

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



MAKALAH

**OPTIMALISASI SISTEM PENDINGIN AIR TAWAR
UNTUK MENINGKATKAN KINERJA MESIN INDUK DI
MT. ELISABET SATU**

Oleh :

FREDDY FELKI
NIS. 02096/T-I

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

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



MAKALAH

**OPTIMALISASI SISTEM PENDINGIN AIR TAWAR
UNTUK MENINGKATKAN KINERJA MESIN INDUK DI
MT. ELISABET SATU**

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

Oleh :

FREDDY FELKI

NIS. 02096/T-I

PROGRAM PENDIDIKAN DIKLAT PELAUT - 1

JAKARTA

2024

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



TANDA PERSETUJUAN MAKALAH

Nama : FREDDY FELKI
No. Induk Siwa : 02096/T-I
Program Pendidikan : DIKLAT PELAUT - I
Jurusan : TEKNIKA
Judul : OPTIMALISASI SISTEM PENDINGIN AIR TAWAR
UNTUK MENINGKATKAN KINERJA MESIN INDUK
DI MT. ELISABET SATU

Pembimbing I, Jakarta, Mei 2024
Pembimbing II,

Dr. Drs. Bambang Sumali, M.Sc.
Pembina (IV/B)
NIP. 19601105 198503 1 001

Moh. Ridwan, M.M.
Penata (III/C)
NIP.19780707 200912 1 005

Mengetahui
Ketua Jurusan Teknika

Dr. Markus Yando, S.Si.T.,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 : FREDDY FELKI
No. Induk Siwa : 02096/T-I
Program Pendidikan : DIKLAT PELAUT - I
Jurusan : TEKNIKA
Judul : OPTIMALISASI SISTEM PENDINGIN AIR TAWAR
UNTUK MENINGKATKAN KINERJA MESIN INDUK
DI MT. ELISABET SATU

Penguji I

Penguji II

Penguji III

Suroyo,S.ST.PEL.,M.M.
ketua
NIP. 19890820 201503 1 007

I Made Mariasa
Penata Tk. I (III/c)
NIP. 19804162 01402 1 004

Dr.Drs.BambangSumali,M.Sc.
Pembina (IV/B)
NIP. 19601105 198503 1 001

Mengetahui
Ketua Jurusan Teknika

Dr. Markus Yando, S.Si.T.,M.M.
Penata Tk. I (III/d)
NIP. 19800605 200812 1 001

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkah dan rahmat serta karunia-nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan makalah ini dengan judul :

“OPTIMALISASI SISTEM PENDINGIN AIR TAWAR UNTUK MENINGKATKAN KINERJA MESIN INDUK DI MT. ELISABET SATU”

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

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

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

1. Dr. Capt. Tri Cahyadi, M.H., Mar.E, 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 Dr. Drs, Bambang Sumali, M.Sc. selaku dosen pembimbing I yang telah meluangkan waktu untuk memberikan saran dan pikirannya mengarahkan penulis pada sistematika materi yang baik dan benar
5. Bapak Moh.Ridwan, M.M. selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan waktunya untuk membimbing proses penulisan makalah ini
6. Seluruh Dosen dan staf pengajar Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta yang telah memberikan bantuan dan dorongan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan tugas makalah ini.

7. Seluruh rekan-rekan yang ikut memberikan sumbangsih pikiran dan saran
8. Orang Tua, istri dan anak-anak saya yang telah memberikan dukungan motivasi selama penyusunan makalah ini.

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

Jakarta, Mei 2024

Penulis,

FREDDY FELKI

NIS. 02096/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, Batasan dan Rumusan Masalah	4
C. Tujuan dan Manfaat Penelitian	5
D. Metode Penelitian	6
E. Waktu dan Tempat Penelitian	8
F. Sistematika Penulisan	8
BAB II LANDASAN TEORI	
A. Tinjauan Pustaka	10
B. Kerangka Pemikiran	18
BAB III ANALISIS DAN PEMECAHAN	
A. Deskripsi Data	20
B. Analisis Data	20
C. Pemecahan Masalah	35
BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN	
A. Kesimpulan	36
B. Saran	36
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1.1. Grafik Gas Buang Mesin Induk	02
Tabel 1.1. Temperatur Gas Buang	02
Tabel 1.2. Main Engine Performa Data	03
Gambar 2.1. Diagram Sistem Pendingin Air Tawar	11

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Ship MT.ELISABET SATU
- Lampiran 2. Ship Particular
- Lampiran 3. Crew List
- Lampiran 4. Diagram Sistem Pendingin Air Tawar
- Lampiran 5. Fresh Water Cooling Pump
- Lampiran 6. Fresh Water Cooling Pipe
- Lampiran 7. Heat Exchanger Tube

BAB I

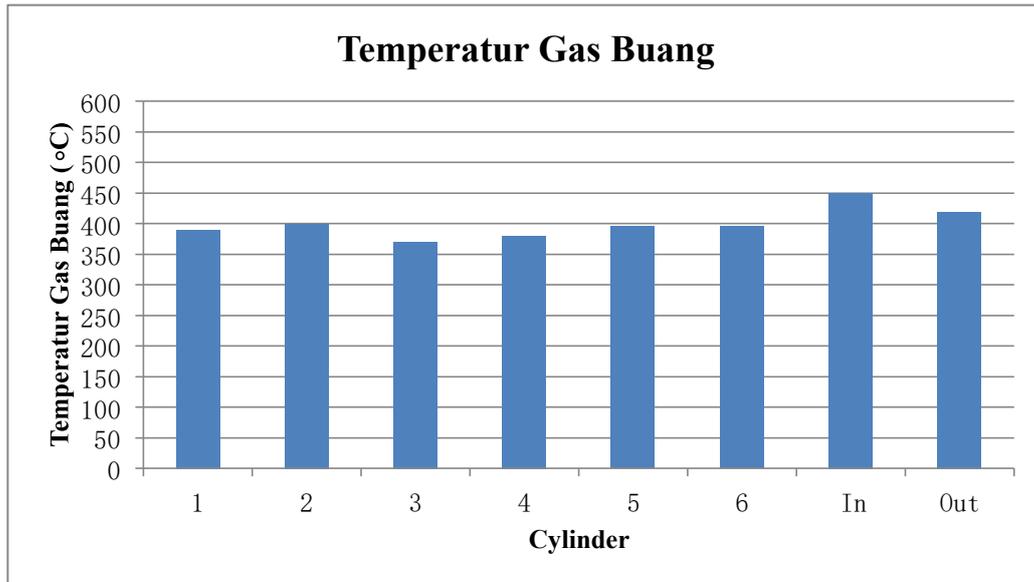
PENDAHULUAN

A. LATAR BELAKANG

Pada kapal yang menggunakan motor diesel dilengkapi dengan sistem pendingin air. Sistem pendingin air pada motor diesel dilakukan dengan dua sistem, yaitu sistem pendinginan tertutup dan sistem pendinginan terbuka namun di kapal penulis menggunakan sistem pendingin tertutup. Hal ini bertujuan untuk mencegah terjadinya kerusakan pada bahan karena pemanasan berlebihan yang dapat mengakibatkan turunnya daya pada mesin itu. Jika perawatan terhadap sistem pendingin mesin induk tidak dilakukan dengan baik maka dapat berakibat fatal.

Pada saat motor diesel beroperasi, di dalam ruang pembakaran terjadi suhu yang sangat tinggi dan proses ini terjadi secara terus menerus di dalam *cylinder*. Dengan demikian pendinginan dibutuhkan untuk menyerap sebagian panas dalam pembakaran untuk mencegah terjadinya kelelahan bahan yang dapat mengakibatkan terjadinya perubahan bentuk pada mesin itu. Proses pendinginan yang tidak sempurna pada motor diesel dapat mengakibatkan fatal dan serius.

Pada waktu penulis bekerja di atas kapal Mt. Elisabeth Satu terjadi kenaikan suhu gas buang *Cylinder No.2* mencapai 400°C dimana batas normal rata-rata gas buang antara 320°C - 340°C. Dengan terjadinya kenaikan suhu gas buang pada beberapa *cylinder* No.2 ini mengakibatkan kelancaran pengoperasian mesin induk tidak maksimal, sehingga kelancaran pengoperasian kapal juga terganggu atau tidak optimal sehingga tiba di pelabuhannya jadi terlambat / tidak sesuai jadwal. Adapun data – data mesin induk sebagai berikut :



Gambar 1.1 Grafik Gas Buang Mesin Induk

Tabel 1.1 Temperatur Gas Buang

RPM	Suhu Gas Buang (°C)					
	Silinder 1	Silinder 2	Silinder 3	Silinder 4	Silinder 5	Silinder 6
250	250	252	250	257	253	251
280	275	272	271	274	275	273
350	370	375	390	395	390	395
380	405	400	350	380	400	400
500	390	400	370	380	395	395

Adapun masalah terkait sistem pendingin yaitu saat kapal berlayar tiba-tiba alarm mesin induk No.1 berbunyi. Masinis Jaga memeriksa secara visual pada monitor, informasi yang ada pada mesin induk tertulis; *“high tempt”* dan ada kedipan peringatan tertulis *“Reduce RPM”* artinya temperatur pada silinder terlalu panas dan harus dikurangi putaran saat ini (tindakan sementara).

Mengetahui informasi yang di dapat dari monitor mesin induk tersebut, Masinis Jaga selanjutnya melakukan pemeriksaan secara manual melalui pengambilan temperatur mesin induk No.1 menggunakan *temperature scanner portable* dan diketahuilah bahwa temperatur sudah mencapai 90°C. Bila dilihat pada buku harian kapal temperatur

normal mesin pada saat putaran penuh hanya 75°C sampai 80°C. Tekanan pompa air laut yang mendinginkan air tawar kurang dari 2,0 bar yaitu hanya 1.2 bar. Apabila keadaan ini tidak dilakukan tindakan maka temperatur akan bertambah tinggi secara bertahap dan dapat mengakibatkan mesin induk *blackout*.

Disini Penulis melampirkan data-data dari *main engine* No.1 sebagai bahan perbandingan:

Tabel 1.2 Main Engine Performa Data

Main Engine Performa Data						
Description	Cylinder Number					
	1	2	3	4	5	6
Exh. Gas Tempt	310	400	320	315	315	320
FW Tempt	68	68	70	69	69	70
L.O Press	4.2					
F.O Press	2.2					
FW Press	1.8					
SW Press	2.1					
SW Temp	29					
L.O Tempt	56					
Bost air press	0.45					
RPM	500					
<ul style="list-style-type: none"> • Untuk unit tekanan menggunakan satuan bar • Untuk unit temperatur menggunakan satuan °C 						

Data Temperatur Sistem Pendingin (Data pada saat main engine over heat)

RPM 1400	Main Engine No.1			Main Engine No.2		
	OKT	NOV	DES	OKT	NOV	DES
FW (°C)	80	80	90	80	79	81
SW in (°C)	29	30	30	29	29	30
SW out (°C)	49	49	58	48	48	50

Dari tabel di atas, diketahui bahwa pada tanggal 12 Desember 2023 terjadi kenaikan temperatur silinder mesin induk no.1 tinggi melebihi batas nomal. Data dari pompa air laut

Pompa Air Laut No.1		Pompa Air Laut No.2	
Pressure	1,2 bar	Pressure	2,0 bar
Suction	0,35 bar	Suction	0,30 bar

Dari beberapa faktor permasalahan diatas salah satu penyebabnya adalah terjadinya kenaikan temperatur pada gas buang, sistem pendingin mesin induk kurang maksimal dan perawatan mesin induk tidak sesuai rencana / *planing maintenance system (PMS)*, sehingga pada saat pelayaran terjadi gangguan pada mesin induk. Adapun *planing maintenance system* yang diterapkan di kapal sebagai berikut.

Demi untuk menunjang kelancaran mesin penggerak utama hendaknya harus selalu diadakan perawatan serta perbaikan secara rutin dan secara berkala, agar tidak mengalami kegagalan dalam pengoperasian kapal seperti tidak tepat waktu tiba. Berdasarkan kejadian tersebut penulis tertarik untuk membuat makalah dengan judul **“OPTIMALISASI SISTEM PENDINGIN AIR TAWAR UNTUK MENINGKATKAN KINERJA MESIN INDUK DI KAPAL MT. ELISABET SATU”**.

Yang mana penulis menganggap demikian pentingnya pengabut diatas karena kelancaran pengoperasian kapal dalam melaksanakan tugas salah satunya tergantung kepada kondisi pengabut sebagai penggerak bahan bakar ke mesin induk di atas kapal secara keseluruhan.

B. IDENTIFIKASI, BATASAN DAN RUMUSAN MASALAH

1. Identifikasi Masalah

Berdasarkan pada latar belakang diatas, maka dapat diidentifikasi beberapa permasalahan yang terjadi di kapal Mt. Elisabeth Satu sebagai berikut :

- a. Tekanan *sea water cooling pump* rendah
- b. *Heat exchanger tube* tidak berfungsi dengan baik
- c. Suhu gas buang cylinder No.2 naik melebihi 400°C

- d. *Sea chest* kotor
- e. *Sea water cooling* tumpat

2. Batasan Masalah

Berdasarkan uraian identifikasi masalah di atas, maka penulis membatasi pembahasan makalah ini berdasarkan pada pengalaman penulis selama bekerja di kapal Mt. Elisabeth Satu sebagai *Chief Engineer*, yaitu membahas tentang :

- a. Tekanan *sea water cooling pump* rendah
- b. *Heat exchanger tube* tidak berfungsi dengan baik
- c. Suhu gas buang cylinder No.2 naik melebihi 90°C

3. Rumusan Masalah

Berdasarkan batasan masalah yang diambil, agar lebih mudah dalam mencari pemecahan masalahnya, penulis merumuskan penekanan pembahasan pada makalah ini sebagai berikut :

- a. Mengapa tekanan *sea water cooling pump* rendah?
- b. Mengapa *heat exchanger tube* tidak berfungsi dengan baik?
- c. Suhu gas buang cylinder No.2 naik melebihi 90°C?

C. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

1. Tujuan Penelitian

- a. Untuk mengetahui dan menganalisis penyebab rendahnya tekanan *sea water cooling pump* di atas kapal Mt. Elisabeth Satu.
- b. Untuk mengetahui dan menganalisis penyebab *heat exchanger tube* tidak berfungsi dengan baik di atas kapal Mt. Elisabeth Satu
- c. Untuk mengetahui dan menganalisis penyebab suhu gas buang cylinder No.2 naik melebihi 90°C.

2. Manfaat Penelitian

a. Manfaat Bagi Dunia Akademis

- 1) Untuk mengembangkan pengetahuan baik penulis maupun pembaca atau rekan seprofesi agar lebih dapat memahami tata cara perawatan berkala terhadap mesin induk.
- 2) Diharapkan hasil penulisan makalah ini dapat berguna bagi Pasis di STIP Jakarta.

b. Manfaat bagi dunia praktisi

- 1) Untuk berbagi pengalaman kepada teman-teman seprofesi dalam mengatasi masalah suhu gas buang mesin induk melampaui batas normal dan sistem pendingin mesin induk kurang maksimal.
- 2) Sebagai sumbang saran untuk perusahaan-perusahaan dan rekan seprofesi yang terkait dalam melakukan perawatan injector mesin induk.

D. METODE PENELITIAN

Dalam pengumpulan data serta keterangan-keterangan yang diperlukan dapat menggunakan teknik pengumpulan data. Hal ini dimaksudkan untuk mengetahui teknik yang tepat yang digunakan dalam upaya memperoleh data secara benar dan akurat. Dalam menulis makalah ini penulis menggunakan metode penelitian sebagai berikut :

1. Metode Pendekatan

Dalam penulisan makalah ini menggunakan metode pendekatan studi kasus yang dilakukan secara deskriptif kualitatif, yakni berdasarkan pengalaman yang penulis alami selama bekerja di atas kapal Mt. Elisabeth Satu.

2. Teknik 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 beberapa teknik pengumpulan data sebagai berikut :

a. 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 kapal MT. Elisabet Satu.

b. Studi Dokumentasi

Dokumentasi yaitu berupa data-data yang diperoleh dari dokumendokumen yang penulis dapatkan di atas kapal. Dokumen tersebut merupakan bukti nyata yang berhubungan dengan perawatan mesin induk secara berkala.

c. Studi Pustaka

Untuk kelengkapan penulisan makalah ini, penulis menggunakan metode studi pustaka dalam mendukung karya tulis makalah. Metode dengan menggunakan studi perpustakaan adalah pengamatan melalui pengumpulan data dengan memanfaatkan tulisan-tulisan yang ada hubungannya dengan penulisan makalah ini, baik itu buku-buku perpustakaan dan buku-buku pelajaran serta buku instruksi dari kapal untuk melengkapi penulisan makalah ini. Selain itu juga ditambah pengetahuan penulis selama mengikuti pendidikan di STIP baik lisan maupun tulisan.

3. Subyek Penelitian

Yang menjadi subyek penelitian dalam makalah ini adalah sistem pendingin mesin induk di atas kapal Mt. Elisabeth Satu.

4. Teknik Analisis Data

Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis akar permasalahan.

E. WAKTU DAN TEMPAT PENELITIAN

1. Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan selama Penulis bekerja di atas kapal MT. Elisabet Satu sebagai *Second Engineer* dari tanggal 30 Maret 2023 sampai dengan 30 Desember 2023.

2. Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan di atas kapal MT. Elisabeth Satu, salah satu kapal tipe motor tanker yang beroperasi di Perairan Indonesia (Manggis/Bali).

F. SISTEMATIKA PENULISAN

Penulisan makalah ini disajikan sesuai dengan sistematika penulisan makalah yang telah ditetapkan dalam buku pedoman penulisan makalah yang dianjurkan oleh STIP Jakarta. Dengan sistematika yang ada maka diharapkan untuk mempermudah penulisan makalah ini secara benar dan terperinci.

BAB I PENDAHULUAN

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

BAB II LANDASAN TEORI

Menjelaskan teori-teori yang digunakan untuk menganalisa data-data yang didapat melalui buku-buku sebagai referensi untuk mendapatkan informasi dan juga sebagai tinjauan pustaka. Pada landasan teori ini juga terdapat kerangka 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 penulis alami selama bekerja di atas kapal dan sebagainya termasuk pengolahan data. 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

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

BAB II

LANDASAN TEORI

A. TINJAUAN PUSTAKA

Untuk mempermudah pemahaman dalam makalah ini, maka penulis membuat tinjauan pustaka yang akan memaparkan definisi-definisi dan teori-teori yang terkait dan mendukung pembahasan pada makalah ini. Adapun beberapa sumber yang oleh penulis dijadikan sebagai landasan teori dalam penyusunan makalah ini adalah sebagai berikut:

1. Optimalisasi

Menurut Poerwadarminto (2021:28) optimalisasi adalah hasil yang dicapai sesuai dengan keinginan, jadi optimalisasi merupakan pencapaian hasil sesuai harapan secara efektif dan efisien. Optimalisasi juga diartikan sebagai ukuran dimana semua kebutuhan dapat dipenuhi dari kegiatan-kegiatan yang dilaksanakan. Ukuran yang menyebabkan tercapainya tujuan jika dipandang dari sudut usaha. Optimalisasi adalah usaha memaksimalkan kegiatan sehingga mewujudkan keuntungan yang diinginkan atau dikehendaki.

Dari definisi tersebut diketahui bahwa optimalisasi sistem pendingin air tawar hanya dapat diwujudkan apabila dilakukan secara efektif dan efisien.

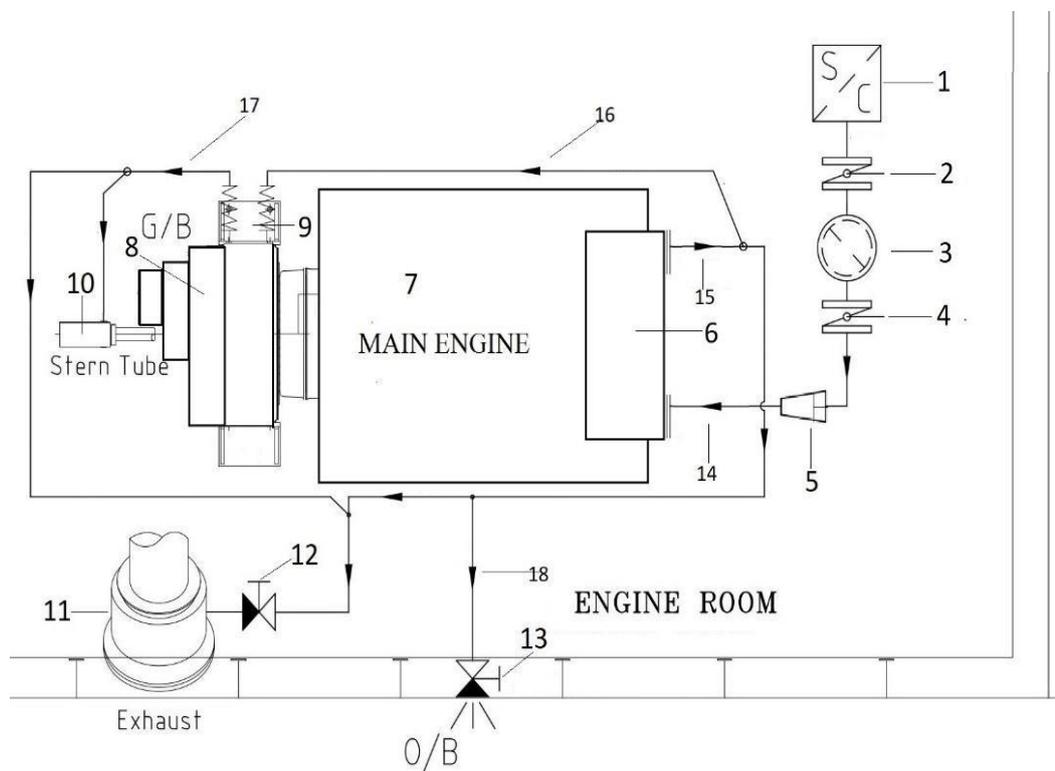
2. Sistem Pendingin Air Tawar

a. Definisi Sistem Pendingin Air Tawar

Hery Sunaryo (2022:90) sistem air tawar atau sistem pendinginan tidak langsung adalah sistem pendinginan yang menggunakan dua media pendingin, yaitu air tawar dan air laut. Air tawar dipergunakan untuk mendinginkan bagian-bagian mesin, sedangkan air laut digunakan untuk

mendinginkan air tawar. Air tawar yang telah mendinginkan *cylinder head* dan *cylinder jacket* akan disirkulasikan secara terus menerus, apabila media pendingin air tawar berkurang di dalam sistem, maka akan ada penambahan secara *gravity* dari *expansion tank* yang berada dilantai atas, atau posisinya lebih tinggi dari mesin induk.

Air tawar yang ditampung pada *expansion tank*, waktu kapal sedang berlayar dan motor induk sedang beroperasi maka suhu disini 55°C , air tawar dialirkan ke tiap-tiap *cylinder jacket* kemudian mendinginkan *cylinder head*, dan keluar menuju *cooler* dengan suhu 85°C , di *fresh water cooler*, air tawar didinginkan oleh air laut dan suhu turun sampai 60°C . Air tawar diisap lagi oleh pompa, seterusnya kembali lagi digunakan untuk mendinginkan mesin induk. Karena pendinginan air tawar terus menerus bersirkulasi, maka dinamakan pendinginan tertutup, maka apabila motor induk sedang berjalan normal setiap masinis yang ingin melakukan tugas jaganya selalu mengecek tangki ekspansi, sebab dari sini dapat diketahui bila ada sistem yang tidak berfungsi secara baik (normal).



Gambar 2.1 Diagram Sistem Pendingin Air Tawar

Keterangan Gambar 2.1:

1) *Sea chest*

Suatu perangkat yang berhubungan dengan air laut yang menempel pada sisi dalam dari pelat kulit kapal.

2) *Butterfly valve inlet strainer*

Kran air masuk ke saringan *sea chest*.

3) *Sea chest strainer*

Saringan yang berfungsi untuk menyaring kotoran yang masuk pada saat proses menghisap air laut, agar tidak masuk ke dalam jalur pompa.

4) *Butterfly valve outlet strainer*

Kran air keluar dari saringan *sea chest*.

5) *Sea water pump*

Pompa yang berfungsi untuk memompa air laut menuju ke *heat exchanger*.

6) *Heat Exchanger*

Suatu alat yang memungkinkan perpindahan panas dan bisa berfungsi sebagai pemanas maupun sebagai pendingin.

7) *Main Engine*

Mesin induk adalah tenaga penggerak utama yang berfungsi untuk merubah tenaga mekanik menjadi tenaga pendorong bagi propeller kapal.

8) *Gear Box*

Sebuah komponen yang berperan penting untuk sistem transmisi.

9) *Gear Box L.O Cooler*

Alat ini yang berfungsi mendinginkan minyak pelumas yang telah menyerap panas dari dalam *gear box* dengan menggunakan air laut.

10) *Stern Tube*
Tabung poros baling - baling ialah pipa yang dilalui oleh poros baling- baling.

11) *Exhaust Mixer*

Saluran gas buang yang dirancang untuk mencampur air pendingin dengan benar ke dalam gas buang mesin setelah manifold untuk melindungi saluran pipa gas buang dari suhu ekstra tinggi.

12) *Overboard valve*

Kran air pembuangan dari mesin induk dan gearbox ke exhaust mixer.

13) *Overboard valve*

Kran air pembuangan dari mesin induk keluar badan kapal.

14) *Pipe line*

Saluran air laut pendingin dari *sea water pump* ke *heat exchanger*.

15) *Pipe line*

Saluran air laut pendingin dari *heat exchanger*.

16) *Pipe line*

Saluran air laut pendingin ke pendingin minyak pelumas *gear box*.

17) *Pipe line*

Saluran air laut pendingin dari pendingin *gear box* ke *stern tube* dan *overboard valve*.

18) *Pipe line*

Saluran air laut pendingin dari *heat exchanger* ke *overboard valve*.

b. Heat Exchanger

Menurut Jusak Johan Handoyo (2020:65) *heat exchanger* memiliki arti harfiah alat penukar panas. Pengertian ilmiah dari *heat exchanger* adalah sebuah alat yang berfungsi untuk mentransfer energi panas (*entalpi*) antara dua atau lebih fluida, antara permukaan padat dengan fluida, atau antara partikel padat dengan fluida, pada temperatur yang berbeda serta terjadi kontak termal. Lebih lanjut, *heat exchanger* dapat pula berfungsi sebagai alat pembuang panas, alat sterilisasi, pasteurisasi, pemisahan campuran, distilasi (pemurnian, ekstraksi), pembentukan konsentrat, kristalisasi, atau juga untuk mengontrol sebuah proses fluida.

Satu bagian terpenting dari *heat exchanger* adalah permukaan kontak panas. Pada permukaan terjadi perpindahan panas dari satu zat ke zat yang lain. Semakin luas bidang kontak total yang dimiliki oleh *heat exchanger* tersebut, maka akan semakin tinggi nilai efisiensi perpindahan panasnya. Pada kondisi tertentu, ada satu komponen tambahan yang dapat digunakan untuk meningkatkan luas total bidang kontak perpindahan panas. Komponen tersebut adalah sirip.

Alat penukar panas atau *heat exchanger* (HE) adalah alat yang digunakan untuk memindahkan panas dari sistem ke sistem lain tanpa perpindahan massa dan bisa berfungsi sebagai pemanas maupun sebagai pendingin. Biasanya, medium pemanas dipakai adalah air yang dipanaskan sebagai fluida panas dan air biasa sebagai air pendingin (*cooling water*). Penukar panas dirancang sebisa mungkin agar perpindahan panas antar fluida dapat berlangsung secara efisien. Pertukaran panas terjadi karena adanya kontak, baik antara fluida terdapat dinding yang memisahkannya maupun keduanya bercampur langsung (*direct contact*).

3. Kinerja

Pradana Hutamadi (2023:2) bahwa kinerja atau performa mesin adalah prestasi suatu mesin yang erat hubungannya dengan daya mesin yang dihasilkan serta daya guna mesin tersebut. Adapun parameter performa mesin dapat diketahui meliputi anatara lain:

- a. Daya mesin
- b. Putaran mesin
- c. Konsumsi bahan bakar
- d. Emisi gas buang

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 maximum.

Daya motor yang maksimum dipengaruhi oleh :

- 1) Banyak sedikitnya bahan bakar yang disemprotkan oleh *injector*

- 2) Tidak terjadi kebocoran pada ruang pembakaran (kebocoran klep).
- 3) Kompresi motor induk yang tinggi, *ring torak*, *cylinder liner* masih standard normal.
- 4) Mutu bahan bakar bagus.
- 5) Jumlah udara pembakaran /kg bahan bakar memenuhi standar.

4. Mesin Induk

a. Definisi Mesin Induk

Menurut Setyo Nugroho (2022:11) mesin induk adalah tenaga penggerak utama yang berfungsi untuk mengubah tenaga mekanik menjadi tenaga pendorong bagi propeller kapal agar kapal dapat bergerak, dimana dalam pengoperasionalnya mesin induk selalu dalam kondisi *running* secara terus menerus.

Menurut Jusak Johan Handoyo (2020:34) menyatakan bahwa mesin diesel adalah satu pesawat yang mengubah energi potensial panas langsung menjadi energi mekanik, atau juga disebut *combustion engine system*. Pembakaran (*combustion engine*) dibagi dua yaitu:

- 1) Mesin pembakaran dalam (*internal combustion*) adalah pesawat tenaga, yang pembakarannya dilaksanakan di dalam pesawat itu sendiri. Contoh: mesin diesel, mesin bensin, turbin gas, ketel uap dan lain lainnya.
- 2) Mesin pembakar luar (*external combustion*) adalah pesawat tenaga, dimana pembakarannya dilaksanakan di luar pesawat itu sendiri. Contoh: turbin uap, mesin uap.

b. Klasifikasi Mesin Induk

Menurut P Van Maanen (2021) bahwa mesin induk dapat dibedakan ditinjau dari beberapa faktor 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*) 100-400 rpm.
 - b) Motor putaran sedang (*medium speed*) 400-1000 rpm.
 - c) Motor putaran tinggi (*hight speed*) lebih dari 1000 rpm.

c. Pembakaran di Dalam Silinder Mesin Induk

Menurut Jusak Johan Handoyo, (2021:138), pembakaran diartikan suatu proses kimia dari pencampuran bahan-bakar dengan zat asam dari udara. Umumnya memakai bahan bakar cair yang mengandung unsur zat arang (C), zat cair (H) dengan sebagian kecil zat belerang (S), biasa disebut *hydro carbon*. Zat asam yang di butuhkan didapat dari udara sebagaimana diketahui udara itu mengandung 23% zat asam dan 77% nitrogen bila dihitung dalam volume atau 21% dengan 79% bila dihitung dalam berat udara. Perlu diingat bahwa pembakaran di dalam silinder tidak berlangsung sederhana, karena molekul-molekul bahan bakar harus dipecah kecil berbentuk kabut halus agar pembakaran berlangsung tuntas.

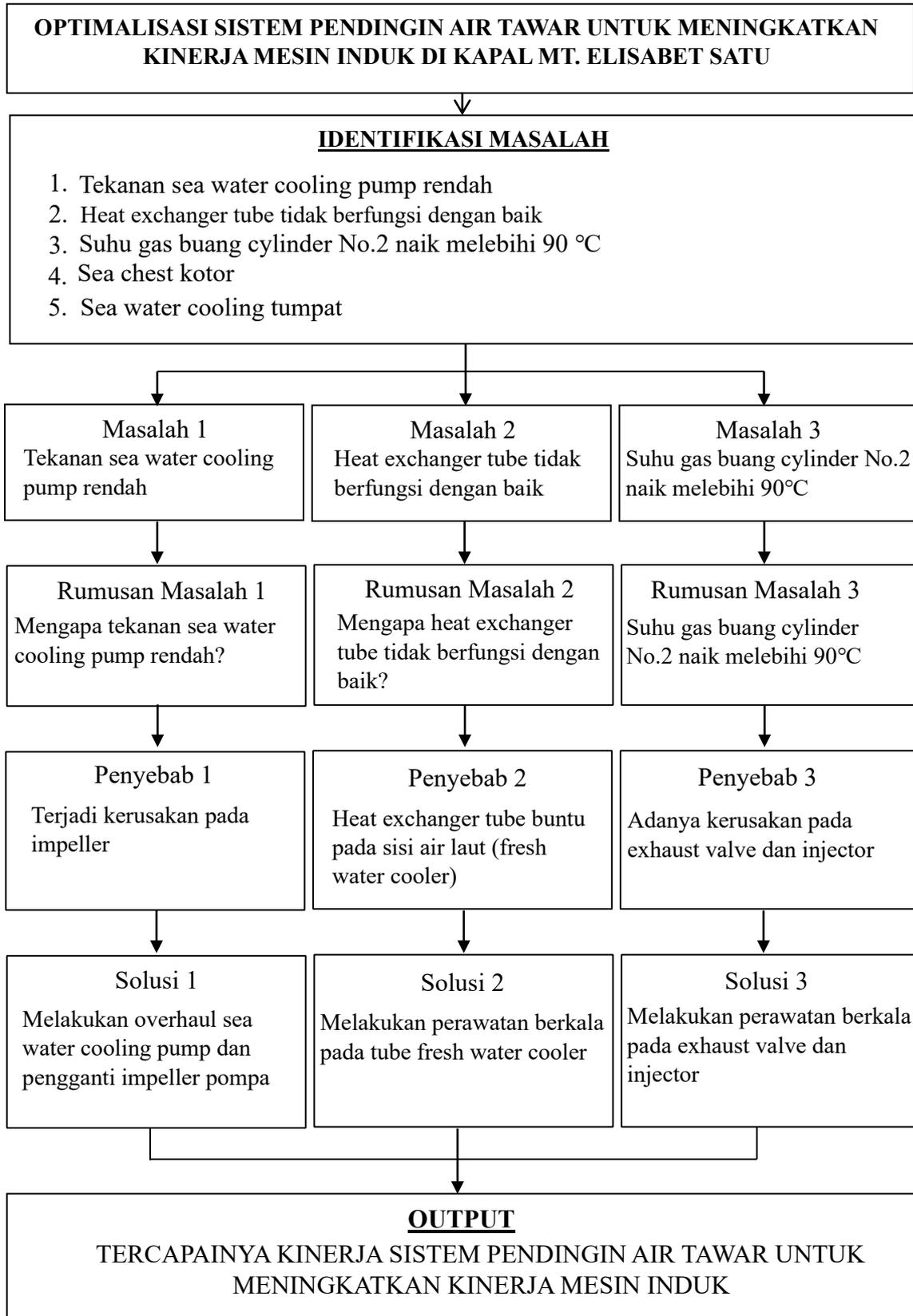
Pembakaran yang tuntas dan sempurna secara kimiawi ini akan menghasilkan panas, proses reaksinya disebut *Exterm*. Bila sejumlah gas atau udara dikompresi atau di *expansi* akan ada perubahan suhu selama proses terjadi,

namun bila keadaan suhunya tidak ada perubahan, maka prosesnya disebut *isothermis*. Keadaan itu hanya mungkin terjadi apabila selama proses kompresi berlangsung panas yang timbul diambil dan bila prosesnya *ekspansi*, panas yang hilang diganti sehingga suhunya tinggal tetap. Lain halnya bila sejumlah gas itu saat dilakukan kompresi maupun *ekspansi* tanpa ada tambahan panas atau kehilangan panas, proses yang demikian disebut *adiabatic*.

Selain faktor bahan bakar diatas, berikut adalah syarat-syarat proses pembakaran yang sempurna antara lain:

- 1) Perbandingan bahan bakar dengan udara seimbang, dimana 1 kg bahan bakar membutuhkan 15 kg faktor udara.
- 2) Bahan bakar harus berbentuk kabut, sehingga kinerja alat pengabut bahan bakar harus optimal.
- 3) Pencampuran kabut bahan bakar dengan udara harus merata/senyawa.
- 4) Tekanan pengabutan bahan bakar yang cukup tinggi untuk dikabutkan kedalam ruang kompresi.
- 5) Mutu bahan bakar yang digunakan bermutu baik, dimana CO₂ menghasilkan energi 174.480 Btu, 2H₂O menghasilkan energi 245.950 Btu dan SO₂ menghasilkan energi 12.600 Btu
- 6) Kelambatan penyalaan (*ignition delay*) atau ID harus tepat. Apabila terlalu cepat akan terjadi ketukan atau *knocking*, tetapi bila terlambat maka proses pembakaran terlambat sehingga gas buang akan tinggi.

B. KERANGKA PEMIKIRAN



BAB III

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

A. DESKRIPSI DATA

Fakta-fakta yang penulis temui selama bekerja di atas kapal Mt. Elisabeth Satu sebagai *Chief Engineer* sejak tanggal 30 Maret 2023 sampai dengan 30 Desember 2023, khususnya yang berhubungan dengan sistem pendingin diantaranya sebagai berikut:

1. Tekanan *Sea Water Cooling Pump* Rendah

Pada tanggal 12 Desember 2023 terjadi gangguan pada pompa pendingin air laut (*sea water cooling pump*), saat kapal berlayar putaran mesin 500 RPM tiba-tiba alarm mesin induk No.1 berbunyi. Tekanan pompa air laut pendingin yang masuk ke *cooler* turun di bawah tekanan 1,2 bar dari batas normalnya 2,0 bar. Untuk mengatasi masalah tersebut maka masinis jaga melakukan pemeriksaan pada saringan air laut yaitu saringan hisap sebelum pompa air laut, ternyata ditemukan banyak kotoran didalam saringan air laut tersebut sehingga dilakukan pembersihan saringan. Hal ini sering terjadi karena daerah operasi kapal yang dangkal sehingga saringan induk air laut atau *sea chest* cepat kotor sehingga banyak kotoran dan lumpur yang terisap oleh pompa. Kotoran dan lumpur tersebut menutupi sudu sudu *impeller* dan sebagian masuk ke pipa pipa pendingin dan *fresh water cooler* sehingga penyerapan panas berkurang.

2. *Heat Exchanger Tube* Tidak Berfungsi Dengan Baik

Pada tanggal 12 Desember 2023 saat kapal sedang dalam pelayaran alarm *cooling water high temperature* berbunyi. Temperatur sistem pendingin naik hingga mencapai 90⁰C, dari temepatur normal maksimal 80⁰C. Masinis Jaga memeriksa

secara visual pada *VMS Monitor* yang berada di *engine control room* bahwa telah terjadi *high temperature* atau *overheating*. Dan juga memeriksa pada *thermometer* yang ada pada mesin artinya temperatur air pendingin pada silinder terlalu panas dan harus dikurangi putaran saat ini (tindakan sementara). Kemudian putaran mesin induk dikurangi dari 500 rpm menjadi 250 rpm.

Kemudian dilakukan pemeriksaan secara manual melalui pengambilan temperatur dengan memakai *temperature scanner portable* untuk memastikan bahwa sensor untuk yang ada pada mesin induk berfungsi dengan baik dan diketahuilah bahwa temperatur sudah mencapai 90⁰C. Bila kita lihat buku harian kapal temperatur normal mesin pada saat putaran penuh hanya 80 ⁰C. Apabila keadaan ini tidak dilakukan tindakan maka temperatur akan bertambah tinggi secara bertahap dan akan mengakibatkan berhentinya Mesin Induk secara *automatic*. Hal ini mengakibatkan pihak kantor / perusahaan mendapatkan teguran dari pihak pencharter.

3. Suhu Gas Buang Cylinder No.2 Naik Melebihi 90⁰C

Terjadi penurunan terjadi kenaikan suhu gas buang *Cylinder No.2* melebihi batas normal. Pada posisi *handle rack* yang sama putaran mesin cenderung turun sehingga mengakibatkan di beberapa *Cylinder No.2* gas buangnya tinggi mencapai 400⁰C dimana batas normal rata-rata gas buang antara 320⁰C - 340⁰C. Dengan terjadinya kenaikan suhu gas buang pada beberapa *Cylinder No.2* ini mengakibatkan kelancaran pengoperasian mesin induk tidak maksimal, sehingga kelancaran pengoperasian kapal juga terganggu atau tidak optimal dikarenakan tiba di pelabuhannya jadi terlambat/tidak sesuai jadwal.

B. ANALISIS DATA

1. Tekanan *Sea Water Cooling Pump* Rendah

Hal ini disebabkan oleh :

a. *Impeller Sea Water Cooling Pump* Permukaan Bagian Atas luar

Banyak faktor yang menyebabkan kinerja pompa pendingin air laut tidak optimal, seperti terjadinya kerusakan pada *impeller* sebagaimana kejadian di atas dan akan dijelaskan pada poin kedua. 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.

Impeller adalah salah satu bagian pompa yang berputar dan berfungsi mengalirkan air laut dalam sistem, dimana sistem pendingin dialirkan ke mesin induk dengan tekanan yang dihasilkan dari pompa melalui *impeller*. Kerusakan pada *impeller* dapat mengganggu kurangnya tekanan pada sistem pendingin, kerusakan pada *impeller* sering terjadi adanya keretakan pada dudukkan *impeller* hingga patah. Kebanyakan kerusakan tersebut diakibatkan dari getaran (*Vibration*) dan tidak seimbangya putaran *impeller* pada pompa atau jam kerja pompa sudah melampaui batas yang ditentukan.

Penulis pernah mengalami pada saat pompa dijalankan terdapat bunyi dan putaran yang tidak normal, setelah dicek ternyata sumber dari suara dan getaran tersebut adalah diakibatkan *impeller* terkikis karna gesekan dengan housing *impeller*.

Akibat dari kerja *impeller* pada pompa yang dapat mengakibatkan getaran pada pompa sehingga mengakibatkan bagian dari pompa menjadi ikut terpengaruh oleh getaran tersebut, sehingga pompa tidak dapat bekerja secara optimal dan menyebabkan tekanan dari pompa menurun.

Zat cair yang telah masuk kedalam ruang *impeller* akan ditekan keluar oleh pompa dengan tenaga penggerak motor listrik disini zat cair akan ditekan keluar oleh *impeller* akibat gaya sentrifugal dengan dihubungkan satu poros dengan motor listrik melalui saluran keluar yang berbentuk *konis*. Permulaan dari rumah keong adalah bagian yang sempit, kemudian melebar semakin jauh semakin lebar dan akhirnya keluar dari bagian ini adalah bagian yang paling lebar dan cairan itu akan bergerak dan menuju kearah keluar menuju *cooler*.

Pada *impeller* dan kopling yang tidak seimbang (*Balance*) atau salah satu titik pada bagian yang berputar memiliki berat yang tidak seimbang, sehingga pada

waktu berputar mengakibatkan putaran mengalami perubahan gaya disalah satu titik putaran, yang lama kelamaan akan merusak *bearing* tersebut.

b. Kurangnya Perawatan Pada *Sea Water Cooling Pump*

Banyak faktor yang menyebabkan kinerja pompa pendingin air laut tidak optimal, seperti terjadinya kerusakan pada *impeller* sebagaimana kejadian di atas dan akan dijelaskan pada poin kedua yaitu kerusakan *bearing*. Adapun faktor-faktor menyebabkan kerusakan *bearing* pada pompa pendingin air laut, yaitu :

1) Poros yang tidak lurus

Dimana dudukan poros pompa tidak lurus dan mengakibatkan getaran yang sangat tinggi (*Vibration*), pemasangan yang tidak lurus tersebut akan menimbulkan getaran pada saat berputar yang dapat merusak *bearing*. Kemiringan dalam pemasangan *bearing* tidak menumpu poros dengan baik, mengakibatkan timbulnya getaran yang akan merusak *bearing* tersebut.

2) Kurangnya pelumasan pada *bearing*

Bearing yang berputar harus mendapatkan pelumasan untuk memperkecil gesekan, karena kebocoran pelumasan dari *seal bearing* menyebabkan pelumas atau *stemplet (Grease)* terbuang yang mengakibatkan *bearing* kurang atau tidak adanya pelumasan. Dan kebocoran pada *seal* tersebut juga menyebabkan terkontaminasinya minyak lumas oleh air laut bilamana *mechanic seal* bocor, hal tersebut dapat merusak *bearing* dengan cepat.

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)* dikarenakan :

- a) Jadwal operasional kapal yang sangat padat. Dengan tidak dilakukannya perawatan secara berkala maka kinerja pompa pendingin air laut menurun.

- b) Tidak tersedianya suku cadang yang dibutuhkan di atas kapal, seperti suku cadang *impeller*, *bearing*, *mechanical seal* dan suku cadang pompa lainnya.

2. Heat Exchanger Tube Tidak Berfungsi Dengan Baik

Hal ini disebabkan oleh :

a. Heat Exchanger Tube Buntu Pada Sisi Air Laut *Fresh Water Cooler*

Fresh water cooler merupakan suatu pesawat pemindah panas tanpa merubah *fase* dari yang didinginkan, misalnya jika yang masuk *fase* air tawar maka yang keluar *fase* air tawar, yang mana gunanya untuk mendinginkan air tawar yang keluar dari mesin induk. Apabila dalam *heat exchanger tube* terdapat kotoran seperti lumpur atau tersumbat, maka akan mengakibatkan penyerapan panas terhadap air tawar akan berkurang / terhalang sehingga temperatur air tawar yang keluar dari *cooler* tersebut tetap tinggi. Maka hal tersebut dinamakan proses pendinginan tidak sempurna.

Fresh water cooler merupakan bagian yang penting dalam hal untuk kelancaran air pendingin karena sesuai dengan fungsinya yaitu sebagai alat penukar panas. Pendingin dari sistem pendingin mesin induk dan peralatannya dipasang untuk menjamin bahwa temperatur air pendingin yang telah ditentukan dapat diperoleh pada berbagai jenis kondisi. Pada instalasi pipa pendingin dilengkapi dengan jalur by-pass bila mana terjadi gangguan pada *fresh water cooler* untuk menjaga kelangsungan operasi sistem. Pada ujung saluran pipa air tawar sebelum masuk *fresh water cooler* dipasang thermometer dengan skala derajat celcius dan juga pada bagian keluarnya dipasang juga thermometer dengan skala derajat celcius. Maksud dari pemasangan adalah sebagai alat kontrol suhu pada air pendingin.

b. Terjadinya Korosi pada Pipa-Pipa Air Laut

Pada pipa-pipa air laut selain memiliki kelemahan-kelemahan oleh karena bawaan material pipa itu sendiri yang menyebabkan pipa bocor adalah terjadinya proses korosi pada pipa.

Pada analisa ini secara garis besarnya atau umum yang dikenal mengenai korosi yaitu dimana terjadi peristiwa perusakan atau degradasi material logam akibat bereaksi secara kimia dengan lingkungan.

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, namun 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 ini sering terjadi pada pipa- pipa air laut khususnya pipa isap pompa. Ini terjadi 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.

3. Suhu Gas Buang Cylinder No.2 Naik Melebihi 90°C

Analisis penyebabnya adalah:

a. Exhaust Valve Tidak Berfungsi Dengan Baik

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

Ditambah lagi kurangnya suku cadang pendukung lainnya seperti pada bagian-bagian di katup gas buang ini. Dengan minimnya ketersediaan suku cadang yang tidak mencukupi standar minimum tingkatan perawatan sesuai anjuran pembuat mesin, maka perawatan mesin induk dan permesinan bantu lainnya tidak akan optimal.

Adapun faktor penyebab masalah pada *exhaust valve* diantaranya yaitu :

- 1) Terjadi kerusakan pada *spindle valve* seperti patah / bolong.
- 2) Antara permukaan *spindle valve* dengan *seat valve* tidak kedap atau dudukannya sudah tidak rata.
- 3) *Spindle valve* sudah tidak terbuka dan tertutup dengan sempurna.
- 4) Material *air spring piston* sudah aus
- 5) Silinder udara (*air cylinder*) tergores dan aus. Untuk mengatasi hal ini yang harus diperhatikan adalah diameter dalam dari *air cylinder*.
- 6) Katup pengembalian (*non return valve*) pegas sudah lemah atau putus sehingga tidak bekerja sebagaimana mestinya.

Demikian juga untuk alat-alat bantu lainnya seperti: Katup gas buang, pengabut bahan bakar, saringan-saringan bahan bakar (*Fuel oil Filter*), dan juga alat-alat pendingin lainnya. Padahal untuk menunjang operasi kapal yang sangat padat dan terencana, maka sistem perawatan berencana ini sangatlah diperlukan.

b. Adanya Kerusakan Pada *Spring Injector*

Injector adalah suatu alat yang berfungsi sebagai alat penyemprotan bahan bakar, agar bahan bakar dapat terbakar di dalam *cylinder*, melalui proses pembakaran didalam *cylinder* dengan jalan mengabutkan bahan bakar didalam ruang pembakaran, sehingga bahan bakar dapat terbakar dengan melalui suatu proses pembakaran. pada *injector* bahan bakar mesin induk yang masuk dengan temperatur $\pm 115^{\circ}\text{C}$. Jika pada saat kapal sedang berlayar maka akan terjadi proses pembakaran didalam *cylinder* secara terus menerus dan bergantian karena seringnya bekerja secara terus menerus ini akan mengakibatkan terjadinya gesekan pada bagian *injector* tersebut. Hal ini akan mengakibatkan timbul suatu kerusakan atau keausan pada alat tersebut sehingga

mengakibatkan pengabutan tidak sempurna dan membuat temperatur gas buang diluar tingkat normal dan mempengaruhi *injector* tersebut. Kerusakan pada *spring injector* menyebabkan penyemprotan bahan bakar tidak maksimal, sehingga pembakaran di dalam silinder tidak sempurna. Pembakaran yang tidak sempurna akan mengakibatkan performa mesin induk menurun. Oleh karena itu, *spring injector* yang rusak harus diganti dengan yang baru.

C. PEMECAHAN MASALAH

Berdasarkan analisis data di atas, penulis dapat menemukan pemecahan dari masing-masing masalah yang terjadi sebagai berikut :

1. Alternatif Pemecahan Masalah

a. Tekanan *Sea Water Cooling Pump* Rendah

Alternatif pemecahan masalahnya sebagai berikut :

1) Melakukan *Overhaul Sea Water Cooling Pump*

Di atas kapal terdapat pompa sirkulasi air tawar yaitu pompa sirkulasi air tawar yang dihubungkan dengan mesin induk (*attached pump*), *auxiliary LT cooling pump* dan *sea water cooling pump*. Dan untuk *Sea water cooling pump* ada 2 (dua) buah dengan kapasitas sama dimana pompa satunya dijadikan *stand by pump*, yang bertujuan jika pompa yang sedang beroperasi mengalami masalah maka pompa yang *stand by* siap digunakan sewaktu waktu.

Pompa ini dihubungkan dengan mesin induk dengan perantara roda gigi, sedangkan untuk *Auxiliary LT cooling pump* dan *Sea water cooling pump* digerakkan oleh *elektro motor* dengan menggunakan kopling dari poros motor dan poros pompa. Mulut isap dan mulut pompa membentuk satu bagian belahan rumah siput. Pergantian poros dan *impeller* akan diganti dengan sebuah poros dan *impeller* cadangan sangat mudah dengan melepas alat-alatnya. Pada waktu mensirkulasikan airnya pompa harus pada tekanan normal. Tekanan yang ada adalah $1,6 \text{ kg/cm}^2$, Tekanan pompa yang normal adalah berkisar $2,0 \text{ kg/cm}^2$ berdasarkan *manual book*. Oleh karena itu perlu dilakukan perawatan dan perbaikan sebagai berikut :

a) Penggantian *bearing*

Bearing ini mempunyai peranan, karena jika *bearing* ini rusak, cepat diganti dengan yang baru, karena dapat merusak pompa serta motornya juga *impeller* gerakannya tidak stabil sehingga mengakibatkan *impeller* bergesek dengan rumah pompanya. Pada *bearing* ada sistem tertutup yang artinya sudah ada *grease* di dalamnya, sehingga tidak perlu diberi *grease* setiap bulannya.

Setelah dilakukan pemeriksaan pada *bearing* tidak ditemukan kerusakan, sehingga hanya dibersihkan dan pasang kembali.

Untuk pengecekan terhadap bahan material *bearing* bisa dilihat dari bentuk *bearing* dan bisa dicek visual dengan cara memutar *bearing* pada *shaft*, apabila masih dalam keadaan bagus, maka *bearing* tersebut akan berputar dengan halus.

b) Pengecekan terhadap bahan material dari *bearing*

Untuk pengecekan terhadap bahan material *bearing* bisa dilihat dari bentuk *bearing* dan bisa dicek visual dengan cara memutar *bearing* pada *shaft*, apabila masih dalam keadaan bagus, maka *bearing* tersebut akan berputar dengan halus, dan untuk *mechanical seal* bisa dicek dari bentuk pegas (*spring*) masih bekerja atau tidak, untuk permukaan karbon yang selalu bergesekan juga dicek ada atau tidaknya karbon yang tidak rata begitu pula dengan karet *sealnya* masih elastis atau tidak.

Setelah dilakukan pemeriksaan pada material *bearing*, sesuai standar (*genuine part*).

c) Pengecekan *impeller*

Impeller yang sudah terkikis karena sudah melebihi jam kerja dapat menyebabkan kinerja pompa air laut tidak maksimal, oleh karena itu perlu dilakukan penggantian dengan suku cadang yang baru. Jika tekanan airnya pada sisi tekan di bawah tekanan normal. Pengecekan *impeller* secara visual biasanya dilihat dari bentuk *impeller* apabila *impeller body* terkikis, maka putaran *impeller* tidak seimbang, putaran

yang tidak seimbang akan berpengaruh terhadap putaran *bearing* dan poros, *impeller* yang seperti ini sudah tidak dapat dipakai lagi dan harus diganti dengan yang baru. Setelah diketahui kondisi *impeller* maka dilakukan penggantian dengan *impeller* yang baru.

d) Penggantian *mechanical seal*

Mechanical seal yang aus atau rusak harus diganti dengan suku cadang yang baru dan berkualitas agar tidak bocor kembali. Karna yang sering dijumpai di atas kapal adalah kebocoran pada *mechanical seal*. Dalam penggantian *bearing* dan *mechanical seal*, lepaskan baut pada *flange* yang mengikat pompa dengan pipa-pipa kemudian lepaskan juga baut yang mengikat pada mesin, setelah itu pompa dapat diangkat keluar dari dudukannya pada mesin induk. Setelah itu letakkan pompa pada tempat dimana pompa itu akan di perbaiki. Lepaskan baut penahan rumah pompa setelah itu baut bagian *impeller* dan *shaft* pompa serta *mechanical seal*. Setelah itu kemudian lepas mur pengikat *impeller* dan keluarkan *mechanic seal* beserta *bearing*-nya ganti dengan *spare part* yang ada dikapal lalu pasang kembali.

e) Pengecekan dan pergantian poros pompa

Pada saat melakukan pengecekan poros pompa (*shaft pump*) kadang kita mendapatkan adanya permukaan besi poros tidak baik seperti telah aus karena gesekan pada bagian bearing ataupun adanya lubang-lubang kecil karna korosi air laut pada bagian *mechanical seal* hal ini jika dibiarkan dapat merusak pompa. Pada saat penulis bekerja di atas kapal untuk mencegah hal-hal yang tidak diinginkan kami langsung melakukan penggantian poros pompa dengan suku cadang yang ada dan jika suku cadang tidak tersedia biasanya kami memasang poros yang lama sambil menunggu suku cadang yang baru.

Setelah dilakukan pengecekan, kondisi poros masih bagus sehingga tidak perlu diganti, hanya di bersihkan dan pasang kembali.

f) Penggantian *Packing*

Penyambungan untuk bagian-bagian pipa yang lurus, lengkung dan lain-lain, dilakukan dengan menggunakan *flens* kemudian di ikat dengan menggunakan mur baut. Agar pada sambungan ini air laut tidak bocor, maka di antara *flange* dipasang packing. Untuk air laut biasanya digunakan packing karet. Apabila setelah diadakan penyetelan mur, baut penekan *packing* masih juga bocor, harus diadakan penggantian *packing* dengan mengeluarkan *packing* yang lama, kemudian diganti dengan yang baru.

2) Melakukan Perawatan *Sea Water Cooling Pump* Secara Berkala

Setiap permesinan di atas kapal ada batas penggunaannya, artinya setiap berapa jam sekali harus dilakukan perawatan dan perbaikan. Hal ini tercatat dalam jadwal perawatan terencana/*Planned Maintenance System (PMS)*. Seperti halnya pompa pendingin air laut, harus dilakukan perawatan secara berkala untuk menjaga performa pompa, sehingga sistem pendingin mesin induk dapat bekerja maksimal.

Penulis pernah mengalami kejadian dimana pompa pendingin air laut sudah tidak dapat berfungsi secara maksimal. Setelah dilakukan pemeriksaan lebih lanjut dengan melihat riwayat atau laporan perawatan permesinan, ditemukan bahwa jadwal perawatan terhadap pompa pendingin air laut tidak dilaksanakan dengan baik.

Perawatan terencana didasarkan atas *running hours*, hal tersebut dapat dilihat dalam *manual book* dari pompa pendingin, sebagai berikut :

- a) Cek secara visual kebocoran, kekencangan baut. Dengarkan untuk suara *noise* dari bearing dan getaran setiap bulan
- b) Lumasi *mechanical seal*, *Ball bearing* dan *bearing bush* setiap 1 bulan. Cek kekencangan dari *baut coupling* setiap 3 bulan.
- c) Cek *performance* dan *power consumption*. Buka pompa untuk inspeksi setiap 2 tahun.

b. *Heat Exchanger Tube* Tidak Berfungsi Dengan Baik

Alternatif pemecahan masalahnya sbb :

1) Melakukan Perawatan Berkala Pada *Tube Fresh Water Cooler*

Pembersihan *fresh water cooler tube* dilaksanakan setiap 3 bulan sekali secara rutin. Pembersihan tersebut perlu diperhatikan agar tidak merusak bagian-bagian dari *fresh water cooler tube* tersebut. Perlu diperhatikan tentang cara pengikatan baut dilakukan sesuai dengan ukuran yang telah ditentukan agar tidak terjadi kerusakan pada *tube* juga untuk menghindari terjadinya kebocoran air pendingin melalui celah-celah *tube*.

Jika kapal sering melewati perairan dangkal, kotoran atau tiram dapat terisap oleh pompa pendingin masuk ke *fresh water cooler*, sebelum 6 bulan kerjanya *fresh water cooler* sudah tidak optimal lagi. Jadi harus dilakukan pembersihan atau disogok dengan *brush tube* pipa-pipa *fresh water cooler*. Cara perawatan dan pembersihan *tube fresh water cooler* adalah:

- a) Buka semua baut dan kedua penutupnya.
- b) Sogok pipa-pipanya menggunakan sikat kawat (*Brush Tubes*).
- c) Semprot dengan air tawar dengan tekanan pipa-pipanya agar lumpur dan kotorannya dapat hilang.
- d) Ganti anti karat (*zinc anode*) yang sudah habis.
- e) Penutup (*cover*) harus dicat anti karat.
- f) Ganti kedua packingnya.
- g) Pasang kembali penutup, pipa dan mur bautnya.

Setelah semuanya terpasang, harus dicek kembali apakah ada kebocoran apa tidak dan harus didrain angin yang berada disistem sehingga *fresh water cooler* siap dioperasikan.

2) Melakukan Perbaikan Dan Penggantian Pipa Air Laut

Pipa-pipa air laut yang sudah korosi dan banyak tersumbat kerak harus diganti dengan pipa yang baru, sehingga sirkulasi air laut ke dalam pompa lancar. Apabila terdapat pipa air laut yang bocor maka dapat dilakukan perbaikan pada pipa-pipa tersebut dengan cara dilakukan pengecekan,

dilihat dari sisi yang bocor, apabila pipa yang bocor masih dalam batas aman dan kapal dalam keadaan operasi, maka hanya dilakukan pembalutan (*bleeding*) pada pipa yang bocor sampai dengan kapal tiba di pelabuhan untuk melakukan pengelasan atau penggantian pada pipa air laut yang bocor.

Seperti diketahui bahwa pipa air laut bocor dapat diakibatkan oleh korosi. Untuk mengurangi laju korosi pada pipa-pipa pendingin air laut adalah dengan menggunakan metode-metode pengendalian korosi antara lain

a) Perlindungan mekanis

Perlindungan mekanis atau pengendalian korosi dengan lapisan penghalang dengan di cat menggunakan cat *anti fouling* (*anti foulant paint*) pada pipa yang baru diganti, untuk mencegah agar permukaan logam tidak bersentuhan dengan udara dan air laut sehingga reaksi kimia reduksi untuk terjadinya pembentukan korosi dapat dihindari.

b) Menggunakan *sacrificial zink anode* yang ada sertifikatnya

Telah disebutkan juga sebelumnya fungsi penggunaan *zinkanode*. Penggunaan logam aluminium yang lebih aktif akan bertindak sebagai *anode* yang teroksidasi dan besi pipa akan menjadi katode (*cathode*) dimana reduksi oksigen berlangsung, bahan ini sengaja dikorbankan (habis termakan korosi) untuk melindungi besi pipa yang dilalui air laut yang korosif.

Selain kedua metode tersebut masih banyak metode-metode lain seperti penggunaan *chemical anti foulant* yang dibuat oleh ahli kimia dan metalurgi tentang perlindungan terhadap bahan logam. Salah satunya telah disebutkan juga bahwa *Marine Growth Prevention System* (MGPS) juga dapat mengurangi laju korosi pada pipa-pipa air laut.

c. Suhu Gas Buang Cylinder No.2 Naik Melebihi 90°C

Alternatif pemecahan masalahnya yaitu:

1) Melakukan Perawatan pada *Exhaust Valve* Secara Berkala

Pada saat mesin induk beroperasi, katup gas buang dan dudukan katup mendapat beban yang besar yaitu beban menahan kompresi dan mendapat panas yang tinggi dari proses pembakaran dalam silinder. Dari uraian di atas yang mengacu pada *instruction manual book* bahwa jam kerja katup gas buang adalah 4000 jam kerja dan harus diadakan *overhaul*, itu bisa tercapai bila ditunjang dengan pengoperasian mesin induk yang baik dan benar.

Perawatan yang dilakukan terhadap katup gas buang adalah:

- a) Pemeriksaan kerak karbon, keadaan muka katup dan perubahan warna.
- b) Periksa perubahan warna dan bentuk batang katup, keausan dan kondisi pelumasan.
- c) Periksa kelonggaran dan keausan bagi pemegang katup (*guide bush*).
- d) Periksa pegas katup terhadap kemungkinan patah, aus, korosi dan kekuatannya.
- e) Ukur diameter batang katup.
- f) Lapping/skir katup pada dudukannya pada jam kerja yang telah ditentukan.
- g) Penggantian katup jika muka katup sudah rusak.
- h) Secara berkala adakan penyetelan (pengukuran) dengan memakai feeler (*valve clearance*)

2) Melakukan Perawatan dan Perbaikan pada *Injector*

Suhu gas buang yang melampaui batas normal dapat disebabkan karena *spring injector* yang rusak, oleh karena itu perlu dilakukan penggantian *spring injector*. Adapun dalam penggantian *spring injector* harus

menggunakan *genuine part* agar dapat berfungsi dengan sebagaimana mestinya dan jam kerja sesuai standar *maker*.

Mengingat fungsi injector yang sangat penting untuk kelancaran proses pembakaran di dalam silinder mesin induk maka harus dilakukan perawatan. Berikut hal-hal yang perlu diperhatikan terkait dengan *injector* :

- a) Dilakukan perawatan secara rutin sesuai jam kerjanya pengabut.
- b) Dibersihkan dengan *chemical carbon remover* dan ditest tekananya
- c) Apabila tekanan tidak dapat tercapai sesuai buku petunjuk perlu dilakukan *overhaul* /dibongkar dilakukan *lappingcompound grinding nozzle* sesuai perosedur.
- d) Apabila hal tersebut tidak berhasil maka perlu diganti beberapa bagian komponennya, antara lain *rubber o'ring, thrust foot, spindle valve, thrust spindle, spring, nozzle tip*.

2. Evaluasi Terhadap Alternatif Pemecahan Masalah

a. Tekanan *Sea Water Cooling Pump* Rendah

1) Melakukan *Overhaul Sea Water Cooling Pump*

Keuntungannya :

Dengan *overhaul* maka kerja pompa lebih maksimal sehingga tekanan pompa mencapai tekanan yang diharapkan untuk menunjang proses pendinginan pada mesin induk.

Kerugiannya :

Memerlukan waktu, pemahaman ABK mesin dan suku cadang untuk mengganti komponen yang rusak.

2) Melakukan Perawatan *Sea Water Cooling Pump* Secara Berkala

Keuntungannya :

Perawatan berkala dapat menjaga kondisi pompa pendingin air laut tetap optimal sehingga indikasi kerusakan dapat diketahui sejak dini, dengan demikian tidak terjadi kerusakan fatal dan mendadak yang menyebabkan performa mesin induk menurun dan membahayakan kapal. Kerugiannya :

- a) Memerlukan waktu pengerjaan
- b) Memerlukan biaya terkait pemakaian suku cadang
- c) Memerlukan manajemen yang baik antara kantor dan kapal agar perawatan dapat dilaksanakan sesuai PMS, waktu schedulnya padat

b. Heat Exchanger Tube Tidak Berfungsi Dengan Baik

1) Melakukan Pembersihan Sistem Pendingin Air Tawar Secara Berkala

Keuntungannya :

Sistem pendingin air tawar bekerja maksimal sehingga dapat mencegah terjadinya *overheating* pada mesin induk.

Kerugiannya :

Mebutuhkan waktu dan pemahaman ABK Mesin untuk pembersihan sistem pendingin air tawar

2) Melakukan Perbaikan Dan Penggantian Pipa Air Laut

Keuntungannya :

Sirkulasi air yang dibutuhkan untuk pendinginan lancar dan mesin induk dapat beroperasi dengan normal Kerugiannya :

- a) Membutuhkan waktu untuk perbaikan
- b) Membutuhkan biaya untuk pipa air laut yang baru

c. Suhu Gas Buang Cylinder No.2 Naik Melebihi 90°C

1) Melakukan Perawatan pada Exhaust Valve Secara Berkala

Keuntungannya :

- a) Dapat mencegah terjadinya kebocoran pada *exhaust valve* tersebut. Sehingga katup gas buang dapat berfungsi dengan baik untuk membuang gas-gas sisa hasil pembakaran di dalam silinder.
- b) Proses pembakaran yang sempurna sehingga performa mesin dapat dipertahankan

Kerugiannya :

- a) Membutuhkan suku cadang
- b) Membutuhkan pengawasan dari perwira dan pemahaman dari ABK Mesin dalam pelaksanaannya

2) Melakuakn Peratan dan Perbaikan pada *Injector*

Keuntungannya :

- a) Pengabutan bahan bakar lebih maksimal
- b) Proses pembakaran bahan bakar sempurna

Kerugiannya :

- a) Membutuhkan suku cadang *spring injector* yang baru.
- b) Membutuhkan ketelitian dalam melakukan penggantian *spring injector*

3. Pemecahan Masalah yang Dipilih

a. Tekanan *Sea Water Cooling Pump* Rendah

Berdasarkan evaluasi terhadap alternatif pemecahan masalah di atas maka solusi yang dipilih untuk mengatasi *sea water pump* yang rusak yaitu dengan melakukan *overhaul* pendingin air laut.

b. *Heat Exchanger Tube* Tidak Berfungsi Dengan Baik

Berdasarkan evaluasi terhadap alternatif pemecahan masalah di atas maka solusi yang dipilih untuk mengatasi *fresh water cooler* yang kotor, mengganti pipa yang bocor dan melakukan pembersihan *fresh water cooler* secara berkala.

c. Suhu Gas Buang Cylinder No.2 Naik Melebihi 90°C

Pemecahan masalah yang dipilih untuk mengatasi suhu gas buang mesin induk yang melampaui batas yaitu melakukan perawatan pada *exhaust valve* secara berkala.

BAB IV

KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

Dari hasil pembahasan pada bab-bab sebelumnya tentang optimalisasi perawatan sistem pendingin untuk menunjang kinerja mesin induk di kapal Mt. Elisabeth Satu, maka penulis dapat menarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Tekanan *sea water cooling pump* rendah disebabkan kerusakan pada komponen pompa yaitu *impeller* terkikis dan kurangnya perawatan pada pompa pendingin air laut menyebabkan kinerja pompa tidak optimal sehingga dapat mengganggu operasi mesin induk.
2. *Heat exchanger tube* tidak berfungsi dengan baik disebabkan *Heat exchanger tube* mengalami kebuntuan pada sisi air laut *fresh water cooler* dan perawatan yang belum optimal.
3. Suhu gas buang mesin induk melampaui batas normal disebabkan karena *exhaust valve* tidak berfungsi dengan baik dan adanya kerusakan pada *spring injector*

B. SARAN

Berdasarkan kesimpulan di atas, untuk mengoptimalkan sistem pendingin sehingga dapat menunjang kinerja mesin induk, penulis memberikan saran- saran sebagai berikut:

1. Melakukan *overhaul sea water cooling pump* dan mengganti komponen pompa seperti *impeller* yang sudah terkikis dengan suku cadang yang baru sehingga tekanan *sea water cooling pump* normal.

2. Melakukan perawatan pada *fresh water cooler tube* dengan cara membersihkannya dari kotoran yang masuk setiap tiga bulan sekali dan perbaikan serta penggantian pipa air laut.
3. Menjaga suhu gas buang mesin induk dalam batas normal dengan cara melakukan perawatan pada *exhaust valve* secara berkala mengikuti *Planned Maintenance System (PMS)* dan mengganti *spring injector* yang patah dengan yang suku cadang yang baru.

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Ship MT.ELISABET SATU



Lampiran 2. Ship Particular

TANKER 3500 DWT (ELISABET SATU) SHIP PARTICULARS

I. PRINCIPAL PARTICULARS

- VESSEL NAME	: ELISABET SATU
- IMO NUMBER / MMSI	: 9605128 / 525 108 002
- VESSEL TYPE	: WHITE PRODUCT OIL TANKER
- BUILT BY / FOR	: PT. DAYA RADAR UTAMA/PT.Arta Samudera Line
- PLACE / YEAR BUILT	: Bandar Lampung - 2016
- FLAG STATE / CALL SIGN	: INDONESIA / YBMM2
- CLASS	: NKK
- PORT OF REGISTRY	: Tanjung Priok
- COMPLEMENT	: 25 MEN
- LIFE BOAT	: 2 UNIT @ 25 MEN
- INFATABLE LIFE RAFT	: 2 UNIT @ 25 MEN

II. GENERAL DIMENSION

- LENGTH OF ALL	: 90.00 M
- LENGTH B.P	: 84.00 M
- BEAM MOULDED	: 15.20 M
- DEPTH MLD.	: 7.20 M
- DRAFT	: 5.00 M
- GROSS REGISTER TONNAGE	: 2998 T
- FUEL OIL TANK CAPACITY	: 397.75 T
- FRESH WATER TANK CAPACITY	: 354.2 T
- CARGO TANK CAPACITY	: 1 - 5 (P/S) 4655 M3 (100 %)
- PSPC Epoxy coating	: COT + WBT

III. MACHINERY / EQUIPMENT

A. MAIN ENGINE / TYPE	: 6EY26W
- BUILT BY	: YANMAR CO.,LTD.
- RATED OUTPUT	: 1620 KW X 750 RPM
- CYLINDER	: 6
- MAX SPEED / SERVICE SPEED	: 11 KNOTS

B. AUXILIARY ENGINE

- MERK / TYPE	: 3 UNIT : YANMAR / 6NY15L - DW
- OUT	: 310 KW
- VOLTAGE	: 440 V / 449 A / 60 Hz / 3 Phase

C. CARGO Pump

- TYPE	: 3 UNIT : MCPK200-150-500 EG (KH-851
Double Screw pump)	
- CAPACITY	: @ 250 M3 / H

D. NAVIGATION / COMMUNICATION

- VHF RADIO	: SAILOR / TT - 6222
- S S B RADIO	: SAILOR / TT - 6301A
- S BAND RADAR	: FURUNO / MU - 190 2117
- X BAND RADAR	: FURUNO / MU - 190 21373
- G P S NAVIGATOR	: SAAB / R5 SUPREME CDU
- AIS	: SAAB / R5 SUPREME CDU
- NAVTEX	: SAILOR / TT - 6004A
- ECDIS	: RAYTHEON / ECDIS24

Lampiran 3. Crew List



P.T. ARTA SAMUDERA LINE

CREW LIST

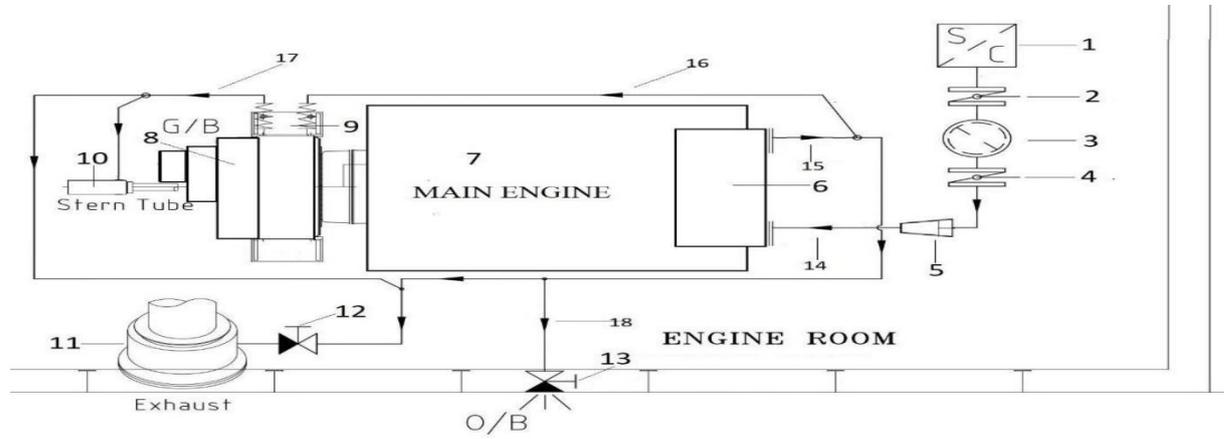
VESSEL NAME : MT. ELISABET SATU
 CALL SIGN : YBMMZ
 GRT/HP : 2938 / 1620 KW

PORT :
 DATE OF ARRIVAL :

NO	NAME	RANK	CERTIFICATE	PKL NO.	SEAMAN BOOK		CERTIFICATE NO.
					NO	EXPIRE DATE	
1	MUHAMMAD HARIS AL RAZAK	Master	COC Deck Class II	005/SPK/IV/2023	F 247888	25-06-24	6202108287N22422
2	RIZKY WULANDARI	Chief Officer	COC Deck Class II	004/SPK/IV/2023	F 071296	27-09-24	6211543209N20223
3	DIVA ISMA PERMATASARI	2 nd Officer	COC Deck Class III	016/SPK/XI/2023	F 252659	11-07-26	6211836352M35323
4	RENALDI EDOWARDO A.A	3 rd Officer	COC Deck Class III	006/SPK/IV/2023	F 336901	25-06-25	6211914878N30623
5	FREDDY FELKI	Chief Engineer	COC Engine Class II	010/SPK/VI/2022	G 019306	23-11-25	6201312329T20120
6	FADLY	2 nd Engineer	COC Engine Class II	018/SPK/XII/2023	F 155791	27-07-25	6202005306T22422
7	AMAR MA'RUF ALBASHIR	3 rd Engineer	COC Engine Class III	019/SPK/XII/2023	F 199435	17-12-25	6211751689T30321
8	RISKY DWI PUTRANTO	4 th Engineer	COC Engine Class III	020/SPK/XII/2023	F 341633	13-03-25	6211526522T30223
9	SUGIYO	Boatswain	Rating As Able Seafarer Deck	026/SPK/XII/2020	F 257972	22-09-24	6200070669340710
10	ROBINSON PARDAMEAN	Able Body	Rating As Able Seafarer Deck	072/SPK/VIII/2018	F 095844	19-01-25	6201458393340717
11	EDWIN PRATAMA	Able Body	COC Deck Class V	014/SPK/IX/2023	H 017664	14-04-25	6200352914N50122
12	MOHAMMAD SAIFUL	Able Body	COC Deck Class V	003/SPK/V/2021	G 047994	17-03-26	6200397100M50321
13	SAHLAM ODE	Oiler	Rating As Able Seafarer Engine	021/SPK/XII/2023	F 213725	18-01-26	6201328455425310
14	LA ODE ISMAIL	Oiler	COC Engine Class III	001/SPK/IV/2024	G 105773	23-09-24	6212106096T30124
15	JOKO HARYONO	Oiler	COC Engine Class V	011/SPK/VIII/2023	F 264977	14-08-24	6201698635T50318
16	BAHRUDIN	Cook	Rating As Able Seafarer Deck	015/SPK/XI/2022	G 016456	08-09-25	6200198441340716
17	EVRILIA AMBARSARI	Deck Cadet	Basic Safety Training	-	H 055842	19-05-26	6212209180012522
18	ZULFIKAR PRATAMA PUTRA	Deck Cadet	Basic Safety Training	-	I 075843	31-07-24	6212333623010123
19	AMIRUL RAYHAN ABDUL	Deck Cadet	Basic Safety Training	-	F 122416	05-12-25	6211853568012422
20	FADTHURACHMAN FACHRUDIN	Engine Cadet	Basic Safety Training	-	H 068516	11-01-25	62012231087010122



Lampiran 4. Diagram Sistem Pendingin Air Tawar



Lampiran 5. Fresh Water Cooling Pump



Lampiran 6. Fresh Water Cooling Pipe



Lampiran 7. Heat Exchanger Tube



DAFTAR PUSTAKA

Hutamadi, Pradana. (2023). *Diesel Engine Performance - Performa Mesin Diesel*.

Jakarta: Salemba Empat

Jusak Johan Handoyo. (2020). *Sistim Perawatan Permesinan Kapal*, Jakarta : Djangkar

ISBN, 978-979-044-623-6.

Jusak Johan Handoyo. (2021). *Mesin Diesel Pengerak Utama Kapal*, Jakarta : Djangkar

ISBN, 978-979-044-621-2

Maanen, P Van. (2021). *Motor Diesel Kapal, Cetak Ulang*. Jakarta: Nautech

Nugroho, Setyo. (2022). *Analisa Kondisi Mesin Induk Kapal Dengan Aplikasi Metode*

Fuzzy Inference System

Poerwadarminto. (2021). *Kamus Besar Bahasa Indonesia*. Jakarta: Balai Pustaka

Sunaryo, Hery. (2022). *Perawatan dan Perbaikan Motor Pengerak Kapal*. Jakarta:

Depdikbud

DAFTAR ISTILAH

<i>Bypass</i>	:	Saluran pipa dengan cara jalan pintas
<i>Chemical</i>	:	Zat kimia yang digunakan untuk mencegah kerak-kerak pada pipa.
<i>Heat Exchanger Fresh water Cooler</i>	:	Alat pemindah panas untuk menurunkan temperatur air tawar.
<i>Expansion Tank</i>	:	Tangki yang gunanya untuk menampung air pendingin kemudian didistribusikan ke mesin
<i>Filter</i>	:	suatu alat untuk mentapis kotoran pada aliran zat cairgas.
<i>Fresh Water Cooling Pump</i>	:	Pompa pendingin air tawar atau yang biasa disebut dengan sistem pendingin tertutup, berfungsi untuk mensirkulasikan air pendingin ke dalam sistem.
<i>Gland Packing</i>	:	Untuk menahan kebocoran air laut melalui shaf pompa
<i>High Fresh Water Temperature</i>	:	Suatu keadaan dimana suhu sistem pendingin air tawar sangat tinggi (melebihi batas normal).
<i>Impeller</i>	:	Semacam piringan berongga dengan sudu-sudu melengkung di dalamnya dan dipasang pada poros yang digerakkan oleh motor listrik.
<i>Kapal Harbour Tug</i>	:	Kapal yang digunakan untuk menyadarkan dan mengeluarkan kapal lain dari pelabuhan.
<i>Mechanical Seal</i>	:	Suatu alat mekanis yang berfungsi untuk mencegah kebocoran fluida dari ruang/wadah yang memiliki poros berputar.
<i>PMS (Planned Maintenance System)</i>	:	Suatu sistem perencanaan pemeliharaan kapal yang berisi hal-hal yang harus dilakukan dalam perawatan dan pemeliharaan kapal.
<i>Sea Chest</i>	:	Tempat isapan air laut sebelum diisap oleh pompa.
<i>Strainer</i>	:	Saringan pencegah kotoran agar tidak masuk ke dalam sistem.

- Overheating* : Suhu mesin yang melebihi batas normal sehingga mengakibatkan panas berlebihan.
- Overload* : Kelebihan beban
- Turbocharger* : Suatu bagian dari komponen mesin untuk meningkatkan tenaga mesin dengan memanfaatkan dari gas buang.
- Thermostat* : Katup yang bisa membuka dan menutup secara Otomatis sesuai dengan perubahan temperatur Pada mesin.
- Zink Anode* : Batang zink yang gunanya menyerap mengurangi ion atau unsur garam.

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



TANDA PERSETUJUAN MAKALAH

Nama : FREDDY FELKI
No. Induk Siwa : 02096/T-I
Program Pendidikan : DIKLAT PELAUT - I
Jurusan : TEKNIKA
Judul : OPTIMALISASI SISTEM PENDINGIN AIR TAWAR
UNTUK MENINGKATKAN KINERJA MESIN INDUK
DI MT. ELISABET SATU

Jakarta, Mei 2024
Pembimbing II,

Pembimbing I,

Dr. Drs. Bambang Sumali, M.Sc.
Pembina (IV/B)
NIP. 19601105 198503 1 001

Moh. Ridwan, M.M.
Penata (III/C)
NIP. 19780707 200912 1 005

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknika

Dr. Markus Yando, S.Si.T., 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 : FREDDY FELKI
No. Induk Siwa : 02096/T-I
Program Pendidikan : DIKLAT PELAUT - I
Jurusan : TEKNIKA
Judul : OPTIMALISASI SISTEM PENDINGIN AIR TAWAR
UNTUK MENINGKATKAN KINERJA MESIN INDUK
DI MT. ELISABET SATU

Penguji I

Suroyo, S.ST.PEL., M.M.

ketua

NIP. 19890820 201503 1 007

Penguji II

I Made Mariasa

Penata Tk. I (III/c)

NIP. 19804162 01402 1 004

Penguji III

Dr. Drs. Bambang Sumali, M.Sc.

Pembina (IV/B)

NIP. 19601105 198503 1 001

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknika

Dr. Markus Yando, S.Si.T., M.M.

Penata Tk. I (III/d)

NIP. 19800605 200812 1 001



SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN
JAKARTA
DIVISI PENGEMBANGAN USAHA



DAFTAR PENILAIAN PENGUJIAN MAKALAH
PROGRAM DIKLAT PELAUT - I

NAMA : FREDDY FELKI
NIS : 020697-1
PROGRAM DIKLAT PELAUT : ATT-I
HARI / TANGGAL : SENIN, 3 JUNI 2024
JUDUL MAKALAH : Optimalisasi Sistem Pendingin Air Tawar
untuk Meningkatkan Kinerja mesin induk
di Mt. Elisabeth Safu.

UNSUR YANG DINILAI	NILAI	NILAI RATA-RATA	BOBOT	NILAI RATA-RATA X BOBOT
A. MATERI MAKALAH				
1. Kesesuaian dengan petunjuk penulisan	80	80	35%	28
2. Kebenaran, Ketetapan dan Obyektifitas fakta / data	80			
3. Ketajaman bahasan / analisis permasalahan	80			
4. Bahasan (Penuangan Pendapat Dalam Bahasa Tulisan)	80			
B. TEKNIK PENYAJIAN				
1. Kemampuan Menyajikan	80	80	20%	16
2. Penggunaan Sarana Penyajian	80			
3. Ketepatan Waktu	80			
C. PEMBAHASAN				
1. Kemampuan Menanggapi	90	90	35%	31
2. Bobot Tanggapan	90			
3. Ketajaman Bahasan	90			
D. SIKAP PENYAJIAN				
1. Disiplin	80	80	10%	10
2. Aktivitas	80			
3. Pengendalian Diri	80			
NILAI TOTAL = A + B + C + D				85

Jakarta,

PENGUJI

SUROYO



SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN
JAKARTA
DIVISI PENGEMBANGAN USAHA



DAFTAR PENILAIAN PENGUJIAN MAKALAH
PROGRAM DIKLAT PELAUT - I

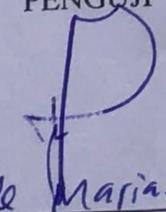
NAMA
NIS
PROGRAM DIKLAT PELAUT
HARI / TANGGAL
JUDUL MAKALAH

: FIENNY FELKI
: 020697-1
: AT1-1
: SEMN 3 Juni 2024
: Optimalisasi Sistem pendingin Air Fawar
: untuk meningkatkan kinerja mesin induk
: di MT. ELISABET SATU

UNSUR YANG DINILAI	NILAI	NILAI RATA-RATA	BOBOT	NILAI RATA-RATA X BOBOT
A. MATERI MAKALAH				
1. Kesesuaian dengan petunjuk penulisan	80	80	35%	28
2. Kebenaran, Ketetapan dan Obyektifitas fakta / data	80			
3. Ketajaman bahasan / analisis permasalahan	80			
4. Bahasan (Penuangan Pendapat Dalam Bahasa Tulisan)	80			
B. TEKNIK PENYAJIAN				
1. Kemampuan Menyajikan	80	80	20%	16
2. Penggunaan Sarana Penyajian	80			
3. Ketepatan Waktu	80			
C. PEMBAHASAN				
1. Kemampuan Menanggapi	80	80	35%	28
2. Bobot Tanggapan	80			
3. Ketajaman Bahasan	80			
D. SIKAP PENYAJIAN				
1. Disiplin	80	80	10%	8
2. Aktivitas	80			
3. Pengendalian Diri	80			
NILAI TOTAL = A + B + C + D				80

Jakarta,

PENGUJI


I Made Mariasa