

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



MAKALAH

**OPTIMALISASI PERAWATAN *INTERCOOLER*
MEMPERTAHANKAN PERFORMA MESIN DIESEL
PENGGERAK UTAMA DI MV. KHANA**

Oleh :

RISMANTO

NIS. 02124/T-I

PROGRAM PENDIDIKAN DIKLAT PELAUT I

JAKARTA

2024

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



MAKALAH

**OPTIMALISASI PERAWATAN *INTERCOOLER*
MEMPERTAHANKAN PERFORMA MESIN DIESEL
PENGGERAK UTAMA DI MV. KHANA**

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

Oleh :

RISMANTO

NIS. 02124/T-I

PROGRAM PENDIDIKAN DIKLAT PELAUT I

JAKARTA

2024

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



TANDA PERSETUJUAN MAKALAH

Nama : RISMANTO
NIS : 02124/T-I
Program Pendidikan : Diklat Pelaut - I
Jurusan : TEKNIKA
Judul : OPTIMALISAI PERAWATAN *INTERCOOLER* UNTUK
MEPERTAHANKAN PERFORMA MESIN DIESEL
PENGGERAK UTAMA DI. MV KHANA

Pembimbing I

Jakarta, 3 Juni, 2024

Pembimbing II

Dr. Inayatur Robbany. M.SI.,M.M.Tr

Penata Tk. I (IV/b)

NIP.19660421 199103 2 002

Sursina, S.T., M.T

Penata Tk. I (III/d)

NIP. 19720723 199803 2 001

Mengetahui :
Ketua Jurusan Teknika

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

Penata TK. I (III/d)

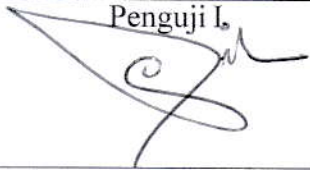
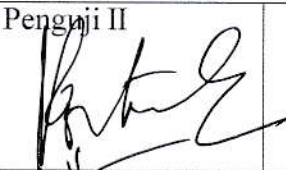
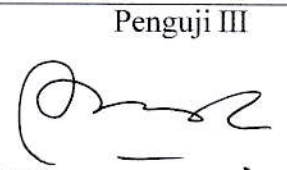
NIP. 19800605 200812 1 001

KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
BADAN PENGEMBANGAN SDM PERHUBUNGAN
SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN




TANDA PENGESAHAN MAKALAH

Nama : RISMANTO
NIS : 02124/T-I
Program Pendidikan : DIKLAT PELAUT - I
Jurusan : TEKNIKA
Judul : OPTIMALISAI PERAWATAN INTERCOOLER UNTUK
 MEPERTAHANKAN PERFORMA MESIN DIESEL
 PENGGERAK UTAMA DI. MV KHANA

Penguji I 	Penguji II 	Penguji III 
<u>P. Dwikora Simanjuntak, MM., M.MarE</u> Pembina TK. I (IV/b) NIP. 19640906 199903 1 001	<u>Drs. Sugiyanto, MM</u> Penata TK. I (III/d) NIP. 19620715 198411 1 001	<u>Dr. Inayatur Robbany, M.Si., M.M.Tr</u> Pembina TK. I (IV/b) NIP. 19660421 199103 2 002

Mengetahui
 Ketua Jurusan Teknika


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

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur Penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena atas karunia-Nya, sehingga penulis mendapat kesempatan untuk mengikuti tugas belajar program upgrading Ahli Teknik Tingkat I yang diselenggarakan di Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran Jakarta. Guna memenuhi persyaratan Kurikulum Program Upgrading ATT-I, maka semua pasis diwajibkan untuk membuat atau menulis sebuah makalah berdasarkan pengalaman selama bekerja di atas kapal dan ditunjang dengan teori-teori serta bimbingan dari pada dosen pembimbing STIP Jakarta. Sehingga penulis dapat menyelesaikan makalah ini sesuai dengan waktu yang ditentukan dengan judul :

**“OPTIMALISASI PERAWATAN *INTERCOOLER* MEMPERTAHANKAN
PERFORMA MESIN DIESEL PENGGERAK UTAMA DI MV. KHANA”**

Penulis menyadari akan keterbatasan kemampuan dalam penyusunan serta penulisan makalah ini, sehingga masih banyak kekurangan-kekurangan dan hasilnya masih belum sempurna oleh sebab itu penulis membukakan diri untuk menerima kritik serta saran-saran yang positif guna menuju keperbaikan makalah ini. Selanjutnya segala rendah hati, bersama ini penulis menyampaikan rasa terima kasih sebesar besarnya kepada yang terhormat Yang Terhormat :

1. Dr. Capt.Tri Cahyadi, M.H.,M.Mar., selaku Ketua 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. Bapak Dr. Markus Yando, S.SiT.,M.M, selaku Ketua Jurusan Teknik Sekolah tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta.
4. Ibu Dr. Inayatur Robbany. M.SI.,M.M.Tr selaku dosen pembimbing I, yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran dalam membimbing dan memberikan arahan petunjuk dalam pengerjaan skripsi ini sehingga dapat berjalan lancar sampai dengan selesai.
5. Ibu Sursina,S.T.,M.T_selaku dosen pembimbing II, yang telah memberikan pengarahan, motivasi, kerja keras dan bimbingan dalam penulisan skripsi ini hingga selesai sebagaimana mestinya.
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. Orang tua tercinta yang telah memberikan kasih sayang, materi dan doanya selama pembuatan makalah.
8. Istri tercinta Rosy Saputri yang membantu atas doa dan dukungan selama pembuatan makalah.
9. Anak tersayang Raisya Zee P.E, Rido Hafidz P.E, Rania Rasaki P.E, yang telah memberikan Waktu dan semangat selama pengerjaan makalah.
10. Semua rekan-rekan Pasis Ahli Teknik Tingkat I Angkatan Tujuh Puluh (LXX) tahun ajaran 2024 yang telah memberikan bimbingan, sumbangsih dan saran baik secara materil maupun moril sehingga makalah ini akhirnya dapat terselesaikan.

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

Jakarta, 07 Juni 2024

Penulis,



RISMANTO

NIS. 02124/T-I

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
TANDA PERSETUJUAN MAKALAH	ii
TANDA PENGESAHAN MAKALAH.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
 BAB I PENDAHULUAN.....	 1
A. LATAR BELAKANG.....	1
B. IDENTIFIKASI, BATASAN DAN RUMUSAN MASALAH	5
C. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN.....	6
D. METODE PENELITIAN	6
E. WAKTU DAN TEMPAT PENELITIAN.....	8
F. SISTEMATIKA PENULISAN	8
 BAB II LANDASAN TEORI	 10
A. TINJAUAN PUSTAKA	10
B. KERANGKA PEMIKIRAN.....	22
 BAB III ANALISIS DAN PEMBAHASAN.....	 23
A. DESKRIPSI DATA.....	23
B. ANALISIS DATA.....	25
C. PEMECAHAN MASALAH.....	29
 BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN	 39
A. KESIMPULAN	39
B. SARAN – SARAN	39
 DAFTAR PUSTAKA	 40
LAMPIRAN	41
DAFTAR ISTILAH	45

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Kerangka Pemikiran.....	22

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 Ship Particular	41
Lampiran 2 Crew List	42
Lampiran 3 Intercooler Kotor	43
Lampiran 4 Intercooler Bersih	44

BAB I

PENDAHULUAN

A. LATAR BELAKANG

MV. Khana adalah kapal tipe *Refrigerated Cargo Ship* berbendera Panama. Dalam memperlancar pengoperasian kapal sangat diperlukan suatu cara perawatan pesawat-pesawat yang berada di kapal terutama mesin induk sebagai mesin penggerak utama. Pada umumnya tenaga penggerak utama kapal-kapal laut menggunakan tenaga mesin diesel. Mesin diesel adalah mesin yang penyalan bahan bakarnya dilakukan dengan menyemprotkan bahan bakar ke dalam silinder yang telah mengandung udara bertekanan dan bertemperatur tinggi akibat dari proses kompresi. Pada mesin induk terdapat sistem-sistem yang menunjang kinerjanya, diantaranya sistem udara bilas. Dalam industri pelayaran, performa penggerak utama mesin diesel merupakan faktor krusial yang mempengaruhi efisiensi operasional kapal. Salah satu komponen penting dalam sistem ini adalah intercooler, yang berfungsi untuk mendinginkan udara yang masuk ke mesin setelah proses kompresi. Perawatan *intercooler* yang optimal menjadi kunci untuk mempertahankan performa mesin diesel, mengingat perannya dalam meningkatkan efisiensi pembakaran dan mencegah overheating.

Salah satu bagian penting dari sistem udara bilas mesin induk adalah *intercooler* yang gunanya adalah untuk mendinginkan udara sebelum udara tersebut masuk ke dalam silinder. Apabila *intercooler* kurang berfungsi dengan baik maka akan terlihat suhu udara akan naik, akibatnya jumlah atau massa udara yang masuk ke dalam tiap silinder akan berkurang sehingga menyebabkan naiknya suhu gas buang secara tidak normal di tiap silinder. Hal tersebut sangat mempengaruhi performa mesin induk. *Intercooler* bekerja dengan cara menurunkan suhu udara yang telah dikompresi oleh turbocharger sebelum masuk ke ruang bakar. Udara yang lebih dingin memiliki kerapatan yang lebih tinggi, sehingga dapat meningkatkan efisiensi pembakaran bahan bakar didalam mesindiesel.

Dalam kondisi operasional yang berat dan terus menerus, *intercooler* rentan terhadap penumpukan kotoran dan korosi, yang dapat menurunkan kinerjanya, hal ini juga terjadi di kapal MV. Khana, yaitu kisi-kisi *intercooler* yang tertutup oleh kotoran atau serpihan yang dapat menjadi sumber masalah serius dalam sistem pendingin *turbocharger* atau *supercharger*. Bagian ini berfungsi sebagai jalur udara masuk ke *intercooler*, yang penting untuk mendinginkan udara yang dikompresi sebelum memasuki mesin. Namun, ketika kisi-kisi *intercooler* tersumbat oleh debu, kotoran, atau serpihan lainnya, aliran udara menjadi terhambat. Hal ini mengakibatkan penurunan efisiensi pendinginan, yang pada gilirannya dapat mengurangi kinerja mesin secara keseluruhan. Kondisi ini juga meningkatkan risiko *overheating* dan kerusakan mesin yang serius. Oleh karena itu, penting untuk secara rutin memeriksa dan membersihkan kisi-kisi *intercooler* agar sistem pendinginan dapat beroperasi dengan optimal dan mencegah potensi kerusakan yang tidak diinginkan. Oleh karena itu, perawatan rutin dan inspeksi berkala sangat penting untuk memastikan *intercooler* berfungsi dengan optimal dan mencegah kerusakan yang lebih parah.

Dan juga di temukan *packing cover* *intercooler* tidak kedap terhadap udara bilas, sehingga risiko kontaminasi udara yang tidak diinginkan dapat meningkat secara signifikan. *Packing cover* adalah bagian penting dari sistem *intercooler* yang bertugas menyegel udara bilas ke dalam *intercooler*, memastikan bahwa udara yang masuk adalah udara bersih dan dingin yang dibutuhkan untuk proses pendinginan. Namun, ketika *packing cover* tidak kedap, udara bilas dapat tercemar oleh debu, kotoran, atau partikel lainnya dari lingkungan sekitar. Kontaminasi ini dapat mengganggu kinerja *intercooler*, mengurangi efisiensi pendinginan, dan bahkan menyebabkan kerusakan pada komponen mesin yang sensitif. Oleh karena itu, perawatan rutin dan pemeriksaan menyeluruh pada *packing cover intercooler* sangatlah penting untuk memastikan bahwa udara yang masuk tetap bersih dan proses pendinginan berjalan optimal.

Dalam hal ini di dapati bahwa terjadi adanya *supply* udara di *intercooler* tidak mencukupi, dan akibatnya kinerja mesin dapat terpengaruh secara signifikan. Ketika udara yang masuk terlalu panas karena *supply* yang tidak mencukupi, efisiensi mesin menurun, yang dapat mengakibatkan penurunan tenaga, peningkatan suhu mesin, bahkan risiko kerusakan komponen. Kondisi ini dapat mengganggu performa keseluruhan kendaraan dan memerlukan penanganan segera untuk memastikan sistem pengisian udara beroperasi dengan optimal.

Salah satu tantangan utama dalam perawatan *intercooler* adalah penumpukan endapan minyak dan debu di permukaan sirip pendingin, yang dapat mengurangi efisiensi perpindahan panas. Penelitian ini akan meneliti berbagai metode pembersihan dan pemeliharaan, seperti penggunaan bahan kimia pembersih, metode mekanis dan teknologi ultra sonik. Tujuannya adalah untuk menemukan pendekatan yang paling efektif dan aman dalam menjaga kebersihan *intercooler* tanpa merusak komponen lainnya.

Disini para perwira mesin dituntut untuk harus mengetahui dan memahami betapa pentingnya melakukan perawatan yang terencana terhadap *intercooler* yang berkaitan langsung dengan mesin induk, karena mengingat *intercooler* tersebut bekerja secara terus menerus dan bisa terjadi gangguan atau kerusakan yang dapat mempengaruhi kelancaran pengoperasian kapal. Oleh sebab itu maka perawatan harus dilaksanakan dengan baik sesuai dengan sistem perawatan secara terencana (*Planned Maintenance System*) sehingga mendapatkan performa mesin induk secara optimal. Selain pembersihan, faktor lain yang perlu di perhatikan adalah pemeriksaan rutin untuk mendeteksi adanya kebocoran atau kerusakan pada *intercooler*. Kebocoran pada *intercooler* dapat menyebabkan masuknya udara yang tidak terfilter kedalam ruang bakar, yang dapat menurunkan performa mesin dan meningkatkan emisi gas buang. Penelitian ini juga akan membahas teknik-teknik inspeksi yang dapat digunakan untuk mendeteksi kebocoran dan kerusakan, seperti metode pengujian tekanan dan inspeksi visual dengan endoskop. Efisiensi *intercooler* tidak hanya berpengaruh pada performa mesin, tetapi juga pada konsumsi bahan bakar dan emisi polutan. *Intercooler* yang berfungsi dengan baik dapat membantu mengurangi konsumsi bahan bakar dengan meningkat kan efisiensi pembakaran. Selain itu, dengan pembakaran yang lebih efisien, emisi gas buang seperti nitrogen oksida (NOx) dan partikel (PM) juga dapat dikurangi. Penelitian ini akan mengevaluasi dampak perawatan *intercooler* terhadap efisiensi bahan bakar dan emisi polutan, serta manfaat ekonomis yang dapat diperoleh dari perawatan yang baik.

Permasalahan pada mesin diesel sebagai penggerak utama di kapal merupakan hal yang sering terjadi. Tindakan dalam mencegah dan menanggulangi permasalahan tersebut diselesaikan dengan cara yang berbeda-beda. Tetapi pada prinsipnya perawatan mesin diesel sebagai mesin induk harus tetap dilaksanakan. Dalam pelaksanaan perawatan mesin induk beserta *intercooler* sebagai alat penunjang masih kurang efektif, karena kurangnya koordinasi antara awak kapal dengan management

perusahaan di darat juga dengan pencarter sehingga timbul permasalahan mengenai waktu pelaksanaan dalam melakukan perawatan. Aspek penting lainnya adalah pengaruh kondisi operasional terhadap kinerja *intercooler*. Faktor-faktor seperti seperti suhu lingkungan, kelembaban, dan beban operasional mesin dapat mempengaruhi efisiensi pendinginan *intercooler*. Penelitian ini akan menganalisis bagaimana perawatan yang dapat diterapkan untuk mengatasi tantangan-tantangan tersebut. Dengan memahami pengaruh kondisi operasional, diharapkan dapat ditemukan solusi perawatan yang lebih spesifik dan efektif.

Pada suatu pelayaran tanggal 16 Desember 2023 saat kapal dalam pelayaran dengan kecepatan penuh, kapal mengalami gangguan pada mesin induk. Hal bermula dari terdengarnya bunyi alarm suhu gas buang naik melebihi suhu gas buang yang ditentukan (normalnya 350°C). Setelah dilakukan pengecekan ternyata terjadi peningkatan suhu pada *intercooler*, dikarenakan *intercooler* kotor di bagian sisi udaranya sehingga menyebabkan putaran mesin induk turun. Dengan suhu gas buang melebihi batas normal ditentukan yaitu 350°C yang tertera pada thermometer gas buang pada display monitor di MV. Khana yaitu 450°C . Hal ini terjadi pada mesin induk di setiap silinder dari silinder nomor 1 sampai silinder nomor 7 sehingga mengakibatkan temperatur kamar mesin naik.

Dalam kondisi normal yang sesuai dengan *manual book* mesin induk suhu udara masuk silinder berkisar antara 40°C - 45°C dengan tekanan 0,14 Mpa (*Mega Pascal*) tetapi pada kejadian suhu udara masuk silinder tercatat 50°C dengan tekanan 0,09 Mpa (*Mega Pascal*), untuk mencegah terjadinya kerusakan lebih lanjut penulis memberitahu anjungan bahwa putaran mesin induk akan diturunkan dengan suhu gas buang menjadi 300°C . Dengan adanya penurunan rpm mesin induk maka terjadi keterlambatan waktu tiba di pelabuhan, sehingga mendapat teguran dari pihak pencharter. Dalam konteks industri pelayaran, perawatan *intercooler* yang baik juga berkontribusi terhadap keselamatan dan keandalan operasional kapal. Mesin diesel yang berfungsi dengan optimal dapat mengurangi resiko kegagalan mesin saat berlayar, yang dapat menyebabkan keterlambatan atau bahkan insiden di laut. Penelitian ini akan mengkaji hubungan antara perawatan *intercooler* dan keandalan operasional kapal, serta memberikan rekomendasi praktis bagi para operator dan insinyur kapal dalam menjaga *intercooler* dan mesin diesel. Penelitian ini berfokus pada pentingnya perawatan *intercooler* dalam mempertahankan performa penggerak

utama mesin diesel untuk mengidentifikasi metode perawatan yang efektif dan efisien.

Selain itu juga terjadi *pressure cooling sea water* juga mengalami penurunan , dimana tekanan pada pompa pendingin air laut bisa menjadi masalah serius dalam sistem pendinginan mesin kapal. Pompa ini bertanggung jawab atas sirkulasi air laut yang digunakan untuk mendinginkan mesin dan komponen-komponen lainnya. Ketika tekanan pendinginan air laut menurun, kemampuan pendinginan mesin terganggu, yang dapat menyebabkan peningkatan suhu mesin dan potensi kerusakan pada komponen-komponen vital. Selain itu, penurunan tekanan ini juga dapat mengindikasikan adanya masalah pada pompa itu sendiri, seperti keausan atau kebocoran. Dalam situasi ini, tindakan perbaikan atau penggantian pompa mungkin diperlukan untuk memastikan sistem pendinginan beroperasi secara efektif dan mencegah risiko kerusakan yang lebih serius.

Berdasarkan uraian diatas, maka penulis tertarik mengangkat judul makalah sebagai berikut :

“ OPTIMALISASI PERAWATAN *INTERCOOLER* UNTUK MEMPERTAHANKAN PERFORMA MESIN DIESEL PENGGERAK UTAMA DI MV. KHANA”

B. IDENTIFIKASI, BATASAN DAN RUMUSAN MASALAH

1. Identifikasi Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang di atas, dapat diidentifikasi beberapa masalah yang terjadi sebagai berikut :

- a. Supply udara di *intercooler* tidak mencukupi.
- b. *Pressure cooling sea water pump* menurun.
- c. Kisi-kisi *intercooler* pada bagian bagian udara kotor.
- d. *Packing cover intercooler* pada udara bilas tidak kedap.

2. Batasan Masalah

Mengingat luasnya permasalahan yang terjadi pada *intercooler*, maka penulis membatasi pembahasan pada makalah ini pada permasalahan yang terjadi di atas MV. Khana selama bekerja di atas kapal tersebut sebagai *fitst Engineer*. Pembahasanmakalah ini hanya berkisar tentang :

- a. Supply udara di *intercooler* tidak mencukupi.

b. *Pressure cooling sea water pump* menurun.

3. Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah yang terjadi dalam batasan masalah dan pemecahan masalah diatas, maka penulis dapat merumuskan pembahasan masalah yang akan dibahas pada bab selanjutnya sebagai berikut :

- a. Faktor apa saja yang menyebabkan *pressure cooling sea water pump* menurun?
- b. Faktor apa saja yang menyebabkan supply udara tidak mencukupi?

C. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

1. Tujuan Penelitian

- a. Untuk mengetahui penyebab dari masalah supply udara di intercooler tidak mencukupi dan mencari pemecahan masalahnya.
- b. Untuk mengetahui penyebab dari masalah *pressure cooling sea water pump* menurun dan mencari pemecahan masalahnya.

2. Manfaat Penelitian

a. Aspek Teoritis

Sebagai sumbangan pemikiran terkait perawatan *intercooler* agar hasil analisis dalam makalah dapat menambah pengetahuan untuk penulis maupun berbagi pengalaman dengan kawan seprofesi khususnya terkait permasalahan yang terjadi pada *intercooler* dan cara mengatasinya.

b. Aspek Praktis

Sebagai sumbangan pemikiran terkait perawatan *intercooler* agar menjadi masukan sehingga berguna bukan hanya untuk MV. Khana tetapi juga dijadikan acuan untuk diterapkan pada mesin diesel sebagai mesin induk, terutama yang sejenis.

D. METODE PENELITIAN

1. Metode Pendekatan

Dalam metode pendekatan yang digunakan dalam penulisan makalah menggunakan metode pendekatan, sebagai berikut :

a. Studi Kasus

Dalam melakukan pembahasan makalah dilakukan metode pendekatan dengan studi kasus yaitu kasus yang ditemui pada saat bekerja yang diamati dalam beberapa kejadian permasalahan yang terjadi di atas kapal sehubungan dengan perawatan *intercooler*. Peneliti menjelaskan dan mencari jalan keluar agar tidak menimbulkan kerugian pada perusahaan, dan dilakukan penyelesaian melalui pendekatan secara deskriptif kualitatif.

b. Studi Lapangan

Pengamatan yang dilakukan secara langsung pada suatu objek masalah, dipelajari dan dicari akarpermasalahannya.

c. Deskriptif Kualitatif

Deskriptif kualitatif merupakan salah satu dari jenis penelitian yang termasuk dalam jenis kualitatif. Metode deskriptif adalah suatu metode yang digunakan untuk menggambarkan atau menganalisis suatu hasil penelitian tetapi tidak digunakan untuk membuat kesimpulan yang lebih luas.

2. Teknik Pengumpulan Data

Data, informasi, dan semua keterangan yang lengkap agar dapat dijadikan bahan dasar, diolah dan disajikan menjadi suatu gambaran dan acuan dalam penyusunan makalah ini, maka penulis menggunakan teknik pengumpulan data sebagai berikut :

a. Teknik Observasi

Dalam melaksanakan metode observasi, penulis lakukan pada saat bekerja sebagai *First Engineer* di atas MV. Khana Penulis melakukan pengamatan yang sistematis terhadap masalah yang terjadi pada *intercooler*.

b. Studi Dokumentasi

Dokumentasi yaitu berupa data-data yang diperoleh dari dokumendokumen yang penulis dapatkan. Dokumen-dokumen tersebut merupakan bukti nyata yang berhubungan dengan perawatan *intercooler*.

c. Studi Kepustakaan

Studi kepustakaan adalah penelitian yang mengumpulkan data dan informasi dengan bantuan bermacam-macam sumber bacaan yang terdapat di ruang perpustakaan. Dalam hal penulis mengumpulkan data-data dan

informasi dari beberapa sumber bacaan yang erat kaitannya dengan perawatan *intercooler*.

E. WAKTU DAN TEMPAT PENELITIAN

1. Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan selama penulis bekerja sebagai *First Engineer*, yaitu sejak 28 September 2023 sampai dengan 08 April 2024.

2. Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di MV. Khana yang beroperasi di alur pelayaran asia dan pacific.

F. SISTEMATIKA PENULISAN

Penulisan makalah 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 dapat mempermudah penulisan makalah secara benar dan terperinci. Makalah terbagi dalam 4 (empat) bab sesuai dengan urutan penelitian ini. Adapun sistematika penulisan makalah adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

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

BAB II LANDASAN TEORI

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

BAB III ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Data yang diambil dari lapangan berupa fakta-fakta yang terjadi selama penulis bekerja di atas MV. Khana. 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 dan perumusan masalah yang di bahas di dalam penulisan makalah dan merupakan masukan untuk perbaikan yang akan dicapai.

BAB II

LANDASAN TEORI

A. TINJAUAN PUSTAKA

Berikut penulis uraikan beberapa landasan teori yang menjadi acuan dalam penyusunan makalah, diantaranya yaitu :

1. Optimalisasi

a. Definisi Optimalisasi

Menurut kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) optimalisasi berasal dari kata optimal yang berarti terbaik atau tertinggi. Mengoptimalakan berarti menjadikan paling baik atau paling tinggi. Sedangkan optimalisasi adalah proses mengoptimalkan sesuatu, dengan kata lain proses menjadikan sesuatumenjadi paling baik atau paling tinggi.

Menurut norman (20017) optimalisasi adlah upaya meningkatkan kinerja pada suatu unit kerja ataupun pribadi yang berkaitan dengan kepentingan umum, demi tercapainya kepuasan dan keberhasilan dari penyelenggaraan kegiatan tersebut.

Menurut winard (1999) optimalisasi adalah ukuran yang menyebabkan tercapai nya tujuan sedangkan sedangkan jika dipandang dari sudut usaha, optimalisasi adalah usaha memaksimalkan kegiatan sehingga mewujudkan keuntungan yang diinginkan atau di kehendaki.

2. Perawatan

a. Defenisi Perawatan

Selain dari itu menurut, Goenawa Danoesmorro (2003:45) menjelaskan bahwa perawatan adalah faktor paling penting dalam mempertahankan keandalan suatu peralatan. Perawatan memerlukan biaya yang besar, sehingga pekerjaan perawatan sering ditunda agar dapat menghemat biaya.

Namun jika hal ini dilakukan, akan segera disadari bahwa sebenarnya penundaan akan mengakibatkan kerusakan dan justru membutuhkan biaya perbaikan yang lebih besar dari biaya perawatan yang seharusnya dikeluarkan.

Menurut Jusak Johan Handoyo, (2016:35), bahwa perawatan berencana artinya menentukan dan mempercayakan kepada seluruh prosedur yang dibuat oleh ‘*maker*’ melalui *Manual Instuction Book*, untuk dilaksanakan dengan benar, tepat waktu dan berapapun biaya perawatan (*Maintenance Cost*) yang akan dikeluarkan tidak menjadi masalah, demi mempertahankan operasi kapal tetap lancar tanpa pernah menunda (*delaid*) dan memperkecil/mencegah kerusakan yang terjadi (*life time*).

Dengan perawatan pencegahan mencoba untuk mencegah terjadinya kerusakan atau bertambahnya kerusakan, atau untuk menemukan kerusakan dalam tahap. Hal tersebut dapat dilakukan dengan menggunakan metode tertentu untuk menelusuri perkembangan yang terjadi. Perencanaan dan persiapan perbaikan merupakan kaitan bersama. Hal telah dibuktikan melalui diskusi dan tukar-menukar pengalaman, para peserta dapat menyetujui hal-hal yang praktis dan langkah-langkah organisasi yang akan dijalankan oleh masing-masing pihak. Oleh karena di dalam perawatan di kamar mesin agar selalu diperhatikan perencanaan dalam mempercepat pelaksanaan kerjanya. Hal ini perlu diperhatikan meliputi rantai kamar mesin, instalasi pipa-pipa, peralatan kerja di ruang bengkel dan peralatan keselamatan kerja, karena instalasi dan peralatan-peralatan tersebut sangat menunjang pekerjaan perawatan dan keselamatan kerja di kamar mesin.

Berdasarkan definisi perawatan di atas, maka dapat disimpulkan bahwa perawatan adalah usaha untuk mempertahankan *intercooler* yang dilaksanakan secara terencana dan terjadwal sesuai dengan petunjuk *maker* (*manual book*).

b. Jenis-Jenis Perawatan

Dalam menentukan perawatan di kapal umumnya terdapat 2 (dua) jenis perawatan terencana yaitu sebagai berikut :

- 1) Perawatan Terencana (*Planned Maintenance System*) seperti :
 - a) Perawatan setiap hari (*daily maintenance*)
 - b) Perawatan setiap minggu (*weekly maintenance*)
 - c) Perawatan setiap bulan (*monthly maintenance*)

- d) Perawatan setiap tiga bulan (*quarterly maintenance*)
- e) Perawatan setiap 6 bulan (*semi annual maintenance*)
- f) Perawatan tahunan/*dock* (*yearly / annualy survey*)
- g) Perawatan setiap lima tahun(*special survey*)

Perawatan terencana (PMS) adalah sistem perawatan yang dilakukan secara terencana untuk perawatan pesawat-pesawat permesinan dan peralatan lainnya di kapal secara terencana dan berkesinambungan, menurut petunjuk maker masing-masing agar dapat menghindari terjadinya kerusakan (*breakdown*) yang dapat menghambat kelancaran operasional kapal.

Kegiatan perawatan terencana bertujuan untuk mengurangi kemungkinan cepat rusak, supaya kondisi mesin selalu siap pakai. Terdapat dua cara perawatan terencana, pertama melakukan *patrol/regular planned maintenance inspection* yaitu kegiatan perawatan yang dilaksanakan dengan cara memeriksa setiap bagian mesin induk secara detail dan berurutan sesuai dengan *schedule*. Kedua *mayor overhaul* yaitu kegiatan perawatan yang dilaksanakan dengan mengadakan pembongkaran menyeluruh dan penelitian terhadap mesin, serta melakukan penggantian suku cadang yang sesuai dengan spesifikasinya.

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

- a) Memperpanjang waktu kerja (*lifetime*) unit pesawat penggerak utama atau mesin induk.
- b) Kondisi material pada pesawat penggerak utama atau mesin induk dapat dipantau setiap saat oleh setiap pengawas atau personil di darat, hanya dengan melihat laporan administrasi perawatan.
- c) Dengan tersedianya suku cadang yang cukup, maka pada saat ada perawatan dan perbaikan tidak kehilangan waktu operasional (*downtime*).
- d) Operasi kapal lancar dengan memberikan rasa aman dan tenang pikiran, kepada semua personil kapal dan manajemen darat bahwa mesin induk dan permesinan lainnya 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, paling sedikit ada penghematan biaya.

2) Perawatan tak terencana (*Unscheduled 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. Pada umumnya system 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 mudah untuk dipahami semua orang. Jenis perawatan mengijinkan peralatan-peralatan untuk beroperasi hingga rusak total. Kegiatan tidak bisa ditentukan atau direncanakan sebelumnya, maka aktivitas ini juga dikenal dengan sebutan *unscheduled maintenance*. Ciri-ciri jenis Perawatan adalah alat-alat mesin dioperasikan sampai rusak dan ketika rusak barulah tenaga kerja dikerahkan untuk memperbaiki dengan cara penggantian suku cadang yang rusak. Kelemahan dari sistem 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 sulit 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 optimal nya mutu hasil pekerjaan perbaikan atau perawatan.
 - 3) Biaya relative besar.
- ## 3) Hambatan-hambatan yang mungkin terjadi dalam pelaksanaan perawatan kapal adalah :

- a) Waktu untuk menyelenggarakan perawatan dan perbaikan kapal yang sangat sempit sehubungan dengan jadwal operasi kapal yang sangat padat yang berkisar 240 hari dalam setahun, meski perawatan dan perbaikan tersebut sangat diperlukan.
- b) Kurangnya koordinasi antara pihak kapal dengan pihak perusahaan.
- c) Rute operasi kapal yang acak (*Tramper*) dan merupakan pelayaran jarak pendek serta seringnya terjadi perubahan pelabuhan tujuan kapal (Deviasi) yang menyulitkan pelaksanaan dari jadwal perawatan kapal yang telah disusun.
- d) Masih adanya kesulitan mendapatkan suku cadang peralatan kapal.
- e) Keterampilan dan pengetahuan awak kapal yang terbatas serta sulitnya mendapatkan awak kapal yang berpengalaman.
- f) Posisi kapal yang jauh dari fasilitas *repair*.

3. Intercooler

Menurut P. Van Maanen, (2008:25). *Intercooler* adalah pesawat bantu yang berfungsi untuk mendinginkan udara yang akan dipergunakan untuk pembilasan dan pembakaran. Apabila bagian bekerja tidak baik maka pembakaran di dalam silinder dapat berlangsung tidak baik. Seperti yang penulis alami dimana *intercooler* sangat kotor karena tersumbat oleh debu dan gas pembakaran yang tercampur dengan uap minyak sehingga terjadi penyumbatan pada kisi-kisi bagian udara. Udara yang dimasukkan ke dalam ruang bakar pada tiap silinder sangat kurang, karena tekanan udara yang masuk sangat rendah. Hal tersebut mengakibatkan pembakaran tidak sempurna sehingga kinerja mesin berkurang, dikarenakan udara yang dibutuhkan untuk pembakaran dan pembilasan tidak cukup.

Dalam proses pembakaran bahan bakar di dalam silinder dikatakan sempurna apabila memenuhi persyaratan sebagai berikut:

- a. Bahan bakar yang disemprotkan ke dalam silinder berbentuk kabut.
Semakin halus pengabutan bahan bakar maka pembakaran akan semakin bagus, untuk itu kinerja alat pengabut bahan bakar harus optimal.
- b. Perbandingan bahan bakar dengan udara harus seimbang.
Perbandingan bahan bakar dengan udara seimbang, dimana 1 kg bahan bakar membutuhkan 15 kg faktor udara.

- c. Temperatur bahan bakar mendekati *flash point*.

Hal ini merupakan suhu terendah dalam carbon (C) yang mengakibatkan suatu campuran bahan bakar dan udara dalam bejana tertutup menyala dengan sebuah nyata api. *Flash point* pada bahan bakar minimal 60°C.

- d. Kekentalan bahan bakar tepat.

Kekentalan (*viscositas*) merupakan suatu ukuran untuk kekentalan bahan bakar. Ditentukan dengan cara sejumlah bahan bakar tertentu dialirkan melalui lubang yang telah dikalibrasi dan menghitung waktu mengalir bahan bakar tersebut. *Viscositas* sangat dipengaruhi oleh suhu.

- e. Ketepatan penghembusan

Kelambatan penyalaan (*ignition delay*) harus tepat, artinya apabila terlalu cepat akan terjadi ketukan atau *knocking*, tetapi bila terlambat maka pembakaran pun terlambat sehingga gas buang akan tinggi.

Keseimbangan antara jumlah bahan bakar dengan banyaknya udara yang masuk ke dalam silinder harus selalu dijaga. Perbandingan jumlah udara dan bahan bakar untuk pembakaran mesin diesel berkisar 14 (gram udara): 1 (gram bahan bakar) sampai 23 (gram udara) : 1 (gram bahan bakar) tergantung pada jenis mesinnya. Karena udara yang dihasilkan oleh *blower turbocharger* suhunya mencapai 120°C – 125°C yang semestinya berkisar 80°C maka harus didinginkan sekitar 40°C hingga 45°C atau 20% maka dapat menaikkan daya mesin 6 % sampai 7%. Hal yang diharapkan bisa diperoleh *massa* udara yang lebih banyak dan kualitas udara meningkat. Jika keseimbangan campuran antara udara dan bahan bakar dapat selalu dipelihara maka dengan demikian akan dapat menghasilkan pembakaran yang sempurna.

Adapun jenis mesin di kapal penulis adalah jenis mesin putaran rendah, sehingga apabila mesin induk bekerja pada putaran normal dengan *turbocharger* 17.500 putaran per menit dan suhu udara masuk kedalam silinder 38°C, maka performa mesin akan normal sesuai dengan *manual book* yaitu suhu gas buang pada *exhaust manifold* kurang dari 450°C. Jika udara yang masuk ke dalam silinder bertambah karena *Intercooler* dalam kondisi yang baik dan selalu bersih, maka tenaga mesin induk akan kembali normal pada putaran yang sama. Pada mesin dengan *turbocharger* terdapat kelengkapan yang disebut *Intercooler* yang berfungsi untuk mendinginkan

udara yang masuk ke dalam silinder dari *blower* yang panas karena diputar oleh turbin yang digerakan oleh gas buang mesin tersebut.

Menurut Sukoco dan Arifin (2008:123), prinsip kerja dari *Intercooler* udara yang bersinggungan panas dengan pipa-pipa air pendingin, sehingga panas terserap oleh air pendingin. Bentuk *Intercooler* kotak persegi panjang yang terletak di bawah *turbocharger*, yang di bagian dalamnya berisi pipa-pipa kuningan yang tahan panas dan tahan korosi serta dilengkapi dengan sirip-sirip campuran alumunium, sehingga ada perbedaan-perbedaan dalam hal sehubungan dengan jumlah aliran udara dan air pendingin yang dipergunakan. Pada umumnya udara yang keluar dari *Intercooler* dapat di turunkan suhunya 5°C sampai 10°C untuk memperoleh tekanan efektif rata-rata sekitar 10 bar Maka diperlukan kenaikan udara masuk sedikit-dikitnya 0,5 bar. Untuk diperlukan pembersihan sistem udara tekan dari saringan *turbocharger* hingga *Intercooler* pada saluran masuk kedalam silinder. Secara keseluruhan dapat dilaksanakan dalam pekerjaan pada waktu *docking* atau lamanya waktu *drop anchor*.

Menurut Daryanto Referensi dari buku (2018:39). Mengenai pembersihan sistem udara tekan, meskipun setelah berkonsultasi dengan mekanik dikantor hal tersebut tidak dapat diterapkan pada mesin induk dikapal tempat penulis berdinas, namun untuk melengkapi dan memperkaya wawasan maka penulis menyertakan dalam makalah. Adapun pembersihan system udara tekan yaitu dengan cara menggunakan tabung yang sudah tersedia, menginjeksi cairan chemical yang dicampur dengan air tawar kedalam saluran udara tekan pada bagian *blower side turbo charger*. Dalam keadaan mesin berjalan dengan putaran pelan atau gas buang suhu di bawah 175°C digunakan peralatan *injector* khusus agar cairan yang masuk ke dalam saluran udara tekan atau *turbocharge* berupa kabut.

Kabut cairan yang terbawa aliran udara mencapai keseluruhan permukaan bagian dalam saluran udara tekan dan cairan akan meresap ke dalam lapisan pengotoran, dan mencairkan ikatan antara molekul kotoran dengan ikatan permukaan logam, sehingga kotoran menjadi lemah akan terangkat dan menjadi partikel-partikel halus dan kering yang terbawa aliran udara bilas atau gas buang keluar melalui cerobong asap. Tetapi hilangnya kotoran tidak sekaligus melainkan lapisan demi lapisan pada setiap injeksi.

4. Jacket Water Cooling

Menurut Handoyo (2016:41) menyatakan bahwa *jacket water cooling system* yaitu sistem pendingin yang digunakan untuk mendinginkan bagian *cylinder liner*, *cylinder cover* dan juga *exhaust valve* dari *main engine* dan juga dapat memanaskan pipa drain bahan bakar. Pompa jacket water cooler membawa air dari *outlet jacket water cooler* dan mengirimkannya ke mesin utama. Pada daerah inlet dari *jacket water cooler* terdapat katup pengatur temperatur, dengan sensor pada *engine cooling water outlet* yang menjaga temperatur dari air pendingin tetap pada posisi 80°C.

Jacket water cooling pump :

Pompa dengan tipe sentrifugal

Jacket water flow : 32 m³/h

Pump head : 3 bar

Delivery pressure : Depend on position of expansion tank

Test pressure : According to class rule

Working temperature : normal 80°C, max 100°C

Kapasitas tersebut merupakan kapasitas hanya untuk *main engine* saja, pump head dari pompa tersebut untuk menghitung total actual pressure drop yang terjadi sepanjang *cooling water* sistem tersebut.

Terjadinya penurunan tekanan pompa air laut pendingin mesin induk antara lain sebagai berikut :

a. Kurangnya isapan pompa pendingin mesin induk.

Saringan isap tertutup kotoran saat kapal masuk ke perairan dangkal baik pantai maupun sungai yang terdapat kotoran terutama sampah plastik dan lumpur, kotoran tersebut akan menghalangi aliran isap dari pompa pendingin.

b. Menurunnya kinerja *impeller* pada pompa.

Menurunnya tekanan pompa air laut disebabkan karena terjadinya penyumbatan pada *Impeller* oleh kotoran-kotoran, keran-keran atau binatang laut yang masuk melalui *sea chest* sehingga menyebabkan terjadinya penurunan tekanan pompa air laut.

c. Kebocoran pada bagian *gland packing* pompa.

Kebocoran dari kotak packing berupa tetesan zat cair yang jumlahnya tidak lebih dari $0,5 \text{ cm}^3/\text{s}$. Jika jumlah tetesan lebih dari ini, penekan *packing* harus dikencangkan pelan-pelan dan merata dengan mengencangkan kedua mur secara bergantian sampai tetesan menjadi normal. Apabila setelah dikencangkan tetesan masih tidak normal *gland packing* wajib diganti dengan yang baru.

5. Mesin Induk

a. Pengertian Mesin Induk

Menurut Handoyo (2016:41) dalam bukunya yang berjudul Mesin Diesel Penggerak Utama Kapal, mesin induk adalah suatu instalasi mesin yang terdiri dari berbagai unit/sistem pendukung dan berfungsi untuk menghasilkan daya dorong terhadap kapal, sehingga kapal dapat berjalan maju atau mundur. Mesin induk di MV. Khana adalah tipe mesin diesel dimana proses pembakaran bahan bakar terjadi akibat proses kompresi/penekanan udara di dalam silinder untuk kemudian bahan bakar disemprotkan dalam bentuk kabut kepada udara yang bersuhu dan bertekanan tinggi tersebut.

Sebagai mesin penggerak utama kapal, mesin diesel lebih menonjol dibandingkan jenis mesin penggerak utama kapal lainnya, terutama :

- 1) Untuk rute pelayaran antar pulau, rute pelayaran yang sempit (sungai) dan ramai, karena pada saat olah gerak mesin kapal, mesin mudah dimatikan dan mudah dijalankan kembali.
- 2) Konsumsi bahan bakar lebih hemat.
- 3) Lebih mudah dalam mengoperasikannya.

Mesin diesel adalah mesin pembakaran dalam (*internal combustion engine*) dimana proses pembakarannya terjadi di dalam *cylinder* itu sendiri. Proses pembakaran dimulai saat udara yang masuk ke dalam *cylinder* dimampatkan (dikompresikan) sehingga tekanan dan suhunya naik dimana pada saat akhir kompresi suhunya mencapai suhu titik nyala bahan bakar dan pada saat itulah dikabutkan bahan bakar ke dalam *cylinder* (ke dalam ruang kompresi) melalui alat pengabut (*injector*) yang bahan bakarnya didorong oleh pompa bahan bakar tekanan tinggi antara 270 bar sampai 300 bar.

Dengan tekanan tersebut bahan bakar masuk ke dalam *cylinder* (ruang kompresi) dalam bentuk kabut tipis (*atomization*) sehingga pada waktu bertemu atau bercampur dengan udara yang sudah dalam suhu tinggi langsung

terbakar dengan cepat sekali. Hal ini sesuai dengan kaedah segitiga api yang mengemukakan bahwa pembakaran (api) dapat terjadi karena bertemunya atau bercampurnya tiga unsur, yaitu udara yang mengandung oksigen (O_2), bahan bakar dan suhu (*temperature*). Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa pembakaran yang sempurna sangat bergantung pada 3 hal yaitu keseimbangan percampuran, temperatur, udara dan pengabutan bahan bakar.

b. Daya Mesin Induk

Daya atau tenaga dihasilkan oleh pengabutan sempurna yang menghasilkan suatu pembakaran yang sempurna pula sebagai pendorong torak ke bawah untuk melakukan usaha mekanik sebagai penghasil daya motor maksimum.

1) Daya motor yang maximum dipengaruhi oleh :

- a) Banyak sedikitnya bahan bakar yang disemprotkan oleh *injector*..
- b) Tidak terjadi kebocoran pada ruang pembakaran (kebocoran valve).
- c) Kompresi motor induk yang tinggi, *ring torak*, *cylinder liner* masih standar normal.
- d) Mutu bahan bakar bagus.
- e) Jumlah udara pembakaran per kg bahan bakar memenuhi standar.

2) Penyebab daya motor rendah adalah:

- a) Terjadi kebocoran valve
- b) Mutu bahan bakar jelek
- c) Kompresi motor induk rendah
- d) *Ring piston* lemah sehingga terjadi pelolosan udara kompresi
- e) Kekurangan oksigen
- f) Pengabutan bahan bakar jelek
- g) Pada sistem pembuangan gas buang adanya timbul tekanan balik (*pressure back*)

Pada kondisi penurunan daya motor maka kapal akan turun putaran poros engkol dan tenaga motor induk menurun yang mempengaruhi putaran baling-baling sehingga kapal kecepatannya minimal. Dan juga mempengaruhi pemakaian bahan bakar boros.

6. Turbocharger

Menurut Sukoco dan Arifin (2008:122), *Turbocharger* adalah sebuah kompresor sentrifugal yang mendapat daya dari turbin yang sumber tenaganya berasal dari asap gas buang mesin induk. Biasanya digunakan di mesin pembakaran dalam untuk meningkatkan keluaran tenaga dan efisiensi mesin dengan meningkatkan tekanan udara yang memasuki mesin.

Menurut Sukoco dan Zainal Arifin (2008:123) yang menjelaskan mengenai cara kerja *turbocharger* bahwa pada saat motor diesel dihidupkan/*distart* maka gas buang mengalir keluar melalui *exhaust manifold* akan dialirkan ke *turbin blade* sebelum ke udara luar. Gas buang yang masih memiliki tekanan akan memutar sudu-sudu dari sudu sudu turbin sehingga pada satu sisinya atau sisi *blower* akan menghisap udara dan menekan kesaringan *intercooler* dan diarahkan ke *intake manifold*. Sehingga pada waktu langkah hisap udara yang di *intake manifold* masuk ke silinder. Pada sistem *Turbo charger* tersebut dilengkapi *intercooler* sehingga temperatur yang akan masuk ke *intake manifold* dapat turun dari 58°C sampai 38°C.

Aliran udara murni diproduksi *turbocharger* adalah dihasilkan oleh *blower side*. Udara luar (udara kamar mesin) dihisap oleh *blower side* ditekan ke ruang udara bilas terlebih dahulu melalui *intercooler* untuk proses pendinginan. Setelah itu udara dari ruang udara bilas masuk ke ruang silinder mesin induk melalui *intake manifold* dan *intake valve*. Proses terjadi dalam mesin 4 stroke, sedangkan untuk mesin 2 stroke tidak menggunakan *intake manifold* dan *intake valve* di mesin induk. Udara yang ada di ruang udara bilas langsung masuk ke ruang silinder mesin induk.

Turbocharger digunakan untuk mesin pembakaran dalam dan untuk meningkatkan daya daripada mesin tersebut diperlukan volume udara yang besar, sehingga memerlukan bahan bakar yang lebih besar pula untuk disemprotkan ke ruang silinder.

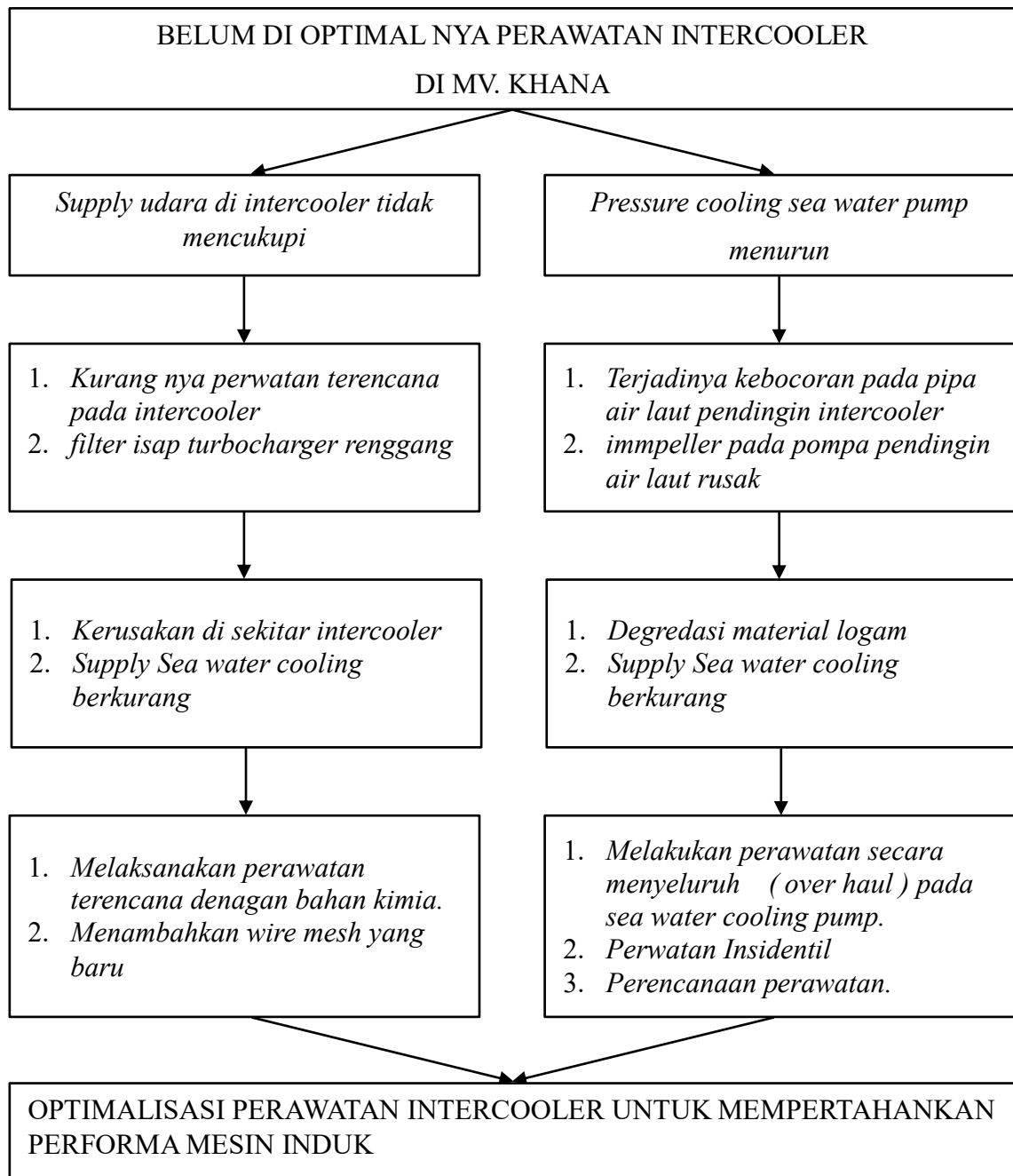
7. Sea Cooling Water Pump

Sea water cooling pump atau pompa pendingin air laut adalah komponen dalam sistem pendinginan kapal yang bertanggung jawab atas sirkulasi air laut ke dalam mesin kapal untuk mendinginkan komponen-komponen mesin yang memanaskan selama operasi. Air laut digunakan sebagai media pendingin karena

ketersediaannya di sekitar kapal. Pompa ini memompa air laut ke melalui berbagai bagian mesin, seperti intercooler, pelindung panas, dan mesin itu sendiri, untuk mengambil panas dan menjaga suhu mesin dalam kisaran yang aman. Sistem pendinginan ini penting untuk mencegah overheating mesin yang dapat menyebabkan kerusakan serius dan bahkan kegagalan mesin.

B. KERANGKA PEMIKIRAN

Berdasarkan teori-teori yang disebutkan di atas, secara garis besar permasalahan tidak akan timbul apabila pihak-pihak yang terkait dalam mengoperasikan kapal melaksanakan tugas dan tanggung jawab penuh mereka dengan baik. Kemudian penulis mengambil kerangka pemikiran sebagai berikut :



Gambar 2.1 Kerangka Pemikiran

BAB III

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

A. DESKRIPSI DATA

Sebuah mesin diesel dirancang dan dibuat melalui perhitungan yang akurat dan ketahanannya harus teruji. Dengan demikian mesin tersebut dapat beroperasi dengan kemampuan yang baik dan dapat diandalkan selama mungkin. Untuk mendapatkan performa mesin diesel yang optimal, maka mesin diesel harus dirawat dengan baik.

Sistem perawatan berencana *modern* ini terdiri dari banyak element seperti rencana kerja, persediaan suku cadang, informasi dan instruksi. Dengan perawatan yang baik dan terencana terhadap *intercooler* diharapkan akan bisa mendapatkan kinerja mesin induk secara optimal, sehingga pada akhirnya akan berpengaruh pada operasi kapal. Apabila *intercooler* dalam kondisi yang baik dan selalu terjaga temperaturnya, maka tenaga mesin induk akan kembali normal pada putaran yang sama, dan kapal dapat melayani setiap saat sesuai yang dikehendaki oleh perusahaan atau pencarter.

Kenyataan yang pernah dihadapi saat di MV. Khana adanya masalah pada *Intercooler* yang menyebabkan menurunnya performa mesin induk tersebut berpengaruh pada kelancaran operasional kapal dan dapat juga mengancam keselamatan awak kapal jikakejadian tersebut terjadi di tengah lautan bebas. Hal disebabkan karena kurangnya waktu untuk perawatan akibat terlalu padatnya jadwal kapal. Seperti pada saat tiba-tiba berbunyi alarm, temperatur gas buang naik melebihi temperatur gasbuang yang ditentukan, dikarenakan *intercooler* kotor di bagian sisi udaranya sehingga menyebabkan putaran mesin induk dan rotation per minutes diturunkan.

Adapun fakta kondisi yang pernah penulis alami selama bekerja di atas kapal MV. KHANA yaitu :

1. **Supply Udara Di *Intercooler* Tidak Mencukupi**

Pada suatu pelayaran tanggal 16 Desember 2023 saat kapal berlayar dengan kecepatan penuh, mesin induk mengalami gangguan. Hal bermula dari terdengarnya bunyi alarm gas buang naik melebihi gas buang yang ditentukan yaitu 350°C , setelah dilakukan pengecekan ternyata terjadi peningkatan suhu pada *intercooler*, dikarenakan *intercooler* kotor di bagian sisi udaranya sehingga menyebabkan putaran mesin induk dan rpm diturunkan. Dengan suhu gas buang melebihi batas normal ditentukan yaitu 350°C yang tertera pada thermometer gas buang pada display monitor di MV. Khana yaitu 450°C , hal terjadi pada mesin induk di setiap silinder dari silinder nomor 1 sampai silinder nomor 6 sehingga mengakibatkan temperatur kamar mesin naik.

2. **Pressure Cooling Sea Water Pump Menurun**

Intercooler didinginkan oleh air laut yang ditekan oleh sebuah pompa *centrifugal* (*sea water pump*) sebelum air laut mendinginkan *intercooler*, air laut mendinginkan *lubricating oil cooler*, lalu air laut keluar dari *lubricating oil cooler* kemudian masuk dalam *intercooler* setelah air laut mendinginkan *intercooler* kemudian mendinginkan *fresh water cooler* terus keluar kelaut. Tekanan air pendingin sangat dipengaruhi oleh keadaan media yang dilalui air pendingin tersebut, mulai dari *suction* (saluran isap) sebelum pompa pendingin, terus ke *intercooler* dan ke *outlet* (saluran buang).

Pada saat kejadian di MV. Khana dimana suhu *intercooler* tinggi sebagaimana telah diceritakan di atas, juga dipengaruhi oleh turunnya tekanan air laut pendingin *intercooler* yang terlihat dari *manometer* tekanan pompa pendingin (tekanan 2.5 kg/cm^2 turun jadi 1 kg/cm^2) dikarenakan adanya kebocoran pada pipa pendingin *intercooler* dan *impeller* pompa pendingin pada air laut rusak. Dengan turunnya tekanan air pendingin maka volume dan kecepatan air yang dialirkan berkurang, sehingga mempengaruhi proses pemindahan panas dari udara bilas, menyebabkan suhu di *intercooler* tinggi. Adapun yang mempengaruhi tekanan air pendingin turun disebabkan beberapa hal yang akan dibahas pada sub bab berikutnya.

B. ANALISIS DATA

Dari kondisi dan fakta kejadian yang dikemukakan dalam deskripsi data tersebut diatas, maka dapat diketahui beberapa penyebab timbulnya permasalahan yang menjadi bahan analisa penulis, yaitu sebagai berikut :

1. Supply Udara Di *Intercooler* Tidak Mencukupi

Tingginya temperatur udara bilas masuk silinder 50⁰C sebagaimana terlihat di monitor ECR, dikarenakan kurangnya perawatan pada *intercooler*, banyaknya kotoran yang menempel sekian lama dapat mengurangi penyerapan panas oleh air pendingin, penyebab tingginya temperatur udara bilas mesin induk diantaranya sebagai berikut :

a. Kurangnya perawatan terencana pada *intercooler*

Intercooler atau pendingin udara adalah bejana yang berupa pipa-pipa dari bahan kuningan yang dilapisi dengan kisi-kisi memenuhi persyaratan khusus, seperti perlengkapan operasional dan perlengkapan alat-alat pengamannya serta fasilitas untuk perawatan dan pemeriksaan terutama terhadap katup-katup air laut, kedua sisi masuk dan keluar, endapan maupun air yang berkumpul di dasar ruang *intercooler* harus bisa dikeluarkan atau dicerat. Kondensat terjadi karena perubahan temperatur udara yang lembab. Bila dibiarkan akan menimbulkan korosi di sekitar ruangan udara bilas. Perawatan *intercooler* sesuai dengan yang sudah diatur dalam *manual book* yaitu tiap 6.000 jam, akan tetapi fakta yang penulis alami di atas kapal perawatan *intercooler* baru dilakukan setelah 10. 000 jam kerja dikarenakan operasional kapal yang sangat padat.

Pentingnya perawatan bagian 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, sehingga tidak maksimal mendinginkan, air laut sebagai media pendingin *Intercooler*. Hal terjadi pada laut di daerah tropis.

Di samping 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 100⁰C akan diserap oleh sebuah media pendingin menjadi turun sampai

dengan temperatur 40°C - 40°C sesuai suhu udara yang diharapkan untuk pembilasan yang sempurna.

Walaupun terjadinya kotoran pada *intercooler* seperti terlihat pada saat sekarang tidak sampai menyebabkan kapal berhenti beroperasi. Hal dikarenakan kapal beroperasi di perairan yang aman, yaitu antar pulau Indonesia. 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. Filter udara isap *turbocharger* renggang

Udara yang bersih sangatlah penting di dalam kelancaran pengoperasian *turbocharge* karena bila udara tidak bersih dari luar akan mempengaruhi daya mesin induk. Sebaliknya udara yang bercampur debu-debu dan partikel-partikel kecil lainnya akan mengganggu operasi *turbocharge*. Walaupun kecil, tetapi bila tidak mendapatkan perhatian maka debu-debu ini akan bertambah banyak dan pada akhirnya akan menyebabkan kemacetan *turbocharger*.

Mengingat kondisi di lingkungan sekitar sangat kotor, maka udara yang masuk ke kamar mesin menjadi terpolusi. Udara yang kotor tersebut akan terhisap langsung oleh saringan udara *turbocharger*. Terjadi karena udara tersebut mengandung banyak debu-debu dan partikel kecil.

Berdasarkan *manual instruction book* temperatur udara bilas masuk silinder idealnya adalah 40°C - 45°C tetapi penulis pernah mengalami temperaturnya naik hingga 50°C , yang pada akhirnya mengakibatkan temperatur gas buang pada tiap-tiap silinder juga naik. Bilamana udara pembakaran masuk silinder tidak memadai dengan volume udara yang dihasilkan oleh *Turbocharger* mengakibatkan udara yang masuk ke dalam silinder berkurang. Disamping itu putaran *turbocharger* tidak stabil karena sudu-sudu *blower turbo* sudah kotor oleh jelaga sehingga rotor berputar berat atau tersendat-sendat dan menimbulkan *surging*, yang dimaksud "*surging*" pada *turbocharger* adalah suatu keadaan dimana secara tiba-tiba aliran udara pembilas ke mesin menjadi tersendat-sendat. Kondisi biasanya disertai dengan

bunyi suara yang tidak biasanya. Pemasukan udara yang tersendat adalah akibat dari aliran udara membalik sehingga menyebabkan gelombang balik kesisi isap *blower*, aliran udara yang membalik tersebut disebabkan oleh jatuhnya tekanan udara pada sisi tekan, sehingga tidak mampu mendorong udara keluar dari *blower*, penyebab dari *surgings* umumnya karena tidak adanya keseimbangan antara udara yang dibutuhkan dengan udara yang disuplai ke dalam silinder.

2. Pressure Cooling Sea Water Pump Menurun

Penyebab timbulnya permasalahan yaitu *sea water cooling pump* tidak bekerja optimal, setelah dilakukan identifikasi maka ditemukan penyebabnya yaitu :

a. Terjadi Kebocoran Pada Pipa Air Laut Pendingin Intercooler

Pada pipa-pipa air laut selain memiliki kelemahan-kelemahan oleh karena kondisi material pipa sendiri yang cacat produksi faktor lain yang menyebabkan pipa bocor adalah terjadinya proses korosi pada pipa. Untuk memahami lebih jauh tentang jenis-jenis korosi, mekanisme terjadinya proses korosi suatu logam dapat di pelajari di ilmu-ilmu kimia dan metalurgi.

Pada analisa secara garis besarnya atau umum yang dikenal mengenai korosi yaitu dimana terjadi peristiwa kerusakan atau degradasi material logam akibat bereaksi secara kimia dengan lingkungan. Sesuai pengamatan di lapangan dimana korosi terjadi pada bagian dalam pipa pendingin air laut, maka dari beberapa jenis korosi yang diklasifikasi menurut bentuknya yang perlu dipahami dan yang terjadi di pipa-pipa pendingin air laut antara lain;

- 1) Korosi merata (*uniform corrosion*) yaitu korosi yang terjadi pada suatu permukaan logam yang bersentuhan dengan elektrolit dengan intensitas sama.
- 2) *Erosion corrosion* yaitu korosi yang ditimbulkan gerakan cairan atau paduan antara bahan kimia yang terkandung pada air laut dan gesekan mekanis fluida.
- 3) *Galvanic corrosion* terjadi bila dua logam yang berbeda berada dalam satu larutan elektrolit.
- 4) *Crevice corrosion* adalah korosi yang terjadi pada celah-celah yang sempit.

- 5) *Pitting corrosion* merupakan korosi yang terlokalisir pada suatu atau beberapa titik dan mengakibatkan lubang kecil yang dalam.

Kebocoran akibat *erosion corrosion* sering ditemukan pada pipa-pipa setelah pompa air laut sedangkan kebocoran pada pipa isapan pompa air laut adalah karat bakteri atau karat yang disebabkan adanya bakteri di dalam rongga-rongga pipa. Karat bakteri atau karat akibat mikroorganisme laut yang terdapat pada pipa yaitu keberadaan bakteri tertentu yang hidup dalam kondisi tanpa zat asam akan mengubah garam sulfat menjadi asam yang reaktif dan menyebabkan karat.

Secara umum jika terdapat zat asam maka laju pengkaratan pada besi relatif lambat namun pada kondisi seperti di atas pengkaratan masih terjadi dan dalam kasus sering terjadi pada pipa- pipa air laut khususnya pipa air laut pendingin *intercooler*. Kejadian sesuai dengan penulis alami yaitu apabila rongga-rongga pipa dibersihkan dari karat dan kotoran yang ada di dalam maka timbul bau busuk dari pipa sehingga disimpulkan bahwa karat dan kotoran yang menyatu pada bagian dalam pipa mengandung bakteri yang merusak pipa, sebab setelah pipa bersih maka kondisi pipa semakin menipis dan kadang-kadang kalau membersihkannya dengan benda tajam seperti *wire brush* maka pipa dapat bocor dengan mudah tanpa ada tekanan pada permukaan yang dibersihkan.

b. *Impeller* Pompa Pendingin Air Laut Rusak

Kerusakan yang terjadi pada pompa pendingin air laut pada umumnya disebabkan kurangnya perawatan pada pompa tersebut. Perawatan terencana terhadap pompa pendingin air laut tersebut kurang diperhatikan / tidak dilaksanakan sesuai *Planned Maintenance System (PMS)* karena jadwal operasional kapal yang sangat padat. Dengan tidak dilakukannya perawatan secara berkala maka kinerja pompa pendingin air laut menurun.

Pada pompa sentrifugal seperti pompa pendingin air laut, salah satu komponen yang penting adalah *impeller*, *Impeller* merupakan salah satu komponen pompa pendingin air laut yang berfungsi mengalirkan air laut kedalam sistem pendingin dialirkan kemesin induk dengan tekanan yang dihasilkan dari pompa melalui *impeller*,

Kerusakan yang terjadi pada *impeller* akan menyebabkan pompa pendingin tidak bekerja maksimal. Kerusakan pada *impeller* bisa terjadi karena sudah melewati jam kerjanya, kurang perawatan dan juga disebabkan

karena kondisi *bearing* yang rusak. Perlu diketahui bahwa *bearing* berfungsi sebagai penumpu poros untuk menggerakkan *impeller* pada pompa *centrifugal* (sentrifugal), agar poros dapat berputar tanpa mengalami gesekan yang berlebihan. Kebanyakan kerusakan tersebut diakibatkan dari getaran (*Vibration*) dan tidak seimbangya putaran *impeller* pada pompa atau jam kerja pompa sudah melampaui batas yang ditentukan.

C. PEMECAHAN MASALAH

Alternatif Pemecahan Masalah

1. *Supply* Udara Di *Intercooler* Tidak Mencukupi

Alternatif pemecahan masalahnya yaitu :

a. Melaksanakan Perawatan Terencana *Intercooler* Dengan Bahan Kimia

Dalam perawatan *Intercooler* ini pemeriksaan dan pembersihan sisi air pendingin maupun bagian sisi udara dianjurkan setelah berjalan 6. 000 jam kerja mesin induk. Untuk memastikan bahwa *intercooler* ini sudah kotor dapat dilakukan dengan cara melihat pada manometer yang menunjukkan perbedaan tekanan udara yang masuk dengan keluar *intercooler*; apabila sisi udara *intercooler* ini kotor maka udara yang masuk ke *intercooler* berkurang dan *intercooler* pada sisi udara ini perlu dibersihkan.

Kisi-kisi *intercooler* yang kotor kami bersihkan dengan cara menggunakan cairan kimia pencuci dan direndam selama 24 jam. Setelah direndam selama 24 jam, kemudian dicuci dengan menggunakan air tawar yang bertekanan, selanjutnya disemprot dengan angin hingga bersih. Di MV. Khana untuk membersihkan *intercooler* ini dipergunakan cairan kimia khusus untuk mencuci yaitu *Air Cooler Cleaner-9* (ACC-9). Pekerjaan secara detail harus mengikuti instruksi yang telah di tetapkan untuk mendapatkan hasil yang optimal.

Adapun prosedur langkah-langkah pelaksanaan pembersihan adalah sebagai berikut :

- 1) *Intercooler* dapat dilakukan *replacement* setelah mesin dimatikan lebih dari 2 jam.
- 2) Setelah itu kita siapkan air tawar dicampur dengan ACC 9 di dalam sebuah wadah, dan dipergunakan untuk merendam *intercooler* selama 24

jam. Setelah direndam selama 24 jam kemudian *intercooler* dibersihkan dengan menyemprotkan air.

- 3) Setelah itu kita siapkan air tawar dicampur dengan ACC 9 di dalam sebuah wadah, dan dipergunakan untuk merendam *intercooler* selama 24 jam. Setelah direndam selama 24 jam kemudian *intercooler* dibersihkan dengan menyemprotkan air.
- 4) Setelah yakin sisi udara *intercooler* bersih, kemudian kita *flushing* dengan menggunakan air tawar yang bertekanan hingga bersih, lalu kita pasang kembali *intercooler*, dan *cover intercooler*.

Berdasarkan pengalaman penulis selama bekerja di MV. Khana saat kapal beroperasi 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 kedalam pipa air laut, hal ini jika dibiarkan dalam waktu yang lama akan menyumbat sehingga akan menghambat proses pendinginan, air laut yang masuk akan kurang optimal menyerap panas untuk mendinginkan *Intercooler*. Sehingga panas yang diserap oleh air laut untuk mendinginkan udara tersebut tidak maksimal dan akan mempengaruhi suhu udara yang masuk ke dalam ruang pembakaran.

Maka perlu dilakukan pembersihan *intercooler* pada sisi air pendingin, agar air laut yang mendinginkan bisa maksimal, dan udara yang masuk silinder juga tidak panas sehingga udara yang dibutuhkan untuk proses pembakaran di dalam silinder akan sempurna dan suhu gas buang juga akan normal.

Untuk memperoleh hasil pendinginan yang baik pada *Intercooler* di MV. Khana digunakan alat pembersih pipa yang berupa sikat kawat berbentuk bulat berdiameter 10 mm, 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 *termometer* yang terpasang pada *intercooler* suhunya akan mengalami peningkatan secara bersamaan. Pembersihan saringan biasanya dilakukan pada saat kapal sedang sandar atau berlabuh. Agar pipa-pipa

pendingin *Intercooler* selalu bersih perlu dicek apakah saringan air laut tersebut kondisinya sudah rusak, karena kotoran dapat masuk dan menyumbat aliran air yang masuk.

Perawatan yang terencana adalah salah satu faktor yang sangat penting guna mengusahakan hasil kerja yang maksimal secara terus menerus. Dengan sistem ini perencanaan perawatan permesinan di kapal khususnya *intercooler* dilaksanakan sebaik mungkin sesuai dengan petunjuk yang telah ditentukan oleh pabrik pembuatnya.

b. Menambah *Wire Mesh* Yang Baru

Wire mesh adalah material / komponen yang terbuat dari beberapa batang logam, baja atau aluminium dalam jumlah banyak dan dihubungkan satu sama lain dengan cara dilas atau bahkan dihubungkan dengan pin atau perawatan lain hingga berbentuk lembaran dan ada yang bisa digulung. *Filter* udara isap *turbocharger*. Untuk mengatasi masalah tersebut dapat dilakukan dengan cara menambah *wire mesh* yang baru. Sebagai mana fungsi dari *wire mesh* yaitu sebagai menyaring udara masuk ke *turbocharger* sehingga kotoran / partikel-partikel tidak ikut terbawa masuk.

Selain menambah *wire mesh* yang baru pada *filter* udara isap pada *turbocharger* perlu dilakukan perawatan *filter* udara isap pada *turbocharger*. Mengingat pentingnya jumlah dan kualitas udara yang masuk kedalam silinder, maka perlu diadakan perawatan berkala pada saringan udara *turbocharger* di MV. Khana, setiap penunjukan indikator udara pada monitor menurun saringan udara harus diadakan penggantian, dalam hal ini pada MV. Khana menggunakan kasa air *filter*. Dengan kondisi *blower* udara yang bersih pada *turbocharger* maka jumlah udara yang masuk melewati *intercooler* dapat lebih banyak dan proses pembakaran menjadi lebih sempurna.

2. Pressure Cooling Sea Water Pump Menurun

Alternatif pemecahan masalahnya yaitu :

a. Melakukan perawatan secara menyeluruh (*Overhaul*) pada *Sea Water Cooling Pump*

Adapun pelaksanaan perawatan serta berbagai gangguan pada pompa dan cara mengatasinya, diantaranya sebagai berikut :

1) Perawatan Berencana

a) Pemeriksaan pendahuluan sebelum pompa dijalankan pompa yang baru selesai dipasang atau sudah lama tidak dipakai harus terlebih dahulu diperiksa sebelum dijalankan.

(1) Pembersihan pada katup hisap dan pipa hisap

Jika selama perawatan instalasi pompa ada benda asing, kotoran atau sampah yang masuk ke dalam pipa hisap, maka pompa akan mengalami gangguan yang serius karena itu pompa harus diperiksa sebelum dicoba dan benda-benda yang dapat mengganggu dan merusak harus disingkirkan, perhatian khusus perlu diberikan kepada pompa yang menggunakan perapat mekanis. Dalam beberapa kasus tertentu *packing* tekan harus dipakai terlebih dahulu di dalam kotak *packing* pompa dalam pelaksanaan perawatan atau pemeliharaan serta mempermudah dalam mengatasi kerusakan atau perbaikan pesawat pompa dan instalasinya dimanapun kapal berada.

(2) Pemeriksaan kelurusan

Kelurusan poros pompa dan motor harus diperiksa.

(3) Pemeriksaan minyak pelumas bantalan

Gemuk dan minyak untuk bantalan harus diperiksa kebersihan dan jumlahnya.

(4) Pemeriksaan dengan memutar poros

Poros harus dapat berputar dengan halus jika diputar dengan tangan.

(5) Pemeriksaan pipa alat Bantu

Semua katup *system* pipa pembantu seperti pipa pendingin harus terbuka penuh, jumlah dan tekanan air pendingin dan air pelumas harus sesuai dengan persyaratan yang ditetapkan.

(6) Pemeriksaan katup sorong

Katup sorong yang dipasang ditengah pipa hisap pada hisapan dengan dorongan harus dipastikan dalam keadaan terbuka penuh.

(7) *Priming*

Pompa harus dipancing dengan mengisi penuh pompa dan pipa hisap dengan zat cair.

(8) Pemeriksaan arah putaran

Pemeriksaan arah putaran biasanya dilakukan dengan terlebih dahulu melepas kopling yang menghubungkan pompa dan motor penggerak. Motor dihidupkan sendiri dan diperiksa putarannya.

(9) Penanganan katup keluar pada waktu start

Pada waktu *start*, katup sorong pada pipa keluar harus dalam keadaan tertutup penuh. Setelah pompa distar, katupnya lalu dibuka pelan-pelan dan manometer diamati terus sampai menunjukkan tekanan normal sebagaimana dinyatakan dalam spesifikasi pompa operasi dalam keadaan katup tertutup tidak boleh berlangsung terlalu lama karena zat cair di dalam pompa akan menjadi panas sehingga dapat menimbulkan berbagai kesulitan dalam keadaan katup tertutup pompa tidak boleh dijalankan lebih dari 5 menit.

b) Pemeriksaan pada kondisi operasi

Ada beberapa hal yang perlu diperiksa serta cara penilaian kasar tentang kondisi pompa baik pada waktu uji coba, maupun pada waktu operasi.

(1) Tekanan keluar dan tekanan hisap harus sesuai atau mendekati harga yang telah ditentukan atau diperhitungkan sebelumnya, serta tidak boleh berfluktuasi secara tidak normal. Jika ada benda asing yang menyumbat atau ada udara yang terhisap, maka tekanan akan jatuh atau akan berfluktuasi secara tidak normal.

(2) Arus listrik yang dikonsumsi harus lebih rendah dari pada yang dinyatakan pada label motor, arus ini tidak berfluktuasi secara tidak normal. Jika ada benda asing atau pasir yang terselip pada sela-sela sempit antara *impeller* dan rumah pompa, arus listrik dapat berfluktuasi secara tidak normal sebelum *impeller* macet.

c) Penanganan pompa cadangan

(1) Pompa cadangan (*standby pump*) harus dipersiapkan untuk dapat di *start* setiap saat. Minyak pelumas, air pendingin bantalan untuk kotak *packing* harus siap dialirkan bila diperlukan.

(2) Pompa cadangan harus dioperasikan secara *periodic* jika tidak pernah dijalankan bagian dalam pompa dapat berkarat sehingga tidak dapat berputar. Dalam hal ini pompa perlu dijalankan

sedikitnya sekali sebulan atau sekali seminggu selama kurang lebih 10 menit dalam keadaan normal.

- (3) Penanganan pompa yang tidak dipakai dalam jangka waktu yang lama. Jika pompa tidak akan dioperasikan dalam jangka waktu lama, zat cair di dalam pompa harus dibuang dan pompa dikeringkan. Permukaan-permukaan pada bantalan, poros penekan *packing* dan kopling, harus dilumasi minyak atau zat untuk penahan korosi.

d) Pengolahan

Ketentuan selanjutnya yang dipakai sebagai dasar untuk melaksanakan pemeriksaan rutin adalah menentukan bagian yang diperiksa beserta jangka waktunya. Atas dasar petunjuk ini kondisi mesin pada saat pemeriksaan dibandingkan dengan harga standart yang diperoleh dari pemeriksaan-pemeriksaan sebelumnya. Adapun frekuensi tersebut sebagai berikut :

(1) Pemeriksaan harian

Hal-hal yang perlu diperiksa setiap hari adalah sebagai berikut :

- (a) *Temperature* permukaan rumah bentuk dan rumah pompa dapat dirasakan dengan tangan.
- (b) Tekanan hisap dan tekanan keluar petunjuk *manometer* dan *vakummeter* harus dibaca.
- (c) Kebocoran dari kotak *packing* diamati secara cermat.
- (d) Arus listrik dibaca pada amperemeter.
- (e) Jumlah pelumas didalam rumah bentukan dirasakan dengan tangan, dilihat dan didengarkan.

(2) Pemeriksaan bulanan

Setiap bulan tahanan disolasi pada motor pompa harus diperiksa biasanya tahanan tidak boleh kurang dari 1 mega ohm ($M\Omega$).

(3) Pemeriksaan bantalan.

- (a) Jika bantalan yang digunakan memakai cara pelumas cincin maka ini harus dapat berputar secara normal.
- (b) Jika rumah bantalan dipegang dengan tangan harus tidak terasa panas yang berlebihan. Jika diukur dengan *thermometer* biasanya bantalan diangkat normal lihat

temperaturnya tidak lebih dari 40 C di atas temperatur udara disekitarnya.

(4) Pemeriksaan getaran dan bunyi

- (a) Bila tangan diletakan diatas permukaan rumah pompa, harus tidak ada getaran-getaran yang berlebihan. Untuk pengukuran yang teliti, getaran dapat diukur dengan *vibrometer* pada rumah bantalan dan pada motor. Nilai getaran yang diukur harus kurang dari 0,3 mm, pada 3000 rpm dan kurang dari 0,5 mm pada 87 rpm.
- (b) Tidak boleh ada bunyi yang luar biasa karena kavitasi atau sunging maupun bunyi dari bantalan.
- (c) Pengamanan untuk penghentian pompa.

2) Perawatan Insidentil

Pengadaan perawatan insidentil serta berbagai gangguan pada pompa dan cara mengatasinya.

a) Pompa sukar di *vacum*

- (1) Apakah katup isi tersumbat sampah atau benda asing bersihkan benda-benda asing tersebut.
- (2) Apakah dudukan katup aus : perbaiki katup atau ganti yang baru.

b) Bunyi dan getaran terlalu berlebihan.

- (1) Apakah kelurusan kopling kaku berubah : perbaiki kelurusan.
- (2) Apakah pondasi atau penumpu pipa kurang kokoh : periksa kembali pondasi dan bila perlu diperkuat.
- (3) Apakah ada udara masuk : kencangkan sambungan pipa dan *packing* tekan.
- (4) Apakah ada benda asing tersangkut di dalam pipa : keluarkan benda asing.
- (5) Apakah bagian tidak berputar karena *impeller* aus : seimbangkan kembali *impeller* atau ganti dengan yang baik.

c) Kebocoran dan pemanasan kotak *packing*.

- (1) Air bocor dari *packing* tekan.

- (a) Apakah penekan *packing* cukup tekanannya : kencangkan tekanan *packing* sampai air yang bocor dari kotak *packing* mengecil dan menetes dari jumlah yang memadai.
- (b) Apakah *packing* terlalu pendek sehingga celah terlalu besar : ganti dengan *packing* yang panjangnya sesuai.
- (c) Apakah *packing* sudah buruk dan selubung poros aus : ganti *packing* yang anti selubung poros.

(2) *Packing* tekan terlalu panas.

- (a) Apakah penekan *packing* dikencangkan secara berlebihan setelah penekan *packing* tidak ada yang menetes keluar dari kotak *packing*.
- (b) Apakah tekanan dalam pompa terlalu tinggi untuk *packing* yang ada ganti *packing* dengan jenis yang sesuai untuk tekanan tinggi.

(3) Air bocor dari perapat mekanis

- (a) Apakah permukaan yang saling bergesek menjadi cacat karena kemasukan benda asing permukaan dirasakan dan diharuskan dengan lap atau ganti baru.
- (b) Apakah *packing* pada bagian perapat rusak ganti *packing*.

3) Perencanaan perawatan

Perawatan hendaknya mengikuti prosedur-prosedur yang telah ditetapkan oleh buku pedoman perawatan Motor induk maupun jadwal perawatan yang dikeluarkan oleh Perwira permesinan darat yaitu *Planned Maintenance System (PMS)*. Sistem perawatan dilaksanakan saat waktu yang tepat untuk dilaksanakan. 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 prosedur ISM Code yaitu :

- a) Membuat berita acara tentang kondisi pesawat yang akan dilakukan perawatan

Berita acara kondisi ini merinci tentang semua aspek yang berkaitan dengan kondisi pesawat, seperti jam dan tanggal kejadian, lokasi dilaksanakannya perawatan, dan penggantianpenggantian yang dilakukan.

- b) Rencana pekerjaan oleh crew, PMS, diukur dan lain lain Semua kegiatan yang dilakukan terkait dengan perawatan, termasuk penyesuaiannya dengan *planned maintenance system* juga diukur untuk menentukan skala prioritasnya.
- c) Laporan kerusakan, semua kondisi komponen 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.
- d) Buat bukti perbaikan material

Perawatan atau perbaikan yang telah dilakukan dibuatkan laporan atau bukti untuk mengetahui secara jelas dan rinci tentang apa saja yang telah dikerjakan.

3. Evaluasi Terhadap Alternatif Pemecahan Masalah

a. *Supply Udara Di Intercooler Tidak Mencukupi*

- 1) Melaksanakan Perawatan Terencana Intercooler Dengan Bahan Kimia

Keuntungannya:

Membersihkan *intercooler* dari kotoran dan endapan yang dapat menghambat aliran udara, memungkinkan udara untuk mengalir lebih lancar dan meningkatkan efisiensi pendinginan.

Kerugiannya:

Penggunaan bahan kimia tertentu dapat merusak komponen *intercooler* jika tidak digunakan dengan benar, serta memerlukan waktu dan biaya tambahan untuk melaksanakan perawatan.

- 2) Menambah Wire Mesh Yang Baru

Keuntungannya:

Menambah lapisan proteksi pada *intercooler* untuk mencegah masuknya kotoran dan benda asing lainnya ke dalam udara yang masuk, menjaga kinerja *intercooler* tetap optimal.

Kerugiannya:

Proses pemasangan wire mesh yang baru memerlukan waktu dan biaya tambahan, serta mungkin mengurangi aliran udara jika tidak dipasang dengan benar.

b. Pressure Cooling Sea Water Pump Menurun

1) Melakukan Perawatan Secara Menyeluruh (Overhaul) Pada Sea Water Cooling Pump

Keuntungannya:

Memastikan bahwa pompa air laut berfungsi dengan optimal, memperbaiki atau mengganti bagian yang rusak atau aus untuk mengembalikan tekanan dan volume air laut yang diperlukan untuk pendinginan intercooler.

Kerugiannya:

Memerlukan waktu yang cukup lama untuk melaksanakan perawatan secara menyeluruh, yang dapat mengganggu jadwal operasional kapal dan memerlukan biaya tambahan.

4. Pemecahan Masalah yang Dipilih

a. Supply Udara Di Intercooler Tidak Mencukupi

Berdasarkan evaluasi terhadap alternatif pemecahan masalah tersebut diatas, solusi yang dipilih untuk mengatasi *supply* udara di *intercooler* yang tidak mencukupi yaitu melaksanakan perawatan terencana *intercooler* dengan bahan kimia.

b. Pressure Cooling Sea Water Pump Menurun

Berdasarkan evaluasi terhadap alternatif pemecahan masalah tersebut diatas, solusi yang dipilih untuk mengatasi *delivery pressure cooling sea water* menurun yaitu melakukan perawatan secara menyeluruh (*overhaul*) pada *sea water cooling pump*

BAB IV

KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

Dari uraian sebelumnya terjadi gangguan *intercooler* dikarenakan *intercooler* kotor dibagian sisi udara, penulis dapat menarik kesimpulan penyebabnya sebagai berikut:

1. Supply udara di *intercooler* tidak mencukupi disebabkan oleh kurangnya perawatan terencana pada *intercooler* sehingga mengakibatkan temperatur udara masuk silinder tinggi 50⁰C dan filter udara isap *turbocharger* renggang, oleh karena itu perlu di lakukan penggantian filter udara isap yang baru.
2. *Pressure cooling sea water pump* menurun disebabkan oleh *sea water cooling pump* tidak bekerja optimal sehingga kebocoran pada pipa air laut pendingin *intercooler* karena korosif sehingga tekanan air laut pendingin *intercooler* turun hingga 1 bar, perlu di lakukan pembersihan pada filter isap (*strainer*) dan menambahkan zink anoda untuk meminimalis korosif pada pipa air laut.

B. SARAN – SARAN

Berdasarkan uraian pembahasan pada-bab sebelumnya mengenai kurangnya perawatan pada *intercooler* di MV. Khana, maka penulis menyarankan kepada crew kamar mesin sebagai berikut :

1. Untuk mengatasi masalah supply udara di *intercooler* tidak mencukupi hendaknya Crew mesin melaksanakan perawatan terencana *intercooler* dengan bahan kimia dan menambah wire mesh yang baru.
2. Untuk mengatasi masalah *pressure cooling sea water pump* menurun maka disarankan kepada crew mesin untuk melakukan perawatan secara menyeluruh (*overhaul*) pada *sea water cooling pump*.

DAFTAR PUSTAKA

- Danoeasmoro, Goenawan. (2003). *Manajemen Perawatan dan Perbaikan*. Jakarta: Yayasan Bina Citra Samudra
- Daryanto. (2018). *Manajemen Perawatan Motor Diesel*. Jakarta: Raja Grafindo
- Johan Handoyo, Jusak. (2016). *Sistim Perawatan Permesinan Kapal*. Jakarta: Djangkar
- Johan Handoyo, Jusak. (2016). *Mesin Diesel Penggerak Utama Kapal*. Jakarta: Djangkar
- Maanen, P. Van. (2008). *Motor Diesel Putaran Tinggi*. Jakarta: Nautech
- Poerwadarminta. (2014). *Kamus Besar Bahasa Indonesia*. Jakarta: Balai Pustaka
- Sukoco, dan Zainal Arifin. (2008). *Teknologi Motor Diesel*. Bandung: Rineka Cipta

LAMPIRAN

Lampiran 1 Ship Particular

SHIP'S PARTICULARS

Ship's Name	M/V KHANA
Port of Register	PANAMA
Official Number	45336-13-C
IMO Number	8810645
Call Sign	3EYB6
Ship's Type	Reefer Carrier
Owner	NOK CO. LTD., S. A.
Operator	Boyang.Ltd 3604, Korea Trade Tower, Samseong 1-Dong, Gangnam-Gu, Seoul, Korea
Manager	Khana Marine Ltd. #1211-7,Choryang 1-Dong, Dong-Gu, Busan,Korea
GROSS Tonnage	3,475 Tons
NET Tonnage	1,720 Tons
Light Ship	2,156 Tons
Length Over All	100.8 M
Length B.P	94.97 M
Breadth Moulded	15.6 M
Depth Moulded	9.5 M
Draft Summer	6.213 M
Winter Draft	5.713 M
Summer Deadweight	4,218 Mt
T.P.C	12.2 Mt
Classification	NK , NS* , MNS* , RMC* (-25C/32C and Equipped for Carriage of Fruit for All Chamber)
Builder	Oct 1988 (Teraoka Shipyard LTD,Japan)
Main Engine Type & H.P.	AKASAKA, 7UEC37LA x 1SET 4,900PS (3,603KW) x 196 RPM
Dynamo Engine	DOOSAN. AD222TIS x 3SETS, 720PS (530KW) x 1800 RPM
Aux Boiler	MIURA, VWK1620 - 600 / 400
Hold Capacity	199,422.70 CBF
Mast Height Above Keel	38.20 m Mtrs
Anchor Chain Length Port/Stbd	Shackles 15 / 12 x 27.5 m
Last Dry Docking	23.Sept.2023 / LONGYAN, CHINA
Service Full Speed	13.0 Knots
Inmarsat-C Number (tel)	435279610
Inmarsat-Fleet Broad band (tel)	+870 773 064 559
Inmarsat-MSAT	+82 070 8890 9334
M M S I Number	352796000
E-mail	khana@sea-one.com

LEE JUHWA
Master of M/V. KHANA

Lampiran 2 Crew List

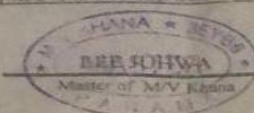
CREW LIST

(Name of shipping line agent, etc.)

Page No. 1/1

1. Name of ship M/V KHANA		2. Port of Arrival / Departure BUSAN (KOREA)		3. Date of Arrival / Departure 28 Sept. 2023	
4. Nationality of ship PANAMA		5. Port of Arrival (from) BUSAN (KOREA)		6. No. of Identity Document (Seaman's book/passport / Expiry date)	
7. No.	8. Family name, given names/ Passport	9. Rank or rating	10. Nationality	11. Sex	11. Date of birth/ Embarkation & Port
1	LEE JUHWA 이주화	CAPT	S. Korea	M	17-Aug-75 25-SEP-2023/Busan
2	DENNY DORAS	C/O	Indonesia	M	02-Jun-85 04-Jan-2023/Busan
3	PYAE PHYO AUNG	2/O	Myanmar	M	19-Apr-79 04-Jan-2023/Busan
4	PARK YONGHOON 박용훈	3/O	S. Korea	M	16-Mar-98 25-SEP-2023/Busan
5	CHOI JEONGSIK 최정식	C/E	S. Korea	M	26-Oct-57 25-SEP-2023/Busan
6	RISMANTO	1/E	Indonesia	M	24-Aug-81 28-Sep-2023/Lang Yan
7	MIN KHING OO	2/E	Myanmar	M	31-May-79 04-Jan-2023/Busan
8	YUSUF ISKANDAR	3/E	Indonesia	M	10-Mar-97 26-July-2023/Bangkok
9	ADAM LAIBI	BSN	Indonesia	M	06-Jun-77 04-Jan-2023/Busan
10	MAUNG MAUNG KYAW	ABA	Myanmar	M	29-May-90 25-SEP-2023/Busan
11	PYAE SONE HTIKE	ABB	Myanmar	M	06-Apr-89 08-Feb-2023/Busan
12	NAY ZAW TUN	ABC	Myanmar	M	26-May-87 11-May-2023/Busan
13	THAN TUN ZAW	OS	Myanmar	M	22-Feb-97 04-Jan-2023/Busan
14	MYAT THU	I/OLR(B) WELDER	Myanmar	M	04-Dec-78 09-May-2023/Busan
15	WIN ZAW OO	OLR-A	Myanmar	M	02-Jun-92 26-July-2023/Bangkok
16	THET HTIKE@THAUNG HTIKE	OLR-B	Myanmar	M	02-Feb-90 11-Jan-2023/Busan
17	HEIN HTUT ZAW	OLR-C	Myanmar	M	27-Dec-93 08-Feb-2023/Busan
18	DARIUS MAGBANUA	R/ENG	Philippines	M	30-Jan-76 25-Sep-2023/Busan
19	AUNG NAING OO	C/S	Myanmar	M	14-Jul-67 08-Aug-2023/Bangkok
20	KYAW NAING SOE	S/B	Myanmar	M	20-Jul-87 26-July-2023/Bangkok

12. Date and signature by master, authorized agent or officer


 Master of M/V Khana
 P. A. A. B.

Lampiran 3 Intercooler Kotor



Lampiran 4 Intercooler Bersih



DAFTAR ISTILAH

<i>Blower</i>	: Bagian dari komponen mesin turbo yang bersebelahan atau dipasang satu as dengan turbin, dan berfungsi menghasilkan udara bilas yang ditekan ke dalam silinder mesin.
<i>Casing</i>	: Suatu wadah berbentuk menyerupai sebuah tabung dimana rotor ditempatkan. Pada ujung casing terdapat ruang besar mengelilingi poros turbin disebut <i>exhaust hood</i> , dan diluar casing dipasang bantalan yang berfungsi untuk menyangga rotor.
<i>Cylinder</i>	: Bagian dari komponen mesin untuk tempat bergerak torak dan piston di dalamnya, dan merupakan tempat berlangsungnya pembakaran.
Pipa gas buang	: Saluran pipa gas buang tiap-tiap silinder dan diproses untuk menghasilkan udara bilas melalui mesin turbo.
<i>Ignition Delay</i>	: Keterlambatan pembakaran didalam ruang pembakaran mesin.
<i>Injector</i>	: Bagian dari komponen mesin yang berfungsi untuk pengabutan bahan bakar sehingga terjadinya ledakan atau pembakaran yang terjadi di dalam silinder mesin.
<i>Intercooler</i>	: Suatu alat khusus dengan bahan anti karat, dilengkapi dengan sirip-sirip campuran aluminium yang berfungsi mendinginkan gas buang yang akan diproses oleh mesin turbo.
<i>Moving Blade</i>	: Sudu-sudu yang dipasang di sekeliling rotor membentuk suatu piringan. Dalam suatu rotor turbin terdiri dari beberapa baris piringan dengan diameter yang berbeda-beda, banyaknya baris sudu gerak biasanya banyaknya tingkat.
<i>Nozzle Ring</i>	: Bagian komponen dari mesin turbo yang berbentuk saluran untuk mengatur kecepatan gas buang yang disalurkan untuk memutar turbin blade.
<i>Overhaul</i>	Melakukan pengecekan secara menyeluruh dan melakukan perbaikan atau mengganti jika ada yang rusak.
<i>Piston</i>	Bagian dari komponen mesin yang berfungsi untuk menghasilkan kompresi hingga terjadi ledakan.
<i>Poros</i>	Pada umumnya poros turbin sekarang terdiri dari silinder panjang yang solid. Sepanjang poros dibuat alur-alur melingkar yang biasa disebut akar (<i>root</i>) untuk tempat dudukan, sudu-sudu gerak (<i>moving blade</i>).
<i>Rotor</i>	Bagian yang berputar terdiri dari poros dan sudu-sudu gerak yang terpasang mengelilingi rotor. Jumlah baris sudu-sudu gerak pada rotor sama dengan jumlah baris sudu diam pada casing. Pasangan antara sudu diam dan sudu gerak disebut tingkat (Stage).