pabriknya sehingga dibutuhkan waktu yang lama untuk sampai ke kapal.

Di dalam *instruction manual book* juga terdapat daftar suku cadang sebagai panduan *engineer* dalam memesan suku cadang yang dibutuhkan, namun pada kenyataannya perusahaan mengirimkan suku cadang yang tidak asli, ditunjukkan dengan tidak adanya sertifikat mutu dari suku cadang tersebut. Malah pada sebagian suku cadang tidak terdapat merk yang sesuai pada *instruction manual book*, bahkan sering perusahaan mengirimkan suku cadang hasil rekondisi.

3. Jenis-jenis Perawatan

Menurut M.S Sehwarat dan J.S Narang (2001:23) dalam menentukan kebijaksanaan perawatan, umumnya terdapat 2 (dua) jenis perawatan yaitu sebagai berikut:

a. Perawatan terencana (*planned maintenance*)

Kegiatan Perawatan terencana bertujuan untuk mengurangi kemungkinan mesin cepat rusak supaya kondisi mesin selalu siap pakai.

1) Perawatan terencana adalah sebagai berikut:

a) Patrol/regular *planned maintenance inspection*

Kegiatan *maintenance* yang dilaksanakan dengan cara memeriksa setiap bagian mesin secara teliti dan berurutan sesuai dengan

schedule.

b) *Mayor overhaul*

Kegiatan *maintenance* yang dilaksanakan dengan mengadakan pembongkaran menyeluruh dan penelitian terhadap mesin, serta melakukan penggantian suku cadang yang sesuai dengan spesifikasinya.

2) Keuntungan perawatan terencana

Beberapa keuntungan-keuntungan perawatan berencana yang dilaksanakan dengan benar dan baik, antara lain:

- a) Memperpanjang waktu kerja (*lifetime*) unit pesawat atau mesin dan mempertahankan nilai penyusutan pada kapal.
- b) Kondisi material pada pesawat atau mesin dapat dipantau setiap saat oleh setiap pengawas atau personil di darat, hanya dengan melihat pelaporan administrasi perawatan.
- c) Dengan tersedianya suku cadang yang cukup, maka pada saat ada perawatan dan perbaikan tidak kehilangan waktu operasi (*down time*).
- d) Operasi kapal lancar dengan memberikan rasa aman dan tenang pikiran kepada semua personil kapal dan manajemen darat bahwa semua permesinan bekerja secara optimal, normal dan terkontrol dengan benar.
- e) Walaupun biaya perawatan sangat besar, namun semuanya itu dapat diperhitungkan (*accountable*) sesuai dengan anggaran biaya perawatan.

3) Pelaksanaan perawatan terencana

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

- a) Sistem perintah kerja atau *work order system* merupakan kegiatan Perawatan yang dilaksanakan berdasarkan pesanan dari Kepala

Kerja pada bagian mesin. *Work order* atau perintah kerja memuat tentang:

- (1) Apa yang harus dikerjakan.
- (2) Siapa yang mengerjakan dan bertanggung jawab.
- (3) Alat-alat yang dibutuhkan serta macamnya.
- (4) Suku cadang yang dibutuhkan.
- (5) Waktu yang dibutuhkan untuk mengerjakan pekerjaan Perawatan tersebut dan kapan waktu penyelesaiannya.

- b) *Checklist system* merupakan daftar atau *schedule* yang telah dibuat untuk melakukan kegiatan Perawatan dengan cara pemeriksaan terhadap setiap mesin secara berkala.
- c) Rencana kerja bulanan (*monthly maintenance*) atau 3 bulanan (*quarterly maintenance*), yaitu kegiatan *maintenance* yang dilaksanakan berdasarkan pengalaman atau berdasarkan catatan sejarah mesin, misalnya kapan suatu mesin harus dirawat atau diperbaiki.

b. Perawatan tak terencana (*unplanned maintenance*)

Perawatan tak terencana adalah perawatan darurat yang didefinisikan sebagai Perawatan yang perlu segera dilaksanakan untuk mencegah akibat yang lebih serius. Misalnya hilangnya produksi, kerusakan besar pada peralatan, atau untuk keselamatan kerja. (Anthony,1992).

Pada umumnya sistem perawatan merupakan metode tak terencana, dimana peralatan yang digunakan, dibiarkan atau tanpa disengaja rusak hingga akhirnya peralatan tersebut akan digunakan kembali, maka diperlukan perbaikan atau Perawatan.

Aktivitas Perawatan jenis ini adalah mudah untuk dipahami semua orang. Jenis Perawatan ini mengijinkan peralatan-peralatan untuk beroperasi hingga rusak total. Kegiatan ini tidak bisa ditentukan atau direncanakan sebelumnya, maka aktivitas ini juga dikenal dengan sebutan *Unscheduled Maintenance*. Ciri-ciri jenis Perawatan ini adalah alat-alat mesin

dioperasikan sampai rusak dan ketika rusak barulah tenaga kerja dikerahkan untuk memperbaiki dengan cara penggantian.

1) Kelemahan dari sistem ini adalah:

- a) Karena tidak bisa diketahui kapan akan terjadi kerusakan, maka jika waktu terjadi kerusakan adalah pada saat kapal beroperasi, maka akan mengakibatkan tidak tercapainya target waktu pengiriman barang.
- b) Jika suku cadang untuk perbaikan ternyata sukar untuk terpenuhi berarti dibutuhkan waktu tambahan untuk membeli atau memperoleh dengan cara lain suku cadang tersebut.
- c) Karena perbaikan seperti ini sifatnya mendadak, maka ABK mesin bekerja di bawah tekanan, maka akan berakibat:
 - (1) Rendahnya efisiensi dan efektivitas pekerja.
 - (2) Tidak optimalnya mutu hasil pekerjaan perbaikan atau Perawatan.
 - (3) Biaya relative lebih besar.

2) Pembengkakan biaya anggaran perbaikan

Dalam prakteknya perawatan ini tidak dapat menekan biaya, bahkan sering terjadi pembengkakan anggaran biaya perbaikan (*total maintenance cost*). Strategi perawatan ini dalam teorinya tidak disarankan, namun dalam kenyataannya sering terjadi di kapal, karena berbagai alasan antara lain:

- a) Kronologi perawatan tidak dicatat secara sistematis, sehingga tidak terdapat kesinambungan dalam kegiatan perawatan selanjutnya.
- b) Tidak mengacu standar perawatan dan perbaikan kapal (PMS) sesuai dengan *Manual Instruction Book*.
- c) Tidak ada kepedulian atau kepekaan para pengawas terhadap ketidak teraturan pelaksanaan pekerjaan perawatan.

- d) Tidak adanya bukti-bukti terjadi kerusakan-kerusakan, kekurangan sebelumnya, kapal menganggur (*delay/down time*) dan kerugian-kerugian lainnya.
- e) Tidak tersedianya suku cadang yang cukup untuk setiap pesawat atau mesin, sehingga menghambat waktu operasi kapal pada saat menunggu pengadaan suku cadang tersebut.
- f) Banyak data-data yang dilaporkan dari kapal ke darat (kantor), namun sedikit saja yang dip roses untuk manfaat perawatan dan perbaikan kapal.
- g) Nahkoda dan anak buah kapal yang tidak berkualitas dan tidak professional di bidangnya.

4. Mesin Induk 2 Tak

a. Kinerja Mesin Induk

Untuk pemahaman tentang motor induk di mana penulis mengangkat tema mesin dua tak dalam hal pengertiannya adalah:

- 1) Kinerja Mesin Induk pembakaran dalam yang dalam satu siklus pembakaran terjadi dua langkah piston, berbeda dengan putaran 4 tak yang mempunyai empat langkah piston dalam satu siklus pembakaran meskipun keempat proses (intake, kompresi, tenaga, pembuangan) juga terjadi. Mesin 2 tak juga telah digunakan dalam mesin diesel, mesin kapal besar.

Sumber tenaga dari motor bakar adalah panas yang dihasilkan dengan membakar bahan bakar. Pembakarannya terjadi di dalam tabung silinder (*Cylinder liner*) dari suatu proses tertentu. Dari tenaga panas tersebut dihasilkan tenaga mekanik yang dapat menggerakkan mesin induk, sebagai alat untuk menggerakkan kapal. Tetapi kenyataannya hasil pembakarannya tidak semua tenaga panas yang dihasilkan menjadi daya guna efektif motor.

Daya guna efektif motor adalah tenaga yang hanya menggerakkan motornya saja tanpa dihitung dari semua kerugian-kerugiannya.

Dengan kata lain bahwa daya guna efektif motor hanya sekitar 35 % saja, dan kerugian-kerugian lain diantaranya yaitu: kerugian panas yang dibuang bersama gas buang, kerugian panas yang diserap oleh zat pendingin dan kerugian karena pancaran panas. Kerugian-kerugian itu, ikut mengurangi tenaga efektif motor. (Arsanto, 2005:54)

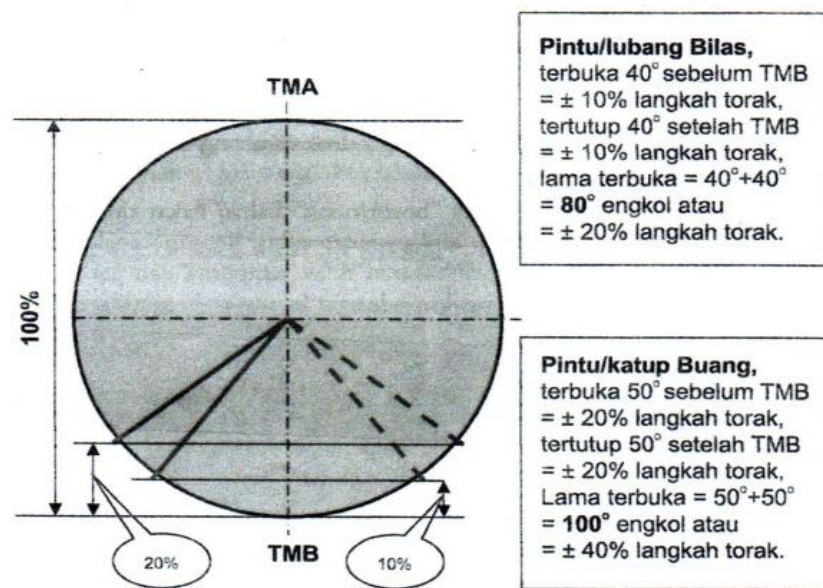
2) Prinsip kerja perlu dimengerti istilah baku yang terjadi dalam teknik mesin:

- a) TMA (titik mati atas) atau TDC (*top dead center*) posisi piston berada pada titik mati atas dalam silinder mesin atau piston berada pada titik jauh dari poros engkol (*crankshaft*)
- b) TMB (titik mati bawah) atau BDC (*bottom dead center*), posisi piston berada pada titik paling bawah dalam silinder mesin atau berada pada titik paling dekat dengan poros engkol (*crankshaft*)
- c) Ruang bilas yaitu ruang dibawah piston dimana terdapat poros engkol (*crankshaft*), sering disebut dengan bak engkol (*crankshaft*) berfungsi gas hasil campuran udara, bahan bakar dan pelumas bias tercampur dan merata
- d) Pembilasan (*scavenging*) yaitu proses pengeluaran gas hasil pembakaran dan proses pemasukan gas untuk pembakaran dalam ruang bakar.

b. Cara kerja mesin 2 tak ini akan di uraikan menjadi dua yaitu:

- 1) Langkah pertama piston bergerak dari TMA (titik mati atas) ke TMB (titik mati bawah), seperti terlihat pada gambar dibawah ini.
 - a) Pada saat piston bergerak dari TMA ke TMB, maka akan menekan ruang bilas yang berada dibawah piston semakin jauh piston meninggalkan TMA menuju TMB, tekanan diruang bilas semakin meningkat.
 - b) Pada titik tertentu, piston (*ring piston*) akan melewati lubang pembuangan gas dan lubang pemasukan gas. Posisi masing-masing lubang tergantung desain perancang. Umumnya ring piston akan melewati lubang pembuangan terlebih dahulu.

- c) Pada saat *ring piston* melewati lubang pembuangan gas di dalam ruang bakar keluar melalui lubang pembuangan.
- d) Pada saat ring piston melewati lubang pemasukan, gas yang tertekan dalam ruang bilas akan terpompa masuk dalam ruang bakar sekaligus mendorong gas yang ada dalam ruang bakar keluar melalui lubang pembuangan
- e) Piston terus menekan ruang bilas sampai titik TMB, sekaligus memompa gas dalam ruang bilas masuk ke dalam ruang bakar.



Gambar 2.3 Timing diagram engkol motor diesel 2 tak

- 2) Langkah ke dua piston bergerak dari TMB (titik mati bawah) ke TMA (titik mati atas)
 - a) Pada saat piston bergerak TMB ke TMA, maka akan menghisap gas hasil percampuran udara, bahan bakar dan pelumas masuk kedalam ruang bilas. Percampuran ini dilakukan oleh sistem injeksi.
 - b) Saat melewati lubang pemasukan dan lubang pembuangan, piston akan mengkompresi gas yang terjebak dalam ruang bakar. Piston akan terus mengkompresi gas dalam ruang bakar sampai TMA (titik mati atas)

- c) Beberapa saat sebelum piston sampai TMA (titik mati atas) busi atau injector menyala untuk membakar gas dalam ruang bakar. Waktu nyala pembakaran sebelum piston sampai ke TMA (titik mati atas) dengan tujuan agar puncak tekanan dalam ruang bakar akibat pembakaran terjadi saat piston mulai bergerak dari TMA ke TMB karena proses pembakaran sendiri memerlukan waktu dari mulai nyala pembakaran sampai gas terbakar dengan sempurna.
- d) Hasil pembakaran ini akan diteruskan ke langkah pembuangan gas akan terbuka yang disebut klep buang (*Exhaust valve*).

Klep buang (*exhaust valve*) ini, sebagai bahan karya ilmiah penulis untuk menambah wawasan dan pengalaman kita untuk bekerja di atas kapal.

5. Prinsip Dasar Mesin Induk 2 tak

a. Gambaran Umum

Motor diesel 2 tak adalah motor diesel yang setiap 2 langkah torak atau 1 putaran poros engkol akan dihasilkan 1 usaha / tenaga untuk memutar poros engkol. Dibandingkan dengan motor diesel 4 tak, maka pada motor diesel 2 tak, disimpulkan bahwa proses atau langkah pemasukan udara dan langkah pembuangan gas bekas pembakaran disatukan dalam proses pembilasan. Secara teori perhitungan maka motor diesel 2 tak terhadap motor diesel 4 tak dengan ukuran dan langkah torak yang sama dan waktu yang sama akan dihasilkan daya yang lebih besar yaitu 2 kalinya. Tetapi proses pembilasan serta proses pembakaran bahan bakar didalam silinder tidak sempurna dibanding motor diesel 4 tak.

Seperti kita ketahui bahwa pada motor diesel 2 tak pembilasan gas buang oleh udara tidak menghasilkan pembilasan yang maksimum dimana masih terdapatnya sisa-sisa gas pembakaran didalam ruang silinder akan mengakibatkan tidak atau kurang sempurnanya proses pembakaran, sehingga pemakaian bahan bakar menjadi boros pada tiap jam, oleh karena itu beberapa maker atau pabrik pembuat mesin telah di design beberapa sistem pembilasan antara lain:

- 1) Pembilasan melintang / *Cross scavenging* atau *direct scavenging*
- 2) Pembilasan memutar / *Loop scavenging*
- 3) Pembilasan membalik / *Reverse scavenging*
- 4) Pembilasan memanjang / *Uniflow scavenging*

Diantara beberapa sistem pembilasan dapat disimpulkan bahwa pembilasan memanjang /Uniflow scavenging dapat dianggap yang terbaik dengan alasan:

- a) Udara pembilasan bergerak satu kali langkah torak sedangkan type yang lain dua kali langkah torak.
- b) Udara pembilasan bergerak atau mengalir dari bawah ke atas sehingga pembilasan mencapai lebih dari 90% karena tidak adanya sudut-sudut mati.
- c) Dengan diameter yang sama dan daya yang sama maka langkah torak dapat diperbesar sehingga Rpm (Rotation per minute) lebih kecil berarti slip baling-baling juga kecil, pemakaian bahan bakar lebih hemat.
- d) Jarak lubang udara bilas terhadap lubang gas buang cukup jauh sehingga tidak terjadi ketegangan bahan pada silinder liner. Dengan kata lain silinder liner lebih awet. (Endrodi:2010 hal.3-6)

b. Proses Kerja *Exhaust Valve* Mesin Induk

Proses yang berlangsung pada *exhaust valve* mesin induk langkah-langkah tersebut adalah:

- 1) Torak atau piston bergerak dari TMB (Titik Mati Bawah) menuju TMA (Titik Mati Atas) pada saat itu terjadi proses pembilasan gas buang sekaligus pengisian udara kedalam silinder dan diteruskan dengan proses kompresi atau pemampatan udara 2.10° sebelum TMA (Titik Mati Atas) sampai dengan 10° sesudah TMA, minyak bahan bakar dikabutkan sehingga terjadilah pembakaran atau ledakan didalam ruang kompresi.Torak atau piston bergerak dari TMA menuju TMB sebagai langkah usaha yang bertenaga untuk memutar poros engkol. (Endrodi: 2010 hal.3)

- 2) Komponen-komponen utama pada *exhaust valve* mesin induk MV. IFAMA MAS *Exhaust valve* merupakan salah satu bagian dari Main Engine yang tersusun dari komponen-komponen utama, diantaranya adalah:

a) *Valve spindle*

Valve spindle merupakan bagian yang bergerak dari *exhaust valve*, berfungsi untuk membuka katup pada proses pembilasan udara dimana *valve spindle* bergerak kebawah dengan dorongan minyak hidrolik. Selain itu *valve spindle* juga berfungsi untuk menutup katup hingga rapat pada proses kompresi yaitu ketika *valve spindle* bergerak dari bawah ke atas dengan dorongan tekanan angin kontrol

b) *Valve seat*

Valve seat berfungsi sebagai tempat penutupan katup-katup yang dirapatkan dengan bidang dari katup untuk membantu proses kompresi atau pemampatan udara.

c) *Piston Complete (Top Side)*

Piston Complete (Top Side) merupakan bagian yang bergerak dari *exhaust valve*, berfungsi untuk membantu proses Bergeraknya *spindle valve* kebawah dalam rangka proses pembilasan dengan dorongan minyak hidrolik. Piston ini juga dilengkapi dengan dua *piston ring* yang berfungsi untuk membantu terciptanya tekanan minyak hidrolik yang maksimal ketika mendorong *spindle valve* kebawah dalam rangka menciptakan proses pembilasan udara yang maksimal.

d) *Piston (Midle Side)*

Piston ini berada di tengah-tengah *spindle valve (Midle Side)* tepatnya dibagian silinder udara pada *exhaust valve* dan berfungsi untuk mendorong *spindle valve* melalui tekanan angin kontrol antara 6 bar sampai 7 bar sehingga *spindle valve* tersebut dapat terdorong menuju TMA (Titik Mati Atas) dengan tepat waktu.

e) Non Return Valve (NRV)

Non return valve ini berada di sisi bawah pada bagian *air cylinder* pada exhaust valve dan berfungsi sebagai mengatur aliran fluida (cair atau gas) mengalir hanya satu arah dan mencegah adanya aliran balik (*back flow*). Pada system ini non return valve berfungsi mengatur aliran udara untuk menutup *spindle valve*

f) Relief Valve

Relief valve, ini berada di sisi bawah pada bagian air cylinder berfungsi sebagai untuk mengatur tekanan yang bekerja pada system dan juga mencegah terjadinya beban lebih atau tekanan yang berlebihan

c. Proses Kerja Exhaust Valve Mesin Induk

- 1) Posisi *exhaust valve* pada saat proses pembilasan gas buang sekaligus pengisian udara kedalam silinder Pada saat proses pembilasan posisi *spindle valve* berada dibawah atau katub terbuka sehingga sisa pembakaran dan udara bilas keluar melalui katub yang terbuka, kemudian Torak atau Piston bergerak dari TMB menuju TMA, diteruskan dengan proses kompresi atau pemampatan udara. Pada posisi tersebut *spindle valve* bergerak ke atas dengan bantuan tekanan angin kontrol sehingga posisi katub tertutup rapat antara *spindle valve* dan *valve seat*.
- 2) Posisi *exhaust valve* pada saat proses langkah usaha yang bertenaga untuk memutar poros engkol Dengan tertutupnya katub buang, kemudian terjadilah pemampatan udara seiring dengan pengabutan bahan bakar sehingga terjadilah ledakan atau pembakaran didalam ruang kompresi. Torak bergerak dari TMA menuju TMB sebagai langkah usaha yang bertenaga untuk memutar poros engkol. Bersamaan dengan proses tersebut *spindle valve* bergerak dari atas menuju ke bawah dengan tekanan minyak hidrolik untuk membuka katup buang sehingga sisa pembakaran dan udara bilas dapat keluar melalui katub buang tersebut.

6. Pembakaran Di Dalam Silinder

Menurut Jusak Johan Handoyo (2014:138) dalam bukunya yang berjudul *Mesin Diesel Penggerak Utama Kapal* menyatakan bahwa pembakaran diartikan suatu proses kimia dari pencampuran bahan-bakar dengan zat asam dari udara. Umumnya memakai bahan bakar cair yang mengandung unsur zat arang (C), zat cair (H) dengan sebagian kecil zat belerang (S), biasa disebut *hydro carbon*. Zat asam yang di butuhkan di dapat dari udara sebagaimana di ketahui udara itu mengandung 23% zat asam dan 77% nitrogen bila dihitung dalam volume atau 21% dengan 79% bila di hitung dalam berat udara. Perlu di ingat bahwa pembakaran di dalam silinder tidak berlangsung sederhana, karena molekul-molekul bahan bakar harus di pecah kecil berbentuk kabut halus agar pembakaran berlangsung tuntas.

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

Masalah yang sering timbul pada pengoperasian mesin diesel adalah kurangnya supply udara pembakaran. Untuk mengetahui cukup atau tidaknya perbandingan udara terhadap bahan bakar yang diinjeksikan ke ruang bakar adalah dengan melihat warna gas buang. Ketika warna gas buang mulai berwarna gelap hal tersebut menunjukkan kurangnya udara untuk pembakaran, atau yang disebut batas asap. Warna gelap/hitam tersebut disebabkan sebagian bahan bakar tidak terbakar dan menjadi CO yang berbentuk padat. Untuk itu pada mesin diesel besar, misalnya untuk mesin kapal, baik mesin induk maupun mesin bantu, selalu dilengkapi dengan sistem pemasukan udara pembakaran dengan menggunakan *turbocharger*.

B. KERANGKA PEMIKIRAN



BAB III

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

A. DESKRIPSI DATA

Dalam perawatan kapal diperlukan ketelitian dan kemahiran dari para masinis dalam menganalisa faktor-faktor apa saja yang menjadi penyebab terjadinya ketidaksesuaian perawatan berencana tersebut. Hal ini memerlukan pengalaman dan teori yang cukup. Terlambatnya penyediaan suku cadang menyebabkan banyak permasalahan yang terjadi apabila tidak cepat teratasi dengan segera dapat menghambat sistem perawatan berencana yang berakibat pada tidak optimalnya kinerja mesin.

Berdasarkan dari hasil penelitian yang telah dilakukan di lapangan dan dari hasil uraian permasalahan yang telah dihadapi mengenai kerusakan *exhaust valve* pada main engine MAN B&W 5135MC-6.1 di kapal MV IFAMA MAS pada saat kapal berlayar dari singapura menuju haldia pada tanggal 20 April 2023 tepatnya jam 06.42 LT, oiler jaga melaporkan kepada engineer jaga (*2nd engineer*) bahwa telah terjadi perubahan temperatur gas buang pada silinder No. 6 di sertai dengan bunyi dentuman pada katup gas buang tersebut, dengan gegas engineer jaga melakukan pengecekan kembali atas laporan yang di sampaikan oleh oiler jaga dan melaporkan kejadian itu kepada kepala kamar mesin (*chief engineer*) dan menghubungi anjungan untuk segera melaporkan ke kapten bahwa mesin induk mengalami masalah yang harus segera diselesaikan, maka dengan kejadian tersebut dapat di ambil pokok masalah sebagai berikut oleh *exhaust valve* tidak berfungsi dengan baik dan terjadinya lolosnya kompresi pada *exhaust valve*.

B. ANALISA DATA

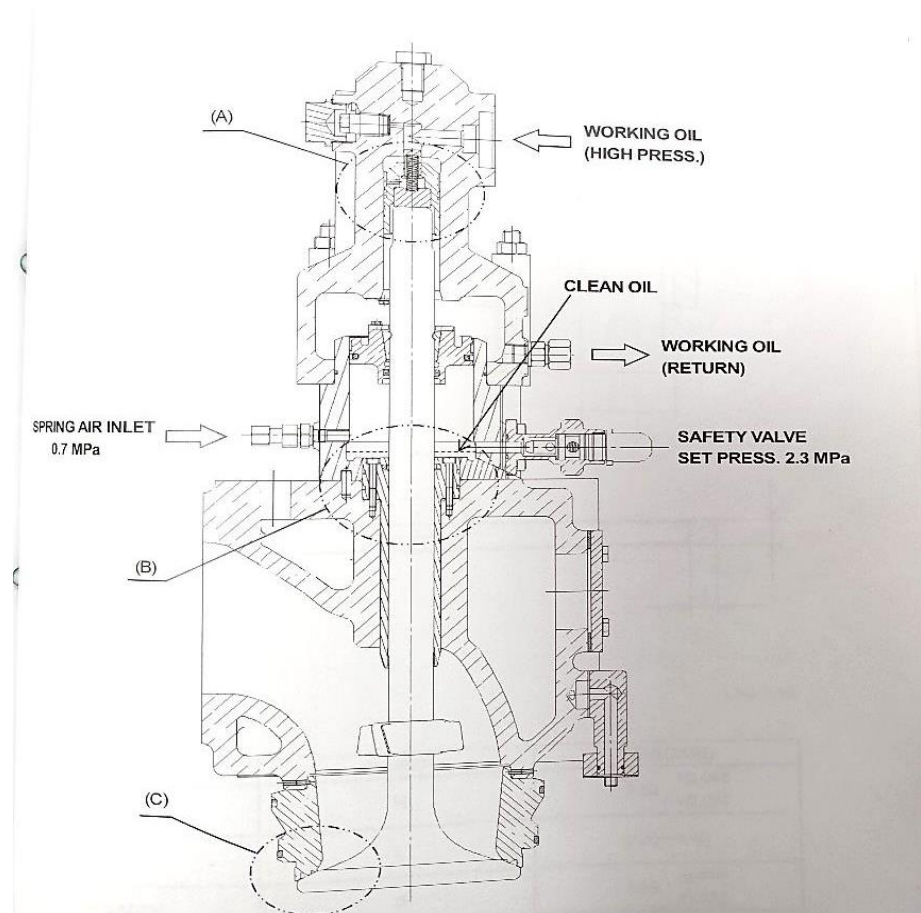
1. Temperatur *exhaust gas* tinggi yang disebabkan oleh *Exhaust valve* tidak berfungsi dengan baik

a. *Material air cylinder piston* sudah aus

Penyebabnya adalah ;

- 1) Terjadi keausan pada material dari *guide ring* dan *sealing ring* mengingat *material* yang digunakan pada *guide ring* berbahan Teflon yang bergesekan langsung dengan *air cylinder* yang berbahan baja oleh karena itu *guide ring* terlebih dahulu aus di bandingkan oleh *air cylinder* itu sendiri, terutama mutu dari *sealing ring* dan *guide ring* tidak sesuai *spare part* aslinya akan lebih cepat aus dari pada kualitas bahan *original*, akibat terjadinya keausan pada *guide ring* dan *sealing ring* maka *air control* bertekanan akan lolos sehingga *air pressure control* tidak mampu mengangkat *valve spindle* dengan sempurna sehingga *valve spindle* dan *valve seat* tidak tertutup dengan rapat
- 2) *Air pressure control* yang digunakan untuk mendorong *air piston* pada *exhaust valve* masih terdapat kandungan air. Dengan masuknya air pada ruang silinder udara dan mendorong *air piston* pada *exhaust valve* secara terus menerus maka terjadilah *korosi* pada *air cylinder* yang disebabkan gesekan antara air tersebut dengan *guide ring* dan *sealing ring*. Ketika *air cylinder* itu mengalami korosi maka akan terjadi gumpalan akibatnya tekanan angin kontrol tadi lolos atau mengalami kebocoran sehingga tekanan angin kontrol dalam mengangkat *spindle valve* tidak tertutup dengan sempurna.
- 3) Komponen *Non-return valve* pada *exhaust valve* rusak sehingga tekanan udara pada *air cylinder* akan kembali ke *air supply* akibatnya *valve spindle* akan cepat turun sehingga *valve* akan cepat terbuka sebelum masa langkah *combustion*.
- 4) *Safety/Relief valve* pada *exhaust valve* kerusakan pada spring dan seal akibatnya tekanan oli untuk mendorong *valve spindle* tidak maksimal dikarenakan terjadinya kebocoran pada seal dan lolosnya oli kembali pada pipa balik akibatnya *valve* akan lebih cepat membuka sebelum

waktunya. Komponen ini di maksudkan untuk alat safety device agar tidak terjadi tekanan berlebihan pada tekanan oli penggerak valve spindle. Komponen ini memiliki standard penyetelan tekanan yang di tentukan oleh maker mesin itu sendiri sebesar 2.3 Mpa



Gambar 3.1: Standard Tekanan Penyetelan Safety Valve

b. Kurangnya pendinginan pada katup gas buang

Pendinginan pada katup gas buang (*Exhaust valve cooling*) menggunakan sistem pendinginan tertutup. Dimana pendinginan ini adalah sistem yang menyatu atau berhubungan secara terus menerus dari satu sistem ke sistem yang lain dengan menggunakan media air tawar atau disebut *Fresh Water Cooling Sistem*. Pendinginan ini sangat membantu kinerja dari pada katup buang (*Exhaust valve*) karena jika tidak terapat pendinginan yang maksimal di dalam ruang katup gas buang maka akan menimbulkan panas yang berlebihan atau biasa disebut *Exhaust valve Temperature High*.

Penyebabnya adalah :

- 1) Karena terjadi penyumbatan (*buntu*) pada sistem pendinginan yang masuk ke dalam ruang katup gas buang.
- 2) Terjadi peningkatan panas (*Temperature*) pada air pendingin itu sendiri.
- 3) Kurangnya tekanan pompa air tawar (*fresh water pressure pump*)

c. Umur jam kerja Exhaust Valve yang singkat

- 1) Bahan atau material yang digunakan mutunya tidak sesuai spare part aslinya, Di kapal MV IFAMA MAS sering terjadi kerusakan pada *exhaust valve* Mesin Induk khususnya dibagian guide ring dan sealing ring sebelum jam kerjanya. Berhubung suku cadang asli belum disuplai maka terpaksa menggunakan suku cadang yang tidak asli. Hal ini untuk menghindari kapal tidak dapat beroperasi, setelah diperiksa dalam surat tanda terima barang disitu tercantum bahwa suku cadang tersebut berasal dari produk maker Makita Corporation dan bukan dari Jepang sebagai negara asal pembuat mesin aslinya. Sewaktu ditanyakan ke kantor memang dibenarkan kalau suku cadang tersebut berasal dari China yang membuat suku cadang berdasarkan lisensi dari pabrik aslinya. Alasan perusahaan memakai material lisensi adalah harganya murah dan mudah didapat. Kalau waktu pemesanan suku cadang asli bisa sampai tiga bulan, yang lisensi hanya memakan waktu satu bulan saja.

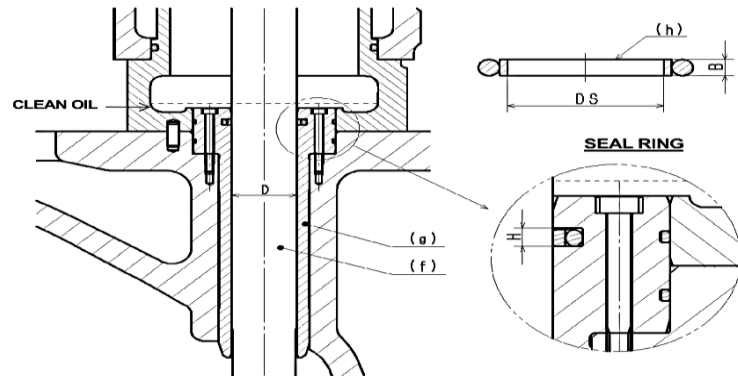
- 2) Komponen-komponen sudah mencapai batas maximum keausan

Pada kerusakan *exhaust valve* yang sering terjadi di kapal MV. IFAMA MAS sebelum jam kerja yang ditetapkan 4000 hr sudah harus di overhaul kembali padahal part yang telah diganti masih original setelah kita melakukan penelitian dan pengukuran ulang disebabkan karna batas komponen yang diperbaiki sudah mencapai batas maximum keausan yang artinya sudah tidak bias dilakukan rekondisi lagi terutama pada komponen-komponen seperti valve spindle dan valve seat serta bush

L35MC	STANDARD DIMENSION & CLEARANCE EXHAUST VALVE	B-04
-------	---	------

SEAL RING & BUSH

Fig-1 (B)



ITEM		SYMBOL		STANDARD	
SEAL RING GROOVE		BREADTH	H	6.0	
VALVE SPINDLE	f	OUT. DIA.	D	$\phi 40$	-0.025 -0.064
BUSH	g	IN. DIA.	D	$\phi 40$	+0.145 +0.12
SEAL RING	h	BREADTH	B	5.0	+0.15 -0.15
		IN. DIA	DS	$\phi 40$	-0.25 -0.35

NOTE

When at exchanging and using the exhaust valve, please fill the lower part of air cylinder by clean system oil.(about 0.5 liter)

MW5562-7

Gambar 3.2: Standard Dimension & Clearance Bush & Valve Spindle

2. *Performance* mesin menurun diakibatkan terjadinya lolosnya kompresi pada *exhaust valve*

Analisa penyebabnya sebagai berikut:

a. Adanya faktor kelelahan pada *spindle valve* dan *seating valve* sudah melewati batas jam kerja (*Exhaust valve Running Hour*)

Dalam ilmu material, kelelahan adalah melemahnya suatu bahan yang disebabkan oleh beban yang berkali-kali diaplikasikan terhadap bahan tersebut. Hal ini adalah kerusakan struktural progresif dan terlokalisasi yang terjadi bila suatu bahan mengalami pembebanan siklikal. Nominal dari nilai maksimum stress yang menyebabkan kerusakan tersebut mungkin jauh kurang dari kekuatan material biasanya disebut batas akhir

pembebanan kekuatan Tarik, atau batas *yield stress* (*ultimate tensile stress limit* dan *yield stress limit*, menurut instruksi manual book bahwa exhaust valve pada jam kerja 4000 jam harus di lakukan *overhaul*, apabila tidak di lakukan maka material spindle valve dan seating valve akan mengalami kerusakan seperti goresan dan lubang-lubang pada permukaan *seating valve* dan *spindle valve*, Penulis telah mengemukakan dari awal, bahwa proses pemeliharaan yang dilaksanakan oleh Awak Kapal dengan tugas yang tertulis dalam sistem manajemen perawatan sangat diperlukan. Untuk mempertahankan kinerja yang efektif.

L35MC	OVERHAUL INTERVARS	E-01 (01)
	OVERHAUL INTERVALS OF MAIN PARTS	

OVERHAUL INTERVALS

This list indicates average overhaul intervals. The number of service hours that can be obtained between overhauls depends on the keep-up and mechanical condition of the engine .
Consequently, the schedule of overhauls should to a great extent be based on machinery observation and be adapted to the sailing schedule.

(Unit : hours)			
NO.	INSPECTION ITEM	NEW ENGINE	NORMAL
1	SCAVENGING AIR BOX : CLEAN OUT SLUDGE	-	1000
2	FUEL VALVE : CHECKING AND PRESS. TESTING	500~ 1500	4000
3	PISTON RINGS AND CYLINDER LINERS : PORT INSPECTION	200	600
4	OVERHAUL EXHAUST VALVES	500~ 1500	4000
5	OIL DISCHARGE : CHECK BEARING AND SPRAY PIPES IN CRANKCASE AND CHAIN BOX	1000	2000
6	CRANKSHAFT : CHECK DEFLECTION	500~ 1500	8000
7	CAM SHAFT CHAINS, WHEELS, ROLLER GUIDE BARS : CHECK AND , IF NECESSARY , RETIGHTEN	500~ 1500	4000
8	MAIN BEARINGS, CRANKPIN BEARINGS & CROSS-HEAD PIN BEARINGS: CHECK CLEARANCES	500~ 1500	8000
9	SCREWS AND BOLTS IN CRANKCASE: CHECK AND IF NECESSARY, RETIGHTEN	1000	4000
10	HOLDING-DOWN BOLTS AND ALL CHCKS IN BEDPLATE RETIGHTEN	500~ 1500	8000
11	MANOEUVARING GEAR: CHECK MOVING PARTS	1000	4000

Gambar 3.3: Overhaul Intervals Exhaust Valves

b. Celah valve spindle dan valve seat tidak rapat

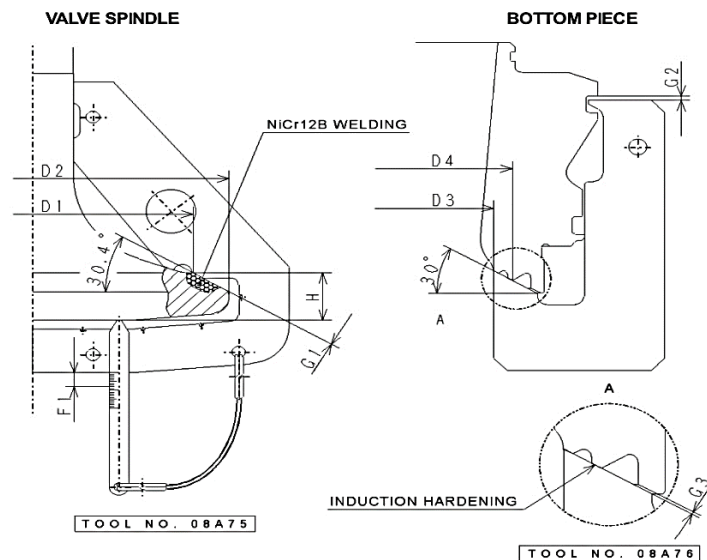
Penyebabnya adalah :

- 1) Pengukuran tidak sesuai dengan instruksi engine manual book karena Munculnya goresan atau lubang-lubang pada permukaan seat *exhaust valve* dan *exhaust spindle valve* Mesin Induk. Katup duduk (*spindle valve*) harus secara presisi pada katup seat (*seating valve*), yang dibuat menyatu dalam cylinder head, yang menyekat cylinder selama langkah kompresi dan langkah buang. Jika kulaitas kontak antara katup duduk dan katup seat menurun, tekanan kompresi juga akan turun. Hal ini menyebabkan penurunan output mesin dan emisi asap hitam.

L35MC	STANDARD DIMENSION & CLEARANCE EXHAUST VALVE	B-05
-------	---	------

VALVE SPINDLE & BOTTOM PIECE

Fig-1 (C)



VALVE SPINDLE & BOTTOM PIECE SIZE TABLE

VALVE SPINDLE					BOTTOM PIECE			REMARKS
NEW	MAX. GRIND	D1	D2	TO BE KEPT	MAX. GRIND	D3	D4	MAX. BURN AWAY
H	G1			G3	G2			F1
26.5	2.0	160	196	0.5	0	162	176	6

G1 : NEW = about 0.0 mm
G2 : NEW = about 2.3 mm

MW5562-8

Gambar 3.4: Standard Dimension & Clearance Valve Spindle & Bottom Piece

Munculnya goresan atau lubang-lubang pada permukaan *exhaust dan spindle valve* disebabkan udara bilas yang masuk ke silinder kurang bersih, masih terdapat kandungan air yang tercampur dengan udara. Pada proses pembilasan, udara yang dihasilkan harus benar-benar bersih dan tidak boleh tercampur dengan air, karena air ini akan menjadi panas ketika berlangsungnya proses kompresi sehingga panas tadi menyebabkan kerusakan yaitu munculnya goresan atau lubang-lubang pada permukaan setting *exhaust valve seat* dan *exhaust spindle valve*.

Udara yang disupply atau dimasukkan ke dalam ruang pembakaran (silinder) berasal dari udara yang berada di ruang mesin, udara tersebut dihisap oleh turbocharge kemudian didinginkan oleh sebuah *intercooler*, setelah didinginkan udara tadi masuk ke ruang penerima udara bilas (*scavenging air receiver*) dan diteruskan ke ruang pembilasan atau pembakaran didalam silinder liner. Tetapi untuk melakukan start awal dan ketika putaran mesin masih dibawah 96 Rpm (*Rotation per Minute*) diperlukan blower bantu (*Auxiliary Blower*) untuk mengisap udara dari intercooler dan di tekan ke ruang pembilasan atau pembakaran. Kembali ke masalah awal, kenapa udara bilas yang masuk ke dalam silinder masih terdapat kandungan air ? ternyata air tersebut berasal dari dalam intercooler yang sudah mengendap lama dikarenakan *drain valve* ruang udara pada intercooler tidak pernah di periksa dan dibersihkan, sehingga air tersebut ikut masuk ke dalam ruang pembilasan.

C. PEMECAHAN MASALAH

1. Alternatif Pemecahan Masalah

a. Temperatur exhaust gas tinggi yang disebabkan oleh Exhaust valve tidak berfungsi dengan baik

1) Penggantian material pada *air cylinder piston* yang sudah aus

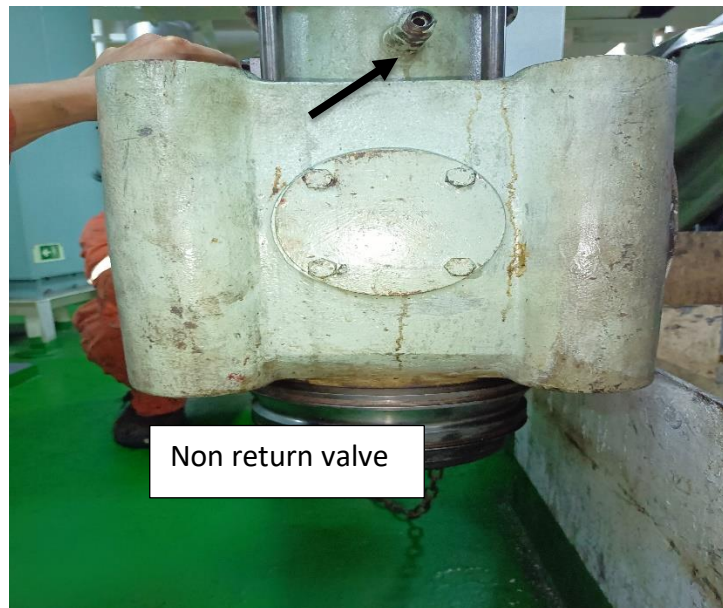
- a) Melakukan penggantian pada material air cylinder piston yaitu guide ring dan sealing ring dengan bahan atau material yang asli

Suku cadang yang asli atau dibuat oleh pabrik pembuat mesin mempunyai daya tahan yang cukup lama sebagai mana yang tertulis dalam buku instruksi. Pada waktu pemasangan tidak akan ada kendala karena ukuran-ukurannya sama dengan suku cadang yang akan diganti, sehingga pekerjaan penggantian tidak akan memakan waktu terlalu lama dan dapat diperkirakan. Pemakaian suku cadang asli tidak akan menimbulkan masalah kalau dikerjakan dengan benar dan oleh personil yang berpengalaman.



Gambar 3.5: Penggantian Guide Ring dan Sealing ring

- b) Melakukan peneratan berkala pada tabung cadangan Air pressure control yang masih terdapat kandungan air secara berkala hal ini dilakukan agar air dalam tabung cadangan yang dihasilkan oleh compressor bertekanan tinggi dan melakukan pembersihan terhadap saringan udara. Hal ini dilakukan setiap penggantian jam jaga oleh petugas jam jaga dan diawasi oleh engineer jaga.
- c) Melakukan Penggantian komponen *non return valve* setelah melakukan pengecekan dengan cara menggantung exhaust valve pada posisi valve spindle tertutup rapat dan membiarkan dalam waktu 30 menit apakah selama itu valve spindle itu jatuh ke bawah bila hal ini terjadi menandakan *non return valve* mengalami kebocoran bila hal ini terjadi maka lakukan penggantian terhadap *non return valve*



Gambar 3.6: Drop Test Non Return Valve

- d) Melakukan perbaikan pada Safety/relief valve yang biasanya terjadi pada O-ring yang sudah aus/kaku tidak flexible lagi serta melakukan pembersihan pada valve spring, setelah di lakukan penggantian komponen maka di lakukan pengetesan dengan menggunakan hidrolik pressure dengan tekan 2.3 Mpa apabila sebelum 2.3 Mpa oli bocor keluar dari nepel pipa balik, maka lakukanlah penyetelan pada baut penyetelan dengan standard 2.3 Mpa maksimal.

2) Melakukan pemeriksaan terhadap sistem pendingin katup gas buang (exhaust valve)

- a) Melakukan pembersihan kerak-kerak akibat oksidasi dan korosi yang dapat menyumbat pada sistem pendinginan yang masuk ke dalam ruang katup gas buang
- b) Pada daerah perairan tertentu temperature air laut tinggi yang menyebabkan pendinginan akan meningkat temperature nya menginggit air laut sebagai pendingin utama pada pendinginan air tawar yang pada sistem di kapal MV. IFAMA MAS ini menggunakan sistem tertutup cara mengatasi ini adalah menurunkan setelan pendinginan tertutup pada sistem pendingin

air tawar temperature tinggi.

- c) Tekanan pada pompa air tawar mempengaruhi terhadap ke optimalan pada system pendingin cara mengatasinya melakukan Pengecekan pada *bearing* dan *impeller* serta pengecekan pada *housing impeller* pada pompa air tawar serta pengecekan terhadap katup-katup yang tidak membuka dengan penuh, Lakukan penggantian part yang sudah Aus atau bocor pad seal impeller atau Housing Impeller

3) Penggantian *Exhaust Valve* menggunakan suku cadang asli sesuai yang disarankan Manual Book

Penggantian Suku Cadang dengan Bahan dan Meterial yang asli dengan cara Melakukan komunikasi yang baik antara pihak kapal dan pihak Perusahaan dalam hal pengadaan suku cadang. Rusaknya *exhaust valve* juga dipengaruhi oleh keterlambatan supply suku cadang diatas kapal sehingga mengakibatkan jam kerja *exhaust valve* melewati batas. Dengan komunikasi yang baik antara pihak perusahaan dan pihak kapal dalam pengadaan suku cadang akan mengurangi dan memperkecil kesalahan dalam proses pengadaan suku cadang. Hal ini dapat dilakukan komunikasi mulai dari jumlah suku cadang yang dibutuhkan dengan kondisi ketahanan suku cadang tersebut. Pelaksanaan pencatatan pemakaian atau pembukuan, dan segala macam bentuk administrasi yang diperlukan antara kapal dan perusahaan.

Membuat permintaan spare part yang asli kepada perusahaan disertai alasan-alasan yang kuat berdasarkan kenyataan yang terjadi diatas kapal, Suku cadang adalah bahan-bahan yang dipakai sebagai komponen-komponen mesin yang telah dirangkai menjadi satu untuk mesin utuh. Apakah itu sebagai mesin induk, mesin bantu atau pesawat-pesawat kapal lainnya. Suku cadang ini ada yang harus diganti secara berkala karena mempunyai masa pakai yang terbatas.

Pada suku cadang yang berputar atau bergesekan akan timbul keausan sehingga harus diganti secara berkala. Pabrik pembuat mesin biasanya

telah menentukan berapa banyak jam kerja sebuah komponen mesin dapat dipakai. Apabila telah melebihi jam kerja yang sudah ditentukan komponen tersebut belum diganti maka sewaktu-waktu dapat timbul masalah. Masalah ini dapat timbul disaat-saat yang tidak diinginkan, sebaiknya pemeriksaan rutin harus dilaksanakan. Adanya suku cadang yang cukup diatas kapal dan deteksi dini akan dapat menghindari terjadinya hal-hal yang tidak diinginkan. Yang perlu diperhatikan adalah sebaiknya crew kapal meminta suku cadang yang asli karena mempunyai daya tahan yang cukup lama sebagaimana yang tertulis dalam buku instruksi. Selain itu ketika membuat permintaan suku 28 cadang asli hendaklah disertai alasan-alasan yang kuat sesuai dengan kondisi permesinan diatas kapal agar perusahaan bisa memahaminya demi kelancaran pengoperasian kapal.

Komponen-komponen yang sudah mencapai batas maximum keausan lebih baik tidak digunakan kembali, mengingat perbaikan dan perawatan adalah persoalan yang tidak bisa ditunda-tunda, maka untuk perbaikan dan perawatan dibutuhkan suatu koordinasi yang baik antara pihak perusahaan dengan pimpinan di atas kapal, agar tercapai pertukaran informasi yang baik dan akurat.



Gambar 4.7: Rekondisi spindle valve dari perusahaan

Pada gambar di atas kita lihat masih ada permukaan yang tidak rata di karenakan penggerindaan tidak di lakukan dengan tuntas dengan alasan sudah batas maksimal dari penggerindaan, hal ini tentu pemakaian spindle valve tidak akan lama sampai 4000 jam, bila terjadi seperti ini untuk menghindari terhambat nya pengoperasian kapal maka akan di lakukan penggerindaan secara tuntas sampai permukaan halus tidak ada bekas lubang-lubang hal ini tentu melewati batas penggerindaan yang bisa menyebabkan masa pakai spindle valve pendek, hal ini di lakukan dengan kondisi darurat sampai spare part spindle valve baru datang ke kapal



Gambar 3.8 Penggerindaan ulang oleh 2nd Engineer di Kapal mengikuti ukuran *Standard Manual Book*



Gambar 3.9 Hasil Penggerindaan ulang oleh 2nd Engineer di Kapal



Gambar 3.10: Safety/Relief Valve

b. *Performance* mesin menurun diakibatkan terjadinya lolosnya kompresi pada *exhaust valve*

1) Melakukan pengecekan dan pengantian sesuai dengan jam kerja (running hours)

Sebelum melakukan penggantian pada spindle valve dan seating valve terlebih dahulu kita melakukan tahapan pengecekan:

- a) *Exhaust valve* digantungkan dengan menggunakan krane kamar mesin.
- b) Berikan udara tekanan pada pneumatic valve dan biarkan posisi valve spindle tertutup dan lakukan pengukuran celah antara spindle valve dengan seating valve dengan menggunakan feeler gauge berukuran 1.0 mm. apabila celah ini melebihi batas 1.0 mm maka harus di lakukan penggantian
- c) Setelah pengukuran lepaskan vent plug screw agar spindle valve posisi terbuka dan lakukan kembali memberikan udara tekanan pada pneumatic valve agar katup menutup kembali dan tunggu sampai 15 menit untuk mengetahui kondisi komponen pada air piston (guide ring dan sealing ring masih dalam kondisi baik) apabila kurang dari 15 menit katup terbuka maka segera melakukan penggantian sealing ring dan guide ring.



Gambar 3.11: Pengetesan Drop Test Valve Spindle

- d) Lakukan Pembersihan pada permukaan Spindle valve dan Spindle Seat untuk mengetahui kondisi permukaan.



Gambar 3.12: Pembersihan Spindle valve dan Seating Valve

Apabila langkah-langkah di atas dilakukan terdapat pengukuran yang melewati batas yang dijelaskan di atas, maka kita lanjut ke tahap penggantian.

Langkah-langkah penggantian:

- (1) Letakan alas *exhaust valve* dengan kayu, buka baut *cylinder oil* dan lepaskan cylinder oil dan letakan secara melintang dengan alas kayu
- (2) Lepaskan vent plug screw pada *air cylinder* untuk mengeluarkan udara pada *cylinder piston*

- (3) Buka 4 baut pada flange atas air piston dan lepaskan flange dan kendorkan kuku pengunci pada palu plastic dan lepaskan kuku pengunci
- (4) lepaskan air piston dan internal rings dan seal ke arah atas dan lepaskan spindle valve dengan cara menarik ke bawah ke arah posisi terbuka katup Buka Spindle seat dengan membuka baut pengunci di sisi samping dengan kunci L kecil



Gambar 3.13: Pemasangan Spindle valve

2) Pemeriksaan dan pengambilan *clearance* harus sesuai dengan intruksi buku manual (*Engine Manual Book*)

Menurut instruksi manual book pemeriksaan atau pengambilan *clearance* pada *exhaust valve* harus meliputi 7 prinsip dasar yaitu :

a) Mengidentifikasi *spindle valve* (spindle identification)

Yang dimaksud mengidentifikasi *spindle valve* yaitu kita harus mengetahui merek atau tipe (marking) dari *spindle valve* tersebut yang nantinya akan kita gunakan untuk permintaan suku cadang (sparepart requestion).

b) Inspeksi interval (Interval inspection)

Yang dimaksud dengan interval inspection yaitu kita harus mengetahui maximal jam kerja (*running hours maximum*) pada saat spindle mulai digunakan sampai pada saat terakhir digunakan. Maximal penggunaan *spindle valve* berkisar 16.000 jam (16.000 hours).

Inspection intervals	Inspections :		
	Initial	Second	Subsequent
Normal hours of service:	After 6,000 hours	After 16,000 hours*)	Every 16,000 hours *)
Recommended:	After 6,000 hours (50-60MC 3-6,000 hours)	Based on condition at initial inspection	Based on condition at initial and second inspections **)

c) Pemeriksaan terhadap kontak atau presisi antara *spindle* dan *seating valve* (*Inspecting the contact condition of the seat*).

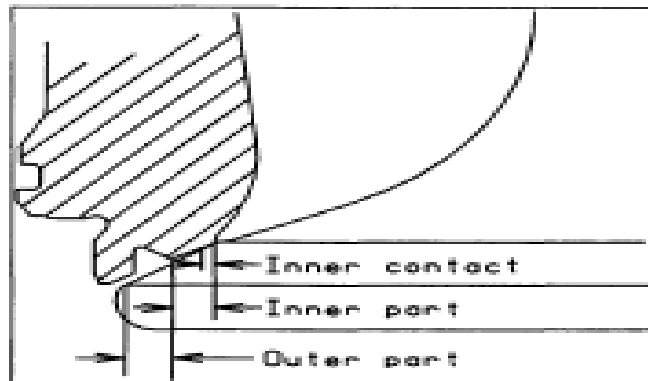


Fig. 1: Inner contact, and zone designation

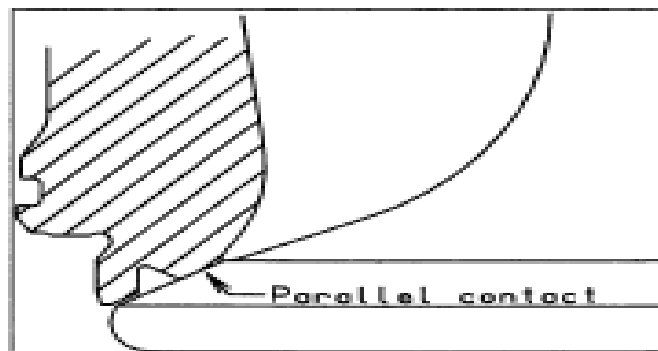


Fig. 2: Contact condition during running

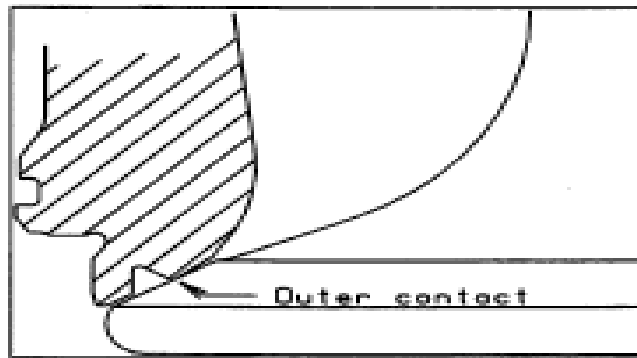


Fig. 3: Outer contact, increased risk of blow-by

Gambar 3.14 Inspeksi dudukan pada *seating* dan *spindle valve*

- d) Pemeriksaan kebocoran udara pada *seating valve* (*Checking the seat for gas leakage*).

Pemeriksaan ini biasa dilakukan dengan visual check atau dengan alat ukur kemiringan yang disediakan oleh pabrikan pembuat mesin tersebut.

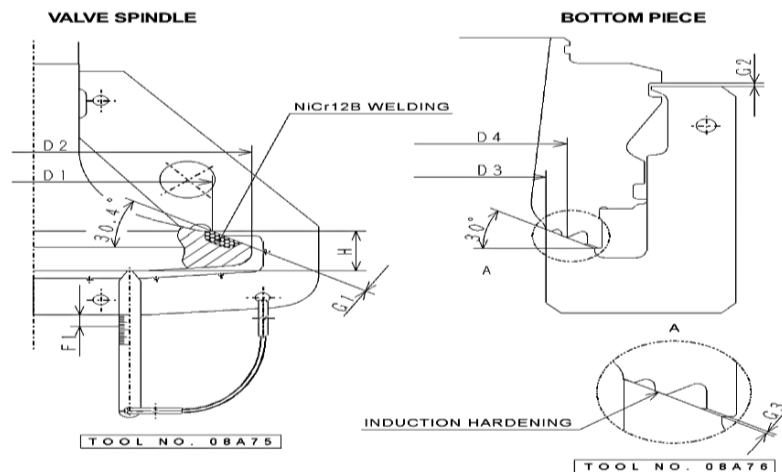


Gambar 3.15 Pengecekan *Seeting Valve*

- e) Pemeriksaan dan pembersian pada *spindle valve* (*Cleaning and Evaluation*). Bersihkan *spindle valve* dengan kain ampelas kasar. Amati dan catat turunkan ukuran dan jumlah tanda penyok. Perhatikan juga apa saja kemungkinan adanya indikasi keretakan. Periksa seluruh bagian spindle untuk mengetahui tingkat korosinya. Bersikan permukaan kontak yang menjadi tujuan tempat pengukuran dan selanjutnya persiapan untuk pengukuran.

VALVE SPINDLE & BOTTOM PIECE

Fig-1 (C)



VALVE SPINDLE & BOTTOM PIECE SIZE TABLE

VALVE SPINDLE				BOTTOM PIECE				Unit : mm
NEW	MAX. GRIND G1	D1	D2	TO BE KEPT G3	MAX. GRIND G2	D3	D4	REMARKS
H								MAX. BURN AWAY F1
26.5	2.0	160	196	0.5	0	162	176	6

G1 : NEW = about 0.0 mm
G2 : NEW = about 2.3 mm

Gambar 3.16 Rekomendasi tabel limit pengukuran *spindle valve*

- f) Pemeriksaan pada batang spindle (Inspecting the valve stem wear layer).

Pemeriksaan pada batang spindle ini harus dilakukan guna untuk mengetahui kondisi layak atau tidaknya di pakai. Hal ini juga bertujuan agar kita bisa mengetahui lurus atau ada pembengkokkan pada batang *spindle*.



Gambar 3.17 Pemeriksaan terhadap keretakan pada *spindle valve*

- g) Melakukan gerinda pada dudukan spindle (Grinding the spindle seat).

Pada proses pengerindahan *spindle valve* dan seating valve kita dapat menggunakan mesin gerinda khusus yang biasa kita temukan di atas kapal dan disinilah kita harus mengetahui dan paham cara menggunakan mesin gerinda dan kita juga harus tepat dalam menentukan posisi dial gauge. Penyetingan pada dial gauge harus maximal 0.05 mm. Pengukuran ini adalah untuk meminimalkan jumlah yang akan dihapus (digerinda) selama proses pengerindahan *valve* tersebut.

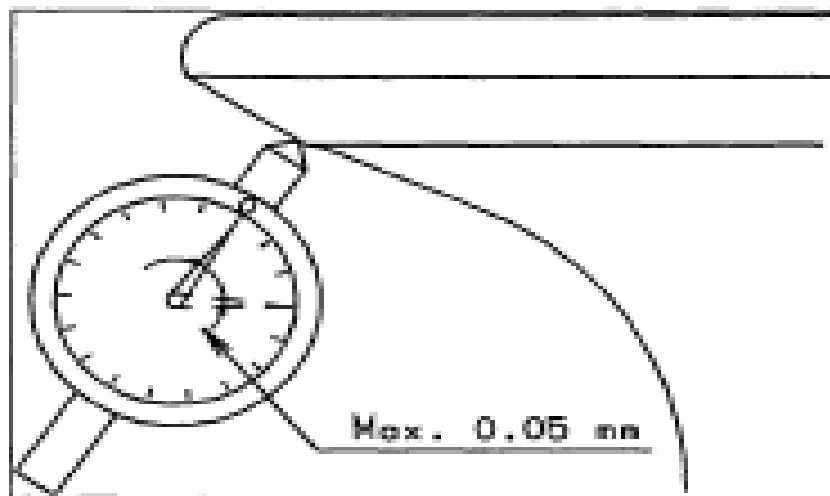


Fig. 5: Truing-up the spindle

Gambar 3.18 Maximum pengukuran grinding spindle valve

After full contact between grindstone and seat is reached at the beginning of the grinding process:	
Normally	Limit the grinding to 0.2 mm.
Rare cases	Remove 0.3 mm or more.
Blow-by	Continue the grinding until the blow-by marks are removed.
Dent marks	It is not necessary to continue grinding until all dent marks have been removed.

Dari ketujuh prinsip atau petunjuk diatas maka pemacehan masalah tentang pengukuran valve yang tidak sesuai akan dapat dilakukan secara maksimal.

BAB IV

KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

Dari uraian dan pembahasan bab-bab sebelumnya penulis dapat menarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Temperatur *exhaust gas* tinggi yang disebabkan oleh *exhaust valve* tidak berfungsi dengan baik disebabkan *material air cylinder* piston sudah aus dan Kurangnya proses pendinginan pada katup gas buang juga mempengaruhi suhu temperature pada *exhaust gas* dan juga dapat mempercepat keausan pada komponen *exhaust valve* akibat panas berlebihan.
2. *Performance* mesin menurun diakibatkan terjadinya lolosnya kompresi pada *exhaust Valve* dikarenakan kelelahan bahan seperti *spindle valve* dan *seating valve* mengalami keausan sehingga lolosnya kompresi dan celah *valve spindle* dan *valve seat* tidak rapat.

B. SARAN - SARAN

Berdasarkan penelitian dan pembahasan masalah penyebab kerusakan katup gas buang (*exhaust valve*), penulis akan memberikan saran sebagai masukan kepada para pembaca agar tidak mengalami masalah yang sama seperti penulis alami. Adapun saran yang akan penulis berikan adalah:

1. Untuk mengatasi temperatur *exhaust gas* tinggi yang disebabkan oleh *exhaust valve* tidak berfungsi dengan baik, penulis menyarankan
 - a. Penggantian material pada air cylinder piston yang sudah aus
 - b. Melakukan pemeriksaan terhadap sistem pendingin katup gas buang (*exhaust valve*)

2. Untuk mengatasi *performance* mesin menurun akibat terjadinya lolosnya kompresi pada *exhaust valve*, penulis menyarankan
 - a. Melakukan pengecekan dan pengantian sesuai dengan jam kerja (*running hours*)
 - b. Pemeriksaan dan penggerindaan harus sesuai instruksi *engine manual book*

DAFTAR PUSTAKA

- Abiding. (2011). *Sistem Kerja Motor Diesel 2 Tak*. Jakarta: Raja Grafindo Persada
- Arsanto. (2005). *Motor Bakar*. Jakarta: Djambatan.
- Handoyo, Jusak Johan. (2017). *Manajemen Perawatan Kapal*. Jakarta: Djangkar
- Handoyo, Jusak Johan. (2014). *Mesin Diesel Penggerak Utama Kapal*. Jakarta: Djangkar
- Instruction Manual Book Makita, Motor Induk MV*. IFAMA MAS
- J.E Habibie. (2010). *Manajemen Perawatan dan Perbaikan*, Penerbit: NSOS
- Lindley R. Higgs and Mobley Keith. (2002). *Maintenance Engineering Handbook*, sixth edition, McGraw-hill
- Maneen. (2017). *Motor Diesel Kapal Jilid I*. Jakarta: PT. Triasko Madra
- M.S Sehwarat dan J.S Narang. (2001). *Production Management, 3rd Edition*, Dhonpat Rai & Co. (P) Ltd, Delhi

DAFTAR ISTILAH

<i>Bearing</i>	:	Bantalan yang berfungsi sebagai penyangga rotor sehingga membuat rotor dapat stabil/lurus pada posisinya di dalam kesing dan rotor dapat berputar dengan aman dan bebas.
<i>Blower</i>	:	Bagian dari komponen <i>turbocharger</i> yang bersebelahan atau dipasang satu as dengan turbin, dan berfungsi menghasilkan udara bilas yang ditekan ke dalam silinder mesin
<i>Cylinder</i>	:	Bagian dari komponen mesin untuk tempat bergerakinya torak dan piston di dalamnya, dan merupakan tempat berlangsungnya pembakaran..
<i>Dekomposisi</i>	:	Penyatuan bahan bakar yang terjadi pada ruang pembakaran.
<i>Delivery valve</i>	:	Katup penyalur bahan bakar yang dikabutkan ke injector.
<i>Exhaust Manifold</i>	:	Saluran pipa gas buang tiap-tiap silinder dan diteruskan ke <i>turbocharger</i>
<i>Exhaust valve</i>	:	Katup buang yang berfungsi untuk membuang sisa gas pembakaran dalam ruang bakar dan diteruskan ke saluran <i>exhaust manifold</i>
<i>Injection</i>	:	Pengabutan bahan bakar yang dikabutkan oleh injector.
<i>Injector</i>	:	Alat pengatur penyemprotan bahan bakar ke dalam cylinder ruang pembakaran.
<i>Knocking</i>	:	Bahan bakar yang disemprotkan tidak tepat waktu yang diperlukan.
<i>Maker</i>	:	Pabrik pembuat mesin induk yang ada di atas kapal.
<i>Main engine</i>	:	Mesin induk yang memegang peranan sebagai mesin penggerak utama di kapal.
<i>Manual book</i>	:	Buku petunjuk untuk pengoperasian mesin di atas kapal.
<i>Overhaul</i>	:	Melakukan pengecekan secara menyeluruh dan melakukan perbaikan atau mengganti jika ada yang rusak.

<i>PMS</i>	:	Singkatan dari <i>Planned Maintenance System</i> yaitu sistem perawatan terencana, yang merupakan standarisasi perusahaan ataupun pembuat mesin
<i>Pressure</i>	:	Tekanan pengabut bahan bakar yang berasal dari <i>injection pump</i> .
<i>Seating</i>	:	Tempat kedudukan dari jarum pengabut.
<i>Spring</i>	:	Pegas yang menerima tekanan dari tekanan pengabut bahan bakar.
<i>Supply</i>	:	Penyaluran bahan bakar dari tangki bahan bakar ke pemakaian bahan bakar.
<i>Turbocharger</i>	:	Suatu alat dari motor berfungsi untuk menstabilkan tekanan udara masuk ke mesin induk.

TEMAS SHIPPING

IFAMA MAS

ex MAERKS ARKANSAS

IMO No 9164251
LEGALITAS
 Take Over 24-Mar-21
 Owner PT Temas Shipping (IMO No 1903936)
 Ship Manager - same -

PRINCIPAL PARTICULARS

Flag Indonesia
 Port of Registry Jakarta
 Call Sign YDIWZ
 MMSI 525 119 190
 Official Number 2021 Pst No. 802/L
 Keel Laid 08-Apr-98
 Launching 17-Jul-98

CONSTRUCTION DETAILS

Length Overall 155.00 M
 Length Between 145.77 M
 Moulded Breadth 25.00 M
 Moulded Depth 13.90 M
 Deadweight (DWT) 17526 (SUMMER)
 Deadweight (DWT) 18165 (TROPIC)
 GRT / NRT 14120 / 6004 T
 Light Weight 6122 T
 Draft Summer : 9.47 M Tropic : 9.67 M
 Air Draft 42.5 M

TANK CAPACITY

FOT / DOT / LOT 1483.31 M³ / 128.01 M³ / 78.32 M³
 Fresh Water 222.39 M³
 Ballast Water 5934.60 M³
 Bilge Tank (Center) 42.89 M³
 Sludge Tank 25.05 M³

PERFORMANCE

Max Speed 15 knots - 105 Rpm
 Normal Speed 14 knots - 100 Rpm (at sea)
 Economized Speed 10 knots - 80 Rpm

COMMUNICATION

SAT Phone +870773948942
 SAT Email ifama.mas@fleetmail.inmarsat.com
 Mobile Phone +62 811 1289 728

MACHINERY

Main Engine 1x MAN B&W 7S50MC mk 6, 13580 HP, 10130kW, 127 RPM, 7 Cyl, 2 Stroke
 TC Main Engine 2x MET 42SE, REV. 18800
 Aux Engine 3x SSANGYONG MAN B&W 8L23/30H, 900rpm, 1740 PHP
 TC Aux Engine 3x NR 20/R, 10000rpm
 Emer Generator Nordhavn, VALMAT, STAMFORD, GAS6-06, REV. : 1800
 Bow Thruster KAWASAKI HI LTD / TIPI : 88B / REV : 360 / CAPACITY : 10 TON THRUST
 Boiler AALBORNG SUNROD KK, CAP. 1500 KG/K (OIL BURNING) 1100 KG/H (EXH. GAS), Working Press : 7 BAR
 Purifier FO Alfa Laval, FOPX609TFD-24, REV. : 1245, CAPACITY : 2.85 M3/H
 Purifier LO Alfa Laval, LOPX705SFD-30, REN 172, CAPACITY : 1.8 M3/H

DECK MACHINERY

Anchor Windlass Aquamaster Rauma, 6450 Kg, STD- 20 Shackles Port-20 Shackles
 Free Lifeboat 1x Free Fall Fully Enclosed Lifeboat BUKH A/S, Engine Type DV24RME, 28P
 Rescue Boat 1x Viking, Engine Yanmar 27 HP 6P
 Deck Crane 2x Liebherr CBW 50 (40) 30/20(26)30ST; 440V, 60 Hz, 3 PH, 220kW
 Provision Crane Tinlou Machinery; 440V, 60HZ; 3 Ph, Motor : 15; 3.7I, 1.5kW, SWL 4 Ton

OTHER

Safety Equipment 5 liferaft (@2 X 25P, 2 X 16P + 1 in F'castle 6P), 15 Lifebuoys, 38 Lifejackets, 32 immersion suite
 Fire Extinguisher Fire Alarm System, Fire Fighting Equipment, Fire Protection Equipment, Fire Main Line Equipment, CO2 Release System, Fire Damper, Escape System & Fire Doors



Classification #1 China Classification Society (CCS) 98167741
 Class Notification *CSA CS, IWS / *CSM AUT-0, CMS, SCM
 Classification #2 NA
 Class Notification NA
 Builder Keelung Shipyard, Taiwan, ROC
 Hull No 475
 Date of Build 1998

RADIO & NAVIGATION EQUIPMENT

Sea Area A1 + A2
 Inmarsat C #1 (+LRIT) Sailor 6006
 Inmarsat C #2 & SSAS Sailor 6006 & Sailor 6120
 GPS JRC-JLR 7500 & SAAB R5 SUPREME
 AIS SAAB R4 (Class A)
 VHF/FM Hand Held Radio Sailor RT6222, RM2042, RT2048
 MF/HF Radio Equipment Furuno FS - 2575C
 Radar Furuno FAR-2825SW & FAR 2835SW
 Echo Sounder Furuno FE-700 & Furuno FE-720
 EPIRB MC Murdo Smartfind ES (406 MHz)
 Gyro Compass 2x Sperry Marine (Navigat X MK 1)
 Magnetic Compass John Lilley & Gillie SESTREL SR3
 Speed Log Consilium Marine SAL SDI-2
 VDR / S-VDR Danelec Marine A/S DM100 S-VDR
 ECDIS 3x Transas Navi-Planner 4000
 BNWAS NORCONTROL automatic DC-2000
 Two Way (GMDSS) 3x HT649 GMDSS IP48
 Navtex NX - 700
 Wheeler Faxmail NA

CAPACITY

Container 1092 Teu
 O/D 638 Teu + 1/H 454 Teu + O/D 312 Teu + 1/H 216 Teu + 1092 Teu + 528 Teu
 Reefer Plug O/D 114 Ref Con + 1/H 92 Ref Con (20)



MUSTER LIST

MV. IFAMA MAS

No.	NAME	RANK
1	CAPT. SUTOPO YUWONO	MASTER
2	RICK ERIDANI TASIYAM	CHIEF OFF
3	ALFIAN SEPTIAWAN	2 ND OFF
4	RUDI SUIFANDI	3 RD OFF
5	TEGUH SANTOSO	C / ENG
6	SETYO WIYONO	2 ND ENG
7	SINGGIH SUHARTOMO	3 RD ENG
8	TEZA DIMACIVI DIAGNOZA	4 TH ENG
9	AGUS RAHMAT	ELECTRICIAN
10	DEDE FIRMAN	BOATSWAIN
11	SUPRAYITNO	FOREMAN
12	SUNARDIN AMIRUDDIN	AB 1
13	RIAN SETIAWAN	AB 2
14	MOH. AMIN	AB 3
15	ANDREYSON SHARON. T	KELASI 1
16	DANU MIFTA'IN AN'AM	KELASI 2
17	LUTFI UMALEKHOA	OILER 1
18	HERMANTO PANJAITAN	OILER 2
19	EDY HARTONO	OILER 3
20	NANA SURYATNA	COOK
21	ALOYSIUS JAIME AYUB	MESSBOY
22	MOHAMMAD NAVY AFRIAN	CADET DECK 1
23	TRI MEILIA PRATIWI	CADET DECK 2
24	IZHAR ADITYA WIBOWO	CADET ENGINE



PENGAJUAN SINOPSIS MAKALAH

NAMA : MARTHEN TANDI DATU
NIS : 02063/T-I
BIDANG KEAHLIAN : TEKNIKA
PROGRAM DIKLAT : DIKLAT PELAUT- I

Mengajukan Sinopsis Makalah sebagai berikut

A. Judul

OPTIMALISASI PERAWATAN *EXHAUST VALVE* UNTUK MENUNJANG PERFORMA MESIN INDUK DI MV. IFAMA MAS

B. Masalah Pokok

1. Temperatur *exhaust gas* tinggi yang disebabkan oleh *Exhaust valve* tidak berfungsi dengan baik
2. Performance mesin menurun diakibatkan terjadinya lolosnya kompresi pada *Exhaust Valve*

C. Pendekatan Pemecahan Masalah

1. Melakukan pemeriksaan terhadap sistem pendingin katup gas buang (*exhaust valve*)
2. Melakukan pengecekan dan pengantian *valve spindle* dan *valve seat* sesuai dengan jam kerja (*running hours*)

Dosen Pembimbing I

A. Chalid Pasyah, Dip.TESL. M.Pd.
NIP. 19600814 198202 1 001
Rektor Kepala

Menyetujui :

Dosen Pembimbing II

Drs. Ridwan Setiawan, M.Si., M.MAR.E.
Pembina Utama (IV/e)
NIP. 19570612 198203 1 002

Jakarta, Januari 2024

Penulis

Marthen Tandi Datu
NIS : 02063/T-I

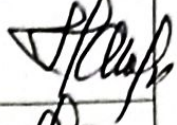
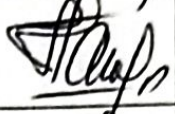


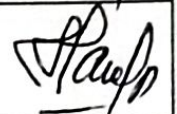
Kepala Divisi Pengembangan Usaha

Capt. Suhartini, MM.,MMTr
Penata TK. I (III/d)
NIP. 19800307 200502 2 002

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

Judul Makalah : OPTIMALISASI PERAWATAN EXHAUST VALVE
UNTUK MEMUNJANG PERFORMA MESIN
INOWE Di MT. IFAMA MAS.

Dosen Pembimbing I : A. Chalid Pasyah, Dip.TESL. M.Pd.
Bimbingan I :

No.	Tanggal	Uraian	Tanda Tangan Pembimbing
1.	29-01-24	Pengajuan Sinopsis & Appr.	
2	29-1-24	Pembahasan Bab 1	
3	29-1-24	Pembahasan Bab 2	
4	30-1-24	Pembahasan Bab 3-4.	
5	30-1-24	General Review + Approval	

Catatan : Makalah siap diujikan

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

Judul Makalah : OPTIMALISASI PERAWATAN EXHAUST VALVE
UNTUK MENUNJANG PERFORMA MESIN
ISOLUK Di MV. IPAMA MAS.

Dosen Pembimbing II : Drs. Ridwan Setiawan, M.Si., M.MAR.E.

Bimbingan II :

No.	Tanggal	Uraian	Tanda Tangan Pembimbing
1	14/2-2024	Judul	U
2	01/30-2024	Pembahasan bab 1	U
3	01/30-2024	Pembahasan bab 2	U
4	02/2-2024	Pembahasan bab 3-4	U
5	02/3-2024	General Review + App	U

Catatan : Opt diijud y uji analisis