

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



MAKALAH

**PERAWATAN DAN PERBAIKAN PENDINGIN UDARA
BILAS (INTERCOOLER) PADA MESIN INDUK UNTUK
MENUNJANG OPERASIONAL MT.LEONA NO.2**

Oleh :

SUMARDI

NIS. 02173/T-I

PROGRAM PENDIDIKAN DIKLAT PELAUT I

JAKARTA

2024

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



MAKALAH

**PERAWATAN DAN PEBAIKAN PENDINGIN UDARA
BILAS (INTERCOOLER) PADA MESIN INDUK UNTUK
MENUNJANG OPERASIONAL M.T LEONA NO.2**

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

Oleh :

SUMARDI

NIS. 02173/T-I

PROGRAM PENDIDIKAN DIKLAT PELAUT I

JAKARTA

2024

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



TANDA PERSETUJUAN MAKALAH

Nama : SUMARDI
No. Induk Siswa : 02173/T-1
Program pendidikan : DIKLAT PELAUT-1
Jurusan : TEHNIKA
Judul : PERAWATAN DAN PERBAIKAN PENDINGIN UDARA BILAS
(INTERCOOLER) PADA MESIN INDUK UNTUK MENUNJANG
OPERASIONAL M.T LEONA NO.2

Jakarta, 22 Agustus 2024

Pembimbing I,

M. Yusuf, S.E., M.M

Pebina (IV)/a)

NIP. 19591212 198403 1 007D.12544

Pembimbing II,

Nafi Almuzani, M.M.Tr., M.Mr.E

Penata TK.I (III/d)

NIP.19720901 200502 1 001

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 : SUMARDI
NIS : 02173/T-I
Program Pendidikan : DIKLAT PELAUT - I
Jurusan : TEKNIKA
Judul : PERAWATAN DAN PERBAIKAN PENDINGIN UDARA
BILAS (INTERCOOLER) PADA MESIN INDUK
UNTUK MENUNJANG OPERASIONAL M.T LEONA
NO.2

Penguji I

Muhammad Nurdin, SAP., MAP., M.Mar.E

Pembina Utama Muda (IV/c)

NIP. 19660217 199808 1 001

Penguji II

Capt. Pujiningsih, M.M.Tr

Pembina (IV/a)

NIP. 19730810 200212 2 002

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknika

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

Penata TK. I (III/d)

NIP. 19800605 200812 1 001

Penguji III

M. Yusuf, S.E., M.M

Pembina (IV/a)

NIP. 19591212 198403 1 007D.12544

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur Penulis panjatkan kehadirat 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 (STIP) 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 Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran Jakarta. Sehingga penulis dapat menyelesaikan makalah ini sesuai dengan waktu yang ditentukan dengan judul :

**“PERAWATAN DAN PERBAIKAN PENDINGIN UDARA BILAS
(INTERCOOLER) PADA MESIN INDUK UNUK MENUNJANG
OPERASIONAL M.T LEONA NO.2”**

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. Bapak M.Yusuf,S.E.,M.M 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. Bapak Nafi Almuzani,M.M.Tr.,M.Mr.E 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 bapak Tjarwan dan ibu Sulimah yang telah memberikan kasih sayang, materi dan doanya selama pembuatan makalah.
8. Istri tercinta Nasuha serta anak tersayang Indah Nur Aini, Ananda Syavina, Akbar Ardiansyah, Ihsan Rafasyah yang membantu atas doa dan dukungan selama pembuatan makalah.
9. Semua rekan-rekan Pasis Ahli Teknik Tingkat I Angkatan Tujuh Puluh Satu (LXXI) 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, 29 Agustus 2024

Penulis,



SUMARDI

NIS. 02173/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	
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah	3
C. Batasan Masalah	3
D. Rumusan Masalah	3
E. Tujuan dan Manfaat	3
BAB II LANDASAN TEORI	
A. Tinjauan Pustaka	5
B. Kerangka Pemikiran	18
BAB III METODE PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	
A. Lokasi dan Waktu	19
B. Metode Pengumpulan Data	19
C. Teknik Analisis	21
D. Deskripsi Data	22
E. Analisis Data	24
F. Pemecahan Masaalah	30
BAB IV PENUTUP	
A. Kesimpulan	39
B. Saran-saran	39
C. Implikasi	40
DAFTAR PUSTAKA	41
LAMPIRAN	42

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar performa data <i>engine normally</i>	16
Gambar Kerangka pemikiran.....	18
Gambar performa data <i>engine abnormally</i>	20
Gambar Diagram <i>Fishbone</i>	24

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 Ship Particular	41
Lampiran 2 Crew List.....	42
Lampiran 3 Skema <i>Intercooler</i> dan Skema Udara Bilas Mesin Induk.....	43
Lampiran 4 Pendingin udara (<i>intercooler</i>)	44
Lampiran 5 M.T Leona No.2	45

BAB I

PENDAHULUAN

A. LATAR BELAKANG

Dalam era global saat ini sarana angkutan laut terutama kapal laut merupakan alat pengangkut yang masih sangat dibutuhkan, selain memiliki kapasitas angkut yang besar, efisien, untuk digunakan sebagai alat distribusi barang, yang memperlancar perekonomian rakyat antar pulau, ataupun antar Negara. Dalam memperlancar pengoperasian kapal sangat diperlukan suatu cara perawatan pesawat-pesawat yang berada di kapal terutama mesin induk sebagai mesin penggerak utama.

Sekarang ini pada umumnya kapal-kapal menggunakan tenaga mesin diesel sebagai tenaga penggerak utama. Salah satu bagian penting dari mesin induk adalah *intercooler* yang gunanya adalah untuk mendinginkan udara sebelum udara tersebut masuk kedalam silinder. Apabila *intercooler* ini kurang berfungsi dengan baik maka akan terlihat suhu udara akan naik, akibatnya jumlah atau massa udara yang masuk kedalam silinder akan berkurang.

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 kinerja mesin induk secara optimal.

Permasalahan pada mesin diesel sebagai mesin induk pada suatu 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.

Pada suatu pelayaran dari Taichung/Taiwan menuju Bataan/Philippine pada tanggal 03 Januari 2024, dengan kecepatan penuh dan muatan penuh MT. LEONA NO.2 kapal tempat penulis bekerja mengalami gangguan dengan suhu gas buang melebihi batas yang telah ditentukan pabrik pembuat 450°C yang tertera pada thermometer gas buang pada display monitor yaitu 465°C , hal ini terjadi pada mesin induk di setiap silinder dari silinder nomor 1 sampai silinder nomor 6 sehingga mengakibatkan temperatur kamar mesin naik. Penulis langsung mengadakan pemeriksaan melalui data yang ada pada monitoring sistem dan secara kasat mata. Penulis menemukan gangguan pada *intercooler*, yaitu terjadi kebuntuan pada sistem laluan udara masuk pada sisi udara ditandai dengan kenaikan suhu udara masuk ke dalam silinder dan penurunan tekanan udara bilasnya, serta adanya penyumbatan pada sea water tube oleh kotoran. Dalam kondisi normal yang sesuai dengan manual book mesin induk suhu udara masuk silinder berkisar antara 35°C - 40°C dengan tekanan 0,6 bar tetapi pada kejadian ini suhu udara masuk silinder tercatat 50°C dengan tekanan 0,3 bar, untuk mencegah terjadinya kerusakan lebih lanjut penulis memberitahu Anjungan bahwa putaran mesin induk akan diturunkan dan putaran mesin induk diturunkan dari putaran awal 185 rpm menjadi 140 rpm dengan suhu gas buang menjadi 410°C .

Berdasarkan uraian di atas, maka penulis tertarik mengangkat judul Karya Ilmiah Terapan sebagai berikut:

“PERAWATAN DAN PERBAIKAN PENDINGIN UDARA BILAS (INTERCOOLER) PADA MESIN INDUK UNTUK MENUNJANG OPERASIONAL MT. LEONA NO.2”.

B. IDENTIFIKASI MASALAH

Berdasarkan latar belakang di atas, dapat diidentifikasi beberapa permasalahan yang menyebabkan kendala tersebut yaitu :

1. Terjadi kenaikan suhu gas buang melebihi batas yang telah di tentukan.
2. Terjadi kebuntuan pada sistem laluan udara masuk.
3. *Sea water tube intercooler* tersumbat kotoran.
4. Penurunan tekanan pada *intercooler*.

C. BATASAN MASALAH

Mengingat luasnya permasalahan yang terjadi pada *intercooler*, maka penulis membatasi pembahasan pada Makalah ini pada permasalahan yang terjadi di atas kapal MT. LEONA NO.2 selama bekerja di atas kapal tersebut. Pembahasan Makalah ini hanya berkisar tentang :

1. Terjadinya kenaikan suhu gas buang melebihi batas yang telah di tentukan.
2. Penurunan tekanan udara pada *intercooler*.

D. RUMUSAN MASALAH

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

1. Mengapa terjadi kenaikan suhu gas buang melebihi batas yang telah di tentukan?.
2. Bagaimana mengatasi terjadinya penurunan tekanan udara pada *intercooler*?.

E. TUJUAN DAN MANFAAT

1. Tujuan Makalah

- a. Untuk menganalisis penyebab terjadinya penurunan tekanan udara pada *intercooler*.
- b. Untuk mencari solusi bagaimana mengatasi terjadinya penurunan tekanan udara pada *intercooler*.

2. Manfaat Makalah

a. Teoritis

- 1) Untuk menambah wawasan dan pengetahuan bagi penulis sendiri yang tertuang dalam bentuk makalah.
- 2) Untuk memberikan pemahaman kepada para pembaca tentang perawatan dan perbaikan pendingin udara bilas (*intercooler*) terhadap performa mesin induk.

b. Akademis

Diharapkan dapat digunakan sebagai bahan referensi untuk kelengkapan perpustakaan bagi lembaga Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta sehingga berguna bagi rekan-rekan Perwira Siswa periode selanjutnya.

c. Praktis

- 1) Sebagai masukan sehingga berguna bukan hanya untuk MT. LEONA NO.2 tetapi juga dijadikan acuan untuk diterapkan pada mesin diesel sebagai mesin induk lainnya, terutama yang sejenis.
- 2) Sebagai hasil analisis dalam Makalah ini dapat menambah pengetahuan untuk penulis maupun berbagi pengalaman dengan kawan seprofesi khususnya terkait permasalahan yang terjadi pada *intercooler* dan cara mengatasinya.

BAB II

LANDASAN TEORI

A. TINJAUAN PUSTAKA

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

1. Perawatan dan Perbaikan

a. Definisi

Menurut Jusak Johan Handoyo (2015:15) perawatan 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 menganggur (*delaid*) dan memperkecil/mencegah kerusakan yang terjadi (*life time*).

Menurut teori Goenawan Danoeasmoro (2003:5) dalam buku “Manajemen Perawatan” menjelaskan bahwa perawatan adalah faktor paling penting dalam mempertahankan keandalan suatu peralatan, kebiasaan ABK padahal dengan menunda-nunda perawatan akan memerlukan biaya yang besar, untuk selalu mencoba menunda pekerjaan perawatan agar dapat menghemat biaya. Namun jika dituruti menunda-nunda sebenarnya penundaan itu akan mengakibatkan kerusakan dan justru membutuhkan biaya perbaikan yang lebih besar dari biaya perawatan yang seharusnya dikeluarkan.

Masalah perawatan mempunyai kaitan yang sangat erat dengan tindakan pencegahan kerusakan (*preventive*) dan perbaikan kerusakan (*corrective*). Tindakan tersebut dapat berupa:

Inspection (Pemeriksaan) yaitu tindakan yang ditujukan terhadap sistem atau mesin untuk mengetahui apakah sistem berada pada kondisi yang diinginkan.

- 1) *Service* (perawatan) yaitu tindakan yang bertujuan untuk menjaga kondisi suatu sistem yang biasanya telah diatur dalam buku petunjuk pemakaian sistem.
- 2) *Replacement* (Pergantian Komponen) yaitu tindakan pergantian komponen yang dianggap rusak atau tidak memenuhi kondisi yang diinginkan. Tindakan penggantian ini mungkin dilakukan secara mendadak atau dengan perencanaan pencegahan terlebih dahulu.
- 3) *Repair* (Perbaikan) yaitu tindakan perbaikan minor yang dilakukan pada saat terjadi kerusakan kecil.
- 4) *Overhaul* yaitu tindakan perubahan besar-besaran yang biasanya dilakukan di akhir periode tertentu.

b. Jenis-Jenis Perawatan

Menurut Jusak Johan Handoyo (2015:15) bahwa perawatan dapat diklasifikasikan menjadi empat kelompok yaitu :

1) Perawatan Insidentil

Perawatan insidentil perawatan yang membiarkan mesin bekerja sampai rusak, baru kemudian dilakukan perawatan atau perbaikan. Pada umumnya metode ini sangat mahal, ada beberapa bentuk sistem perencanaan diterapkan dengan mempergunakan sistem perawatan berencana, tujuannya untuk memperkecil kerusakan, dan beban kerja dari suatu pekerjaan perawatan yang diperlukan.

2) Perawatan Berencana

Perawatan berencana adalah perawatan yang dilakukan secara terencana pada mesin untuk dioperasikan setiap saat dibutuhkan. Perawatan berencana dibagi menjadi dua jenis yaitu :

a) Perawatan korektif

Perawatan korektif adalah perawatan yang ditujukan untuk memperbaiki kerusakan yang sudah diperkirakan, tetapi bukan

untuk mencegah karena tidak ditujukan untuk alat-alat yang kritis, atau yang penting bagi keselamatan atau penghematan.

Strategi ini membutuhkan perhitungan atau penilaian biaya dan ketersediaan suku cadang kapal yang teratur.

b) Perawatan pencegahan

Perawatan pencegahan adalah perawatan yang ditujukan untuk mencegah kegagalan atau berkembangnya kerusakan, atau menemukan kegagalan sedini mungkin. Dapat dilakukan melalui penyetelan secara berkala, rekondisi atau penggantian alat-alat atau berdasarkan pemantauan kondisi.

3) Perawatan Berkala

Perawatan berkala biasanya melibatkan pembongkaran, penggantian *sparepart* secara berkala terhadap mesin berdasarkan waktu pengoperasian atau jam kerja.

4) Perawatan Berdasarkan Pantauan Kondisi (Pemeliharaan Prediktif)

Perawatan berdasarkan kondisi dilakukan berdasarkan hasil pengamatan (*monitoring*) dan analisa untuk menentukan kondisi dan kapan pemeliharaan akan dilaksanakan.

2. Pendingin Udara Bilas (*Intercooler*)

a. Definisi Intercooler

Menurut P. Van Maanen, (2008:25) bahwa *Intercooler* adalah pesawat bantu yang berfungsi untuk mendinginkan udara yang akan dipergunakan untuk pembilasan dan pembakaran. Apabila bagian ini 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. Hal ini dikarenakan udara yang dibutuhkan untuk pembakaran dan pembilasan tidak cukup.

Menurut Jusak Johan Handoyo (2015:19) bahwa *intercooler* adalah suatu pesawat yang berfungsi mendinginkan udara yang dihasilkan oleh *turbocharger* supaya masa jenis udara tekan naik sehingga berat atau kepadatan udara meningkat dan menurunkan suhu gas buang dan beban panas yang diterima mesin induk.

b. Prinsip Kerja Intercooler

Menurut Jusak Johan Handoyo (2015:37) bahwa 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 120⁰C - 125⁰C yang semestinya berkisar 80⁰C maka harus didinginkan sekitar 40⁰C hingga 45⁰C atau 20 % maka dapat menaikkan daya mesin 6 % sampai 7 %. Hal inilah 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 menengah, sehingga apabila mesin induk bekerja pada Rpm 430 dengan *turbocharger* 17.500 putaran per menit dan suhu udara masuk kedalam silinder 38⁰C, maka performa mesin akan normal sesuai dengan *manual book* yaitu suhu gas buang pada *exhaust manifold* kurang dari 400⁰C. 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 Zainal 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 ini 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 itu diperlukan pembersihan sistem udara tekan dari saringan *turbocharger* hingga *Intercooler* pada saluran masuk ke dalam silinder. Secara keseluruhan ini dapat dilaksanakan dalam pekerjaan pada waktu *docking* atau lamanya waktu *drop anchor*.

Menurut Daryanto (2018:39) bahwa mengenai pembersihan sistem udara tekan, meskipun setelah berkonsultasi dengan mekanik dikantor hal tersebut tidak dapat diterapkan pada mesin induk dikapal tempat penulis berdinass, namun untuk melengkapi dan memperkaya wawasan maka penulis menyertakan dalam Karya Ilmiah Terapan ini. 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 turbogerr*. 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.

Sesuai apa yang ditulis diatas pada ruang lingkup hanya difokuskan pada *intercooler* atau pendingin udara pengisi (*intercooler*), maka penulis akan menguraikan fungsi dan objek pembersihan berupa :

- 1) Yang melekat pada kisi-kisi dan bagian luar pipa-pipa pendingin kotoran ini menghambat kelancaran aliran udara pengisi.
- 2) Cairan pembersih mengikis pengotoran tersebut lapisan demi lapisan sehingga bersih bebas dari penyumbatan.
- 3) Indikasi bersihnya sisi udara pada *intercooler* dapat dilihat dari menurunnya perbedaan tekanan atau tingginya perbedaan suhu udara pengisi antara sebelum dan sesudah *intercooler*.

c. Sistem Udara Bilas

Untuk menghasilkan pembakaran yang sempurna, maka diperlukan tambahan udara yang dialirkan kedalam ruang silinder mesin pada sejumlah aliran bahan bakar tertentu. Bila kepekatan udara bertambah sebelum ditambahkan kedalam silinder, seluruh bahan bakar terbakar dan daya mesin bertambah. Untuk itu mesin diesel yang dilengkapi dengan *turbocharger* bertujuan untuk memadatkan udara masuk kedalam silinder mesin. Sehingga daya mesin lebih besar dibanding mesin dengan dimensi yang sama (Karyanto, 2014).

Menurut Jusak Johan Handoyo (2015:46) sistem udara bilas dimulai pada saat torak berada sekitar 10 % sebelum Titik Mati Bawah (TMB) sampai 10% langkah torak sesudah di TMB. Udara bilas yang dihasilkan dari blower side yang umumnya digerakkan oleh *exhaust gas turbocharger*. Adapun tujuan dari sistem udara bilas yaitu :

- 1) Membersihkan gas-gas bekas di dalam silinder, setelah gas pembakaran bekerja melakukan langkah usaha.
- 2) Mengisi sepenuhnya silinder mesin dengan udara murni yang banyak mengandung oksigen untuk menghasilkan pembakaran yang sempurna.
- 3) Meningkatkan daya atau tenaga mesin, dengan jumlah dan berat udara yang cukup sehingga tenaga mesin akan meningkat.
- 4) Memberikan bantuan pendinginan sesaat pada torak, pegas torak, silinder liner, kepala silinder dan komponen-komponen di dalamnya.

Pembersihan sistem 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 turbocharger*. Dalam keadaan mesin berjalan dengan putaran pelan atau gas buang suhu di bawah 175⁰C 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.

Sehingga tidak mempengaruhi kondisi *balance turbocharge* pendingin udara yang diperkirakan telah kotor dapat dilaksanakan 1 (satu) sampai 7 (tujuh) hari berturut-turut, penginjeksian tersebut dengan maksud mempertahankan daya mesin yang optimal. Apabila hal ini dilakukan dengan teratur maka sangat menguntungkan yairu *turbocharger* bersih, sehingga tidak terjadi turbelensi, putaran naik kembali dan menghasilkan udara bilas sesuai kapasitasnya. Dengan dapat dipertahankannya kebersihan sistem udara bilas dapat memperlambat keausan suku cadang sehingga menghemat biaya perawatan.

Bagian sistim udara pengisi yang perlu dibersihkan antara lain :

- a) Saringan udara, sudu-sudu dan *housing*
- b) Saluran udara pengisi
- c) *Intercooler*, dimana udara pengisi didinginkan oleh air yang mengalir di dalam pipa pendingin.

d. Pembakaran yang Sempurna

Menurut Jusak Johan Handoyo (2015:39) bahwa dalam proses pembakaran bahan bakar di dalam silinder dikatakan sempurna apabila memenuhi persyaratan sebagai berikut :

- 1) 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.
- 2) Perbandingan bahan bakar dengan udara harus seimbang
Perbandingan bahan bakar dengan udara seimbang, dimana 1 kg bahan bakar membutuhkan 15 kg udara *theoritis*.
- 3) 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.

4) 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.

5) 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.

e. Sistem Pemasukan Udara dan Peningkatan Tekanan Udara Pembilasan

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

Menurut Wiranto Arismunandar, Koichi Tsuda (2008:31), daya yang dihasilkan oleh mesin diesel tergantung pada jumlah bahan bakar yang terbakar dengan sempurna. Yang dikatakan sempurna adalah sudah tidak ada lagi unsur bahan bakar yang bisa terbakar akan tetapi belum terbakar. Sedangkan jumlah bahan bakar yang bisa terbakar dengan sempurna tergantung pada jumlah udara pembakaran. Sehingga peningkatan massa aliran udara pembakaran berpengaruh pada daya keluaran sebuah mesin. Untuk menaikkan tekanan udara bilas agar memiliki massa yang

besar, maka pada mesin-mesin diesel besar sistem pemasukan udara pembakaran dilengkapi dengan *turbocharger*.

Turbocharger adalah sebuah alat yang dipasang pada sistem pemasukan udara pembakaran yang tujuannya untuk memberikan tekanan pada udara bilas dengan cara memanfaatkan tekanan yang terkandung dalam gas buang untuk menggerakkan poros turbin sebagai penggerak poros kompresor.

Sistem pemasukan udara pembakaran dibedakan menjadi 2 (dua), yaitu :

1) Pemasukan udara secara alamiah (*Aspirated naturally*)

Pemasukan udara secara alamiah, adalah memasukkan udara pembakaran hanya dengan mengandalkan kevakuman di dalam silinder. Oleh karenanya saat piston bergerak dari TMA ke TMB, maka tekanan di dalam silinder lebih rendah dibandingkan tekanan atmosfer, maka udara di luar akan terhisap masuk kedalam silinder. Sistem ini biasanya hanya untuk mesin-mesin kecil.

2) Pemasukan udara dengan *Turbocharger*

Pemasukan udara pada sistem ini adalah dengan cara mengkompresi udara atmosfer dengan menggunakan kompresor agar memiliki tekanan yang tinggi. Tekanan tinggi akan diikuti naiknya temperatur. Selain akibat kenaikan tekanan, kenaikan temperatur juga disebabkan oleh adanya rambatan panas dari gas buang melalui dinding kompresor. Tekanan tinggi akan tetapi temperaturnya juga tinggi maka tujuan menaikkan massa udara menjadi tidak tercapai/kurang optimal. Untuk itu setelah keluar dari kompresor udara kemudian didinginkan di dalam *intercooler*, kemudian baru dialirkan ke dalam ruang bakar.

Akibatnya menaikkan tekanan indikasi di dalam ruang bakar, maka akan meningkatkan daya dari mesin tersebut. Sumber energi yang dipergunakan untuk memutar sudu turbin adalah energi kinetik gas sisa pembakaran dari mesin diesel itu sendiri.

3. Mesin Induk

a. Definisi Mesin Induk

Menurut Jusak Johan Handoyo (2015:41) 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 MT. LEONA NO.2 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 seperti turbin gas:

- 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.

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 klep).
 - 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.
 - f) Intercooler berfungsi dengan baik
- 2) Penyebab daya motor rendah adalah:
 - a) Terjadi kebocoran klep
 - b) Mutu bahan bakar jelek
 - c) Kompresi motor induk rendah
 - d) *Ring piston* lemah sehingga terjadi pelolosan udara kompresi
 - e) Kekurangan *oxygen*
 - f) Pengabutan bahan bakar jelek
 - g) Adanya gangguan pada *intercooler*
 - h) 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.

SMR-44 主机状况摘要 MAIN ENGINE PERFORMANCE DATA

船名 (Ship's Name)		LEEONA NO 2		日期 (Date)		2023/09/30					
机种 Type		HANSHIN LH38L-6		总运转时间 Total running hours		0					
负荷情况 Loading condition		<div> <div>loading 加载</div> <div>unloading 卸载</div> </div>		增压机 Turbo Charger		18	28				
转速 Engine Speed		r.p.m	185	增压器转速/Turbo Speed		r.p.m					
控制空气 Control Air		Kg/cm ²	0.7	鼓风机过滤器压力差 Filter Press. Drop at Blower Side		Kg/cm ²					
油耗 Fuel Consumption		Ton/day	4.5	空气冷却器压力差 Press. Drop Across Air Cooler		Kg/cm ²	0.5				
压力 press.	燃油 F.O	过滤器前 Before filter	Kg/cm ²	2.2	压力 press.	扫气总管 Scav. Manifold	Kg/cm ²	0.6			
		过滤器后 after filter	Kg/cm ²	2.2		扫气及排气侧压力差 Scav.-Exhaust Differential Press	Kg/cm ²				
	润滑油 L.O	活塞冷却 piston cooling	Kg/cm ²	1.2		增压器后排气压力 Exhaust Gas Press. After T/C		Kg/cm ²			
		轴承 bearing	Kg/cm ²	3.4		扫气 Scav. Air	冷却器入口 Cooler Inlet	°C	40		
		凸轮轴 camshaft	Kg/cm ²	3.4	冷却器出口 Cooler Outlet		°C	34			
		增压机 T/C	Kg/cm ²	1.9	扫气总管 Scav. Manifold		°C				
	冷却淡水 Cool. F.W	Kg/cm ²	1.2	排气 Exh. Gas	透平侧入口 Turbine Inlet		°C	440			
	冷却海水 Cool.S.W	Kg/cm ²	2.2		透平侧出口 Turbine Outlet	°C	425				
	温度 Temp.	冷却海水 Cool.S.W	°C	32	温度 Temp.	海水 S.W	空气冷却器入口 Air Cooler Inlet	°C			
		机舱 Eng./RM	°C	40			空气冷却器出口 Air Cooler Outlet	°C			
燃油 F.O	入口温度 Inlet Temp.	°C	105	淡水 F.W		增压器入口 T/C Inlet	°C	67			
	比重 Gravity		0.9033			增压器出口 T/C Outlet	°C	70			
	粘度 Visc.	Cst.				滑油 L.O	入口 Inlet	°C	67		
	含硫量 Sulphur Content	Wt%	0.4629%				透平侧出口 TURBINE Outlet	°C			
								鼓风机出口 Blower Outlet	°C	41	

			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均 Average
温度 Temp.	排气 Exh. Gas		°C	355	355	355	350	355	350				
	缸套淡水 Jacket F.W	入口 Inlet	°C	60	60	60	60	60	60				
		出口 Outlet	°C	68	67	66	67	67	68				
	活塞冷却 Piston Cooling	入口 Inlet	°C										
		出口 outlet	°C										

大管轮 2/E		轮机长 C/E		机务部 Engineering Department	
2023/09/30		2023/09/30			

注：本记录由大管轮填写，每航次报送公司机务部，船舶留存副本。This record should be filled by 2/E and report to technical department every voyage, copy keep onboard.

Gambar performa data engine normally

c. Klasifikasi Motor Diesel

Menurut Jusak Johan Handoyo (2015:41) bahwa motor induk dapat dibedakan menjadi beberapa kategori sebagai berikut :

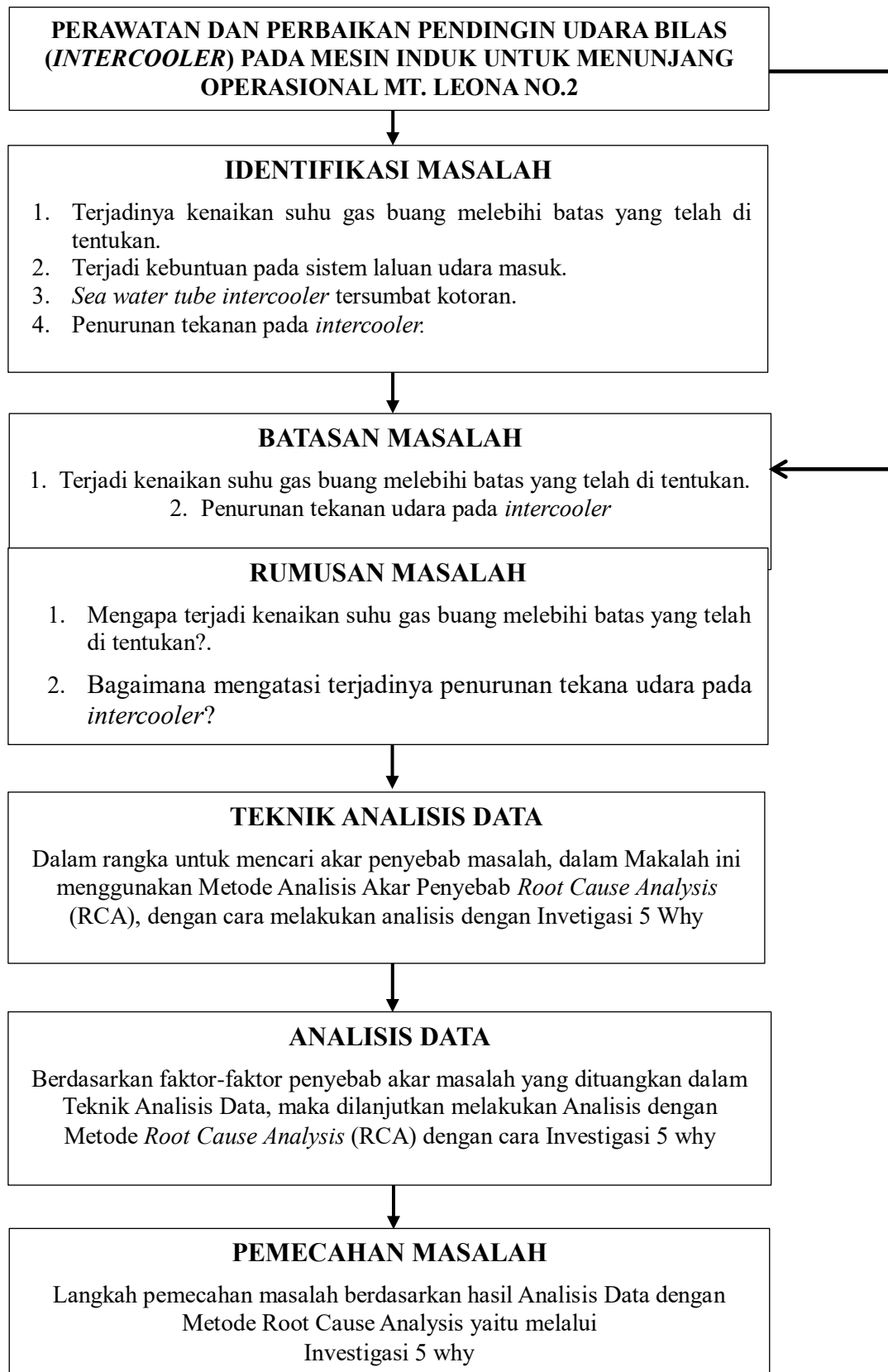
- 1) Ditinjau dari proses kerja motor dibedakan
 - a) Motor diesel 2 tak, dimana dalam siklus 1 kerja dibutuhkan 1 kali putaran poros engkol.
 - b) Motor diesel 4 tak, dimana dalam 1 siklus kerja dibutuhkan 2 kali putaran poros engkol.

- 2) Ditinjau dari jumlah *cylinder*
 - a) Motor dengan *cylinder* tunggal (*single cylinder*).
 - b) Motor dengan *cylinder* banyak (*multy cylinder*).
- 3) Ditinjau dari posisi *cylinder*

Motor dengan *cylinder* sebaris (*in line*) *vertical* maupun *horizontal*.

 - a) Motor *cylinder* menyudut (bentuk V).
 - b) Motor dengan *cylinder* berlawanan.
 - c) Motor dengan *cylinder* berhadapan.
- 4) Ditinjau dari besar putaran dibedakan
 - a) Motor putaran rendah (*low speed*) 240 rpm.
 - b) Motor putaran sedang (*medium speed*) 240-550 rpm.
 - c) Motor putaran tinggi (*hight speed*) lebih dari 550 rpm.

B. KERANGKA PEMIKIRAN



BAB III

METODE PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. LOKASI DAN WAKTU

Tempat penelitian dalam Makalah ini yaitu MT. LEONA NO.2, kapal tanker berbendera Togo milik perusahaan Splendor Global Co,Ltd yang beroperasi di alur pelayaran *Foriegn Foing*. Adapun waktu penelitian dilaksanakan pada saat penulis bekerja sebagai *Chief Engineer* sejak 18 Agustus 2023 sampai dengan 20 Juli 2024.

B. METODE PENGUMPULAN DATA

Perolehan data didapat selama penulis bekerja di atas kapal, sehingga dapat diperoleh data yang lebih akurat. Untuk mendapatkan data yang diperlukan, penulis menggunakan metode pengumpulan data dengan teknik observasi. Dalam hal ini penulis melakukan pengamatan atau observasi secara langsung dan telah mengumpulkan data-data dan informasi atas fakta yang dijumpai di tempat objek penelitian pada saat bekerja di atas MT. LEONA NO.2.

Adapun sumber data yang menjadi pertimbangan dalam menentukan metode pengumpulan data, sumber data terdiri dari data primer dan data sekunder.

1. Data Primer

Pengumpulan data primer diperoleh penulis pada saat bekerja di atas kapal dengan melakukan pengamatan dan pencatatan secara langsung terkait dengan perawatan pendingin udara bilas (*intercooler*). Diharapkan dari pengamatan dimana penulis ikut terlibat atau bagian yang integral dari sistem yang diamati atau bagian dari tim kerja dalam organisasi di atas kapal maka data dan informasi yang diperoleh relatif banyak, realistis dan akurat.

SMR-44 主机状况摘要 MAIN ENGINE PERFORMANCE DATA

船名 (Ship's Name)		LEONA NO.2		日期 (Date)		2023/09/30									
机型 Type		HANSRIN LH38L-6		总运转时间 Total running hours		0									
工况 Loading condition		加载 loading 卸载 unloading 卸载		增压机 Turbo Charger		1#	2#								
转速 Engine Speed		r.p.m		增压器转速/Turbo Speed		r.p.m									
控制空气 Control Air		Kg/cm ² 0.7		转风侧过滤器压力差 Filter Press. Drop at Blower Side		Kg/cm ²									
油耗 Fuel Consumption		Ton/day 4.5		扫气冷却器压力差 Press. Drop Across Air Cooler		Kg/cm ² 0.5									
压力 press.	燃油 F.O.	过滤器前 Before filter	Kg/cm ² 2.2	压力 press.	扫气总管 Scav.Manifold		Kg/cm ² 0.6								
		过滤器后 After filter	Kg/cm ² 2.2		扫气及排气侧压力差 Scav.-Exhaust Differential Press		Kg/cm ²								
	滑油 L.O.	活塞冷却 piston cooling	Kg/cm ² 1.2		增压器后排气压力 Exhaust Gas Press. After T/C		Kg/cm ²								
		轴承 bearing	Kg/cm ² 3.4		温度 Temp.	扫气 Scav.	冷却器入口 Cooler Inlet	°C 40							
		凸轮轴 camshaft	Kg/cm ² 3.4	排气 Exh.		冷却器出口 Cooler Outlet	°C 34								
	增压机 T/C	Kg/cm ² 1.9	Gas			扫气总管 Scav. Manifold	°C								
	冷却淡水 Cool. F.W	Kg/cm ² 1.2		海水 S.W		透平侧入口 Turbine Inlet	°C 440								
	冷却海水 Cool.S.W	Kg/cm ² 2.2	淡水 F.W		透平侧出口 Turbine Outlet	°C 425									
	温度 Temp.	冷却海水 Cool.S.W		°C 32	滑油 L.O.	空气冷却器入口 Air Cooler Inlet	°C								
		机舱 Eng./RM	°C 40	空气冷却器出口 Air Cooler Outlet		°C									
燃油 F.O.	入口温度 Inlet Temp.	°C 105	温度 Temp.		增压器入口 T/C Inlet	°C 57									
	比重 Gravity	0.9033		增压器出口 T/C Outlet	°C 70										
	粘度 Visc.	Cst			入口 Inlet	°C 67									
	含硫量 Sulphur Content	Wt% 0.4629%		透平侧出口 TURBINE Outlet		°C									
					鼓风机出口 Blower Outlet	°C 41									
				平均 Average											
温度 Temp.	排气 Exh. Gas		°C	355	355	355	350	355	350						
	缸套淡水 Jacket F.W	入口 Inlet	°C	60	60	60	60	60	60						
		出口 Outlet	°C	68	67	66	67	67	68						
	活塞冷却 Piston Cooling	入口 Inlet	°C												
		出口 outlet	°C												
	大管轮 2/E		轮机长 C/E				机务部 Engineering Department								
2023/09/30		2023/09/30													

注：本记录由大管轮填写，每航次报送公司机务部，船舶保留副本。 This record should be filled by 2/E and report to technical department every voyage, copy keep onboard.

Gambar performa engine normally

C. TEKNIK ANALISIS

Teknik analisis mengemukakan metode yang akan digunakan dalam menganalisis data untuk mendapatkan data dan menghasilkan kesimpulan yang objektif dan dapat dipertanggungjawabkan, maka dalam hal ini menggunakan teknik non statistika yaitu Analisis Akar Penyebab (*Root Cause Analysis - RCA*).

Teknik analisis data yang penulis gunakan dalam penyusunan Makalah ini yaitu Analisis Akar Penyebab *Root Cause Analysis (RCA)*. *Root Cause Analysis* yang digunakan untuk analisis data adalah diagram tulang ikan (*fishbone diagram*).

Fishbone Diagram juga merupakan alat untuk menemukan akar masalah. Model Diagram Tulang Ikan ini berdasarkan pada diagram Ishikawa (*fishbone diagram*) atau diagram sebab dan akibat. Diagram Ishikawa menunjukkan penyebab-penyebab dari peristiwa tertentu. *Fishbone Diagram* juga merupakan alat untuk menemukan akar masalah (*root cause*).

Dari masalah yang sudah ditemukan, kemudian dikelompokkan dalam beberapa kategori yang kita tentukan. Kategori atau faktor yang bisa dipakai adalah : Manusia (*Man*), Mesin (*Machine*), Metode (*Method*), Material dan Lingkungan (*Environment*). Kategori-kategori ini dapat diganti sesuai kebutuhan.

Adapun kategori yang akan penulis gunakan pada analisa data yaitu :

1. Faktor Manusia / *Man*

Maksud dari manusia disini adalah sumber daya manusia Untuk faktor manusia ini yang menjadi faktor penyebab masalah adalah Anak Buah Kapal (ABK) mesin di MT. LEONA NO.2.

2. Faktor Mesin / *Machine*

Untuk faktor mesin / *Machine* yang menjadi masalah yaitu *intercooler*.

3. Faktor Material / *Material*

Untuk faktor material yang penulis gunakan yaitu suku cadang untuk perawatan *intercooler*.

4. Faktor Metode / *Method*

Metode adalah teknik atau proses kerja yang cukup jelas tugasnya dan apa yang perlu dilakukan sehingga setiap orang dapat melaksanakan tugasnya secara efektif. Untuk faktor metode tidak penulis gunakan pada analisis data.

5. Faktor Lingkungan / *Environment*

Untuk faktor lingkungan yang penulis gunakan pada analisis data yaitu dari faktor eksternal berupa padatnya jadwal operasional kapal.

D. DESKRIPSI DATA

Pada tanggal 03 Januari 2024, dengan kecepatan penuh dan muatan penuh MT. LEONA NO.2 kapal tempat penulis bekerja mengalami gangguan dengan suhu gas buang melebihi batas yang telah ditentukan. Hal ini terjadi pada mesin induk di

setiap silinder dari silinder nomor 1 sampai silinder nomor 6 sehingga mengakibatkan temperatur kamar mesin naik.

Dari indikator temperatur gas buang diperoleh bahwa temperaturnya mencapai 465°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 terus-menerus. 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.

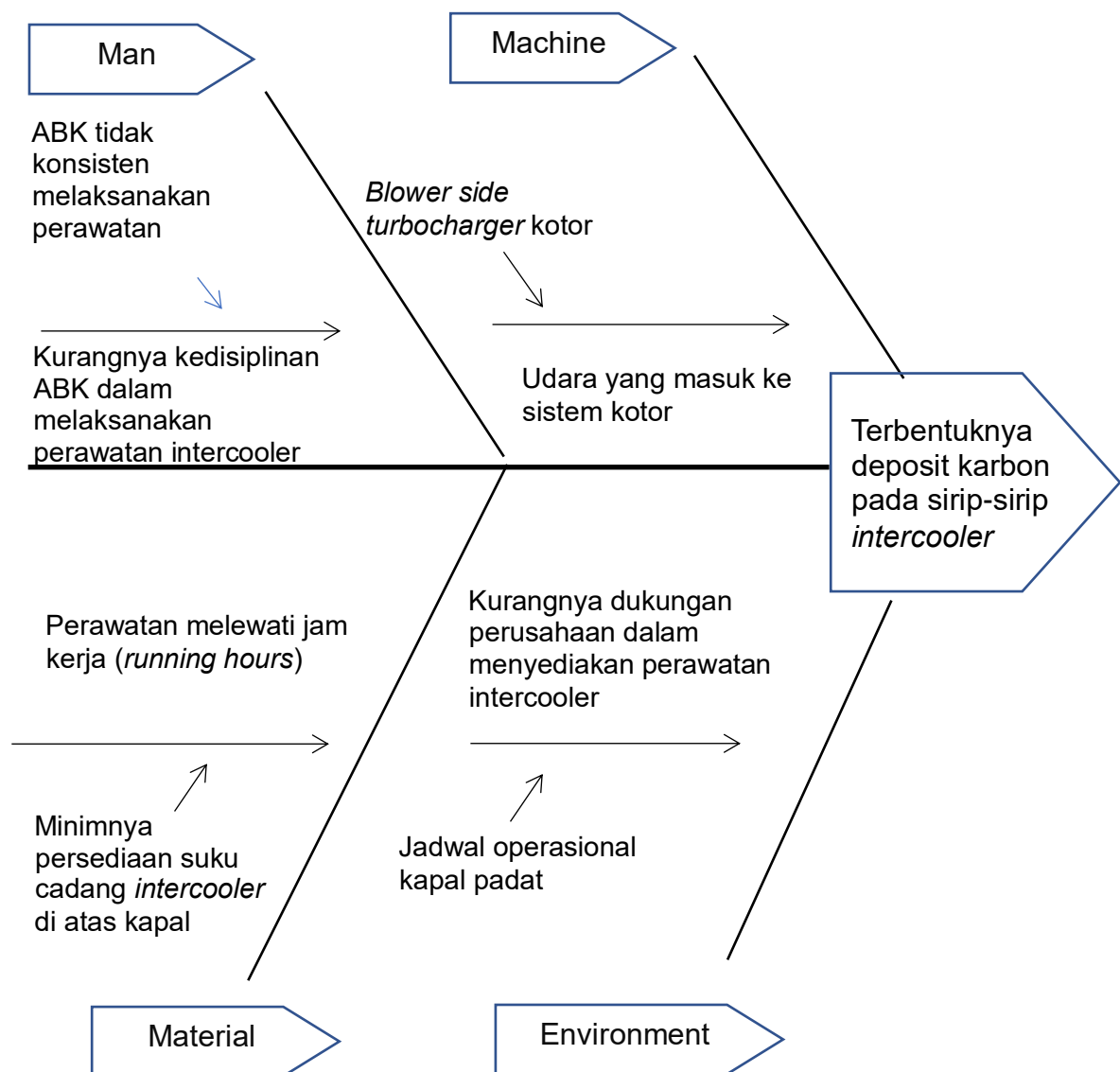
Penyebab pembakaran di dalam cylinder tidak sempurna, yaitu penyebabnya adalah ratio bahan bakar dengan udara yang tidak seimbang, sehingga tidak sebanding dengan bahan bakar yang akan dibakar di dalam setiap silinder mesin induk untuk menghasilkan daya yang maksimal. Jika temperatur udara pembakaran tinggi, maka massa aliran udaranya turun. Kondisi tersebut disebabkan terganggunya perpindahan kalor dari udara kompresi ke air pendingin di dalam *intercooler*. 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 *intercooler* pada manometer seharusnya antara 0,6 bar –

0,7 bar dengan temperatur berkisar antara 35°C sampai dengan 40°C. Akan tetapi pada saat kejadian tekanan udara setelah *intercooler* hanya 0,3 bar – 0.4 bar. Pada akhirnya kondisi inilah yang menyebabkan daya mesin induk menurun karena massa aliran udara pembakaran rendah.

E. ANALISIS DATA

Metode Analisis Akar Penyebab (*Root Cause Analysis/ RCA*) yang digunakan yaitu Fishbone Diagram. Faktor-faktor penyebab masalah yang akan dianalisis adalah *Man*, *Machine* dan *Method* sebagai berikut :



Gambar Diagram *Fishbone*

PENYEBAB DARI ASPEK :

1. *MAN* :

Penyebab Utama (L1) : Anak Buah Kapal (ABK) tidak konsisten melaksanakan perawatan *intercooler*.

L : Level

Penyebab (L2) : Kurangnya kedisiplinan Anak Buah Kapal (ABK) dalam melaksanakan perawatan *intercooler*.

2. *MACHINE* :

Penyebab Utama (L1) : *Blower side turbocharger* kotor

L : Level

Penyebab (L2) : Udara yang masuk ke sistem kotor

3. *MATERIAL* :

Penyebab Utama (L1) : Minimnya persediaan suku cadang *intercooler* di atas kapal

L : Level

Penyebab (L2): Perawatan melewati jam kerja (*running hours*)

4. *METHOD* :

Penyebab Utama (L1) : Jadwal operasional kapal padat

L : Level

Penyebab (L2) : Kurangnya dukungan perusahaan dalam menyediakan perawatan *intercooler*.

Tabel 4.1 Penyebab dan Pemecahan Masalah

PENYEBAB	PEMECAHAN
1. ABK tidak konsisten melaksanakan perawatan <i>intercooler</i>	Meningkatkan kedisiplinan ABK dalam melaksanakan perawatan berkala pada <i>intercooler</i> .
2. <i>Blower side turbocharger</i> kotor	Melaksanakan perawatan <i>blower turbocharger</i> secara rutin.
3. Minimnya persediaan suku cadang <i>intercooler</i> di atas kapal	Mengirimkan permintaan suku cadang <i>intercooler</i> ke perusahaan
4. Jadwal operasional kapal padat	Meminta dukungan perusahaan untuk menyediakan waktu perawatan

Dari hasil analisis menggunakan *fishbone diagram* diatas, maka dapat dijelaskan faktor penyebab terbentuknya deposit karbon pada sirip-sirip *intercooler* sebagai berikut:

1. Anak Buah Kapal (ABK) Tidak Konsisten Melaksanakan Perawatan *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 ini terjadi karena perubahan temperatur udara yang lembab. Bila dibiarkan akan menimbulkan korosi di sekitar ruangan udara bilas.

Terbentuknya deposit karbon pada sirip-sirip *intercooler* dapat disebabkan karena Anak Buah Kapal (ABK) mesin tidak konsisten dalam melaksanakan perawatan berkala pada *intercooler*. Sistem rencana kerja (*Planned Maintenance System*) yang dilaksanakan tidak menyimpang dari *manual book* akan tetapi ada beberapa perawatan tidak terlaksana dengan baik bukan dikarenakan ketidak pahaman Anak Buah Kapal (ABK) Mesin akan tetapi penerapannya tidak dapat terlaksana dengan baik karena tertundanya sistem perawatan dikarenakan tidak adanya suku cadang *intercooler* di atas kapal, bila ada pemeriksaan dari pihak otoritas pelabuhan maka kita membuat rencana kerja dan isian untuk laporan pada *Planned Maintenance System* dengan cara memanipulasi laporan dan tidak sesuai dengan kenyataannya, dalam hal ini pihak perusahaan menyuruh untuk berbuat demikian akan tetapi jika hal ini berjalan terus menerus yang sangat dirugikan adalah pihak Anak Buah Kapal (ABK) karena bagaimana kita dapat mengoperasikan kapal dengan baik dan aman dari sisi, Anak Buah Kapal (ABK), muatan, kapal dan lingkungannya sementara melaksanakan rencana kerja dan *Planned Maintenance System* berjalan dengan baik, hal inilah yang penulis alami.

Penyebabnya adalah dalam suatu sistematika perencanaan kerja ada beberapa persyaratan/kebutuhan minimum yang harus dipenuhi, yaitu informasi teknik, riwayat perawatan, waktu untuk pelaksanaan dan fasilitas

rencana pekerjaan. Kesemuanya itu harus saling berkaitan antara yang satu dengan lainnya sehingga perawatan dapat dilakukan dengan baik dan sistematis sesuai dengan *Planned Maintenance System* (PMS).

Berdasarkan pengalaman penulis selama bekerja di kapal MT. LEONA NO.2, ketika kapal beroperasi di sekitar perairan Philipine 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 sisi pendingin *Intercooler* pada bagian air lautnya. Jika dibiarkan dalam waktu yang lama akan menyumbat pada lubang – lubang *tube* pendingin sehingga akan menghambat proses pendinginan. Air laut yang masuk ke dalam *Intercooler* tersebut terhambat oleh kotoran serta tiram yang melekat pada lubang-lubang tube pendingin, sehingga panas yang diserap oleh air laut untuk mendinginkan udara tersebut tidak maksimal dan akan mempengaruhi suhu udara yang masuk ke dalam ruang pembakaran.

Walaupun terjadinya kotoran pada *intercooler* seperti terlihat pada saat sekarang tidak sampai menyebabkan kapal berhenti beroperasi. Hal ini dikarenakan kapal MT. LEONA NO.2 beroperasi di perairan yang aman yaitu antar Taiwan dan Philipine. 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.

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

2. *Blower Side Turbocharger Kotor*

Cara kerja *turbocharger* yaitu 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 turbin blade sehingga pada satu sisinya atau sisi *blower* akan menghisap udara dan menekan kesaringan *intecooler* dan diarahkan ke *intake manifold*. Sehingga pada waktu langkah hisap udara yang di *intake manifold* masuk ke silinder.

Udara yang bersih sangatlah penting di dalam kelancaran pengoperasian *turbocharge* karena kalau 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 kalau 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 *turbochargerr*. Ini terjadi karena udara tersebut mengandung banyak uap minyak dan partikel debu yang sangat kecil.

Berdasarkan *manual instruction book* temperatur udara bilas masuk silinder idealnya adalah 35°C - 50°C tetapi penulis pernah mengalami temperaturnya naik sampai 70°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 *surgings*. Yang dimaksud “*surgings*” pada *turbocharger* adalah suatu keadaan dimana secara tiba-tiba aliran udara pembilas ke mesin menjadi tersendat – sendat. Kondisi ini biasanya disertai dengan bunyi suara yang tidak biasanya. Pemasukan udara yang tersendat ini 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.

Pengisian tekan (*super charging*) menyebabkan keterlambatan pembakaran (*Ignition Delay*).

3. Minimnya Persediaan Suku Cadang *Intercooler* Di Atas Kapal

Permasalahan yang penulis alami yaitu kurangnya suku cadang yang ada di atas kapal dalam hal ini bukan hanya suku cadang *intercooler* saja tapi beberapa suku cadang tidak ada yang baru akan tetapi yang penulis alami dan sangat mengganggu karena kurangnya suku cadang untuk *intercooler*, seperti *carbon remover (chemical)* dan gasket.

Tidak adanya suku cadang *intercooler* dikarenakan pihak perusahaan tidak menyediakan dengan berbagai alasan, alasan yang klasik yaitu untuk menekan biaya pengoperasian dikarenakan harga dari *intercooler* mahal jadi Anak Buah Kapal (ABK) bagian mesin diharapkan dapat mencari jalan keluar agar suku cadang yang rusak dapat diperbaiki akan tetapi di sisi lain pihak perusahaan ingin kapalnya dapat beroperasi dengan lancar bagi penulis ini suatu masalah yang seharusnya tidak terjadi karena *intercooler* bila sering dilakukan penambalan dalam waktu tidak lama akan rusak kembali, bila hal ini kita laporkan ke manajemen perusahaan 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 direkondisi kenyataannya tidak bertahan lama.

4. Jadwal Operasional Kapal Padat

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.

Intercooler 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 *intercooler* dapat diandalkan untuk jangka waktu yang lama.

Dalam melaksanakan sistem perawatan yang perlu diperhatikan adalah masalah cukup atau tidaknya waktu yang ada dan suku cadang *intercooler* seperti *carbon remover (chemical)* dan gasket yang tersedia di atas kapal. Untuk melaksanakan perawatan terencana ini perlu memperhatikan rencana operasi kapal.

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 *intercooler* pada mesin induk tidak bisa berfungsi dengan baik bahkan dapat menimbulkan kerusakan yang lebih fatal.

Untuk dapat dikatakan *Intercooler* dapat bekerja secara sempurna, bila *intercooler* mampu bekerja dengan tekanan dan suhu yang normal pada beban penuh (*full speed*). Ditinjau dari pemeliharaan atau perawatan pada *Intercooler* 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 perawatan *intercooler* yang kurang teratur akan menimbulkan ketidaklancaran operasional kapal. Seperti contoh yang penulis alami selama berlayar di kapal MT. LEONA NO.2, dengan rute pelayaran yang tidak tetap karena ditentukan dari pihak pencharter.

F. PEMECAHAN MASALAH

Dari hasil analisis di atas, maka pemecahan masalahnya yaitu sebagai berikut:

1. Meningkatkan Kedisiplinan Anak Buah Kapal (ABK) dalam Melaksanakan Perawatan Berkala Pada *Intercooler*

Kedisiplinan adalah kesadaran dan kesediaan seseorang menaati semua peraturan perusahaan dan norma-norma sosial yang berlaku. Berdasarkan definisi tersebut dapat diketahui faktor penyebab Anak Buah Kapal (ABK) Mesin sering tidak tepat waktu dalam menyelesaikan tugasnya. Penyebabnya antara lain kurangnya pengawasan kerja oleh Perwira Mesin.

Untuk menunjang kelancaran perawatan intercooler maka diperlukan Anak Buah Kapal (ABK) yang bertanggung jawab dan konsisten dalam menerapkan prosedur yang ada. Adapun langkah-langkah yang harus dilakukan oleh Anak Buah Kapal (ABK) Mesin dalam perawatan *intercooler* yaitu :

a. Perawatan *Intercooler* pada sisi air pendingin

Untuk memperoleh hasil pendinginan yang baik pada *Intercooler* di MT. LEONA NO.2 digunakan alat pembersih pipa yang berupa sikat kawat bulat berdiameter 10 mm. Cara membersihkannya yaitu dengan cara:

- 1) Menggosokkan sikat kawat tersebut ke dalam lubang pipa air pendingin sampai bersih
- 2) 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 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 *Intercooler* selalu bersih perlu dicek apakah saringan air laut tersebut kondisinya sudah rusak. karena kotoran dapat masuk ke pipa cooler air tawar dan menyumbat aliran air yang masuk.

Perawatan tersebut diatas merupakan 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. Perawatan *Intercooler* pada sisi udara

Dalam perawatan *Intercooler* ini pemeriksaan dan pembersihan sisi air pendingin maupun bagian sisi udara dianjurkan setelah berjalan 3.500

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 dengan cara menggunakan cairan kimia pencuci selama 24 jam.

Dengan menggunakan pompa sirkulasi (*intercooler clear circulation pump*), cairan kimia ini dihisap oleh pompa, kemudian masuk ke *nozzle* penyemprot di dalam *intercooler* untuk membersihkan sisi udara. Kemudian cairan kimia ini akan kembali ke tangki penampungan lagi dan begitu seterusnya. Di kapal MT. LEONA NO.2 untuk membersihkan *intercooler* ini digunakan cairan kimia khusus untuk mencuci yaitu *Carbon Remover – CC120*. Pekerjaan secara detail harus mengikuti instruksi yang telah ditetapkan untuk mendapatkan hasil yang optimal.

Adapun prosedur langkah-langkah pelaksanaan pembersihan adalah sebagai berikut :

- 1) *Intercooler* dapat mulai dikerjakan pembersihannya setelah mesin induk berhenti dalam kurun waktu kurang lebih 1 jam.
- 2) Buka *intercooler* sisi udara dan pastikan *nozzle* penyemprot tersebut tidak buntu. Apabila buntu kita harus melepasnya dan kita bersihkan kotoran yang menyumbatnya.
- 3) Setelah itu kita siapkan air tawar dicampuri dengan *CC120* di dalam tangki. Semua kran-kran kita siapkan, mulai dari kran masuk dan keluar di *intercooler* serta kran di pompa sirkulasi. Setelah semuanya siap kemudian kita jalankan pompa. Setelah *nozzle* penyemprot betul-betul keluar air dan menyemprot atau membersihkan sisi udara dari *Intercooler*, pompa sirkulasi dijalankan selama 24 jam.
- 4) Setelah yakin sisi udara *intercooler* bersih, kemudian kita *flushing* dengan menggunakan air tawar dengan cara menjalankan pompa sirkulasi selama 15 menit, lalu kita pasang kembali *cover intercooler*.

c. Menerapkan prosedur perawatan dengan baik

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. Perawatan harus sesuai prosedur yang berlaku yaitu :

1) 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 penggantian-penggantian yang dilakukan.

2) Rencana pekerjaan oleh crew, *Planned Maintenance System (PMS)*, diukur dan lain lain Semua kegiatan yang dilakukan terkait dengan perawatan, termasuk penyesuaiannya dengan *planned maintenance system (PMS)* juga diukur untuk menentukan skala prioritasnya.

Perencanaan pengerjaan apabila suku cadang asli tersedia, waktu untuk pengerjaan perawatan mencukupi dan orang yang bekerja untuk perawatan mencukupi serta peralatannya untuk pekerjaan perawatan tersedia.

Bila waktu belum memungkinkan maka waktu penggantian suku cadang juga bisa ditunda bila kondisinya masih memungkinkan dan memerlukan penggantian suku cadang. Namun suku cadang tidak tersedia sehingga permasalahan menjadi merambat. Cara menangani apabila suku cadang adalah mengikuti rekomendasi pabrik atau berdasarkan buku petunjuk.

Apabila tersebut di atas sudah terpenuhi maka bisa dibuat jadwal rencana kerja. Perencanaan perawatan sesuai dengan buku petunjuk

dari pabrik. 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 dan mengisi *Form Engineer Maintenance Report*, yaitu: Tanggal dan waktu pengerjaan sampai selesai pengerjaan, tempat pengerjaan, pelayaran ke berapa, 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 (KKM) tanda tangan. Setelah selesai pengerjaan tentunya Motor induk yang telah dilakukan perawatan diuji coba jalankan, setelah mesin jalan perlu dicek apakah masih ada kebocoran pada *intercooler*. Apabila kondisinya sudah normal dan memuaskan kemudian dicatat dan dilaporkan.

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.

- 3) 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.

- 4) 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.

Agar terbentuk disiplinnya ilmu tentang perawatan *intercooler* maka (Anak Buah Kapal) ABK juga harus dibekali dengan pengetahuan, peraturan, pemahaman yang sesuai dengan kondisi yang ada di kapal begitupun masalah sumber daya manusianya juga harus ditingkatkan agar kemauan bekerja Anak Buah Kapal (ABK) tersebut sangat optimal

sehingga keadaan seperti malas dapat dihindari. Untuk dapat meningkatkan kualitas sumber daya manusia dikapal supaya mencapai tujuan agar Anak Buah Kapal (ABK) bagian mesin yang bekerja melaksanakan pekerjaan sesuai prosedur atau dapat memahami dan mengimplimentasikan prosedur kerja, contohnya bagi Anak Buah Kapal (ABK) mesin yang diberi tugas dan tanggung jawab untuk melaksanakan atau menulis kegiatan pekerjaan, perawatan, perbaikan agar terlebih dahulu dibekali atau *training* tentang tata cara penulisan atau pelaporan yang terbaru yang diterapkan oleh tiap-tiap manajemen perusahaan dalam melaksanakan *planned maintenance system (PMS)*.

2. Melaksanakan Perawatan *Blower Turbocharger* Secara Rutin

Pentingnya perawatan bagian ini merupakan hal yang sering tidak sesuai dengan rencana perawatan. Pada sisi udara yang ditekan dari *turbochargerr*, dimana bagian sisi udara ini terdapat kisi-kisi dari plat tembaga yang halus. Plat ini berfungsi untuk penyerapan panas dari temperatur masuk 100°C akan diserap oleh sebuah media pendingin air laut menjadi turun sampai dengan temperatur 36°C-40°C sesuai suhu udara yang diharapkan untuk pembilasan yang sempurna.

Dengan kondisi *blower* udara yang bersih pada *turbocharger* maka jumlah udara yang masuk melewati *intercooler* akan lebih banyak dan proses pembakaran akan lebih sempurna. Untuk itu perlu diadakan perawatan sesuai dengan buku petunjuk yang ada di atas kapal yaitu :

a. Perawatan *blower* udara pada *turbocharger*

Adanya kebocoran pada *flexible joint*, maka perlu diadakan pembersihan pada sudut-sudut sisi *blower* karena kotor oleh partikel-partikel karbon yang disebabkan bocornya *flexible joint* pada pipa gas buang. Pembersihan dilakukan dengan cara :

- 1) Menggosok sudut-sudut *blower* tersebut secara perlahan dengan kain yang telah dibasahi oleh minyak yang dicampur dengan air sabun sampai bersih.
- 2) Setelah itu dilakukan pembersihan dengan kain bersih dan kering.

b. Perawatan *filter* udara pada *turbocharger*

Mengingat pentingnya jumlah dan kualitas udara yang masuk perlu diadakan perawatan berkala pada saringan udara *turbocharger* di MT. LEONA NO.2, setiap penunjukan indikator udara pada monitor menurun saringan udara harus dibersihkan. Dibagian luar saringan udara tersebut dilapisi dengan spon yang gunanya untuk menyaring kotoran dari luar supaya kotoran tidak langsung melekat pada saringan udara sehingga udara yang masuk akan lebih bersih dan saringan udara akan lebih tahan lama.

Perawatan *filter udara* pada *turbocharger* diantaranya sebagai berikut :

1) Mencuci dengan *chemical*

Proses pembersihan saringan udara dengan cara mencuci menggunakan *chemical* yaitu :

- a) Lepas saringan udara dari *housing*
- b) Masukkan saringan udara ke dalam wadah berisi *chemical* sekitar 3-5 jam
- c) Keluarkan dari wadah lalu cuci saringan udara menggunakan air deterjen
- d) Setelah bersih lalu keringkan saringan udara

2) Menyemprot dengan angin

Proses membersihkan saringan udara pada *turbocharger* dengan angin adalah sebagai berikut :

- a) Lepas saringan udara dari *housing*.
- b) Semprot dengan udara bertekanan 3 kg/cm² sampai dengan 7 kg/cm² dari bagian dalam dengan jarak dekat.
- c) Kemudian semprot dari luar untuk membersihkan debu yang menempel pada dinding saringan udara sebelah luar dengan jarak 20–30 cm.
- d) Semprot kembali dari sebelah dalam.

3. Mengirimkan Permintaan Suku Cadang *Intercooler* ke Perusahaan

Sebagaimana telah dijelaskan pada deskripsi data di atas, bahwa suku cadang merupakan salah satu faktor penunjang perawatan. Begitu juga untuk menunjang perawatan *intercooler*, perlu ditunjang dengan tersedianya suku

cadang seperti *carbon remover (chemical)* dan gasket. Dengan demikian perawatan *intercooler* dapat terlaksana sesuai dengan *Planned Maintenance System (PMS)*.

Adapun prosedur pemesanan suku cadang, setelah manajemen kapal mengirimkan suku cadang kepada manajemen kantor, maka proses selanjutnya menjadi tanggung jawab *Superintendent* armada kantor untuk meneruskannya. Segala kebutuhan suku cadang harus dicatat oleh Kepala Kamar Mesin (KKM) atau masinis dikapal agar kesalahan pendataan mengenai ketersediaan suku cadang yang ada dikapal tidak terjadi, sehingga tidak dapat menimbulkan ketidaksamaan hasil data material suku cadang antara pihak perusahaan maupun pihak dikapal, maka pihak kapal harus membuat kearsipan yang baik, antara lain:

- a. Sekali dalam sebulan Kepala Kamar Mesin (KKM) harus mencatat setiap pemakaian suku-cadang dan barang-umum dalam Buku Material atau dalam buku "*Stock In/Out*", sesuai pemakaian berdasarkan Label-label dan buku catatan pengeluaran suku-cadang dan barang-umum.
- b. Jika setiap barang yang dipakai telah mencapai titik pemesanan/permintaan, sebagaimana yang tercantum dalam formulirnya suku-cadang dan barang umum, harus segera di pesankan agar tetap dalam tingkat "*Stock*" atau persediaan normal.
- c. Setiap suku-cadang dan barang-umum yang dipesan/diminta harus dicatat dan dimasukkan dalam formulir "*dipesan/diterima*". Jika pesanan sudah diterima agar di tuliskan dalam kolom penerimaan.
- d. Setiap permintaan material dan pemakaian material harus dibuatkan Nomer Surat masing-masing sesuai urutan pengeluaran surat yang telah diketahui/ditanda-tangani oleh Nakhoda, dengan maksud agar mempermudah mencari Data-data dokumen tersebut. Misalkan:
- e. Surat permintaan material (*Material requisition*).
- f. Surat pemakaian material (*Material consumption*),

Segala sesuatu akan berjalan dengan baik apabila direncanakan dengan baik, termasuk pengaturan suku cadang. Dalam hal suku cadang yang perlu direncanakan adalah bagaimana agar suku cadang selalu tersedia sewaktu dibutuhkan. Manajemen suku cadang dan perannya

adalah sebuah proses perencanaan, pengorganisasian, pengkoordinasian dan pengontrolan suku cadang untuk mencapai sasaran yang efektif dan efisien. Yang perlu diperhatikan dalam merencanakan kebutuhan suku cadang antara lain :

- 1) Berapa banyak jumlah suku cadang dan dalam jangka waktu berapa lama biasanya dibutuhkan untuk pemakaian, kemudian dalam jangka waktu berapa lama sebelumnya telah dilakukan permintaan.
- 2) Perencanaan dalam hal pembukuan, catatan pemakaian dan penerimaan suku cadang yang benar dan mudah untuk pengontrolan, seperti dibutuhkan adanya, pengelompokan jenis suku cadang dan lain sebagainya.
- 3) Dalam hal penyimpanan agar direncanakan supaya mudah untuk mencari seperti penataan yang rapi, dikelompokkan menurut jenis suku cadang, diberikan label pada kotak penyimpanan.

4. Meminta Dukungan Perusahaan Untuk Menyediakan Waktu Perawatan

Dalam hal perawatan *intercooler* untuk meningkatkan kinerja mesin induk yang terencana, standar perawatan sangat perlu diterapkan agar mempermudah para masinis melakukan pekerjaan perawatan atau mengikuti *Planned Maintenance System (PMS)* serta perlu mengikuti panduan-panduan yang terdapat di *engine manual book*. Dengan adanya perawatan sesuai dengan standar yang telah ditetapkan maka mesin induk akan bekerja dengan optimal.

Berkaitan dengan padatnya jadwal operasional kapal maka dapat diatasi dengan cara :

- a. Berkoordinasi dengan pihak operasional di darat
- b. Menyesuaikan jadwal perawatan dengan jadwal operasional kapal

Selain itu penerapan perawatan harus direalisasikan di atas kapal dan dilaksanakan mengikuti waktu yang telah ditentukan dan pada komponen-komponen dari *intercooler* harus lebih diperhatikan. Apabila perawatan ini dilakukan sesuai dengan standar perawatan, maka *intercooler* tersebut berada dalam kondisi baik. Hal tersebut dapat meningkatkan kinerja mesin induk di kapal yang menunjang kelancaran operasional kapal.

BAB IV

PENUTUP

A. KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan pada bab-bab sebelumnya bahwa terbentuknya deposit karbon pada sirip-sirip *intercooler* penyebabnya yaitu :

1. Anak Buah Kapal (ABK) tidak konsisten dalam melaksanakan perawatan pada *intercooler*.
2. *Blower side turbocharger* kotor, yang mengakibatkan udara masuk ke dalam silinder berkurang.
3. Minimnya persediaan suku cadang *intercooler* di atas kapal.
4. Jadwal operasional kapal padat, sehingga jadwal perawatan menjadi tidak tepat waktu.

B. SARAN-SARAN

Berdasarkan uraian pembahasan pada Bab III mengenai kurangnya perawatan pada *intercooler* di kapal MT.LEONA NO.2, maka penulis menyarankan :

1. Menyarankan kepada Kepala Kamar Mesin (KKM) untuk meningkatkan kedisiplinan Anak Buah Kapal (ABK) dalam melaksanakan perawatan berkala pada *intercooler*.
2. Menyarankan kepada Kepala Kamar Mesin (KKM) untuk memerintahkan kepada Anak Buah Kapal (ABK) mesin agar melaksanakan perawatan *blower turbocharger* secara rutin
3. Menyarankan kepada Kepala Kamar Mesin (KKM) untuk mengirimkan permintaan suku cadang *intercooler* ke perusahaan
4. Menyarankan kepada Kepala Kamar Mesin (KKM) untuk meminta dukungan perusahaan untuk menyediakan waktu perawatan.

C. IMPLIKASI

Akibat terjadinya kenaikan suhu gas buang yang melebihi batas yang ditentukan serta penurunan tekanan udara pada *intercooler* yaitu pendingin udara *intercooler* menjadi tidak optimal sehingga berpengaruh terhadap performa mesin induk menurun. Dampaknya yaitu operasional kapal tidak berjalan dengan lancar.

DAFTAR PUSTAKA

- Aris Munandar, Wiranto, Tsuda Koichi (1986), *Motor Diesel Putaran Tinggi*, Cetakan Sembilan, Jakarta : PT Pradya Paramitra
- Daryanto (1998), *Motor Diesel Kapal*, jilid 1; Pusdiklat Perhubungan Laut Jakarta.
- Goenawan Danoeasmoro, (2003), *Manajemen Perawatan*, Jakarta : Yayasan Bina Citra Samudera
- Johan Handoyo, Jusak. (2015). *Sistim Perawatan Permesinan Kapal*, Ahli Teknik Tingkat III, Ed.3, Jakarta : Djangkar. ISBN 979-044-651-9
- Johan Handoyo, Jusak. (2015). *Mesin Diesel Penggerak Utama Kapal*, Jakarta : Djangkar. ISBN 979-044-621-2
- Johan Handoyo, Jusak. (2015). *Manajemen Perawatan dan Perbaikan Kapal*, Jakarta : Djangkar. ISBN: 979-044-685-4
- P.Van Maanen, (2008), *Motor Diesel Kapal*, Jilid :1, Nautech
- Sukoco, dan Zainal Arifin, (2008), *Teknologi Motor Diesel*, Bandung : Alfabeta

LAMPIRAN 1

MT.LEONA NO.2 / SHIP PARTICULAR

1.SHIP NAME	LEONA NO.2
2.SHIP TYPE	TANKER
3.FLAG	TOGO
4.CLASS	UMB
5.PORT REGISTRY	LOME
6.IMO / OFFICIAL NO	8405713 / TG-01472
7.CALL SIGN	5VIP8
8.SHIP BUILDER	HAKATA SHIPBUILDING CO. LTD
9.BUILT YEAR	1984
10.BUILT PLACE	JAPAN
11.GRT	3802
12.NRT	1653
13.DWT	5703
14.TANK CAPACITY	4875
15.LOA P.P	109.04M 103.50
16.BREADTH	12.5M
17.DEPTH	6.8M
18.DRAFT	5.6M
19.SPEED	10.0 KTS
20.MMSI	671368100
21.IMARSAT-C	FELCOM15:467100379
22.M/E TYPE	LH38L-6
23.M/E POWER	1924KW/2580HP
24.M/E MAKERS	HANSHIN DIESEL LTD
25.A/E TYPE	YANMAR(6HAL2-HTN)3 SETS
26.A/E POWER	180KW/180KW/180KW
27.EMERGENCY A/E	YANMAR(6CHL-N)1 SETS
28.EMERGENCY A/E POWER	60KW
29.CARGO PUMP	2 SETSX450 m3 GEAR TYPE
30.OWNER	SPLENDOR GLOBAL CO,LTD
31.MANAGEMENT COMPANY	BENEFIT JOY INTERNATIONAL CO,LTD
32.CREW	17 PERSONS



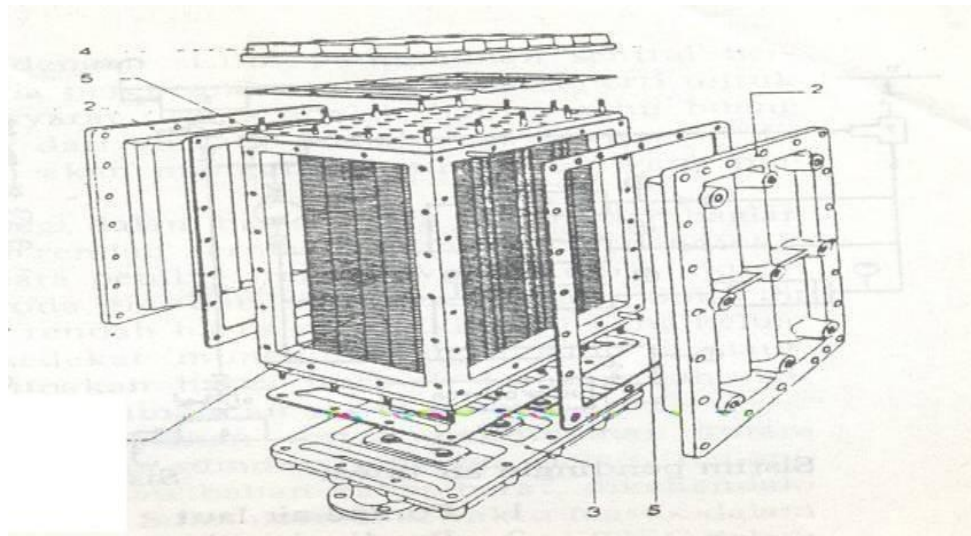
LAMPIRAN 2

IMO CREW LIST

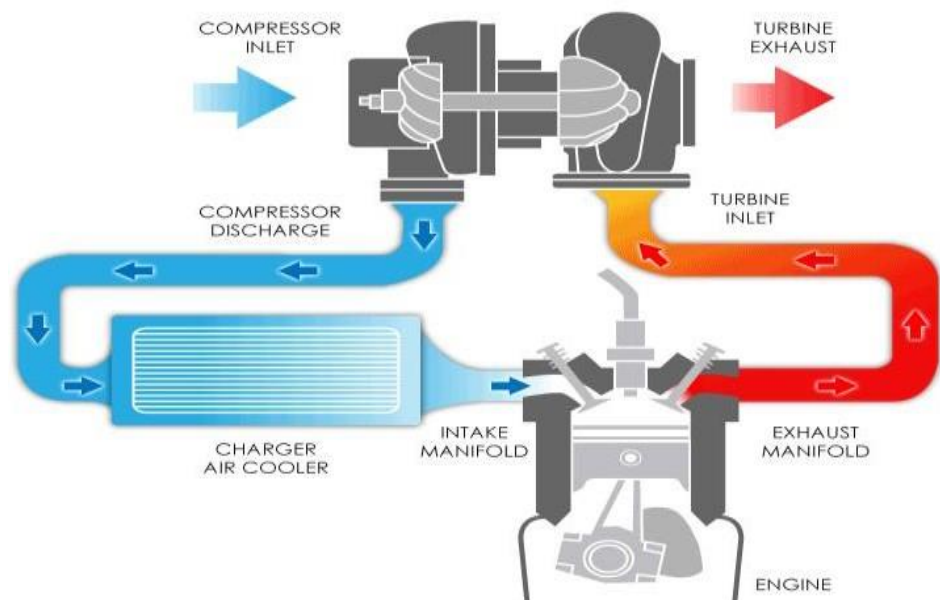
1 NAME OF SHIP:				2 PORT OF ARRIVAL		3 DATE OF ARRIVAL
MT.LEONA NO.2				KAOHSIUNG		26-APR-2024
4 NATIONALITY OF SHIP:				5. CALL SIGN :		
TOGO				5VIP8		
No	B. Family Name, Given Name	9. SEX	10. Rank or Rating	11.Nationality	12. Date And Place Of Birth	Passport Expiry Date
1	JOKO SARTONO	M	MASTER	INDONESIA	1968-03-19 BOYOLALI	X1968367 2023-02-02
2	RACHMAD ADITYA HENDI MAWARDI	M	C/O	INDONESIA	1993-11-07 SIDOARJO	E3779252 2023-08-08
3	AZIS ANWAR	M	2/O	INDONESIA	1994-05-07 SRAGEN	C78763812 2026-05-20
4	RIFYAL DWI CAHYANTO R	M	3/O	INDONESIA	1998-03-07 PALU	X1813193 2023-01-18
5	SUMARDI	M	C/E	INDONESIA	1980-02-04 KENDAL	C7983443 2026-06-06
6	KIKI CACUK HANJAYA	M	2/E	INDONESIA	1991-12-02 GROBOGAN	E0127711 2027-08-10
7	LOVIAN AGUSTIAN	M	3/E	INDONESIA	1995-08-11 SUBANG	E3028919 2023-03-28
8	HUANG YONG	M	4/E	CHINA	1978-01-22 GANSU	E71793111 2026-03-28
9	PURWOHADI	M	BOSUN	INDONESIA	1974-07-06 BATANG	E4320056 2023-09-05
10	YE LIN THAN	M	AB	MYANMAR	1987-05-21 THONGWA	MG817477 2027-11-11
11	WINDU UJIYANTO	M	AB	INDONESIA	1986-02-26 CILACAP	C3565418 2027-03-15
12	RIFKY LUKMAN HAKIM	M	AB	INDONESIA	2000-04-15 KENDAL	C5986726 2025-01-06
13	LIU GUANGLI	M	OILER	CHINA	1975-03-15 SHANDONG	EE2820797 2028-09-05
14	ANAS MUNTADZIR	M	OILER	INDONESIA	1994-10-26 KOBISONTA	C9659890 2027-06-29
15	YAN MYO AYE	M	OILER	MYANMAR	1991-09-19 THANLYIN	MG736759 2027-10-27
16	YAO YANGQING	M	WIPER	CHINA	2000-11-03 LIAONING	EL3035426 2023-10-31
17	FACHRUL RIZALDI	M	COOK	INDONESIA	1997-09-14 JEMBER	C5503911 2024-11-19



LAMPIRAN 3

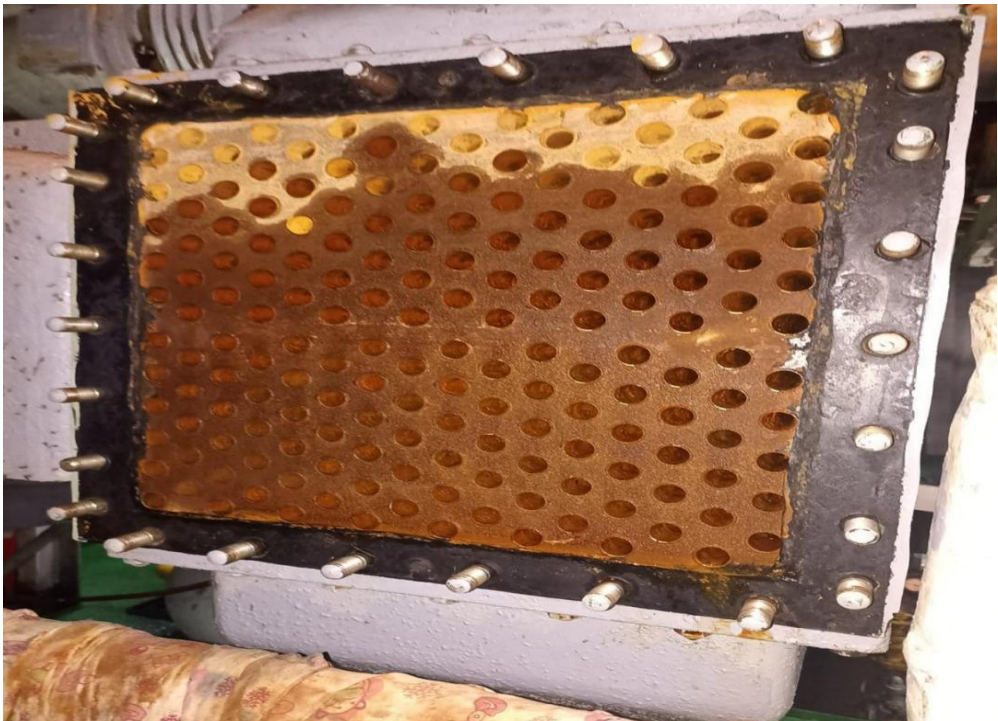


Gambar skema intercooler



Gambar skema udara bilas pada mesin induk

LAMPIRAN 4



Gambar pendingin udara (intercooler) M.T LEONA NO.2

LAMPIRAN 5



Gambar M.T LEONA NO.2



Gambar Mesin Induk M.T LEONA NO.2