

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



**MAKALAH
OPTIMALISASI PERAWATAN SISTEM UDARA BILAS UNTUK
MEMPERTAHANKAN KINERJA MESIN INDUK DI KAPAL MT.SEA
HARMONY**

Oleh:

AGUSTINUS PM SILABAN
NIS: 02182/T-1

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

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



MAKALAH

**OPTIMALISASI PERAWATAN SISTEM UDARA BILAS UNTUK
MEMPERTAHANKAN KINERJA MESIN INDUK DI KAPAL MT.SEA
HARMONY**

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

Oleh:

AGUSTINUS PM SILABAN

NIS: 02182/T-1

PROGRAM PENDIDIKAN DIKLAT PELAUT – 1

JAKARTA 2024

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



TANDA PERSETUJUAN MAKALAH

Nama : AGUSTINUS PM SILABAN
No. Inuk Siwa : 02182/T-I
Program Pendidikan : DIKLAT PELAUT - I
Jurusan : TEKNIKA
Judul : OPTIMALISASI PERAWATAN SISTEM UDARA BILAS
UNTUK MEMPERTAHANKAN KINERJA MESIN
INDUK DI KAPAL MT.SEA HARMONY

Pembimbing I,

NAFI ALIMUZANI, M.M.Tr.M.Mar.E

Penata TK.I (III/d)

NIP: 19720901 200502 1 001

Jakarta, 23 Agustus 2024

Pembimbing II,

Ir. BOEDJO WIWOHO S.J.L.M.T

Pembina (IV/b)

NIP : 19641218 199103 1 003

F.189026

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 : AGUSTINUS PM SILABAN
No. Induk Siwa : 02182/T-I
Program Pendidikan : DIKLAT PELAUT - I
Jurusan : TEKNIKA
Judul : OPTIMALISASI PERAWATAN SISTEM UDARA BILAS
UNTUK MEMPERTAHANKAN KINERJA MESIN
INDUK DI KAPAL MT.SEA HARMONY

Penguji I

Ronald Simanjuntak ,M.T
Pembina (IV/a)
NIP. 19750616 200604 1 001

Penguji II

Mohamad Ridwan, S.SI.,M.M
Penata Tk I (III/b)
NIP. 19780707 200912 1 005
P206935

Penguji III

Ir Boedjo Wiwoho S.I.,M.T
Pembina (IV/b)
NIP.19641218 199103 1 003
f. 189026

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

OPTIMALISASI PERAWATAN SISTEM UDARA BILAS UNTUK MEMPERTAHANKAN KINERJA MESIN INDUK DI KAPAL MT.SEA HARMONY”.

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

1. Dr. Capt. Tri Cahyadi, M.H.,M.Mar selaku Kepala Sekolah tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta.
2. Capt. Suhartini,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 Nafi Alimuzani,M.M.Tr,M.Mar.E selaku dosen pembimbing I yang telah meluangkan waktu untuk memberikan saran dan pikirannya mengarahkan penulis pada sistematika materi yang baik dan benar
5. Bapak Ir.Boedoyo Wiwoho S.J.,M.T, M.M selaku dosen pembimbing II yang telah meberikan waktunya untuk membimbing proses penulisan makalah.
6. Seluruh Dosen dan staf pengajar Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta yang telah memberikan bantuan dan dorongan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan tugas makalah.

7. Orang tua tercinta Seluruh rekan-rekan yang ikut memberikan sumbangsih pikiran dan saran serta yang telah memberikan motivasi selama penyusunan makalah.

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

Jakarta, 29 Agustus 2024

Penulis,



AGUSTINUS PM SILABAN

NIS. 02182/T-I

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR LAMPIRAN.....	vi
 BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang.....	1
B. Identifikasi Masalah	2
C. Batasan Masalah	2
D. Rumusan Masalah	2
E. Tujuan Dan Manfaat Penulisan	3
F. Metode Penelitian.....	3
G. Waktu Penelitian.....	5
H. Sistematika Penulisan.....	5
 BAB II LANDASAN TEORI	
A. Tinjauan Pustaka	7
B. Kerangka Pemikiran	24
 BAB III ANALISIS DAN PEMBAHASAN	
A. Deskripsi Data	25
B. Analisis Data.....	27
C. Pemecahan Masalah	34
 BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN	
A. Kesimpulan.....	35
B. Saran-saran	35

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. *Ship Particular*

Lampiran 2. *Crew List*

Lampiran 3. *Main engine performance*

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Bagian Sistem Udara Bilas.....	9
Gambar 2.2 Turbocharger.....	13
Gambar 2.3 Proses PerbaikanTurbocharger.....	16
Gambar 2.4 Konstruksi Air Cooler.....	21
Gambar 2.5 Proses Pembersihan Air Cooler.....	23
Gambar 3.1 Proses PerbaikanTurbocharger	37
Gambar 3.2 Pembersihan Sirip Air Cooler.....	42

BAB I

PENDAHULUAN

A. LATAR BELAKANG

Kapal merupakan merupakan salah satu sarana transportasi yang banyak digunakan dan dibutuhkan manusia sebagai transportasi yang ekonomis, efektif dan efisien jika dibandingkan dengan transportasi lain. Dikatakan ekonomis, efektif dan efisien karena dengan menggunakan kapal laut kita bisa membawa sesuatu dalam jumlah yang lebih besar dengan biaya yang relatif murah daripada sarana transportasi darat maupun transportasi udara.

MT. SEA HARMONY adalah salah satu kapal milik EQUATORIAL MARINE SERVICE merupakan sebuah kapal tanker, yang menggunakan mesin diesel sebagai tenaga penggerakannya. Kelancaran sebuah kapal dalam operasional kapal tidak terlepas dari peranan mesin induk dan pesawat-pesawat bantu lainnya sebagai pendukung. Mesin kapal tidak dapat beroperasi dengan baik, jika perawatan terhadap pesawat bantu yang berhubungan dengan mesin induk tidak dilaksanakan.

Mesin induk yang dipakai untuk menggerakkan kapal dari salah satu pelabuhan kepelabuhan yang lain, harus selalu dalam keadaan siap pakai setiap saat. Untuk menunjang kelancaran tersebut perlu dilakukan perawatan secara berkala dan terjadwal atau yang biasa dikenal dengan *Planned Maintenance System (PMS)*.

PMS merupakan sistem perawatan terencana secara sistematis dan berkelanjutan merupakan salah satu unsur yang sangat penting dalam menunjang pengoperasian kapal. Perawatan terencana seperti perawatan setiap hari (*daily maintenance*), setiap minggu (*weekly maintenance*), setiap bulan (*monthly maintenance*), dan setiap 6 bulan (*semi annual maintenance*) merupakan keharusan yang dilakukan oleh pengusaha (*ship owner*) dan *crew* kapal. Apabila PMS tidak

dilaksanakan dengan baik maka akan berdampak pada kerusakan-kerusakan permesinan seperti sistem udara bilas dan lainnya.

Meskipun rencana perawatan telah dibuat dan disusun sedemikian rupa, akan tetapi dalam pelaksanaanya masih banyak *crew* kapal baik *engine departemen* maupun *deck departemen* yang kurang memperhatikan aturan tersebut. Untuk itu sangat dibutuhkan usaha dan kerja keras dari berbagai pihak khususnya Kepala Kamar Mesin dan Nakhoda untuk melakukan pengawasan dan evaluasi terhadap pelaksanaan *Planned Maintenance System (PMS)*.

Walaupun saat ini teknologi semakin maju, namun tidak bisa menggantikan peranan manusia secara menyeluruh. Demikian juga untuk perawatan permesinan di atas kapal seperti sistem udara bilas mesin induk dibutuhkan Sumber Daya Manusia yang cakap, terampil, dan disiplin sehingga benar-benar handal dalam menguasai tugas dan bertanggung jawab. Untuk mencapai tujuan tersebut dibutuhkan adanya pengawasan kerja baik oleh seorang Perwira maupun oleh Pimpinan secara langsung. Akan tetapi pengawasan kerja seringkali tidak dilaksanakan secara maksimal sehingga pekerjaan perawatan di atas kapal belum dilaksanakan sesuai *Planned Maintenance System (PMS)*.

Berdasarkan pengalaman penulis sewaktu bekerja di MT.SEA HARMONY, pada tanggal 10 Febuari 2024 sewaktu kapal berangkat dari Pelabuhan Morowali, Indonesia menuju Pelabuhan Tanjung Pelepas Malaysia, putaran mesin induk normal dan temperatur gas buang rata-rata 360°C, temperatur udara bilas 46°C dengan tekanan 1 kg/cm². Tetapi setelah 2 (dua) hari perjalanan, tekanan udara bilas jatuh mencapai 0,6 kg/cm², temperatur udara bilas sudah mencapai 53°C sehingga temperatur gas buang rata-rata ikut naik menjadi 460 °C melewati batas maksimal 450°C, berdasarkan hal tersebut KKM mengambil tindakan dan melaporkan kepada NAHKODA untuk stop mesin induk dan melakukan pembersihan. Hal ini menyebabkan keterlambatan jadwal kapal tiba di pelabuhan Malaysia yang mengakibatkan kerugian bagi perusahaan karena sudah pesan dermaga untuk kapal sandar, tetapi kapal terlambat 1 hari baru bisa sandar dari yang sudah dijadwalkan.

Berdasarkan pengalaman tersebut dapat disajikan tabel berikut:

Tabel Kondisi Ideal dan Kenyataan

No	Kondisi	Temperatur gas buang	Temperatur udara bilas
1	Ideal	360°C	46°C
2	Kenyataan	460 °C	53°C

Sumber : Dokumen kapal

Oleh karena itu dalam penyusunan makalah ini, penulis tertarik mengambil judul :

“OPTIMALISASI PERAWATAN SISTEM UDARA BILAS UNTUK MEMPERTAHANKAN DAYA MESIN INDUK MT.SEA HARMONY”

B. IDENTIFIKASI, BATASAN DAN RUMUSAN MASALAH

1. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah disusun di atas, terjadi penurunan kinerja Mesin Induk akibat masalah yang terjadi pada sistem pendinginan udara pembakaran, maka dapat ditarik beberapa permasalahan yang timbul, antara lain:

- a. Naiknya temperatur gas buang.
- b. Tekanan udara bilas menurun.
- c. Saringan hisap turbocharger akibat udara kotor.
- d. Kurangnya perawatan air cooler.

2. Batasan Masalah

Pada pengoperasian dan perawatan mesin penggerak kapal sangat banyak dan luas hal-hal yang bisa diangkat sebagai topik pembahasan. Akan tetapi agar pembahasan tidak melebar, maka pada makalah ini pembahasan hanya dibatasi pada hal-hal yang berkaitan dengan :

- a. Naiknya temperatur gas buang.
- b. Tekanan udara bilas menurun.

3. Rumusan Masalah

Berdasarkan hasil identifikasi masalah seperti tersebut di atas, maka dapat dirumuskan permasalahan dalam penyusunan makalah ini, yaitu :

- a. Apa penyebab naiknya temperatur gas buang ?
- b. Mengapa tekanan udara bilas turun?

C. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

1. Tujuan Penelitian

Tujuan penulisan makalah ini adalah :

- a. Untuk mengidentifikasi bagaimana penanganan naiknya temperatur gas buang sehingga mesin dapat bekerja dengan efektif.
- b. Untuk menganalisis bagaimana cara penanganan permasalahan yang terjadi pada *turbocharger* (menurunnya tekanan udara bilas).

2. Manfaat Penelitian

Penulisan makalah ini diharapkan dapat memberikan kontribusi-kontribusi yang berguna dari beberapa aspek, yaitu:

a. Aspek Teoritis (Dunia Akademis)

Sebagai sumbangan pemikiran bagi studi manajemen perawatan *air cooler*, dengan cara mencermati karakteristik yang khas serta untuk mendorong melakukan penelitian tentang naiknya temperatur gas buang dan turunnya tekanan gas buang dengan cara pandang yang berbeda.

b. Aspek Praktek (Dunia Praktisi)

Memberikan sumbangan pemikiran kepada rekan-rekan seprofesi, sebagai acuan dalam mengatasi permasalahan naiknya temperatur gas buang dan turunnya tekanan udara bilas.

D. METODOLOGI PENELITIAN

1. Metode Pendekatan

Metode yang digunakan penulis dalam penelitian ini adalah:

a. Deskriptif kualitatif

Deskripsikan bagaimana pengaruh udara bilas terhadap pembakaran bahan bakar dan mengatasi masalah tersebut sehubungan dengan kondisi yang terjadi sehingga mesin induk dapat bekerja secara maksimal.

b. Study kasus

Pengaruh udara bilas terhadap pembakaran bahan bakar dapat disesuaikan dengan keadaan yang sebenarnya dan dibandingkan dengan teori yang menunjang serta prosedur-prosedur perawatan yang dibuat oleh perusahaan sehingga mendapatkan sesuatu yang lebih di dalam meningkatkan performa mesin induk di atas kapal di masa yang akan datang.

2. Teknik Pengumpulan Data

Dalam mengumpulkan data-data penulis didalam pembuatan makalah ini, menggunakan teknik-teknik pengumpulan data antara lain sebagai berikut:

a. Observasi

Penulis menggunakan pengamatan secara langsung di atas MT. SEA HARMONY terutama terhadap kendala-kendala yang ada, Yang bisa menyebabkan penurunan performa mesin induk yang berakibat pada terganggunya operasional kapal.

b. Studi Kepustakaan

Penulis mengambil referensi dan buku-buku dan catatan yang berhubungan dengan pengaruh udara bilas terhadap pembakaran bahan bakar.

3. Subjek Penelitian

Subjek dalam penelitian ini adalah mesin induk di atas MT. SEA HARMONY khususnya pada sistem udara bilas.

4. Teknik Analisis Data

Dalam penelitian ini, data yang ditampilkan bersifat deskriptif kualitatif yaitu menggambarkan data yang ditemukan di lapangan dan membandingkan dengan teori/aturan yang ada.

E. WAKTU DAN TEMPAT PENELITIAN

Waktu penelitian yaitu saat penulis bekerja di atas MT.SEA HARMONY sebagai *Second Engineer* sejak 24 Januari 2024 sampai dengan 13 Juni 2024. Penelitian dilakukan pada sistem udara bilas mesin induk di atas MT. SEA HARMONY salah satu kapal milik EQUATORIAL MARINE SERVICE yang Beroperasi di pelayaran Asia Tenggara

F. SISTEMATIKA PENULISAN

Penulisan makalah ini disajikan sesuai dengan sistematika penulisan makalah yang telah ditetapkan dalam buku pedoman penulisan makalah yang dianjurkan oleh STIP Jakarta. Dengan sistematika yang ada maka diharapkan untuk mempermudah penulisan makalah ini secara benar dan terperinci. Makalah ini terbagi dalam 4 (empat) bab sesuai dengan urutan penelitian ini. Adapun sistematika penulisan makalah ini adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Menjelaskan pendahuluan yang mengutarakan latar belakang, identifikasi masalah, batasan masalah, rumusan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, metode penelitian dan teknik pengumpulan data, waktu dan tempat penelitian serta sistematika penulisan.

BAB II LANDASAN TEORI

Menjelaskan 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 ini juga terdapat kerangka penulisan makalah yang merupakan model konseptual tentang bagaimana teori berhubungan dengan berbagai faktor yang telah diidentifikasi sebagai masalah yang penting.

BAB III ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan diutarakan data yang diambil dari lapangan berupa fakta-fakta yang terjadi selama penulis bekerja di atas MT. SEA HARMONY 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 ini dan merupakan masukan untuk perbaikan yang akan dicapai.

BAB II

LANDASAN DAN TEORI

A. TINJAUAN PUSTAKA

Sehubungan dengan upaya untuk mempermudah dalam pembahasan makalah ini, maka berikut ini disertakan penjelasan-penjelasan dari istilah yang berhubungan dengan permasalahan yang diambil, yang dipetik dari beberapa buku-buku kepustakaan yang ada.

1. Sistem Udara Bilas

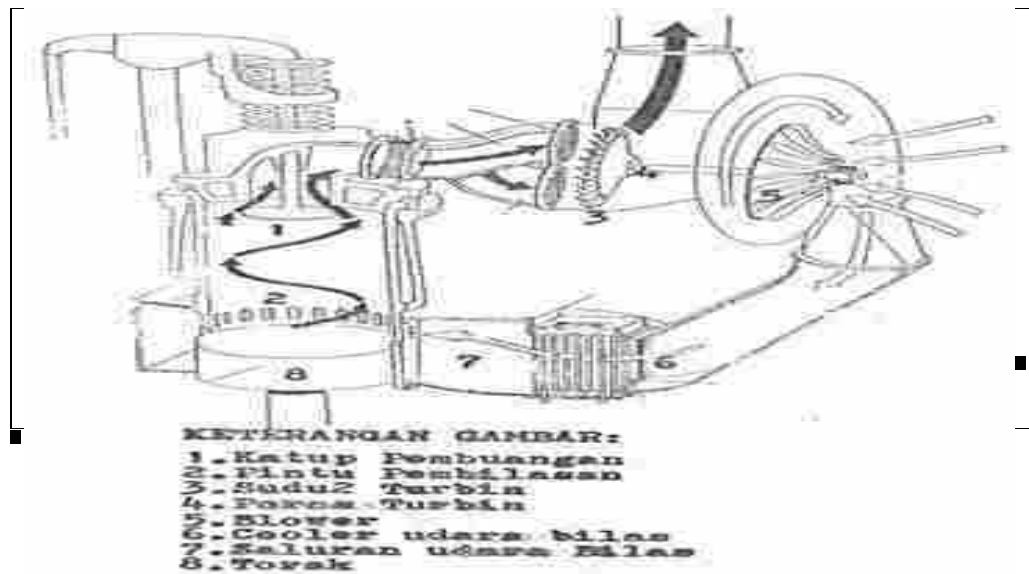
Landasan teori yang diambil secara khusus tentang sistem udara bilas yang dilakukan sebagai obyek penelitian adalah mesin induk di kapal MT.SEA HARMONY yaitu MAK 9M25, yaitu jenis Mesin Diesel 4 tak yang mempunyai 9 silinder dengan sistem penggerak Camshaft, dengan 1 pesawat Turbocharger.

Sistem udara bilas adalah sistem yang dapat menggambarkan siklus udara dari proses isap – kompresi - pembilasan – usaha - pembakaran – pembuangan udara dalam mesin. Terdapat beberapa bagian dari komponen dari sistem ini yang mana saling berhubungan dan menunjang secara fungsi antara satu bagian dengan lainnya.

Pembilasan didalam silinder yang efektif adalah sangat penting guna memasukkan udara dalam jumlah yang banyak, karena sebagian dari udara keluar bersama gas buang. Jumlah udara yang banyak memungkinkan pembilasan berjalan baik dan udara yang dikompresikan benar-benar bersih. (Wiranto.2019)

Penghisapan udara dilakukan oleh turbo blower pada turbocharger yang dihubungkan dengan satu poros dengan Turbin. Pemanfaatan dari gas buang untuk usaha ekspansi penggerak Turbin dilakukan sebanyak mungkin dengan menghubungkan saluran gas buang (exhaust manifold) dengan turbocharger.

Bagian- bagian dari sistem udara bilas Mesin Diesel 2 tak adalah sebagai berikut :



Gambar 2.1 Bagian Sistem Udara Bilas

Sumber Gambar : Dari Artikel online

Setelah masuk turbin, gas buang keluar melalui cerobong untuk memanaskan economizer dan selanjutnya keluar lewat cerobong asap. Perputaran turbin oleh gas buang akan memutar blower isap yang akan menghisap udara dan menekannya kedalam saluran udara. Selanjutnya udara masuk ke intercooler untuk didinginkan, udara disini didinginkan untuk mendapatkan volume yang rapat dan jumlah yang banyak. Juga pendinginan udara dimaksudkan untuk menghasilkan gas pembakaran yang tidak terlalu panas, guna mengurangi beban thermis pada bagian mesin di daerah pembakaran.

Udara yang masuk didinginkan, dan mengalir ke dalam saluran penampungan udara, untuk kemudian ditekan melalui lubang bilas masuk kedalam silinder, guna proses pembakaran. Efisiensi pembilasan dicapai, apabila jumlah udara bilas yang masuk dalam silinder jumlahnya terpenuhi”.(Wiranto 2019 .AS,Motor Diesel Putaran Tinggi : 41)

Dengan efisiensi pembilasan yang bagus, dan panas yang didapat dari kompresi torak, serta pengabutan bahan bakar yang bagus, maka akan menghasilkan pembakaran yang sempurna, tanpa adanya partikel bahan bakar yang tidak terbakar (hangus). Dengan demikian usaha yang dihasilkan oleh Motor Induk Diesel dapat maksimal. Selain itu juga perlu diperhatikan

tahaptahap pemeriksaan dalam menunjang kelancaran Motor Induk Diesel di atas kapal.

B. Perawatan pada sistem udara bilas.

1. Perawatan / pemeriksaan secara rutin dalam sistim udara bilas

Perawatan / pemeriksaan secara rutin dalam sistim udara bilas meliputi kegiatan sebagai berikut :

- a. Memeriksa temperatur udara bilas yang keluar dari pendinginan udara ditabung udara bilas.
- b. Memeriksa minyak lumas, serta pendinginan dan penunjukkan putaran pada turbocharger.
- c. Memeriksa tekanan udara bilas.
- d. Memeriksa sambungan-sambungan saluran udara dari turbocharger ke tabung udara bilas, untuk memastikan tidak adanya kebocoran.
- e. Mencerat udara bilas dengan membuka kran cerat ditabung udara bilas.
- f. Memeriksa tekanan dan suhu air pendingin.

Langkah di atas adalah untuk mempermudah mengetahui apabila terjadinya penyimpangan atau kelainan, sehingga dapat diambil langkah-langkah perawatan dan perbaikan, untuk mencegah terjadinya kerusakan.

2. Perawatan / pemeriksaan secara berkala dalam sistem udara bilas

Pemeriksaan secara berkala dalam sistem udara bilas pada sebuah Motor Induk pada jangka waktu pengoperasian tertentu, mempunyai batas dalam meningkatkan kemampuan kerjanya. seperti setiap 3 tahun atau setiap 12.000 jam pengoperasian Mesin Induk perlu diadakan pembersihan dan diperiksa *turbocharger* pada bagian *blower* dan *turbin*. Setiap 6000 jam kerja perlu adanya penggantian pada Katup Buang (*Exhaust Valve*), hal ini guna mencegah atau mengetahui adanya kerusakan. Sehingga tidak merambat pada bagian-bagian lain dari Mesin Induk.

Adapun rencana waktu pelaksanaan terhadap perawatan secara berkala yang dilakukan terhadap Sistem Pembilasan Udara Mesin Induk di atas kapal adalah sebagai berikut :

- a. Pemeriksaan pada bagian-bagian / parts yang utama *turbocharger* di Inspeksi oleh *surveyor class*, yang pelaksanaannya mengacu pada jadwal jam kerjanya mesin 12.000 jam atau setara dengan 3 tahunan .
- b. Perawatan periodik untuk keperluan pengukuran-pengukuran dan penyetelan terhadap rotor shaft turbin side dan blower side saat dock kapal atau survey class.
- c. Pembersihan atau penggantian saringan udara blower isap setiap maksimal 10 hari sekali, pembilasan sisi blower turbocharger saat mesin jalan pada putaran turbocharger diatas 10.000 rpm dengan menggunakan air tawar setiap 2 hari sekali.
- d. Perawatan dengan pembilasan sisi turbin dari turbocharger pada putaran diatas 10.000 rpm dengan menggunakan walnut shell atau marine grit setiap 2 hari sekali.
- e. Perawatan pada Katup Buang (exhaust valve) setiap 6000 jam kerja atau bila Katup Buang bocor harus segera diganti dengan suku cadang yang telah tersedia.
- f. Perawatan terhadap air cooler dari sisi air (Fw Side) tiap 2000 jam atau bila kondisi dari parameter pengukur pressure drop dari air cooler terlalu besar (didas 300 mg/cm²), serta dari sisi udara (air side) tiap 2000 jam dengan sirkulasi air tawar dengan menggunakan cairan kimia pembersih ACC(Air Cooler Cleaner) 9 dengan ketentuan pencampuran yang telah di tentukan.
- g. Perawatan dengan pembersihan ruangan udara bilas (Scavenging Air Trunk) dan ruang pembilasan (Under Piston) tiap 1000 jam.

3. Perawatan / perbaikan pada sistem udara bilas

Perbaikan yaitu kegiatan perawatan yang dilakukan setelah terjadinya kerusakan pada bagian sistem tersebut yaitu dengan penggantian suku cadang yang telah aus atau rusak. Pada sistem udara bilas ini ada 3 pesawat bantu yang mendukung Mesin Induk yang sangat vital fungsinya yaitu *turbocharger* dan *air cooler* serta blower bantu (*aux. blower*). Juga terdapat beberapa alat ukur berupa

manometer dan termometer untuk mendeteksi keadaan udara bilas dalam sistem tersebut.

4. Turbocharger

a. Fungsi Dan Prinsip Kerja *Turbocharger*

Turbocharger ditemukan oleh seorang insinyur Swiss Alfred Buchi (1879 – 1959), Kepala Riset Mesin Diesel di *Gebruder Sulzer* yang hak patennya untuk *turbocharger* diaplikasikan untuk dipakai tahun 1905.

Turbocharger adalah sebuah kompresor sentrifugal yang mendapat daya dari turbin yang sumber tenaganya berasal dari gas buang mesin yang digunakan dalam mesin pembakaran dalam untuk meningkatkan keluaran tenaga dan efisiensi mesin dengan meningkatkan massa oksigen yang memasuki mesin, sehingga memberikan tekanan awal yang lebih tinggi dari pada tekanan normal.

Turbocharger merupakan sebuah peralatan untuk mengubah sistem pemasukan secara alami dengan sistem paksa. Kalau sebelumnya pemasukan udara mengandalkan kevakuman yang dibentuk karena gerakan torak pada langkah isap, maka dengan turbocharger, udara ditekan masuk ke dalam silinder menggunakan kompresor yang diputar oleh Turbin gas buang (Sukoco, Teknologi Motor Diesel. 2013 : 17)

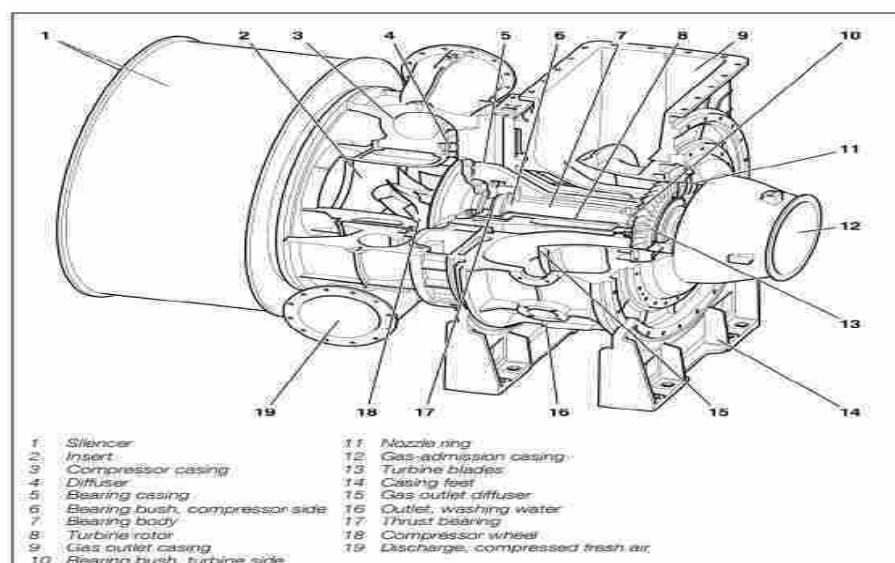
1) Fungsi *Turbocharger*

Fungsi dari pada *turbocharger* adalah untuk memasok jumlah udara murni yang cukup ke dalam silinder motor diesel, guna pembakaran yang efektif untuk mendapatkan tenaga yang lebih dari Motor Diesel. Tujuan utamanya adalah untuk memberi tekanan tambahan pada udara pemasukan sehingga menambah jumlah udara pada saat langkah isap dari silinder. Dengan bertambahnya jumlah udara memungkinkan lebih banyak bagian dari bahan bakar dapat terbakar lebih sempurna di dalam ruang bakar mesin. Oleh karena itu didapatkan daya yang lebih dari setiap ledakan di dalam silinder masing-masing.

2) Prinsip Kerja *Turbocharger*

Proses pembuangan gas buang di dalam silinder motor dilakukan oleh torak yang mendorong gas buang hasil pembakaran sehingga gas buang di dalam ruang bakar terdorong keluar melalui katup buang (exhaust valve) menuju saluran gas buang (exhaust manifold).

Gas buang menekan ke suatu roda turbin sehingga menghasilkan putaran. Kompresor / Blower yang dipasang seporos dengan roda turbin menghasilkan putaran akibat terdorong oleh gas sisa hasil pembakaran yang keluar melalui cerobong mesin, sehingga menghasilkan tekanan udara, hembusan udara yang mengakibatkan terjadinya pemadatan udara masuk dengan tekanan diatas satu atmosfer ke dalam silinder.



Gambar 2.2 Turbocharger STX MAN Type TCA 66-2

Sumber : Buku Manual Turbocharger Mesin Induk

Konstruksi Turbocharger TCA 66-2 terdiri dari sebuah turbin gas satu tahap (single – stage axial – flow turbine) dan juga sebuah kompresor satu tahap (single – stage radial – flow compressor

Keduanya di pasang dalam satu poros pada ujung yang berlawanan. Turbin gas berfungsi sebagai pemutar kompresor dengan memanfaatkan energi kinetik dari tekanan gas buang hasil sisa

pembakaran dalam silinder mesin dan mengubahnya menjadi daya putar.

Kecepatan putaran turbocharger tergantung sepenuhnya dari besarnya tekanan gas buang berdasarkan beban Motor Diesel tanpa adanya alat kontrol mekanik. Gas buang dari exhaust manifold disalurkan menuju rumah sudu turbin gas.

Inlet Flange berfungsi mengarahkan gas buang melewati nozzle ring menuju ke sudu-sudu turbin. Gas mengembang melalui nozzle ring dimana energi tekanan gas diubah menjadi energi kinetik. Gas kecepatan tinggi ini diarahkan ke sudu-sudu turbin untuk memutar sudu-sudu turbin gas dan selanjutnya melalui Gas Outlet Casing keluar ke atmosfer melalui cerobong.

Berputarnya sudu-sudu turbin gas akan memutar poros turbocharger sehingga akhirnya kompresor / blower ikut berputar. Dengan berputarnya roda kompresor (compressor wheel), maka udara luar di kamar mesin dihisap masuk melalui air suction branch atau silencer filter menuju inducer.

Oleh impeller kompresor, udara ditekan melalui diffuser dan akhirnya meninggalkan turbocharger melewati air outlet casing masuk ke dalam air cooler. Besarnya tekanan udara tergantung dari beban mesin, yaitu tekanan gas buang sebanding dengan isapan udara.

b. Permasalahan pada *Turbocharger*

Kurang sempurna kerja pada turbocharger dapat diakibatkan oleh kerusakan komponen yang terdapat di dalam turbocharger itu sendiri atau akibat kerusakan komponen lain di dalam Motor Diesel yang saling berhubungan dengan turbocharger.

1) Getaran Kuat (tidak normal) pada *Turbocharger*.

Karena adanya bagian yang berputar (rotating part) dalam turbocharger yang kurang sempurna atau proses yang kurang baik kedudukannya, maka dapat menimbulkan getaran yang berlebihan.

Kerusakan atau keausan serta deformasi akan merubah karakteristik dinamik sistem dan cenderung meningkatkan getaran. Sedangkan gaya yang menyebabkan getaran ini dapat ditimbulkan oleh beberapa sumber kontak / benturan antara komponen yang bergerak / berputar (rotating parts) dengan bagian yang diam (stationary component), putaran dari massa yang tidak seimbang (unbalance mass), ketidaklurusan rotor (miss alignment) dan juga karena kerusakan bantalan (bearing fault).

2) *Surging dan Over Running Pada Turbocharger.*

Pada turbocharger ketika udara yang disuplai oleh kompresor tidak memiliki tekanan udara yang cukup, tekanan udara didalam air intake manifold yang lebih besar akan mendorong udara ke arah kompresor.

Dorongan inilah yang menyebabkan turbocharger berhenti berputar sejenak sampai dorongan udara dari air intake manifold berhenti berkurang tekanannya. Saat dorongan tersebut berkurang, turbocharger kembali beroperasi dengan putaran normal.

Saat akan terjadi Surging, kompresor akan berputar dengan kecepatan di atas kecepatan normalnya (over running), hal ini terjadi karena kompresor tidak menghasilkan udara bertekanan yang disuplai ke dalam mesin, sehingga seolah-olah turbocharger biasanya disertai dengan bunyi keras menyamai suara melolong (howling) dan mendengkur (snorting) atau bahkan ledakan suara (sonic boom). Dilihat dari penyebab terjadinya surging dapat dibedakan menjadi :

a) *Internal Surging.*

Surging yang diakibatkan dari aliran udara yang membalik yang menyebabkan gelombang balik (back waves) ke sisi isap dari kompresor / blower turbocharger.

Aliran udara yang membalik tersebut disebabkan jatuhnya tekanan udara pada sisi tekan sehingga tidak mampu mendorong udara keluar dari kompresor / blower.



Gambar 2.3. Proses perbaikan turbocharger MT SEA HARMONY

Sumber : Dokumentasi kapal

Penyebab terjadinya internal surging adalah :

- (1) Kapasitas *turbocharger* yang tidak seimbang dengan kebutuhan udara pada Motor Diesel.
- (2) Terjadinya hambatan udara pada sisi masuk atau sisi keluar dari kompresor.
- (3) Suhu udara pada sisi tekan masuk ke silinder mesin relatif tinggi.
- (4) Putaran turbin yang kurang mencukupi.
- (5) Putaran Motor Diesel yang tiba-tiba berubah.
- (6) Terjadi pembakaran yang tidak sempurna bahkan gagal pada sebuah silinder atau lebih.
- (7) Pada saat kapal berlayar darurat karena kerusakan motor induk yang mana salah satu piston dicabut dan silinder tersebut tidak bekerja, sehingga gas buang yang masuk turbin dan udara yang terpakai tidak rata.

b) *External Surging.*

Surging yang disebabkan oleh faktor dari luar seperti ombak besar atau perubahan beban mendadak terhadap Mesin Induk.

Pada saat kapal berlayar dengan kecepatan penuh dan kondisi tanpa muatan / ballast, serta laut berombak besar sering kali baling-baling terangkat ke permukaan air laut. Hal ini membuat beban motor induk berkurang mendadak yang secara otomatis diantisipasi dengan pengurangan suplai bahan bakar yang diatur oleh Governor untuk menghindari Over Speed pada mesin induk.

Berkurangnya gas buang mesin induk menyebabkan putaran dan tekanan udara yang dihasilkan turbocharger turun, sedangkan tekanan udara bilas pada air intake manifold masih berlebih yang akan kembali ke Kompresor / blower turbocharger sehingga terjadi tekanan balik / lawan, maka terjadilah surging pada turbocharger.

Surging juga akan terjadi bilamana Mesin Induk dari kecepatan penuh tiba-tiba di stop atau dead slow secara mendadak sehingga beban Mesin Induk akan berkurang secara drastis.

Over Running adalah berputarnya turbocharger melebihi batas putaran maksimum yang direkomendasikan oleh pabrik pembuatnya.

Kejadian Over Running pada turbocharger dapat disebabkan oleh kegiatan-kegiatan perawatan komponen-komponen mesin di bagian hulu atau pengoperasian Mesin Induk yang tidak yang tidak benar.

Jika kelebihan putaran hanya beberapa persen dari putaran maksimumnya ini dibiarkan berkelanjutan, maka komponen-komponen dari turbocharger akan cepat rusak dan masa usia pakainya menjadi lebih pendek .

3) Beberapa kontributor utama kerusakan-kerusakan *Turbocharger*

Menurut ABB Turbo Systems Ltd of Baden, Switzerland, sirkuler Gard loss Prevention kerusakan Turbocharger disebabkan oleh beberapa hal sebagai berikut :

- a) Perawatan dan overhaul yang melewati jadwal. Dalam banyak kasus, masa usia pakai dari komponen-komponen utama sering diabaikan. Bukan hanya bantalan-bantalan saja, namun roda-roda / Rotor dari Kompresor dan sudu-sudu Turbin / roda-rodanya juga bisa memiliki batas usia pakai. Rotor kompresor misalnya memiliki batas usia pakai antara 50,000 sampai 100,000 jam kerja tergantung dari cara penggunaan dan konfigurasi pemasangannya di mesin. Jam-jam kerja diatas setara dengan 7.5 sampai 15 tahun penggunaan diantara penggantian baru (exchange intervals). Karena keterbatasan pengoperasian dan finansial, jadwal-jadwal overhaul seringkali diperpanjang sampai kapal naik dok-kering ketimbang melakukannya pada saat kapal sedang beroperasi. Tanda-tanda atau gejala nyata yang mengindikasikan adanya masalah kadang-kadang diabaikan.
- b) Suara-suara auman atau surging bisa mengindikasikan pendingin udara (intercooler / air cooler) yang tersumbat atau cincin sudu-antar atau nozzle ring yang kotor. Surging pada mesin berbeban penuh yang dibiarkan berkelanjutan bisa langsung menyebabkan kerusakan pada turbin itu sendiri. Selain itu, meningkatnya suhu-suhu gas buang bisa saja mengindikasikan bahwa diperlukan pemeriksaan luar yang berkelanjutan dengan perawatan .
- c) Penggunaan suku cadang yang tidak asli. Untuk mengurangi biaya perawatan dan pembelian suku-suku cadang, para pemilik/pengelola kapal akan menggunakan suku-suku cadang bajakan / tiruan atau dari pemasok alternatif untuk menggantikan suku-suku cadang asli yang sudah harus diganti atau rusak. Karena lingkungan kerja yang keras dari turbocharger, maka suku-suku

cadang bermutu rendah dengan sedikit perbedaan pada bahan, desain dan ukuran yang digunakan akan mudah rusak.

- d) Perawatan tidak dilakukan oleh kontraktor yang diakui oleh pabrik pembuat-nya. Biaya-biaya perawatan turbocharger bisa sangat tinggi. Perawatan yang dilakukan oleh kru kapal, galangan dan personil lainnya yang tidak kompeten / belum mendapatkan pengakuan dari pabriknya bisa menyebabkan perawatan yang kurang baik .
- e) Kekeliruan dalam mengikuti urutan yang benar dari pemasangan kembali komponen-komponen bisa menyebabkan kerusakan awal pada komponen-komponen itu sendiri.
- f) Kekeliruan dalam mengganti komponen-komponen utama yang telah aus bisa menyebabkan tidak berfungsinya komponen itu, misalnya hilangnya fungsi pelumasan dari bantalan.
- g) Kekeliruan dalam memberikan speling-spling yang tepat pada rangkaian rotor turbin dengan rumahnya (assembly) dan dalam mengatur letak / posisi rotor-rotor itu yang benar bisa menyebabkan tergeseknya rotor itu pada rumahnya dengan akibat ketidakseimbangan.
- h) Pembersihan rumah-rumah turbin (cover rings) yang tidak benar bisa menyebabkan rusaknya sudu-sudu turbin karena bergesekan dengan rumahnya saat memasang kembali rotor turbin itu ke rumahnya.
- i) Rotor yang tidak seimbang (lack of ballancing) bisa menyebabkan rusaknya bantalan-bantalan turbin. (Karena putaran turbin itu sangat tinggi, maka toleransi kekeliruannya juga sangat kecil).
- j) Instruksi-instruksi perawatan (service letters) tidak ada lagi di kapal. Pada saat terjadi pengalihan kepemilikan (kapal dijual), instruksi-instruksi mengenai perawatan dan buku catatan perawatan untuk turbocharger serta buku-buku / catatan perawatan tentang mesinmesin / peralatan penting lainnya bisa saja hilang / tidak ada lagi di kapal. Ketidadaan atau tidak tersedianya dokumen-dokumen penting diatas menyebabkan para pemilik / pengelola kapal yang baru tidak memiliki kesempatan untuk mencermati kebutuhan

perawatan dan penanganan-penanganan turbocharger-turbocharger itu.

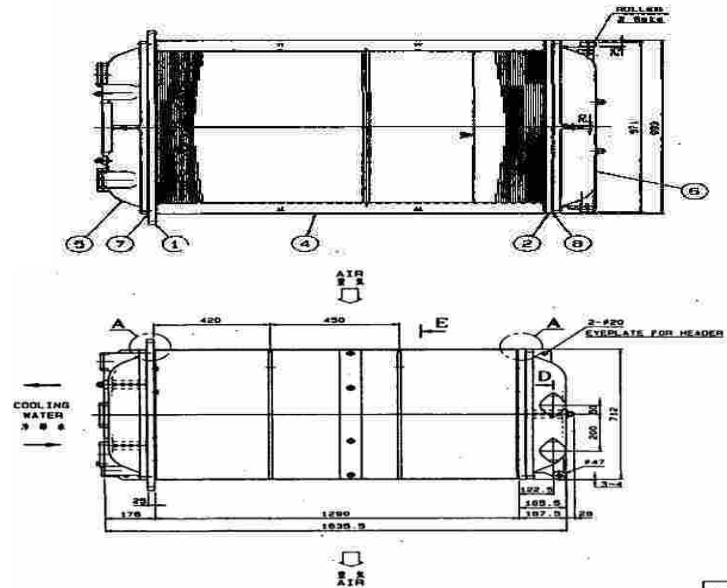
- k) Pengoperasian yang tidak benar. Tergantung pada trayek / daerah pelayaran dan pengoperasian kapal, mesin dan turbocharger seringkali sudah disetel / disesuaikan untuk berlayar dengan kecepatan rendah atau istilah populernya “slow steaming”. Dalam situasi seperti ini jika kapal membutuhkan daya yang lebih besar maka beberapa komponen dari Mesin Induk itu mungkin perlu diganti untuk disesuaikan dengan persyaratan-persyaratan pengoperasian yang baru. Jika persyaratan-persyaratan ini diabaikan, kemungkinan bisa timbul masalah-masalah dan masa usia pakai dari komponen-komponen putar dari turbocharger menjadi lebih pendek karena dipaksa bekerja dengan putaran yang lebih tinggi.
- l) Perawatan-perawatan di hulu mesin menyebabkan kerusakan turbocharger. Dalam sejumlah kasus, kerusakan-kerusakan pada turbocharger terjadi setelah dilakukan perawatan pada komponen-komponen mesin lainnya yang berada di hulu aliran gas buang yang menuju ke turbocharger. Karena turbocharger berada di bagian paling hilir dari aliran gas buang ketimbang komponen-komponen mesin lainnya, maka setiap kotoran / benda-benda asing (foreign objects), bagian-bagian yang lepas (loose parts), perkakas yang tertinggal atau potongan-potongan kecil dari bagian mesin yang tidak terpasang dengan sempurna bisa saja akhirnya bergerak mengikuti gas bekas ke arah hilir dan merusak turbocharger. Benda-benda seperti itu bisa saja berupa baut-baut lepas, bagian-bagian dari pengabut bahan bakar, potongan-potongan kecil dari compensator bellow, sisa-sisa elektrode pengelasan, puntung-puntung kotoran (stumps), kunci-kunci (wrenches) dan obeng-obeng, majun-majun atau benda-benda asing lainnya. Karena berputar dengan kecepatan yang sangat tinggi, walaupun partikel-partikel yang sangat kecilpun bisa merusak bagian-bagian yang vital dan menyebabkan kerusakan yang lebih besar.

- m) Perawatan dan pengoperasian oleh awak kapal yang tidak benar. Perawatandan pengoperasian yang tidak benar yang dilakukan oleh kru kapal bisa menyebabkan kerusakan pada turbocharger. Berikut ini adalah daftar dari sejumlah jenis penyebab dan peristiwa-peristiwa yang bisa mengakibatkan kerusakan-kerusakan yang lebih parah:
- n) Kotoran yang menempel pada kompresor dan sudu-sudu turbin. Pelaksanaan yang tidak benar dan kelalaian dalam melakukan pencucian rutin bisa menyebabkan terkumpul / menempelnya kotoran-kotoran pada kompresor-kompresor maupun sudu-sudu turbin. Dan hal ini akan menyebabkan ketidak- seimbangan pada rotor, dan akibatnya bisa merusak bantalan-bantalan dan bahkan kerusakan yang parah / berhentinya turbocharger.
- o) Minyak lumas yang tidak benar. Penggunaan minyak lumas yang tidak dianjurkan oleh pabrik pembuatnya atau minyak lumas yang sudah tercemar, bisa menyebabkan menurunnya kinerja dan akhirnya merusakkan bantalan-bantalan.
- p) Pembersihan dan perawatan yang tidak benar atas cincin-cincin penya-ring (filtration rings). Mutu udara yang dihisap bisa terpengaruh jika filter-filter tidak dibersihkan dan/atau diganti dengan benar. Filter yang tersumbat bisa menyebabkan terjadinya surging.
- q) Dalam sejumlah kasus, terungkap bahwa untuk menghin-dari perawatan dan pembersihan filter-filter, kru kapal telah melepas filtration rings-nya.
- r) Turbocharger berputar melebihi batas putaran maksimumnya (overspeed). Disebabkan oleh kegiatan-kegiatan perawatan atau pengoperasian yang tidak benar, dalam sejumlah kasus turbochargerturbochaerger berputar melebihi batas putaran maksimumnya. Jika kelebihan putaran hanya beberapa persen dari putaran maksimumnya ini dibiarkan berkelanjutan, maka komponen-komponen dari turbocharger akan cepat rusak dan masa usia pakainya menjadi lebih pendek. Turbocharger yang berputar 30-40% melebihi putaran maksimumnya bisa meledak seketika.

5. Air Cooler

Air cooler adalah salah satu pesawat pemindah panas untuk mendinginkan udara bilas sebelum masuk dalam ruang pembakaran sampai temperature yang ditentukan mesin, penyerahan panas dilakukan dengan media air pendingin (fresh water) yang masuk melalui lubang-lubang masuk dan keluar melalui lubang-lubang keluaranya.

14	ガスケット	CR	2
	GASKET		
13	ガスケット	CR	2
	GASKET		
12	保護板	Zn	2
	PROTECTING METAL		
11	ガスケット	CR	4
	GASKET		
10	ガスケット	CR	4
	GASKET		
9	保護板	Zn	4
	PROTECTING METAL		
8	ガスケット	CR	1
	GASKET		
7	ガスケット	CR	1
	GASKET		
6	ヘッド (2)	FC250	1
	HEADER (2)		
5	ヘッド (1)	FC250	1
	HEADER (1)		
4	サイドプレート	SS400	2
	SIDE PLATE		
3	フィンチューブ	C1020R C7060T	486
	TUBE with FIN		
2	チューブシート	C4621P	1
	TUBE SHEET		
1	チューブシート	C4621P	1
	TUBE SHEET		



Gambar 2.4 Konstruksi Air Cooler

Sumber : Buku Manual Mesin Induk

a. Prinsip kerja

Udara bilas hasil isapan *compressor turbocharger* di tekan masuk air cooler dengan tekanan normal 1.8-2.0 kg/cm² dan suhu 160°C, melewati kisi-kisi pada sisi udara pada *air cooler* untuk pendinginan oleh pipa-pipa air laut dengan temperature air tawar 30°C (daerah laut tropis) dan tekanan air laut 1.7 – 1.9 kg/cm². Udara bilas akan keluar *air cooler* dengan temperature 40° – 44° C. Perbedaan tekanan masuk dan keluar udara bilas harus sangat kecil dengan membaca angka parameter press drop pada *air cooler* ≤ 300 mg/cm³.

b. Pengecekan air cooler

Dengan usia pakai / jam kerja *air cooler* yang telah lama, kotoran akan terdapat pada sisi air dan sisi udara yang dapat berakibat menurunnya kerja atau efisiensi dari *air cooler* tersebut. Menurunnya kerja dapat kita deteksi dari :

- 1) Perbedaan temperatur yang dapat dilihat pada *thermometer* masuk dan keluar air tawar pada sisi air pendingin.
- 2) Menurunnya tekanan udara bilas yang dapat dilihat pada manometer dan juga perbedaan nilai pembacaan yang besar pada *pressure drop in/out* udara bilas pada sisi udara.

c. Perawatan *air cooler*

- a) Pada sisi air tawar (*fresh water*) lakukan pembersihan pada lubanglubang air masuk dan keluarnya menggunakan kawat *brush* sesuai ukuranya dan dibilas dengan menggunakan air tawar agar kotoran dan lumpur yang menempel larut dan keluar bersama air tawar.
- b) Pada sisi udara pembersihan dilakukan dengan penyemprotan kisi-kisi udara dari bagian udara bilas masuk (atas) dengan menggunakan air tawar yang telah dicampur dengan pembersih cairan kimia *ACC-9* dengan perbandingan campuran yang telah ditentukan (9 : 1) dengan cara sirkulasi.



Gambar 2.5. Proses pembersihan air cooler MT SEA HARMONY.

Sumber : Dokumentasi kapal

C. KERANGKA PEMIKIRAN

Peranan Mesin Induk sebagai penggerak utama di atas kapal merupakan faktor penentu yang sangat penting dalam kelancaran aktivitas dan produktivitas suatu kapal dan operasional dari suatu pelayaran. Namun dalam pengoperasiannya Mesin Induk di atas kapal mempunyai kapasitas dan kemampuan yang terbatas, dilain sisi, kebutuhan akan kerja Mesin Induk kapal untuk beroperasi secara terus-menerus dan perawatan yang kurang tepat dijalankan pada pesawat-pesawat dan sistem-sistem pendukung lainnya, merupakan salah penyebab timbulnya gangguan-gangguan dan keterlambatan operasional suatu pelayaran. Selain itu juga keterbatasan-keterbatasan, baik pengalaman maupun ilmu pengetahuan yang dimiliki oleh *crew* di atas kapal khususnya bagian mesin dan kondisi dari mesin induk itu sendiri, maupun terhadap pesawat-pesawat pendukung lainnya, serta tidak diperhatikannya buku petunjuk (*manual book*) tentang perawatan terhadap Mesin Induk dan pesawat-pesawat pendukungnya dalam upaya menunjang kelancaran pengoperasian mesin secara keseluruhan.

Walaupun dalam pengoperasiannya Mesin Induk di atas kapal sudah dilaksanakan perawatan terhadap sistem pembilasan udaranya, namun didalam penerapannya secara langsung di lapangan masih banyak kendala-kendala dan hambatan-hambatan dalam penerapan fungsi dan kegunaannya yang diakibatkan berbagai hal, baik yang dikarenakan faktor sumber daya manusia yang kurang, sehingga dapat menimbulkan kerugian materi yang cukup besar bagi kapal dan perusahaan. Selain itu juga kendala dapat timbul dari kurang adanya pengawasan yang baik dari pimpinan ke anak buahnya.

Untuk itu disusunlah kerangka pemikiran yang disusun dalam upaya memudahkan pembahasan laporan penelitian terapan yang dirangkum menjadi makalah dengan mengambil pembahasan mengenai sistem udara bilas pada mesin induk di atas kapal di MT.SEA HARMONY, yang bahasannya tidak terlepas dari perumusan masalah yang diambil, yaitu mesin induk tidak dapat dijalankan pada rpm normal karena suhu gas buang telah meningkat naik sampai batas limit alarm yang disebabkan karena kurang optimalnya sistem udara bilas sebagai faktor pendukung yang ikut menentukan kerja Mesin Induk dalam menunjang kelancaran pengoperasian kapal agar dapat beroperasi semaksimal dan seproduktif mungkin. Untuk itu guna menghindari resiko-resiko yang tidak diinginkan tersebut, maka

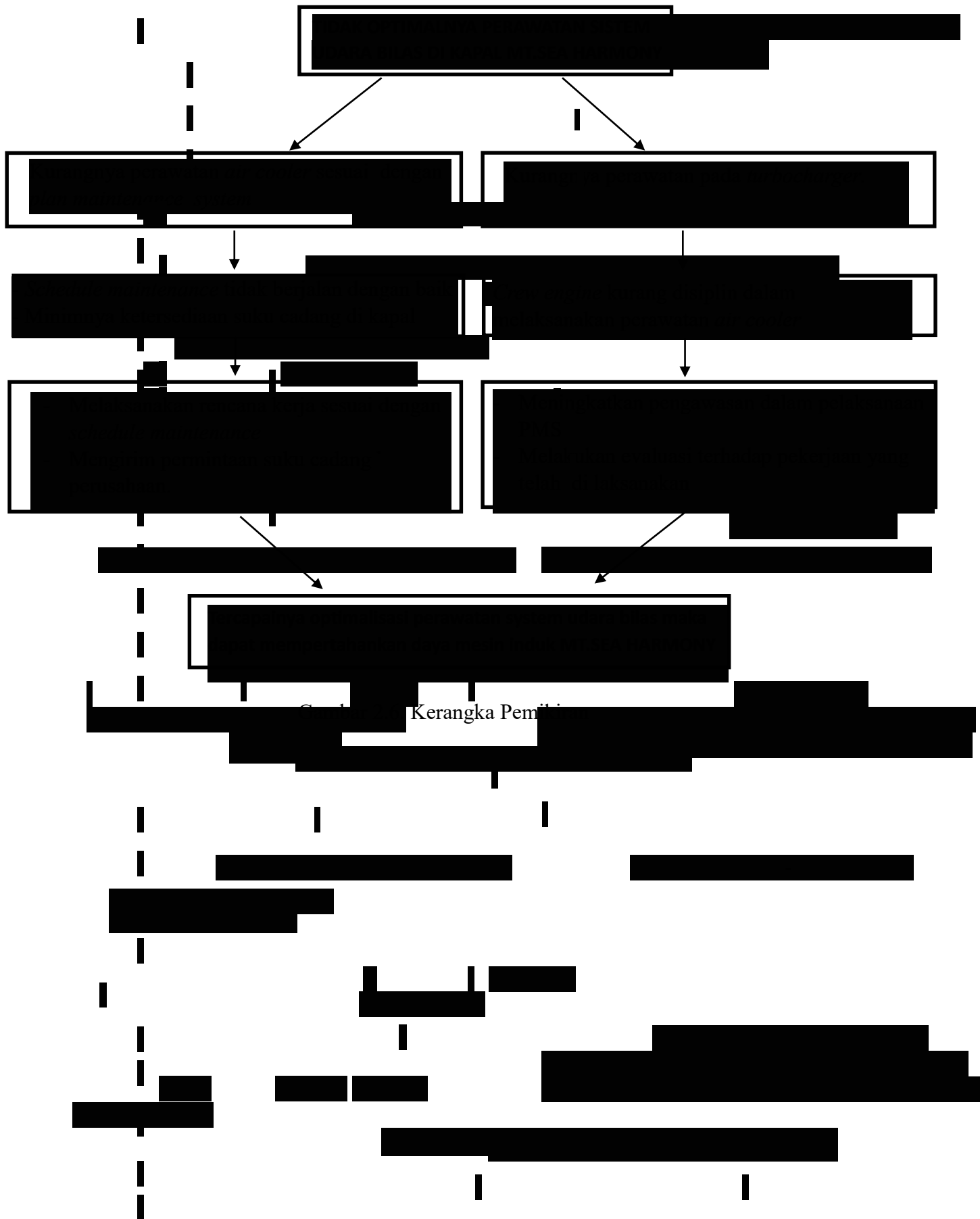
diperlukan suatu perhatian, pengawasan dan perawatan yang efektif dan efisien terhadap sistem pembilasan udara Mesin Induk.

Mengapa bisa terjadi gangguan-gangguan dan bagaimana langkah-langkah yang akan ditempuh untuk menghindari dan keluar dari permasalahan yang telah terjadi, diantaranya dengan meningkatkan perawatan dan pengawasan sesuai petunjuk yang ada. Karena tujuan utama dari perawatan adalah kemampuan untuk mempertahankan efisiensi dan daya kerja dari sebuah mesin, selain faktor umur/waktu dari operasi mesin, konstruksi, juga sangat ditentukan oleh faktor perawatan dan pemeliharaan terhadap sistem-sistem pendukung yang terdapat pada Mesin Diesel tersebut.

Perawatan yang menyangkut perhatian, pengawasan, pemeliharaan, perbaikan dan faktor sumber daya sebagai operator pelaksana dalam menciptakan kondisi siap operasi dari suatu Mesin Induk di atas kapal, yang pada prinsipnya memerlukan suatu penanganan perawatan yang efektif dan efisien, dengan ditunjang oleh perawatan yang baik tersebut, maka diharapkan Mesin Induk sebagai penggerak utama di atas kapal dapat menunjang kelancaran operasional pelayaran.

Karena keterbatasan-keterbatasan diatas, maka perlu kiranya pihak-pihak terkait dan yang berkepentingan, seperti Kepala Kamar Mesin (KKM) sebagai pimpinan di departemen mesin, dibantu Para perwira masinis lainnya untuk mengadakan pertemuan-pertemuan semacam diskusi, yang mencakup tanya jawab dan pemberian arahan-arahan ataupun bimbingan-bimbingan terhadap anak buah kapal bagian mesin, tentang perawatan bagi Mesin Induk dan pesawat-pesawat serta sistem-sistem pendukungnya, khususnya tentang sistem pembilasan udara terhadap kelancaran operasional Mesin Induk sehingga dengan bimbingan-bimbingan dan diskusi yang diadakan tersebut dapat menghasilkan peningkatan kerja yang lebih baik dan kerja Mesin Induk dapat bekerja dengan optimal.

Untuk menghindari hal-hal yang tidak diinginkan seperti diatas maka dalam pembahasan makalah kedepan perlu disusun suatu kerangka pemikiran yang baik untuk penyusunan dan pencarian solusi dari masalah yang ada. Sehingga kenyataan di lapangan yang terjadi dapat diatasi melalui solusi dan pemecahan masalah yang mengakomodir semua pihak terkait dalam menyelesaikannya.



BAB III

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

A. DESKRIPSI DATA

Berdasarkan pengalaman penulis selama bekerja di MT.SEA HARMONY sebagai *Second Engineer* diantaranya yaitu :

1. Menurunnya performa mesin induk.

Pada tanggal 10 Febuari 2024 sewaktu kapal berangkat dari pelabuhan Morowali menuju pelabuhan Tanjung Pelepas, putaran mesin induk normal dan temperatur gas buang rata-rata 360°C, temperatur udara bilas 46°C dengan tekanan 1 kg/cm². Tetapi setelah 2 (dua) hari perjalanan, tekanan udara bilas jatuh mencapai 0,6 kg/cm², temperatur udara bilas sudah mencapai 53°C sehingga temperatur gas buang rata-rata ikut naik menjadi 460°C melewati batas maksimal 450°C, berdasarkan standard of pressure and temperature, menyebabkan putaran mesin juga turun karena daya yang dihasilkan mesin turun.

Hal ini menyebabkan keterlambatan jadwal kapal tiba di pelabuhan Penang yang mengakibatkan kerugian bagi perusahaan karena sudah pesan dermaga untuk kapal sandar, tetapi kapal terlambat 1 hari baru bisa sandar dari yang sudah dijadwalkan.

2. Meningkatnya temperatur gas buang

Perawatan terencana pada *air cooler* yang tidak optimal sehingga menyebabkan terjadi pembakaran yang tidak sempurna. Seperti yang penulis alami pada pengalaman penulis sewaktu berada di atas kapal, dalam pelayaran

dari Port Klang menuju Penang. Kejadian yang dialami adalah melihat gas buang yang keluar dari cerobong berwarna hitam pekat dan tebal.

Setelah dianalisis ternyata karena tidak normalnya udara bilas pada mesin induk (tekanan udara bilas rendah dan temperatur udara bilas masuk silinder tinggi), akibat pengaruh kotornya pesawat *air cooler* (pendingin udara).

Dari hasil pencatatan di lapangan, putaran poros engkol turun. Penurunan kinerja ini bisa disebabkan oleh berbagai sebab. Dari indikator temperatur gas buang diperoleh bahwa temperaturnya mencapai 460°C. Temperatur gas buang tersebut sudah melewati batas optimal yang diizinkan, dimana batas optimal temperatur gas buang adalah 450°C berdasarkan *standard of pressure and temperature*. Keadaan mesin seperti ini tidak boleh dibiarkan secara berterusan. Karena akibatnya akan menimbulkan masalah yang besar pada mesin. Selain temperatur gas buang tinggi, dari pengamatan visual diperoleh bahwa gas buang keluar cerobong warnanya hitam, seharusnya gas buang berwarna abu-abu.

Gas buang yang berwarna hitam menunjukkan bahwa proses pembakaran di dalam silinder tidak berjalan dengan sempurna. Artinya ada bahan bakar yang bisa terbakar tetapi tidak terbakar dikarenakan tidak cukupnya udara pembakaran, sehingga menjadi carbon monoksida yang berwarna hitam dan keluar bersama gas buang.

Kondisi tersebut kalau tidak segera ditangani akan menimbulkan deposit carbon pada ring piston maupun pada lorong gas buang, yang bisa menimbulkan terjadinya kebakaran. Kesempurnaan pembakaran di dalam silinder dipengaruhi beberapa hal, yang diantaranya adalah :

- a. Bahan bakar yang disemprotkan ke dalam silinder berbentuk kabut yang halus. Hal tersebut agar perpindahan panas dari udara ke bahan bakar berjalan dengan optimal.
- b. Ratio bahan bakar dengan udara seimbang.
- c. Campuran bahan bakar dengan udara homogen.

Dari kejadian tersebut dapat disimpulkan bahwa proses pembakaran di dalam silinder tidak sempurna. Salah satu penyebabnya adalah ratio bahan bakar dengan udara yang tidak seimbang, sehingga tidak sebanding dengan bahan bakar yang akan dibakar di dalam setiap silinder mesin induk untuk menghasilkan daya yang maksimal. Jika temperatur udara pembakaran tinggi,

maka massa aliran udaranya turun. Kondisi tersebut disebabkan terganggunya perpindahan kalor dari udara kompresi ke air pendingin di dalam *air cooler*. Sehingga pada saat udara masuk ke dalam ruang bakar temperaturnya masih tinggi.

Dalam keadaan normal pada saat kapal berjalan dengan kecepatan penuh, tekanan udara bilas setelah *air cooler* pada manometer seharusnya antara 1,0 – 1,2 kg/cm² dengan temperatur berkisar antara 40°C sampai dengan 48°C. Akan tetapi pada saat kejadian tekanan udara setelah *air cooler* hanya 0,5 – 0,7 kg/cm². Pada akhirnya kondisi inilah yang menyebabkan daya mesin induk menurun karena massa aliran udara pembakaran rendah.

B. ANALISIS DATA

Dari data-data dan permasalahan yang diperoleh di lapangan, setelah membandingkan dengan teori-teori dari buku-buku referensi, maka dapat dianalisis penyebab dari dua permasalahan utama yang telah diuraikan pada bab I., sebagai berikut :

1. Kurangnya perawatan Air Cooler

Mesin induk dirancang sedemikian rupa sehingga diharapkan mampu bekerja seoptimal mungkin sesuai dengan fungsinya sebagai penggerak operasi dari sebuah kapal. Sudah dapat dipastikan bahwa pesawat yang bekerja secara terus menerus tentu akan mengalami gangguan-gangguan apabila tidak dilaksanakan perawatan secara teratur, bahkan mungkin akan mengalami kerusakan yang berat apabila tidak dioperasikan dengan baik.

Air cooler adalah merupakan hasil dari penelitian seksama dengan keahlian teknik dan dengan perancangan dan penataan yang baik, perawatan yang dilakukan sesuai dengan jadwal perencanaan yang tepat waktu, akan bisa mendapatkan hasil yang memuaskan dan *air cooler* dapat diandalkan untuk jangka waktu yang lama.

Untuk mendapatkan hasil tersebut diatas maka para masinis harus selalu siap siaga, pintar dan memahami pengoperasian peralatan dalam tugasnya dan dalam melaksanakan tugas pengoperasian dan perawatannya tidak dengan cara

diduga-duga sesuai dengan kebiasaan yang buruk dapat menyebabkan air cooler pada mesin induk tidak bisa berfungsi dengan baik bahkan dapat menimbulkan kerusakan yang lebih fatal.

Untuk dapat dikatakan Air cooler dapat bekerja secara sempurna, bila air cooler mampu bekerja dengan tekanan dan suhu yang normal pada beban penuh (full speed). Ditinjau dari pemeliharaan atau perawatan pada Air cooler kelihatannya cukup mudah tetapi dalam pelaksanaan perawatan dibutuhkan perencanaan yang baik dan teratur untuk menjaga dan mempertahankan mesin atau pesawat agar tidak mengganggu kelancaran operasional kapal.

Pada kenyataannya dalam pemeliharaan atau perawatan air cooler yang kurang teratur akan menimbulkan ketidaklancaran operasional kapal. Perawatan air cooler secara periode dapat diketahui dari jam kerja maupun dari buku manual. Setelah jam kerja telah mencapai, maka dapat diketahui periode-periode pemeliharaan yang akan dilakukan. Untuk selanjutnya dilakukan jadwal rencana kerja.

Setelah penulis mempersiapkan dan menentukan paralatannya, metodenya, suku cadang, tenaga kerja dan mengetahui lama pekerjaan dengan baik, penulis dapat membuat jadwal waktu perawatan sesuai dengan buku manual air cooler, sehingga penulis akan mengetahui kapan bagian bagian dari instalasi akan dilakukan perawatan berikutnya. Perawatan terencana ini akan berjalan dengan baik bila dilaksanakan dengan teratur atau sesuai jadwal dan pentingnya pengontrolan terhadap pekerjaan yang dilakukan baik sebelum melaksanakan perawatan tersebut ataupun sesudah melaksanakan perawatan tersebut.

Adapun penyebab tidak optimalnya perawatan terencana pada air cooler diantaranya yaitu :

a. *Schedule Maintenance* tidak berjalan dengan baik

Seperti pada kebanyakan kantor pelayaran, schedule maintenance yang dilaksanakan tidak menyimpang dari buku panduan yang ada. Akan tetapi ada beberapa perawatan tidak terlaksana dengan baik bukan dikarenakan ketidak fahaman ABK, melainkan penerapannya tidak dapat terlaksana dengan baik karena tidak adanya suku cadang di atas kapal,

terbatasnya waktu kapal berhenti berlabuh atau sandar dipelabuhan sehingga perawatan menjadi tertunda.

Pentingnya perawatan bagian ini merupakan hal yang sering tidak sesuai dengan rencana perawatan. Pada sisi air laut pipa-pipa kebanyakan buntu oleh kerak-kerak dan sampah plastik yang terisap oleh pompa air laut pendingin mesin induk. Hal ini terjadi pada laut di daerah tropis. Disamping itu masih ada sisi lain, yakni sisi udara yang ditekan dari turbocharger, dimana bagian sisi udara ini terdapat kisi-kisi dari plat tembaga yang halus. Plat ini berfungsi untuk penyerapan panas dari temperatur masuk 85°C akan diserap oleh sebuah media pendingin air laut menjadi turun sampai dengan temperatur 40°C-50°C sesuai suhu udara yang diharapkan untuk pembilasan yang sempurna.

Meskipun terjadinya kotor pada air cooler seperti terlihat pada saat sekarang tidak sampai menyebabkan kapal berhenti beroperasi. Hal ini dikarenakan MT.SEA HARMONY beroperasi di perairan yang aman, yaitu di sekitar perairan. Tetapi apabila kapal berlayar atau beroperasi di daerah yang keadaan cuacanya sering mengalami cuaca yang buruk atau ombak dan waktu perjalanan yang masih lama, kerusakan tersebut di atas akan membawa akibat keterlambatan juga. Apabila kapal dipaksakan harus meneruskan berlayar dengan kondisi mesin yang demikian maka akan menimbulkan kerusakan yang lebih parah terhadap bagian-bagian lain dari mesin tersebut.

b. Minimnya ketersediaan suku cadang *Air cooler* di atas kapal

Perawatan terencana adalah persiapan dan penentuan sebelum pemeliharaan dilaksanakan mengenai :

1. Permesinan yang akan dirawat.
2. Metode atau cara melakukan pekerjaan pemeliharaan dan berapa lamanya.
3. Suku cadang, material dan peralatan.
4. Jumlah dan Kualifikasi tenaga kerja.
5. Kapan dan Berapa lama pekerjaan dilakukan.

Suku cadang merupakan faktor penunjang dalam penerapan sistem perawatan berencana pada mesin induk di MT.SEA HARMONY, kurang dilaksanakan secara baik, karena sewaktu penulis di atas kapal tersebut perawatan tidak dilakukan pada waktunya. Misalnya pada air cooler terjadi kebocoran (Cover pendingin retak), seharusnya dapat diganti dengan suku cadang yang ada namun kenyataannya kita hanya dapat memperbaiki untuk sementara waktu karena kondisi kerusakan yang sudah parah karena suku cadang tidak ada di kapal. Dengan kejadian seperti ini maka daya dari mesin induk tidak bisa optimal karena dengan air cooler yang sudah tidak baik terjadi pembakaran yang tidak sempurna.

Adapun komponen utama air cooler yaitu :

- a. Inlet house sebagai ruang untuk memasukan udara dari filter
- b. Pipa udara sebagai pengalir udara dari inlet ke outlet house
- c. Sirip udara sebagai media untuk pelepas panas
- d. Outlet house sebagai ruang untuk udara yang telah didinginkan.

Suku cadang yang seharusnya tersedia di atas kapal untuk perawatan air cooler diantaranya yaitu bahan chemical (air cooler cleaner). Jumlah yang ketersediaan minimum satu set dan ketepatan waktu pengiriman maksimum tiga bulan. Apabila suku cadang tersebut sangat penting penulis sarankan dipelabuhan berikut segera dikirim. Namun yang terpenting di atas kapal harus tersedia satu dari masing masing suku cadang. Apabila ada salah satu suku cadang yang tidak tersedia akan mengakibatkan permasalahan menjadi merambat. Disini perlu adanya suku cadang satu set yang baru. Permasalahan yang penulis alami yaitu kurangnya suku cadang yang ada di atas kapal dalam hal ini bukan hanya suku cadang air cooler saja tapi beberapa suku cadang pesawat yang lain tidak ada yang baru.

Tidak adanya suku cadang air cooler dikarenakan pihak kantor tidak menyediakan dengan berbagai alasan, alasan yang klasik yaitu untuk menekan biaya pengoperasian dikarenakan harga dari air cooler mahal jadi ABK bagian mesin diharapkan dapat mencari jalan keluar agar suku cadang yang rusak dapat diperbaiki akan tetapi di sisi lain pihak kantor ingin kapalnya dapat beroperasi dengan lancar bagi penulis ini suatu masalah

yang seharusnya tidak terjadi karena air cooler bila sering dilakukan penambalan dalam waktu tidak lama akan rusak kembali, bila hal ini kita laporkan ke manajemen kantor tanggapannya datar dan ingin kapal berjalan sesuai jadwal, hal ini sudah berjalan cukup lama dan tetap saja pihak perusahaan kurang menanggapi permintaan pengadaan suku cadang walaupun ditanggapi suku cadang yang diberikan bukan yang baru akan tetapi suku cadang yang sudah direkondisi, dengan menggunakan suku cadang yang sudah di rekondisi kenyataannya tidak bertahan lama.

2. Menurunnya tekanan udara bilas yang di supply turbocharger di bawah standar/rendah.

Dari deskripsi di atas yang pada intinya adalah terjadinya kenaikan temperatur gas buang pada semua silinder yaitu 1-9 dari mesin induk yang terjadi secara bertahap selama 2 voyage operasional kapal serta telah dilakukannyapenanganan awal tiap pelabuhan atau saat mesin berhenti sampai pokok masalah diketahui setelah dilakukan pengecekan pada saluran gas buang masuk turbocharger, dapat kita titik beratkan.

Pada analisis berdasarkan data-data yang diambil tiap tahapanya. Dan sebagai referensi datadata mengenai normalnya dari suhu gas buang, tekanan dan temperatur udara bilas dapat kita lihat melalui ISO Correction Data pada saat kapal Sea Trial .

Sesuai dengan Buku Manual, : Kenaikan temperatur gas buang sampai maksimal yang mengakibatkan mesin harus menurunkan putarannya atau beban kerjanya dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor antar lain:

- a. Pengaruh dari turbocharger (termasuk filter udara masuk), kenaikannya $\pm 30^{\circ}\text{C}$
- b. Pengaruh dari air cooler, kenaikannya $\pm 10^{\circ}\text{C}$
- c. Dari kondisi mekanik mesin (sistem pengabutan bahan bakar, keadaan silinder , exhaust valve), kenaikannya $\pm 15^{\circ}\text{C}$

Dapat kita simpulkan bahwa permasalahan kenaikan temperatur pada semua silinder lebih memperkuat analisis bahwa turbocharger sebagai salah satu penyebab utamanya.

Temperatur gas buang naik pada semua silinder dapat disebabkan oleh:

- a. Meningkatnya temperatur udara bilas karena fungsi pendinginan pada air cooler tidak maksimal.
- b. Terhambatnya aliran udara saluran gas buang atau udara bilas (turbocharger).
- c. Spesifikasi bahan bakar yang dipakai tidak sesuai atau bahan bakar kotor.

Dari ke 3 kemungkinan hal penyebab naiknya temperatur pada semua silinder dan dengan telah dilakukannya semua pengecekan secara aktual maka 2 faktor yang mempengaruhi adalah :

- a. Meningkatnya temperatur udara bilas karena fungsi pendinginan pada air cooler tidak maksimal.
- b. Terhambatnya aliran udara saluran gas buang atau udara bilas (turbocharger).

Dari kedua proses analisis di atas sudah sinkron bahwa turbocharger dan air cooler ada beberapa faktor penyebab dari kenaikan temperatur gas buang pada semua silinder yang mengakibatkan mesin harus diturunkan putarannya. .



Gambar 3.1. Proses perbaikan turbocharge MT SEA HARMONY

Sumber: Dokumentasi kapal

C. PEMECAHAN MASALAH

1. Alternatif pemecahan masalah

Alternatif pemecahan masalah dari “Kurangnya perawatan *Air Cooler* sesuai PMS” adalah sebagai berikut :

- a. Melaksanakan rencana kerja sesuai dengan *Schedule Maintenance* .

Perencanaan perawatan harus sesuai dengan buku petunjuk dari maker (*manual book*). Apabila dalam tahap-tahap perencanaan tersebut tidak terpenuhi maka akan cepat diambil tindakan. Perencanaan tersebut harus dicatat dan dilaporkan. Dengan mencatat dan melaporkan pekerjaan secara rinci yang ditanda tangani oleh Kepala Kamar Mesin dan diketahui oleh Nahkoda. *Form* ini berisi catatan tentang tanggal dan waktu pengerjaan sampai selesai pengerjaan, tempat pengerjaan, pelayaran keberapa atau misalnya kapal berlabuh, total jam kerja berapa, nama masinis dan juru minyak yang mengerjakan, suku cadang apa saja yang diganti, ambil photo untuk bukti dikemudian hari dan dilampirkan. Kemudian Kepala Kamar Mesin tanda tangan.

Setelah selesai pengerjaan tentunya Mesin induk yang telah dilakukan perawatan diuji coba jalankan. Setelah mesin jalan perlu dicek apakah masih ada kebocoran pada air cooler. Apabila kondisinya sudah normal dan memuaskan kemudian dicatat dan dilaporkan.

Sistem perawatan harus dilaksanakan pada waktu yang tepat. Walaupun belum saatnya dilakukan perawatan tetapi jam kerjanya sudah mendekati habis, dan didukung oleh ketersediaan suku cadang yang cukup dan peralatan, ketersediaan waktu untuk bekerja, serta ketersediaan anak buah kapal yang bekerja karena tidak ada prioritas kerja yang lain.

Pekerjaan perawatan harus sesuai dengan *Standart Operating Procedur (SOP)*, diantaranya adalah :

- 1) Membuat berita acara kondisi pesawat yang dikerjakan

Berita acara kondisi ini merinci tentang semua aspek yang berkaitan dengan kondisi pesawat, seperti jam dan tanggal kejadian,

lokasi dilaksanakannya perawatan, dan penggantian-penggantian yang dilakukan.

- 2) Rencana pekerjaan oleh crew, SOP, diukur dan lain lain
- 3) Semua kegiatan yang dilakukan terkait dengan perawatan, termasuk penyesuaiannya dengan Schedule Maintenance juga diukur untuk menentukan skala prioritasnya.
- 4) Laporan kerusakan, semua kondisi komponen
- 5) Bagian-bagian yang mengalami kerusakan juga dibuatkan laporannya secara mendetail sehingga dapat diketahui secara tepat apa saja yang dibutuhkan, yang meliputi jenis, tipe, dan jumlahnya.
- 6) Laporan dan permohonan perbaikan.
- 7) Membuat bukti perbaikan material.
- 8) Perawatan atau perbaikan yang telah dilakukan dibuatkan laporan atau bukti untuk mengetahui secara jelas dan rinci tentang apa saja yang telah dikerjakan.
- 9) Membuat material permintaan dengan dilampirkan item 1 sampai 5 tersebut diatas.

Perawatan *air cooler* secara berkala

Dari pengamatan selama penulis berada di MT.SEA HARMONY, banyak sekali kotoran seperti ranting kecil, ganggang laut, plastik dan lain sebagainya, hal ini sangat mempengaruhi terhadap saringan air laut pendingin sering kotor.

Kotoran-kotoran serta rontoknya tiram akan terhisap oleh pompa dan akan ikut masuk ke dalam Air cooler. Jika dibiarkan dalam waktu yang lama akan menyumbat pada lubang-lubang tube pendingin sehingga akan menghambat proses pendinginan. Sehingga panas yang diserap oleh air laut untuk mendinginkan udara tersebut tidak optimal dan akan mempengaruhi suhu udara yang masuk ke dalam ruang pembakaran.

Maka perlu dilakukan pembersihan air cooler pada sisi udara dan pembersihan air cooler sisi air pendingin, agar air laut yang mendinginkan udara bisa optimal sehingga udara yang dibutuhkan untuk proses

pembakaran di dalam silinder akan sempurna dan temperatur gas buang juga akan normal.

Adapun yang dilakukan terhadap perawatan Air cooler yaitu :

1) Perawatan Air cooler pada sisi air pendingin

Untuk memperoleh hasil pendinginan yang baik pada Air cooler di MT.SEA HARMONY digunakan alat pembersih pipa dan cairan kimia khusus Air cooler Cleaner-9 (ACC-9). Cara membersihkannya dengan menggosokkan sikat kawat tersebut ke dalam lubang pipa air pendingin sampai bersih dan setelah semua lubang selesai dibersihkan dengan menggunakan sikat kawat tersebut barulah disemprotkan dengan air tawar.

Untuk mengetahui apakah saringan air laut kotor, dapat diketahui dengan melihat thermometer yang terpasang pada air cooler suhunya akan mengalami peningkatan secara bersamaan. Pembersihan saringan biasanya dilakukan pada saat kapal sedang berlabuh atau sandar. Kegiatan ini juga bisa dilakukan pada saat kapal berlayar karena terdapat 2 (dua) buah saringan air laut, yaitu isapan rendah (sea chest low suction) dan isapan tinggi (sea chest high suction). Dilakukan pembersihan satu demi satu secara bergantian agar tidak mengganggu kinerja mesin induk maupun generator. Agar pipa-pipa pendingin Air cooler selalu bersih perlu dicek apakah saringan air laut tersebut kondisinya sudah rusak, karena kotoran dapat masuk ke pipa air cooler dan menyumbat aliran air yang masuk.

2) Perawatan *Air cooler* pada sisi udara

Dalam perawatan air cooler ini pemeriksaan dan pembersihan sisi air pendingin maupun bagian sisi udara dianjurkan setelah terjadi kenaikan temperatur udara bilas, setelah terjadi penurunan tekanan udara bilas, dan optimal setelah 2000 - 3000 jam kerja mesin induk berdasarkan maintenance schedule of main parts.

Untuk memastikan bahwa air cooler ini sudah kotor dapat dilakukan dengan cara melihat pada manometer yang menunjukkan perbedaan / penurunan tekanan udara bilas. Apabila sisi udara air cooler ini kotor maka udara yang masuk ke air cooler berkurang dan air cooler pada sisi udara ini perlu dibersihkan dengan cara menggunakan cairan kimia pencuci selama 24 jam. Dengan menggunakan pompa sirkulasi (air cooler clear circulation pump), cairan kimia ini dihisap oleh pompa, kemudian masuk ke nozzle penyemprot di dalam air cooler untuk membersihkan sisi udara. Kemudian cairan kimia ini akan kembali ke tangki penampungan lagi dan begitu seterusnya.

Pekerjaan secara detail harus mengikuti instruksi yang telah ditetapkan untuk mendapatkan hasil yang optimal. Adapun prosedur langkah-langkah pelaksanaan pembersihan adalah sebagai berikut :

- a) *Air cooler* dapat mulai dikerjakan pembersihannya setelah mesin induk berhenti dalam kurun waktu kurang lebih 1 (satu) jam.
- b) Buka air cooler sisi udara dan pastikan nozzle penyemprot tersebut tidak buntu. Apabila buntu kita harus melepasnya dan kita bersihkan kotoran yang menyumbatnya.
- c) Setelah itu siapkan air tawar dicampuri dengan ACC-9 di dalam tangki. Semua kran-kran kita siapkan, mulai dari kran masuk dan keluar di air cooler serta kran dipompa sirkulasi.
- d) Setelah semuanya siap kemudian kita jalankan pompa. Setelah nozzle penyemprot betul-betul keluar air dan menyemprot atau membersihkan sisi udara dari Air cooler, pompa sirkulasi dijalankan selama 24 jam.
- e) Setelah yakin sisi udara air cooler bersih, kemudian kita flushing dengan menggunakan air tawar dengan cara menjalankan pompa sirkulasi selama 15 menit, lalu pasang kembali *cover air cooler*.



Gambar 3.2. Proses pembersihan sirip sirip air cooler MT SEA HARMONY

Sumber : Dokumentasi kapal

- b. Mengirim permintaan suku cadang *Air Cooler* ke perusahaan.

Dalam pengadaan suku cadang sebaiknya didiskusikan dengan Kepala Kamar Mesin, suku cadang apa saja yang diperlukan, sehingga Kepala Kamar Mesin dapat memberi gambaran pada pihak perusahaan hal-hal mengenai permasalahan yang ada. Maksud dan tujuan tersedianya suku cadang di atas kapal yaitu agar bila terjadi kerusakan, segera dapat diatasi sehingga tidak menghambat pengoperasian kapal.

Sebagaimana fakta diatas, bahwa terjadi kebocoran karena cover retak akan tetapi tidak dapat dilakukan penggantian karena cover air cooler baru tidak tersedia di kapal, begitu juga dengan bahan chemical (air cooler cleaner). Apabila pengadaan suku cadang terpenuhi maka perawatan pada air cooler dapat dilaksanakan sesuai dengan buku pedoman. Perawatan hendaknya mengikuti prosedur-prosedur yang telah ditetapkan oleh buku pedoman perawatan Mesin induk maupun jadwal perawatan yang dikeluarkan oleh Perwira permesinan darat yaitu Schedule Maintenance.

Apabila suku cadang tidak sama ukurannya (karena tidak asli) maka akan terdapat kendala atau kesulitan dalam perawatan dan pekerjaan, sehingga membutuhkan waktu untuk mencari jalan keluarnya.

Contohnya pada waktu ada penggantian suku cadang cover pendingin udara bilas (air cooler) yang mengalami kerusakan yaitu adanya keretakan sehingga terjadi kebocoran. Ternyata suku cadang yang ada tidak

sesuai ukurannya, sehingga cover yang rusak diperbaiki lagi dengan cara bagian yang retak ditutup dengan devcon dan sifatnya hanya untuk sementara. Hal ini berarti tersedianya suku cadang yang tidak asli di atas kapal dapat mengganggu perawatan air cooler.

2. Evaluasi terhadap alternatif pemecahan masalah

a. Melaksanakan rencana kerja sesuai dengan *Schedule Maintenance*

1) Keuntungannya :

- a) Perawatan *air cooler* terlaksana secara maksimal
- b) Dapat mencegah kerusakan mesin secara tiba-tiba (mendadak)
- c) Pekerjaan lebih ringan karena belum sampai terjadi kerusakan yang fatal

2) Kerugiannya :

- a. Terkadang jadwal perawatan berbenturan dengan jadwal operasional kapal
- b. Suku cadang air cooler harus tersedia di atas kapal
- c. Membutuhkan peran Perwira Mesin

b. Mengirim Permintaan Suku Cadang *Air Cooler* ke Perusahaan dan melakukan Pengontrolan Secara Teratur

1) Keuntungannya :

- a. Stok suku cadang di atas kapal tercukupi
- b. Dapat diketahui setiap suku cadang yang tidak tersedia dengan adanya inventory list suku cadang
- c. Perawatan air cooler dapat dilaksanakan secara maksimal

2) Kerugiannya :

- a. Terkadang perusahaan lambat dalam merespon permintaan suku cadang dari pihak kapal

- b. Pengontrolan suku cadang membutuhkan ketelitian dari Masinis

3. Pemecahan masalah yang dipilih

Berdasarkan pembahasan pada alternatif pemecahan masalah dan evaluasinya di atas, maka dapat diketahui bahwa pemecahan masalah yang dipilih untuk mengoptimalkan perawatan sistem udara bilas pada MT. SEA HAARMONY yaitu:

- a. Melaksanakan rencana kerja sesuai dengan *schedule maintenance (PMS)*

BAB IV

KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan pada bab sebelumnya maka penulis mengambil kesimpulan kurang optimalnya perawatan pada *air cooler dan turbo charge* disebabkan sebagai berikut:

1. PMS tidak dilaksanakan sesuai prosedur menyebabkan kurang optimalnya perawatan pada mesin kompresor udara yang mengakibatkan pengurangan penurunan performa turbocharge.
2. Kurangnya pengawasan terhadap Pelaksanaan Perawatan Air Cooler

B. SARAN

Berdasarkan kesimpulan dan implikasi diatas, maka penulis memberikan saran yang dapat dijadikan langkah konkrit sebagai berikut:

1. Seharusnya 2nd engineer memonitor pelaksanaan PMS secara rutin, dengan melakukan inspeksi dan pengukuran performa pada turbocharge secara berkala.
2. 2nd engineer memonitor perawatan air cooler sesuai PMS dan memastikan ketersediaan suku cadang diatas kapal, jika tidak tersedia bisa dilakukan dengan mengirim permintaan suku cadang ke perusahaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Arismunandar, W., & Tsuda, K. (2006). *Motor Diesel Putaran Tinggi*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Handoyo, J. J. (2022). *Mesin Diesel Penggerak Utama Kapal ATT III*. Jakarta: Buku Maritim Djangkar.
- Poerwadarminta, W. J. S. (2002). *Kamus Umum Bahasa Indonesia*. Jakarta: Balai Pustaka.
- Sehrawat, M. ., & Narang, J. . (2001). *Production Management*. Nai Sarak: Dhanpahat RAI Co.
- Sukoco, & Arifin, Z. (2013). *Teknologi Motor Diesel* (Riduwan, ed.). Bandung: Alfabeta.

SHIP'S PARTICULAR

NAME	SEA HARMONY
CALL SIGN	9VCN2
PORT OF REGISTRY	SINGAPORE
SPECIAL NUMBER	393650
IMO NUMBER	9394349
CLASS SOCIETY	NKK
CLASS NOTATION	OIL TANKER (FLESH POINT BELOW 60°)
CLUB	SOP CLUB, LUXEMBOURG

KEEL LAID	2001
LAUNCHED	09 th Dec 2003
DELIVERED	30 th Oct 2007
SHIP YARD	ZHENJIANG SOPO SHIPBUILDING CO., LTD ZHENJIANG, CHINA
BUILT YEAR	16 th MAY 2005

SATELLITE COMMUNICATION		
EMAIL	FIBS / VSAT	IRMSAT-2G
PHONE	+65 9949000	
FAX	N/A	
TELEX	N/A	
MMSI	9394349	
SAT. PHONE	+65 1188331 / +65 1188334	

OWNER	EN MARINE PTE. LTD. 9, TEMASEK BOULEVARD, #4-01, SUNTEC TOWER 2, SINGAPORE 038909
OPERATORS	EQUATORIAL MARINE FUEL MANAGEMENT SERVICES PTE LTD. 38 CARPENTER STREET, #05-01, SINGAPORE 059917

PRINCIPLE DIMENSIONS	
LENGTH	99.6
BREADTH	24.0
DEPTH (Extreme)	18.3
DEPTH (Moulded)	9.6
HEIGHT (Maximum)	29.5
DEPTH FRONT - BOW	70.4
DEPTH FRONT - ASTERN	27.7
DEPTH FRONT - MFOLD	21.6

TONNAGE	REGD.	SUEZ
NET	1672	4178.36
GROSS	5052	5398.15
PANAMA CANAL NET	4304	

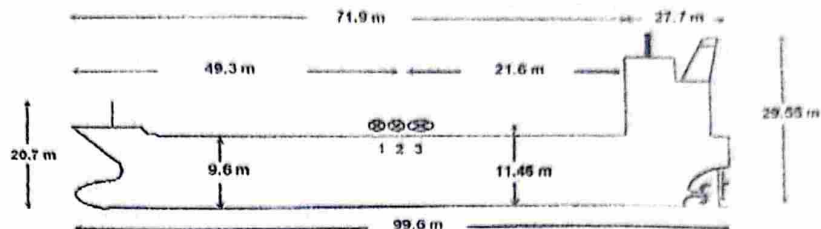
LOAD LINE INFORMATION	FREEBOARD	DRAFT	DWT
TROPICAL	2.68	6.64	6620.0 MT
SUMMER	2.81	6.50	6403.6 MT
WINTER	2.95	6.37	6187.0 MT
FRESH WATER	2.68	6.63	6632.6 MT
LIGHT SHIP	7.13	2.16	2755.0 MT
NORMAL BALLAST COND.	4.83	4.48	3259.0 MT
DWT WITH SBT ONLY	51%		
FWA	142.00 mm		
TPC @ SUMMER DRAFT	16.07 MT		
DISPLACEMENT (Summer)	9159.20 MT		

MACHINERY/PROPELLER/RUDDER	
MAIN ENGINE	MAK 9M25, DIESEL ENG. x 2 set
M.C.R.	2970 KW x 750 RPM
PROPELLER	SINGLE SCREW, FIXED RIGHT HAND
CRITICAL RANGE	
AUX. BOILER	LSK 4-07, VERTICAL, PIN TUBE OIL-FIRED
GENERATOR	HANAN DIESEL, 303 KW x 1800 RPM, 3 SET
EMCY GENERATOR	4 STROKE, TURBO CHARGE DIESEL ENGINE 99.6 KW x 180 RPM
STEERING GEAR	TOKIMEC PR-6000-E
FW GENERATOR	N/A

CARGO AND BALLAST PUMPING SYSTEM				
MAIN PUMPS	No.	CAPACITY	HEAD	TYPE
CARGO OIL NO. 1	1	750 Cu.m / h		SCREW
CARGO OIL NO. 2	1	750 Cu.m / h		SCREW
SMALL CARGO PUMP	1	300 Cu.m / h		SCREW
STRIPPING PUMP	1	150 Cu.m / h		SCREW
BALLAST PUMP	1	300 Cu.m / h		CENTRIFUGAL
FIRE/G.S PUMP	1	130 Cu.m / h		CENTRIFUGAL
EMCY FIRE PUMP	1			CENTRIFUGAL

CARGO HOSE CRANES	
1 x 0.9 TON	
PROV. CRANE	
1 x 0.9 TON	

IG / VAPOUR EMISSION / VENTING	
P/V HIGH VELOCITY VENTING	1400 mm / WG
P/V VACUUM RELIEF VALVE	-350 mm / WG



CARGO TANKS (100%)				BALLAST TANK (100%)	
COT 1P	320.259	SLOP P	150.099	FTT	292.91
COT 1S	322.832	SLOP S	160.613	DEEP (W)	146.79
COT 2P	611.572			1 SBT (W)	293.56
COT 2S	614.230	TOTAL	318.709	2 SBT (W)	426.68
COT 3P	640.738			3 SBT (W)	428.10
COT 3S	642.472			4 SBT (W)	412.08
COT 4P	641.151			5 SBT (W)	412.13
COT 4S	643.396	F.W TANKS (100%)		6 SBT (W)	493.61
COT 5P	639.149	FWT (P)	90.89	APT	250.00
COT 5S	641.600	FWT (S)	90.74		
COT 6P	640.616				
COT 6S	642.487				
TOTAL	7008.502	TOTAL	181.63	TOTAL	3136.48

BUNKER TANKS	
HFO P	127.9
HFO S	127.9
SETT. TK.	21.0
SERV. TK.	14.0
TOTAL	290.8
DOT P	56.3
DOT S	54.0
DO SETT.	7.9
DO SERV 1	5.7
DO SERV 2	7.9
TOTAL	131.8

LIFE BOATS	
1 x 16 PERSONS	
4.9 m x 6 kts	
Water Cooled Eng.	

LIFE RAFT	
2 NOS (P & S)	

WINCHES / WINDLESS / ROPES / EMCY TOWING			
	FWD	AFT	PARTICULARS
WINCHES	2	2	BHT=24.82 TON/ BRT=24.05 TON
BRC			
MOORING ROPES	5	5	8 STRAND ROPE 6" (48 mm x 220 m)
WINDLESS	1	1	HYDRAULIC
FIRE WIRE	1	1	6x38 MWC Galvanized Steel, 24mm x 30 m
ANCHOR	1	1	No. of Shackles 9
EMG. TOWING	N/A		

MANIFOLD ARRANGEMENT (305 mm / STEEL)	
Dist. Of cargo manifold to cargo manifold	1460.0 mm
Dist. Of cargo manifold to vpr. return manifold	1030.0 mm
Dist. Of manifold to ship's rail	2810.0 mm
Dist. Of spill tray grating to centre of manifold	824.0 mm
Dist. Of main deck to centre of manifold	1800.0 mm
Dist. Of main deck to top of the rail	1442.0 mm
Dist. Of top of rail to centre of manifold	358.0 mm
Dist. Of manifold to ship side	2810.0 mm
Dist. Of manifold from keel	11400.0 mm

Maximum Loading Rate per Manifold	700 Cu.m / hr
Maximum Loading Rate through all Manifold	700 Cu.m / hr
Maximum Manifold Pressure	10 bar

FIRE FIGHTING SYSTEM	
ENG. ROOM	CO ₂
CARGO AREA	FOAM
PUMP ROOM	CO ₂

IMO CREW LIST

Ship's Name: MT SEA HARMONY			Port Of Arrival: DUNG QUAT			Date of Arrival : 08.03.2024	
Nationality of Ship: SINGAPORE			Port Arrived from : SINGAPORE			Next Port of Call : TANJUNG PELEPAS (MALAYSIA)	
Family Name, Given Names	9. Sex	10. Rank	11. Nationality	12. Date of Birth	13. Onboard date / City	14. Passport No / Expiry Date	15. Seaman No / Expiry Date
ANDI PANANRINGI	M	Master	INDONESIA	20-Apr-74	12-Jun-21	B 6310202	F 182744
				Ujung Pandang	SINGAPORE	9-Mar-22	29-Oct-21
HLWAN MOE	M	C/O	MYAMMAR	22-Aug-90	7-Jul-21	MD591740	63467
				YANGON	SINGAPORE	20-Sep-23	17-Sep-28
AHMAD MUSYAHWIR	M	2nd/OFF	INDONESIA	12-Feb-92	24-Feb-21	C 1799800	F 281381
				Ujung Pandang	SINGAPORE	1-Nov-21	17-Mar-23
NICO MARTIN SIMANJUNTAK	M	3rd/OFF	INDONESIA	2-Mar-92	13-Oct-20	C 6789400	C 073988
				TARUTUNG	SINGAPORE	19-Jun-25	23-Jun-21
KYAW HLA HAN	M	C/ENG	MYANMAR	17-Sep-82	7-Jul-21	MC705321	62904
				YANGON	SINGAPORE	5-Nov-22	20-Nov-27
AGUSTINUS SILABAN	M	2nd/ENG	INDONESIA	26-Aug-92	22-Apr-21	C 1150412	F 152864
				BANDUNG	SINGAPORE	7-Aug-23	25-Apr-22
FAJAR ADI SELFA	M	3rd/ENG	INDONESIA	6-Sep-90	3-Nov-20	B 8502542	F 204236
				KENDAL	SINGAPORE	4-Dec-22	18-Apr-22
SOE MYINT	M	ETO	MYANMAR	12-Feb-56	8-Jan-21	MB 921959	25401
				YENANGYAUNG	SINGAPORE	21-Dec-21	28-Sep-27
DARIYUS TARIGAN	M	BOSUN	INDONESIA	27-Aug-83	8-Jan-21	C 7081247	F 297588
				CINTA RAKYAT	SINGAPORE	3-Aug-25	13-Jan-23
WASFUL HASINU	M	AB	INDONESIA	17-Feb-98	13-Oct-20	B 9988401	E 116684
				Gresik	SINGAPORE	20-Mar-23	1-Sep-21
LUKMAN HAKIM	M	AB	INDONESIA	2-Nov-88	22-Apr-21	C 3095237	E 115185
				BANGKALAN	SINGAPORE	30-Apr-24	6-Oct-21
MUHAMMAD KASMUDDIN	M	AB	INDONESIA	14-May-91	13-Oct-20	C 7309662	E 149284
				Sowa	SINGAPORE	1-Sep-25	7-Feb-22
FEBRI APRIYADI	M	OILER	INDONESIA	27-Apr-94	12-Jun-21	C7573229	E 090681
				Ujung Pandang	SINGAPORE	27-Nov-25	21-Jul-23
FAUZI	M	OILER	INDONESIA	28-Sep-88	22-Apr-21	B 80969	F 021304
				JAKARTA	SINGAPORE	14-Sep-22	17-May-22
KAMAL DASHYAT	M	OILER	INDONESIA	20-Dec-96	21-Oct-20	C 6380911	E 068812
				PARANGIA	SINGAPORE	14-Aug-25	21-Apr-23
ISMAIL ULUM	M	COOK	INDONESIA	3-Apr-76	13-Oct-20	C 6784668	F 162793
				Bangkalan	SINGAPORE	30-Jun-25	27-Jun-21

Total 16 Crew Including Master.

ANDI PANANRINGI
MASTER OF MT. SEA HARMONY



Main Engine performance report

FORM NO.	EMS - GPM - OIL - EN - 313
REV. NO.	01-0921
RETENTION	1 YEAR
FILE LOCATION	ECR

M.T. SEA HARMONY VOY NO. 12

FROM AEPBC, SINGAPORE TO HELIOS TERMINAL, SINGAPORE DATE / TIME 12 MAY 2024 / 14:00

ENGINE TYPE/STROKE MAK 9M25 / 4 STROKE OUTPUT (RATED BHP) 2970 KW AT 750 RPM

ENGINE REVOLUTION	520	rpm	DRAUGHT FORWARD	5	metre
SHAFT REVOLUTION	150	rpm	DRAUGHT AFT	5	metre
ENGINE CONTROL	6	Pos	DRAUGHT MEAN		metre
LOAD INDICATOR LOCAL (AVE)	100	Pos	CORRESPONDING DISPLACEMENT		Tonne
SHIP SPEED	9.5	Knot	WEATHER		
ENGINE SPEED		Knot	STATE OF SEA		
SLIP		%	WIND FORCE AND DIRECTION		
CPP PITCH		%			
SHAFT GENERATOR LOAD / FREQ		kwhz			
FO Consumption (MT / day)	6.3		FUEL SPECIFICATION		
FO Consumption (gm / Bhp / hr)			VISCOSITY CST 50 °C	MGO	
LO Consumption (Ltrs / day)	15		SG	0.852 @	15
CYL. LO Consumption (Ltrs / day)					
CYL. LO Consumption (gm / Bhp / hr)					

INDICATOR DIAGRAM RESULTS									TURBOCHARGER DATA			
Cyl	P.com (bar)	P.max (bar)	MEP (bar)	IHP	Exh temp	Jacket Outlet	Piston Outlet	Fuel / VIT Rack		1	2	3
1.	60	100			385	51		29	Turbocharger Speed	rpm	16500	
2.	60	100			380	51		28	Air temp. before cooler	°C	59	
3.	60	95			385	51		29	Air temp. after cooler	°C	45	
4.	60	100			386	51		29	SW inlet to air cooler	°C	50	
5.	60	100			385	51		29	SW outlet from air cooler	°C	51	
6.	60	95			390	51		28	CW inlet - to T/C	°C		
7.	60	100			390	51		28	CW outlet - Gas inlet casing	°C		
8.	60	100			385	51		29	CW outlet - Gas outler casing	°C		
9.	60	95			390	51		28	Exh gas temp. before T/C	°C	523	
10.									Exh gas temp. after T/C	°C	386	
11.									LO temp (blower side)	°C		
12.									LO temp (turbine side)	°C		
13.									Pressure drop across air filters	mmWG		
14.									Pressure drop across air coolers	mmWG		
15.									Exh. gas back pressure	mmWG		
16.									Scavenge Air Press	kg/cm ²	1	
17.									Scaveng Air Temp	°C	46	
18.									EGE in / out Temp	°C		
AVERAGE MEP		102.88						BHP :	% LOADING : (DEV.BHP + RATED BHP) X 100 =			

PRESSURES (KG/CM ²)						TEMPERATURES (° C)					
Main Engine LO Before Filter						Main Engine LO Before Engine		53/58			
Main Engine LO After Filter						Fuel Oil Before Engine		53			
LO To Bearings					4.0	Engine Room		42			
LO To Crosshead / Camshaft Bearings						Atmosphere					
Jacket Cooling Water					2.6	Jacket Cooling Water - in / out		43/51			
Piston Cooling Oil / Water					4.3	Piston Cooling Oil / Water - in / out					
Fuel Valve Cooling Oil / Water					4.3	Fuel Valve Cooling Oil / Water - Inlet					
T/C Oil After Filter						Fuel Valve Cooling Oil / Water - Outlet					
Fuel Oil After Filter					5	Reduction Gear LO		70			
Sea Water After Pump					32	Sea Water (Re - Circulation)					
Reduction Gear LO					3	Sea Water		32			
Atmospheric (mm Hg/mbar)						H.T CW in / out		43/51			
						L.T CW in / out		42/43			
Remarks :						PANGONDIAN S.					



Main Engine performance report

ENGINE NO.	ENGINE DISPL. DL. IN - 373
REV. NO.	BY 0821
REVISION	1 YEAR
FILE LOCATION	SHIP

M.T. SEA HARMONY

VOY NO. 18

FROM AEPBC SINGAPORE TO HELIOS TERMINAL SINGAPORE

DATE / TIME 18 JULY 2024 / 18:00

ENGINE TYPE/STROKE MAK 9M25 / 4 STROKE

OUTPUT (RATED BHP)

2970 KW

AT

750

RPM

ENGINE REVOLUTION	520	rpm	DRAUGHT FORWARD	9	mbar
SHAFT REVOLUTION	150	rpm	DRAUGHT AFT	11	mbar
ENGINE CONTROL	8	rev	DRAUGHT MEAN		mbar
LOAD INDICATOR LOCAL (AVE)	100	rev	CORRESPONDING DISPLACEMENT		mmHg
SHIP SPEED	9.5	knot	WEATHER		
ENGINE SPEED		knot	STATE OF SEA		
SLIP		%	WIND FORCE AND DIRECTION		
CPP PITCH		%			
SHAFT GENERATOR LOAD / FREQ		Kw/Hz			
FO Consumption (MT / day)	6.3		FUEL SPECIFICATION		
FO Consumption (gm / Bhp / hr)			VISCOSITY CST 50 °C	MGO	
LO Consumption (Ltrs / day)	15		SG	0.852 @	15
CYL LO Consumption (Ltrs / day)					
CYL LO Consumption (gm / Bhp / hr)					

INDICATOR DIAGRAM RESULTS

TURBOCHARGER DATA

Cyl.	P.com (bar)	P.max (bar)	MEP (bar)	IHP	Exh temp	Jacket Outlet	Piston Outlet	Fuel / VIT Rack		1	2	3
1.	60	100			420	51		31	Turbocharger Speed	rpm	16500	
2.	60	100			430	51		31	Air temp. before cooler	°C	59	
3.	60	95			420	51		31	Air temp. after cooler	°C	45	
4.	60	100			420	51		31	SW inlet to air cooler	°C	50	
5.	60	100			400	51		32	SW outlet from air cooler	°C	51	
6.	60	100			420	51		31	CW inlet - to T/C	°C		
7.	60	100			430	51		32	CW outlet - Gas inlet casing	°C		
8.	60	100			420	51		31	CW outlet - Gas outlet casing	°C		
9.	60	95			420	51		32	Exh gas temp. before T/C	°C	628	
10.									Exh gas temp. after T/C	°C	450	
11.									LO temp (blower side)	°C		
12.									LO temp (turbine side)	°C		
13.									Pressure drop across air filters	mmWG		
14.									Pressure drop across air coolers	mmWG		
15.									Exh. gas back pressure	mmWG		
16.									Scavenge Air Press	kg/cm ²	0.6	
17.									Scaveng Air Temp	°C	53	
18.									EGE in / out Temp	°C		
AVERAGE MEP	102.88							BHP :	% LOADING : (DEV.BHP + RATED BHP) X 100 =			

PRESSURES (KG/CM²)

TEMPERATURES (°C)

Main Engine LO Before Filter					Main Engine LO Before Engine	53/58	
Main Engine LO After Filter					Fuel Oil Before Engine	53	
LO To Bearings			4.0		Engine Room	42	
LO To Crosshead / Camshaft Bearings					Atmosphere		
Jacket Cooling Water			2.6		Jacket Cooling Water - in / out	43/51	
Piston Cooling Oil / Water			4.3		Piston Cooling Oil / Water - in / out		
Fuel Valve Cooling Oil / Water			4.3		Fuel Valve Cooling Oil / Water - Inlet		
T/C Oil After Filter					Fuel Valve Cooling Oil / Water - Outlet		
Fuel Oil After Filter			5		Reduction Gear LO	70	
Sea Water After Pump			32		Sea Water (Re - Circulation)		
Reduction Gear LO			3		Sea Water	32	
Atmospheric (mm Hg/mbar)					H.T CW in / out	43/51	
					L.T CW in / out	42/43	

Remarks :

PANGONDIAN S.





PENGUJUAN SINOPSIS MAKALAH

NAMA : AGUSTINUS PM SILABAN
NIS : 02182/T-1
BIDANG KEAHLIAN : TEKNIKA
PROGRAM DIKLAT : DIKLAT PELAUT-1

Mengajukan Sinopsis Makalah sebagai berikut

A. Judul

OPTIMALISASI PERAWATAN SYSTEM UDARA BILAS UNTUK
MEMPERTAHKAN KINERJA MESIN INDUK DI KAPAL MT SEA HARMONY

B. Masalah Pokok

1. Menurunnya performa mesin induk
2. Meningkatnya temperatur gas buang

C. Pendekatan Pemecahan Masalah

1. Melakukan perawatan secara berkala (PMS).
2. Melakukan perataan dan penggantian bagian bagian turbo charge sesuai dengan PMS.

Menyetujui :

Jakarta, 23 Agustus 2024

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Penulis

NAFLA ALMUZAN, M.M., M.Tr.

Penata TK.I (III/d)

NIP: 19720901 200502 1 001

Ir. BOEDJO WIWOHO S.L.M.T

Pembina (IV/b)

NIP : 19641218 199103 1 003

F.189026

AGUSTINUS PM SILABAN

NIS : 02182/T-1

Ka. Div. Pengembangan Usaha

Capt. Suhartini, M.M., M.Tr.

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 SYSTEM UDARA BILAS UNTUK
 MEMPERTAHANKAN KINERJA MESIN INDUK DI KAPAL MT.SEA
 HARMONY

Dosen Pembimbing II : Ir.BOEDOJO WIWOHO S.J.,M.T

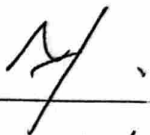
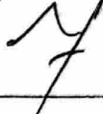

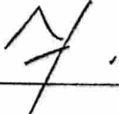


Bimbingan II :

No.	Tanggal	Uraian	Tanda Tangan Pembimbing
1	23-8-2024	Siropis OK	
2	26-8-2024	- Sub I OK - Layut Sub II	
3	27-8-2024	- Sub II OK - Layut Sub III	
4	30-8-2024	Sub III OK - Layut Sub IV & Hal Pendukung	
5	2-9-2024	- Sub IV & Hal Pendukung OK - Siropis untuk diseminasi. - Substansi Bahan Pajanan	

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

Judul Makalah : OPTIMALISASI PERAWATAN SYSTEM UDARA BILAS UNTUK
 MEMPERTAHANKAN KINERJA MESIN INDUK DI KAPAL MT.SEA
 HARMONY

Dosen Pembimbing I : NAFI ALIMUZAN, M.M.Tr, M.Mar.E
 Bimbingan I :

No.	Tanggal	Uraian	Tanda Tangan Pembimbing
1	23/8/24	Dee Gunpin's	
2	26/8/24	Bab I. Review Latar belakang	
3	27/8/24	Bab I Dee, lanjut Bab II	
4	27/8/24	Bab II, data main engine Sema' Sea trial	
5	28/8/24	Bab II Dee, lanjut Bab III dan Bab IV	
6	29/8/24	Bab III dan Bab IV Selam. Makalah siap kirim	

Catatan :