

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



MAKALAH

**OPTIMALISASI PERAWATAN SYSTEM PENDINGIN
UNTUK MEMPERTAHANKAN KINERJA MESIN INDUK
DI KAPAL MT. PATRA TANKER 1**

Oleh :

ANTONIUS WILLIAM

NIS. 01714 / T-I

PROGRAM PENDIDIKAN DIKLAT PELAUT I

JAKARTA

2021

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



MAKALAH

**OPTIMALISASI PERAWATAN SYSTEM PENDINGIN
UNTUK MEMPERTAHANKAN KINERJA MESIN INDUK
DI KAPAL MT. PATRA TANKER 1**

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

Oleh :

**ANTONIUS WILLIAM
NIS. 01714 / T-I**

**PROGRAM PENDIDIKAN DIKLAT PELAUT I
JAKARTA
2021**

KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
BADAN PENGEMBANGAN SDM PERHUBUNGAN
SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN



TANDA PERSETUJUAN MAKALAH

Nama : ANTONIUS WILLIAM
NIS : 01714/T-1
Program Pendidikan : Diklat Pelaut - I
Jurusan : TEKNIKA
Judul : OPTIMALISASI PERAWATAN SYSTEM PENDINGIN
UNTUK MEMPERTAHANKAN KINERJA MESIN
INDUK DI KAPAL MT. PATRA TANKER 1

Jakarta, September 2021

Pembimbing Materi

Pembimbing Penulisan

Dr. Abdul Rachman, MM
Penata Tk.I (III/d)
NIP. 19720103 199809 1 001

Roma Dormawati, S.Si.T., MM
Penata Tk.I (III/d)
NIP. 19790413 200212 2 001

Mengetahui :

Ketua Jurusan Teknika

Diah Zakiah, ST, MT
Penata TK. I (III/d)
NIP. 19790517 200604 2015

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



TANDA PENGESAHAN MAKALAH

Nama : ANTHONIUS WILLIAM
NIS : 01714/T-1
Program Pendidikan : Diklat Pelaut - I
Jurusan : TEKNIKA
Judul : OPTIMALISASI PERAWATAN SYSTEM PENDINGIN
UNTUK MEMPERTAHANKAN KINERJA MESIN
INDUK DI KAPAL MT. PATRA TANKER 1

Penguji I

Imam Fahrudin, M.Pd

Penata Muda Tk.I (III/b)
NIP.
198811202015031001

Penguji II

**Kolonel Laut (Purn)
Widigdho, MSc**

Dosen STIP

Penguji III

**Dr. Abdul Rachman,
MM**

Penata Tk.I (III/d)
NIP. 19720103 199809 1
001

Mengetahui :

Ketua Jurusan Teknika

Diah Zakiah, ST, MT

Penata TK. I (III/d)
NIP. 19790517 200604 2015

KATA PENGANTAR

Dengan penuh kerendahan hati, penulis memanjatkan puji serta syukur kehadirat Tuhan yang maha esa, atas berkat dan rahmatnya serta senantiasa melimpahkan anugerahnya, sehingga penulis mendapat kesempatan untuk mengikuti tugas belajar program upgrading Ahli Teknik Tingkat I yang diselenggarakan di Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran Jakarta. Guna memenuhi persyaratan Kurikulum Program Upgreding ATT.I, maka semua pasis diwajibkan untuk membuat atau menulis sebuah makalah berdasarkan pengalaman selama bekerja di atas kapal dan ditunjang dengan teori-teori serta bimbingan dari pada dosen pembimbing STIP Jakarta. Sehingga penulis dapat menyelesaikan makalah ini sesuai dengan waktu yang ditentukan dengan judul :

“OPTIMALISASI PERAWATAN SYSTEM PENDINGIN UNTUK MEMPERTAHANKAN KINERJA MESIN INDUK DI KAPAL MT. PATRA TANKER 1”

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 :

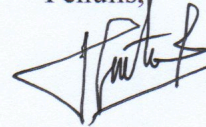
1. Bapak Amiruddin, M.M, selaku Kepala Sekolah tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta.
2. Bapak DR. Ali Muktar Sitompul, MT, selaku Divisi Pengembangan Usaha Sekolah tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta.
3. Ibu Diah Zakiah, ST, MT, selaku Ketua Jurusan Teknik Sekolah tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta.
4. Bapak Dr. Abdul Rachman, MM, selaku dosen pembimbing I yang telah meluangkan waktu untuk memberikan saran dan pikirannya mengarahkan penulis pada sistematika materi yang baik dan benar

5. Roma Dormawati, S.Si.T., MM, 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 serta keluarga besar, istri dan anak-anak saya yang telah memberikan motivasi selama penyusunan makalah ini.

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

Jakarta, 2 September 2021

Penulis,



ANTONIUS WILLIAM
NIS. 01714 / T-I

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
TANDA PERSETUJUAN MAKALAH	ii
TANDA PENGESAHAN MAKALAH	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
 BAB I PENDAHULUAN	
A. LATAR BELAKANG.....	1
B. IDENTIFIKASI, BATASAN DAN RUMUSAN MASALAH	2
C. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN.....	7
D. METODE PENELITIAN	8
E. WAKTU DAN TEMPAT PENELITIAN	8
F. SISTEMATIKA PENULISAN	9
 BAB II LANDASAN TEORI	
A. TINJAUAN PUSTAKA.....	10
B. KERANGKA PEMIKIRAN	24
 BAB III ANALISIS DAN PEMBAHASAN	
A. DESKRIPSI DATA.....	25
B. ANALISIS DATA.....	27
C. PEMECAHAN MASALAH	34
 BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN	
A. KESIMPULAN	44
B. SARAN	44
 DAFTAR PUSTAKA	46
DAFTAR ISTILAH	

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1.1 <i>Heat exchanger</i> dengan lumpur serta sampah yang terperangkap.....	3
Gambar 1.2 Pembongkaran <i>sea water cooling pump</i> pada saat di bongkar.....	4
Gambar 1.3 Pembongkaran <i>sea water cooling pump</i> pada saat di bongkar.....	14
Gambar 1.4 Sistem control loop tertutup	18
Gambar 1.5 Fresh water cooling system	20
Gambar 1.6 Cooling system for main diesel engine	23

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	<i>Engine Performance Report</i>	3
Tabel 1.2	Tekanan Pompa Pendingin Air Laut.....	4
Tabel 1.3	<i>Planned Maintenance System (PMS)</i>	<u>4</u>

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Ship Particular

Lampiran 2. Crew List

BAB I

PENDAHULUAN

A. LATAR BELAKANG

Kapal laut sebagai salah satu moda transportasi sangat dibutuhkan untuk mengangkut manusia, barang, hewan, minyak dan gas alam antar pulau maupun antar negara. Kapal laut merupakan sarana angkutan laut yang paling efisien dan efektif karena mampu mengangkut dalam kapasitas besar dengan biaya yang relatif rendah.

Seiring dengan kemajuan jaman, kapal laut terus mengalami perubahan bentuk, jenis dan teknologinya sesuai dengan muatan yang diangkut oleh kapal tersebut. Dalam pengoperasian kapal sekarang kebanyakan dipakai motor diesel sebagai penggerak utama maupun untuk mesin bantuannya karena motor diesel ini sangat efisien dibanding dengan mesin uap dalam pengoperasian armada pelayaran.

Pada waktu mesin diesel bekerja, torak bergerak dalam silinder, panas yang timbul sebagai hasil dari pembakaran bahan bakar didalam silinder, bisa mencapai 500°C – 600°C hal itu terjadi dengan terus menerus pada blok mesin tersebut dan bagian-bagiannya akan menjadi panas akibat dari adanya pembakaran di dalamnya sehingga memerlukan pendingin. Sistem pendingin air laut adalah salah satu bagian penting pada sebuah kapal dan memerlukan perhatian yang cukup selain dari sistem pendingin air tawar. Karena lancar tidaknya pengoperasian kapal sangat tergantung pada hasil kerja mesin, sebab dalam mesin diesel dinding silinder selalu dikenai panas dari hasil pembakaran.

Perawatan adalah faktor paling penting dalam mempertahankan kehandalan fasilitas-fasilitas yang diperlukan. Sebagaimana kita ketahui bahwa harga dari sebuah komponen mesin yang ada di atas kapal tergolong mahal, untuk itu sering pemilik kapal mencoba untuk menunda penggantian komponen yang seharusnya diganti, karena sudah waktunya dilakukan penggantian menurut jam kerja, dengan

dalih untuk menghemat biaya. Khususnya untuk sistem pendingin jika perawatan berkala tidak dilaksanakan dengan baik maka dapat mengganggu kelancaran pengoperasian mesin induk.

Sebagaimana yang penulis temui di atas kapal MT. patra Tanker 1, sat kapal dalam pelayaran terjadi *overheat* pada mesin induk, dimana temperature mesin induk menunjukkan 89°C dari suhu normalnya antara 67°C-75°C. Sedangkan pada monitor pembacaan tekanan air laut pada pressure gouge menurun menjadi 0.5 bar dalam keadaan normal tekanan air laut berada pada tekanan kisaran 1.5 bar sampai 2.0 bar.

Berdasarkan latar belakang di atas, maka penulis tertarik untuk memilih judul: **"OPTIMALISASI PERAWATAN SYSTEM PENDINGIN UNTUK MEMPERTAHANKAN KINERJA MESIN INDUK DI KAPAL MT. PATRA TANKER 1"**.

B. IDENTIFIKASI, BATASAN DAN RUMUSAN MASALAH

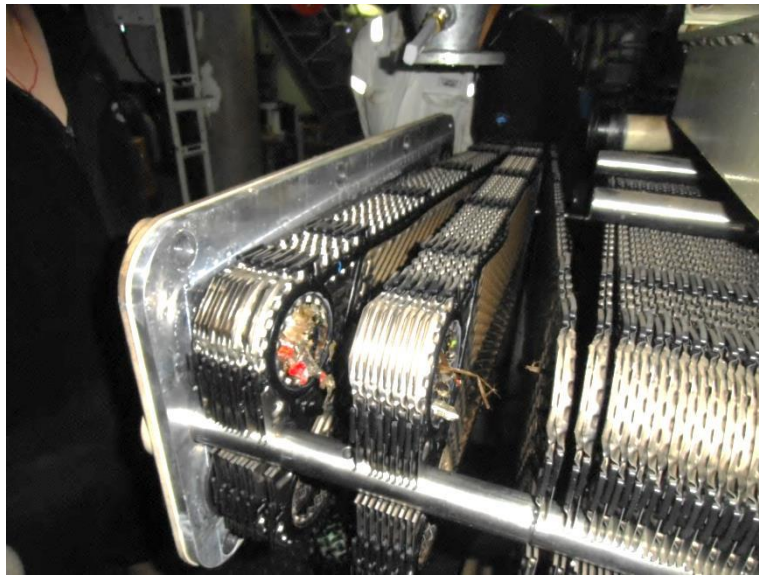
1. Identifikasi Masalah

Untuk menjaga kinerja sistem pendingin air laut pada mesin induk dan komponen lainnya perlu dilakukan perawatan yang rutin. Karena kinerja sistem pendingin air yang optimal akan berpengaruh pada suhu dan kerja mesin induk sehingga mesin induk dapat dioperasikan dengan lancar. Sehubungan dengan hal tersebut, maka penulis mengidentifikasi masalah sebagai berikut:

- a. *Heat exchanger* tidak bekerja secara optimal
- b. *Sea water cooling pump* tidak bekerja dengan optimal
- c. Saringan air laut tersumbat karena adanya lumpur dan sampah yang menutupi didalam saringan
- d. Perawatan terhadap sistem pendingin belum terlaksana sesuai PMS

Data mesin induk serta fresh water Heat exchanger antara lain ;

- 1) Model : QSK60
- 2) Power : 1900 KW
- 3) RPM : 1800 r/min
- 4) Idle Speed : 790 – 810 r/min
- 5) FW heat exchange Type : Plate type



Gambar 1.1

Heat exchanger dengan lumpur serta sampah yang terperangkap

Spesifikasi pompa pendingin air laut sebagai berikut:

- 1) Type of Pump : Vertical Inline Centrifugal Pump .
- 2) Pump No. : NSLV65-265/D02.
- 3) Rpm : 1728 r/min
- 4) Capacity : 60 m³ / h.
- 5) Cap : 25 Head (mLC)
- 6) Serial No. : 21039-15-01/02.
- 7) Maker : DESMI



Gambar 1.2

Pembongkaran *sea water cooling pump* pada saat di bongkar

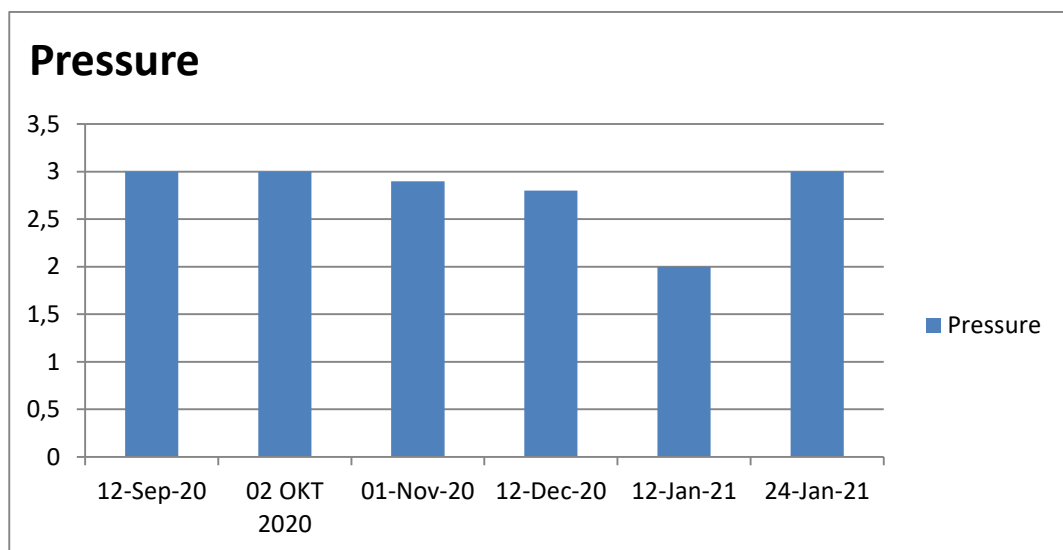
Tabel 1.1 *Engine Performance Report*

Vessel : MT. PATRA TANKER 1 Eng. Type : CATERPILLAR 3516 DITA
Power : 1195 Kw Rpm : 1200

Item	MAIN ENGINE					
Cyl. No	1	2	3	4	5	6
Jacket cooling °C	65	68	65	66	66	66
Exhaust Gas Temp °C	300	270	280	290	290	270
Fuel p/p rack	22	20	21	20	20	19
P-Max	60	65	75	75	75	75
L.O Cooler gear box Temp °C	60 °C – 54 °C					
RPM Engine	600					
SWC Press, kg/cm ²	1,1 kg/cm ²					
FWC Press, kg/cm ²	1,8 kg/cm ²					
Scav. Air Press, kg/cm ²	0,5 kg/cm ²					
L.O Press, kg/cm ²	2,9 kg/cm ²					
L.O in/out cooler temp	52 °C – 41 °C					
F.W in/out cooler temp	64 °C – 50 °C					
Speed	9.0 knots					

Tabel 1.2 Tekanan Pompa Pendingin Air Laut

NO	TANGGAL PENGOPERASIAN	JAM KERJA POMPA	KETERANGAN		KONDISI KAPAL
			Tekanan/Pressure		
1	12 SEPT 2020	12.00 – 04.00 LT	3.0	NORMAL	Berlayar
2	02 OKT 2020	04.00 – 08.00 LT	3.0	NORMAL	Berlayar
3	01 NOV 2020	04.00 – 08.00 LT	2.9	NORMAL	Berlayar
4	12 DEC 2020	00.00 – 04.00 LT	2.8	NORMAL	Berlayar
5	12 JAN 2021	04.00 – 08.00 LT	2.0	TIDAK NORMAL	Berlayar
6	24 FEB 2021	08.00 – 12.00 LT	3.0	NORMAL	Berlayar

Tabel 1.3 *Planned Maintenance System (PMS)*

ITEM EMERIKSAAN		Interval Maintenance
POMPA AIR LAUT		
1	Check secara visual kebocoran, kekencangan baut. Dengarkan untuk suara noise dari bearing dan getaran	1 bulan
2	Lumasilah mechanical seal. Ball bearing dan bearing bush.	6 bulan
3	Check performance dan power consumption. Buka pompa untuk inspeksi	2-4 tahun
POMPA AIR TAWAR		
1	Check secara visual kebocoran, kekencangan baut. Dengarkan untuk suara noise dari bearing dan getaran	1 bulan

2	Lumasilah mechanical seal. Ball bearing dan bearing bush.	6 bulan
3	Check performance dan power consumption. Buka pompa untuk inspeksi	2-4 tahun
POMPA OLI		
1	Sekali dalam seminggu diadakan pemeriksaan fungsi dari pompa: kebocoran, tekanan tidak normal, suara tidak normal. Saringan minyak harus dibersihkan secara regular. Frekwensi ebutuhan disesuaikan dengan pengalaman	1 minggu
2	Bearing harus di check untuk banormal clearance dan diganti jika diperlukan	2 tahun
3	Pemeriksaan secara komplit	4 tahun
COOLERS		
1	Fresh Water Cooler No. 1 M/E Check dan dibersihkan	Cek suhu & tekanan
2	Fresh Water Cooler No. 2 M/E Check dan dibersihkan	Cek suhu & tekanan
3	Lubricating Oil Cooler No. 1 M/E Check dan dibersihkan	Cek suhu & tekanan
4	Lubricating Oil Cooler No. 2 M/E Check dan dibersihkan	Cek suhu & tekanan

2. Batasan Masalah

Oleh karena luasnya pembahasan mengenai permasalahan yang terjadi pada sistem pendingin air mesin induk, maka agar pembahasannya lebih fokus, penulis akan membatasi pembahasan makalah ini hanya pada masalah yang menjadi prioritas, yaitu tentang :

- a. *Heat exchanger* tidak bekerja secara optimal
- b. *Sea water cooling pump* tidak bekerja dengan optimal

3. Rumusan Masalah

Agar lebih mudah dicarikan solusi pemecahannya maka penulis perlu merumuskan masalah yang pernah dialami. Berdasarkan uraian identifikasi dan batasan masalah yang tersebut di atas, penulis merumuskan masalah sebagai berikut:

- a. Mengapa *heat exchanger* tidak bekerja secara optimal ?
- b. Mengapa *sea water cooling pump* tidak bekerja dengan optimal ?

C. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

1. Tujuan Penelitian

- a. Untuk mengetahui permasalahan utama pada perawatan sistem pendingin air laut serta pelaksanaan Plan Maintenance System yang benar di atas kapal MT. Patra Tanker 1.
- b. Untuk mengetahui penyebab dari *sea water cooling pump* tidak bekerja dengan optimal yang mana terdapat kerusakan pada bagian pompa.

2. Manfaat Penelitian

a. Aspek Teoritis

Sebagai sumbangan pemikiran bagi studi manajemen perawatan sistem pendingin, dengan cara mencermati karakteristik yang khas serta untuk mendorong melakukan penelitian tentang perawatan sistem air pendingin dengan cara pandang yang berbeda.

b. Aspek Praktis

Memberikan sumbangan pemikiran kepada rekan-rekan seprofesi, agar bila mendapat masalah yang sama dapat digunakan sebagai acuan sebagai upaya pemecahannya, dalam mengatasi akibat yang ditimbulkan dari sistem pendingin air.

D. METODE PENELITIAN

1. Metode Pendekatan

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

2. Teknik Pengumpulan Data

Dalam membuat makalah ini, Penulis menggunakan beberapa teknik pengumpulan data yaitu :

a. Teknik Observasi (Berupa Pengamatan)

Data-data diperoleh dari pengamatan langsung di lapangan sehingga ditemukan masalah-masalah yang terjadi sehubungan dengan perawatan sistem pendingin air laut

b. Studi Dokumentasi

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

c. Studi Kepustakaan

Data-data diambil dari buku-buku yang berkaitan dengan judul makalah dan identifikasi masalah yang ada dan literatur-literatur ilmiah dari berbagai sumber internet maupun di perpustakaan STIP.

E. WAKTU DAN TEMPAT PENELITIAN

1. Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan selama penulis bekerja sebagai *Chief Engineer* di atas kapal MT. Patra Tanker 1 sejak 02 September 2020 sampai 24 Maret 2021.

2. Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan di atas kapal MT. Patra Tanker 1 berbendera Tanjung Priok, Isi Kotor GT 1479, salah satu kapal milik PETEKA Transkotinental yang dioperasikan di Lampung - Pangkal Balam.

F. SISTEMATIKA PENULISAN

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

BAB I PENDAHULUAN

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

BAB II LANDASAN TEORI

Terdiri dari Tinjauan pustaka yang memaparkan teori-teori untuk menganalisa data-data sebagai referensi untuk mendapatkan informasi. 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

Berisikan uraian tentang data yang diambil dari lapangan berupa fakta-fakta yang terjadi, selama penulis bekerja di atas MT. Patra Tanker 1. Hal tersebut digambarkan dalam deskripsi data, kemudian dianalisis mengenai permasalahan yang terjadi dan menjabarkan pemecahan dari permasalahan tersebut sehingga permasalahan yang sama tidak terjadi lagi. Dengan kata lain menawarkan solusi terhadap penyelesaian masalah tersebut.

BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN

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

BAB II

LANDASAN TEORI

A. TINJAUAN PUSTAKA

Dalam BAB ini penulis memaparkan teori-teori dan istilah-istilah yang berhubungan dan mendukung dari pembahasan permasalahan yang akan dibahas lebih lanjut pada masalah ini yang bersumber dari referensi buku-buku pustaka yang terkait.

1. Definisi Optimalisasi

Optimalisasi menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia ialah tertinggi, paling baik, sempurna, terbaik, paling menguntungkan, Mengoptimalkan berarti menjadikan sempurna, menjadikan paling tinggi, menjadikan maksimal, Optimalisasi berarti pengoptimalan.

Optimalisasi adalah proses pencarian solusi yang terbaik, tidak selalu keuntungan yang paling tinggi yang bisa dicapai jika tujuan pengoptimalan adalah memaksimumkan keuntungan, atau tidak selalu biaya yang paling kecil yang bisa ditekan jika tujuan pengoptimalan adalah meminimumkan biaya-biaya.

Ada tiga elemen permasalahan optimalisasi yang harus diidentifikasi, yaitu tujuan, alternative keputusan, dan sumberdaya yang dibatasi.

a. Tujuan

Tujuan bisa berbentuk maksimisasi atau minimisasi. Bentuk maksimisasi digunakan jika tujuan pengoptimalan berhubungan dengan keuntungan, penerimaan, dan sejenisnya. Bentuk minimisasi akan dipilih jika tujuan pengoptimalan berhubungan dengan biaya, waktu, jarak, dan sejenisnya. Penentuan tujuan harus memperhatikan apa yang diminimumkan atau maksimumkan.

b. Alternatif Keputusan

Pengambilan keputusan dihadapkan pada beberapa pilihan untuk mencapai tujuan yang ditetapkan. Alternatif keputusan yang tersedia tentunya alternatif yang menggunakan sumberdaya terbatas yang dimiliki pengambil keputusan. Alternatif keputusan merupakan aktivitas atau kegiatan yang dilakukan untuk mencapai tujuan.

c. Sumberdaya yang Dibatasi

Sumberdaya merupakan pengorbanan yang harus dilakukan untuk mencapai tujuan yang ditetapkan. Ketersediaan sumberdaya ini terbatas. Keterlibatan ini yang mengakibatkan dibutuhkan proses optimalisasi.

Manfaat Optimalisasi:

- 1) Mengidentifikasi tujuan
- 2) Mengatasi kendala
- 3) Pemecahan masalah yang lebih tepat dan dapat diandalkan
- 4) Pengambilan keputusan yang lebih cepat.

2. Definisi Perawatan

Pemeliharaan atau perawatan (maintenance) adalah serangkaian aktivitas untuk menjaga fasilitas dan peralatan agar senantiasa dalam keadaan siap pakai untuk melaksanakan produksi secara efektif dan efisien sesuai dengan jadwal yang telah ditetapkan dan berdasarkan standar (fungsional dan kualitas).

Istilah pemeliharaan berasal dari bahasa Yunani yaitu terein yang artinya merawat, menjaga, dan memelihara. Pemeliharaan merupakan sistem yang terdiri dari beberapa elemen berupa fasilitas (machine), penggantian komponen atau sparepart (material), biaya pemeliharaan (money), perencanaan kegiatan pemeliharaan (method) dan eksekutor pemeliharaan (man).

Jadi Perawatan permesinan adalah suatu kegiatan agar seluruh permesinan yang ada dikapal berikut peralatan-peralatannya berfungsi secara optimal melalui preventif maintenance, corrective maintenance, predictive maintenance. Suatu tindakan perawatan yg dilakukan secara terus-menerus sesuai dengan jadwal perawatan.

3. Definisi Kinerja

Ada sejumlah pengertian kinerja menurut para ahli yang akan diuraikan berikut ini. Kata kinerja merupakan singkatan dari kinetika energi kerja yang padanannya dalam bahasa Inggris yakni *performance*, dan kerap di indonesiakan dengan kata *performa* (Wirawan, 2009).

Mengoptimalkan sumber daya manusia menjadi fokus utama organisasi dalam meningkatkan kinerja. Sehingga dapat dikatakan bahwa sumber daya manusia (SDM) menjadi faktor kunci dalam rangka memperoleh kinerja yang baik. Agar organisasi berfungsi secara efektif dan sesuai dengan sasaran organisasi, maka organisasi harus memiliki kinerja karyawan yang baik yaitu dengan melaksanakan tugas-tugasnya dengan cara yang handal (Simamora, 1997:339)

Definisi atau pengertian kinerja menurut para ahli dapat diuraikan berikut ini:

- a. Kinerja atau prestasi kerja adalah hasil kerja secara kualitas dan kuantitas yang dicapai oleh seorang pegawai dalam melaksanakan tugasnya sesuai dengan tanggung jawab yang diberikan kepadanya (Anwar Prabu Mangkunegara, 2006:67)
- b. Kinerja karyawan adalah hasil dari proses pekerjaan tertentu secara berencana pada waktu dan tempat dari karyawan serta organisasi bersangkutan (Mangkuprawira dan Hubeis, 2007:153).
- c. Kinerja didefinisikan sebagai seperangkat hasil yang dicapai dan merujuk pada tindakan pencapaian serta pelaksanaan sesuatu pekerjaan yang diminta (Stolovitch and Keeps, 1992)
- d. Kinerja adalah salah satu kumpulan total dari kerja yang ada pada diri pekerja (Griffin, 1987)
- e. Kinerja merupakan suatu fungsi dari motivasi dan kemampuan. Untuk menyelesaikan tugas atau pekerjaan seseorang harus memiliki derajat kesediaan dan tingkat kemampuan tertentu. Kesediaan dan ketrampilan seseorang tidaklah cukup efektif untuk mengerjakan sesuatu tanpa pemahaman yang jelas tentang apa yang akan dikerjakan dan bagaimana mengerjakannya (Hersey and Blanchard, 1993)

- f. Pengertian kinerja merujuk pada tingkat keberhasilan melaksanakan tugas serta kemampuan mencapai tujuan yang telah ditetapkan. Kinerja dinyatakan baik dan sukses jika tujuan yang diinginkan dapat tercapai dengan baik (Donelly, Gibson and Ivancevich, 1994)
- g. Kinerja sebagai kualitas dan kuantitas pencapaian tugas-tugas, baik yang dilakukan oleh individu, kelompok maupun perusahaan (Schermerhorn, Hunt and Osborn, 1991)
- h. Kinerja adalah hasil kerja yang dicapai seseorang dalam melaksanakan tugas-tugasnya atas kecakapan, usaha dan kesempatan. Berdasarkan paparan diatas kinerja adalah suatu hasil yang dicapai seseorang dalam melaksanakan tugas-tugas yang didasarkan atas kecakapan, pengalaman dan kesungguhan serta waktu menurut standar dan kriteria yang telah ditetapkan sebelumnya (Hasibuan, 2002:160)

Dari beberapa pengertian kinerja menurut para ahli tersebut dapat disimpulkan bahwa kinerja karyawan adalah hasil kerja yang dilakukan oleh seseorang dalam suatu organisasi agar tercapai tujuan yang diinginkan suatu organisasi dan meminimalisir kerugian. Atau kinerja adalah kesediaan seseorang atau kelompok orang untuk melakukan sesuatu kegiatan dan menyempurnakannya sesuai dengan tanggung jawabnya dengan hasil seperti yang diharapkan.

4. Sistem pendingin

Sistem pendingin bertujuan untuk menjaga agar temperatur mesin tetap berada pada batas yang diperbolehkan sesuai dengan kekuatan material, karena kekuatan material akan menurun sejalan dengan naiknya temperatur (*over heating*).

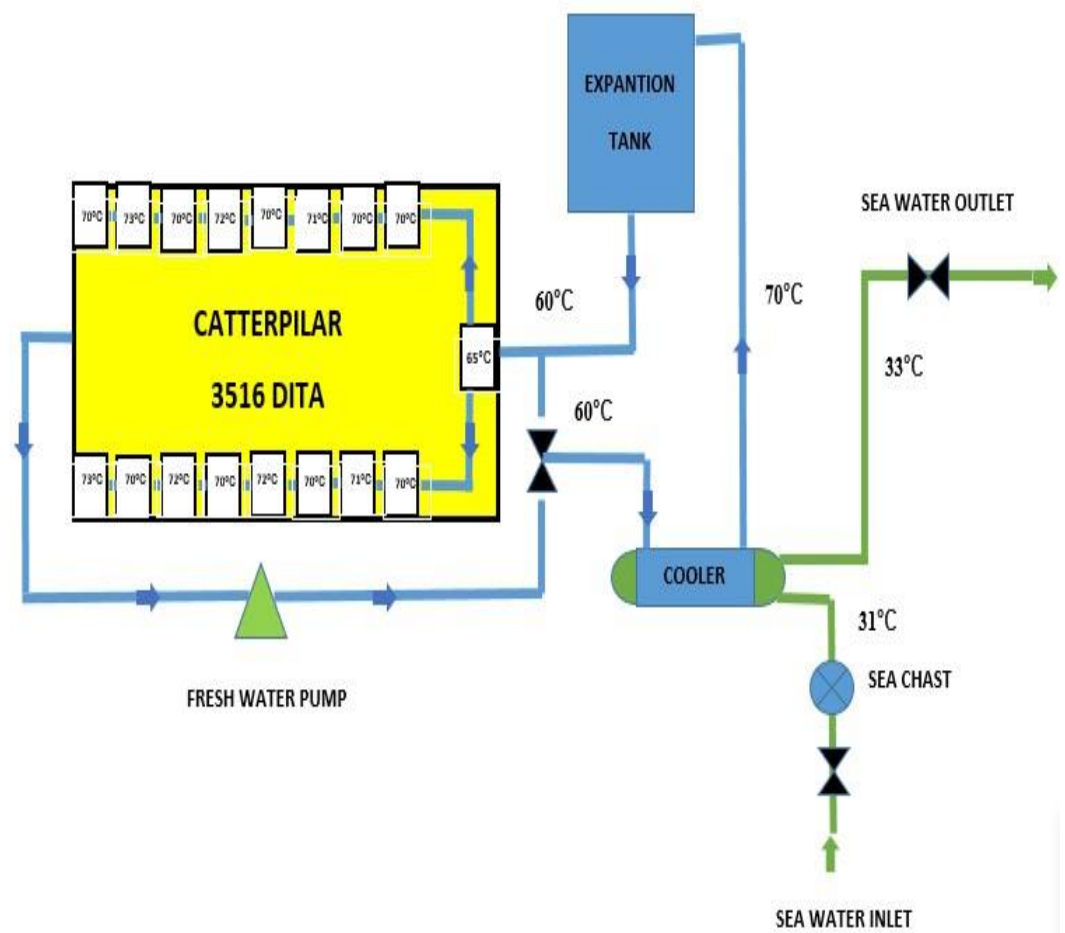
Pada umumnya di kapal-kapal berukuran besar ada dua cara untuk mendinginkan mesin utama maupun motor bantunya, yaitu :

a. Sistem Pendingin Langsung (Terbuka)

Sistem pendingin langsung adalah sistem pendingin yang menggunakan satu media pendingin saja yakni dengan media pendingin air laut. Proses pendinginannya dengan cara air laut diambil dari katup *sea chest* melalui *Strainer* dengan pompa air laut, kemudian air laut disirkulasikan ke

seluruh bagian-bagian mesin yang membutuhkan pendinginan melalui pendingin minyak pelumas dan pendingin udara untuk mendinginkan kepala silinder, dinding silinder dan katup pelepas gas kemudian air laut dibuang keluar kapal.

Bila ditinjau dari segi konstruksi sistem pendingin langsung mempunyai keuntungan yaitu lebih sederhana dan daya yang diperlukan untuk sirkulasi air lebih kecil dibandingkan dengan sistem pendingin tidak langsung. Selain itu dapat menghemat pemakaian peralatan, karena pada sistem ini tidak memerlukan tangki air dan tidak memerlukan banyak pompa untuk mensirkulasikan air pendingin. Adapun kerugian dari sistem pendingin langsung ini adalah pada instalasi perpipaannya mudah sekali terjadi pengerakan (karat) karena air laut ini bersifat korosif serta air pendingin sangat terpengaruh dengan temperatur air laut.



Gambar 1.3 Sistem Pendingin Terbuka

Beberapa komponen yang sering dipakai dalam sistem pendingin langsung (pendingin terbuka) diantaranya sebagai berikut :

1) *Sea chest*

Sea chest adalah suatu perangkat yang berhubungan dengan air laut yang terletak pada sisi dalam dari pelat kulit kapal yang berada dibawah permukaan air dipergunakan untuk mengalirkan air laut kedalam sistem pendingin Mesin kapal sehingga kebutuhan sistem air laut (*Sea water system*) dapat dipenuhi.

Pada kapal-kapal yang berukuran besar, menengah maupun kecil dengan sistem instalasi permesinan dari mesin induk seluruhnya terletak didalam kamar mesin, pada badan kapal bawah air berdasarkan peraturan dari Biro Klasifikasi Indonesia (BKI) 1996 vol. III sec 11.1 dinyatakan bahwa sekurang-kurangnya harus ada 2 *sea chest* karena dari *sea chest* inilah kebutuhan air laut dalam kapal dapat dipenuhi.

Sebagai lubang pengisapan air laut *sea chest* ditempatkan berdekatan dengan kamar mesin, karena segala sistem yang memerlukan pendingin berada dalam kamar mesin. Misalnya mesin induk, mesin bantu, pompa-pompa, ketel uap, dan sebagainya.

Untuk mendapatkan air laut yang dapat mencukupi kebutuhan pendingin mesin kapal, maka perlu dipikirkan tempatnya untuk pemasangan *sea chest* agar tujuan utama dari sistem pendingin air laut dapat tercapai. Karena baik buruknya kinerja pendingin salah satunya tergantung dari suplai air laut yang dihisap melalui lubang *sea chest* yang sesuai dengan kebutuhan.

Pada sebuah kapal umumnya mempunyai minimal 2 (dua) buah *sea chest* terpasang pada lambung kiri dan kanan kapal tepatnya di dasar lambung kapal dan di samping lambung kapal dibawah air, karena mengingat bervariasinya kedalaman perairan yang dilewati.

Pemasangan pada dua tempat yang berbeda ini dimaksudkan agar kinerja *sea chest* sebagai lubang pengisapan berjalan dengan lancar dan sesuai dengan fungsinya. Bila kapal berlayar dilaut yang dalam

maka dipakai *sea chest* yang terletak di dasar kapal, sebab kemungkinan adanya kotoran, lumpur yang teraduk-aduk akibat gerakan baling-baling kapal tidak akan terjadi dan pada keadaan seperti ini *sea chest* samping tidak dipergunakan. Jika kapal berlayar diperairan yang dangkal dan kemungkinan adanya kotoran, lumpur atau pasir yang teraduk-aduk karena gerakan baling-baling kapal yang mungkin dapat masuk ke lubang *sea chest* dasar maka *sea chest* samping yang dipakai sedangkan *sea chest* bawah ditutup.

Dalam penentuan peletakan *sea chest* harus dipertimbangkan bahwa *sea chest* masih berfungsi sebagai lubang pengisapan air laut dengan baik, walaupun kondisi kapal miring sampai 22, 5 derajat dari keadaan vertikal *sea chest* masih tetap bekerja dengan baik dan tidak mengisap udara.

Adapun kelengkapan pada *Sea Chest* adalah sebagai berikut :

a) *Sea grating*

Sea grating adalah saringan atau kisi-kisi yang dipasang pada *sea chest* untuk mencegah masuknya benda-benda yang tidak dikehendaki dari laut ke dalam sistem pipa dalam kapal. Jadi fungsi *sea grating* adalah menyaring air laut sebelum masuk kedalam kotak *sea chest*, yang merupakan saringan awal sebelum air laut masuk ke sistem melewati *strainer* dan *filter*nya.

Sea grating ini diikat menggunakan baut yang tahan korosi yang kemudian baut-baut ini antara satu dan lainnya diikat atau dikunci dengan menggunakan kawat agar baut tidak mudah lepas.

b) Pipa meniup udara

Pipa ini menghubungkan antara kotak *sea chest* dengan kompresor atau tabung udara tekan, yang digunakan untuk meniupkan udara ke kotak *sea chest*, apabila kisi-kisi *sea chest* kotor atau tersumbat oleh kotoran-kotoran yang mengakibatkan suplai air laut keseluruh sistem tidak lancar sehingga mengurangi debit air yang dibutuhkan. Untuk stop atau meniup udara diatur

oleh satu *valve* yang dapat dioperasikan secara manual atau otomatis yang dapat dikendalikan dari kamar mesin.

2) Katup (*valve*)

Semua sistem perpipaan dalam kamar mesin selalu dilengkapi dengan *valve* yang berfungsi sebagai pintu untuk membuka dan menutup aliran air laut, sebagai pengaman pula bila suatu saat aliran air harus dipompa karena kebocoran, atau karena untuk pemadam kebakaran dan lain-lain. Untuk ukuran *valve* harus disesuaikan dengan ukuran pipanya.

3) Saringan (*Strainer*)

Strainer adalah suatu alat yang berbentuk silinder dan biasanya dipasang setelah *sea chest*. Alat ini berfungsi sebagai jebakan kotoran yang lolos masuk dari *sea grating* ke dalam *sea chest* dan tertahan didalam *strainer* yang dipasang semacam saringan dengan ukuran lubang yang lebih kecil. Kotoran tersebut bila tidak tersaring dan diendapkan pada *strainer* maka akan masuk kedalam sistem air laut dalam kamar mesin dan lain-lain. Terutama pada pompa-pompa sehingga bisa menyumbat impeller. Pada periode waktu tertentu *strainer* harus dibuka untuk dibersihkan bersama dengan saringannya. Penampang *strainer* kurang lebih 1, 5 sampai dengan 2 kali penampang pipanya.

4) Pompa

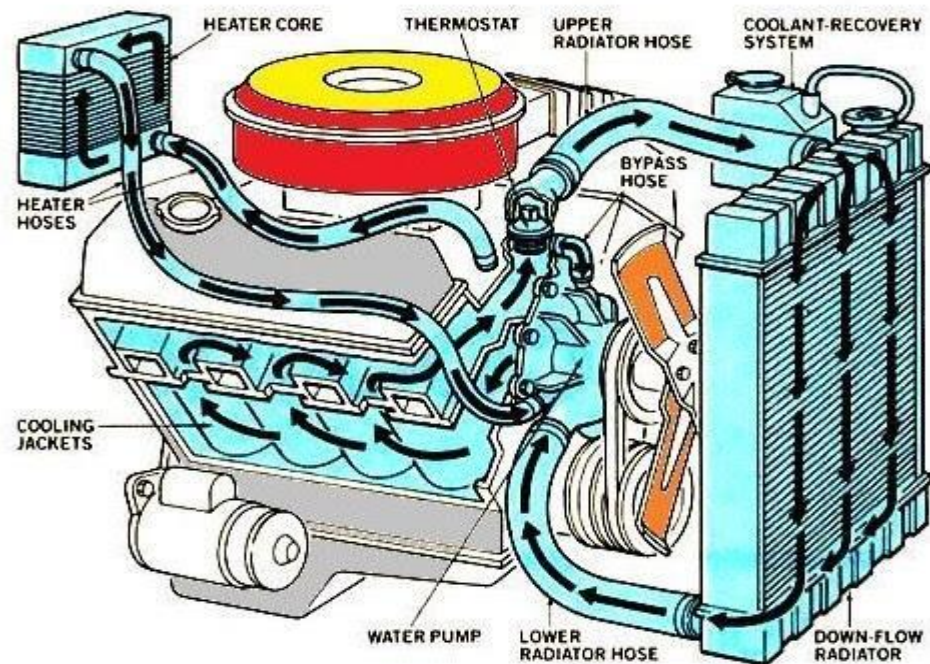
Pompa air laut berfungsi untuk menghisap, menyalurkan dan menekan air laut ke dalam sistem sebagai pendingin, selanjutnya disirkulasikan agar dapat melakukan pendinginan ke bagian yang didinginkan. Ada beberapa macam pompa dengan berbagai fungsinya tapi pada umumnya untuk pendingin dikapal menggunakan pompa air laut jenis sentrifugal atau vertical.

b. Sistem pendingin Tidak Langsung (Tertutup)

Sistem pendingin tidak langsung menggunakan dua media pendingin, yang digunakan adalah air tawar dan air laut. Air tawar dipergunakan untuk mendinginkan bagian-bagian mesin, sedangkan air laut digunakan untuk mendinginkan air tawar, setelah itu air laut langsung dibuang keluar kapal dan air tawar bersirkulasi dalam siklus tertutup. Sistem pendingin ini mempunyai efisiensi yang lebih tinggi dan dapat mendinginkan bagian-bagian mesin secara merata.

Sistem pendingin tidak langsung ini memiliki efisiensi yang lebih tinggi daripada sistem pendingin langsung dan dapat mendinginkan secara merata. Keuntungan lain yang didapat dari sistem pendingin ini adalah kecilnya resiko terjadinya karat.

Kerugian sistem pendingin tidak langsung adalah terlalu banyak menggunakan ruangan untuk penempatan alat-alat utamanya, sehingga konstruksi menjadi rumit. Daya yang dipergunakan untuk mensirkulasikan air pendingin lebih besar, karena sistem ini menggunakan banyak pompa sirkulasi.



Gambar 1.4 Sistem Pendingin Tertutup

5. Macam-Macam Media Pendinginan

Pendingin adalah suatu media yang berfungsi untuk menyerap panas. Panas tersebut didapat dari hasil pembakaran bahan bakar di dalam *cylinder*. Di dalam sistem pendingin terdapat beberapa komponen yang bekerja secara berhubungan antara lain: *cooler*, pompa sirkulasi air tawar, *strainer* pada air laut dan *sea chest*. Apabila salah satu komponen tersebut mengalami gangguan, maka akan berakibat pada kurang maksimalnya hasil pendinginan terhadap Mesin Induk. Air pendingin dalam fungsinya sangat *vital* dalam menjaga kelancaran pengoperasian Mesin Induk. (P. Van Maanen, 2000:82)

Agar blok Mesin Diesel dapat terpelihara dari tegangan akibat panas, maka panas yang timbul harus dapat dikendalikan. Keadaan tersebut hanya bisa diatasi dengan cara mengedarkan (mensirkulasi) media pendingin dengan tekanan yang konstan ke seluruh komponen Mesin Induk. Sistem ini harus menjadi pengawasan bagi para ABK mesin agar aliran pendingin selalu lancar.

Pada sistem pendingin mesin dapat dilakukan dengan beberapa media pendingin, yaitu :

a. Media Pendingin Air

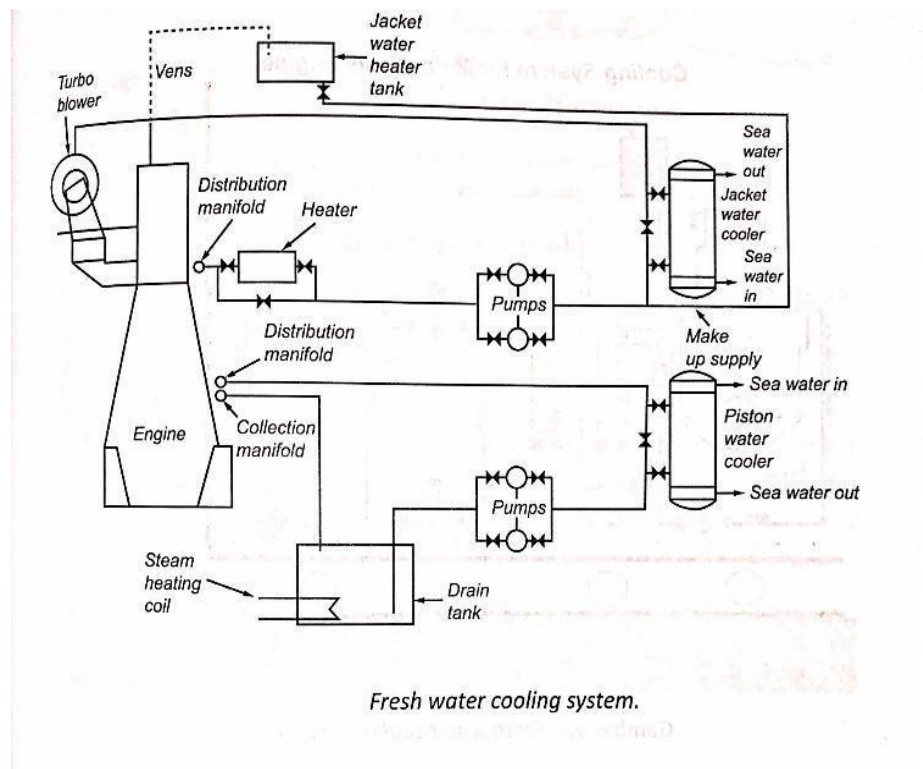
Air adalah bahan pendingin yang sangat baik, karena dapat mengambil 1 kkal pada tiap-tiap kg dan tiap-tiap derajat Celcius, sedangkan volume 1 kg air hanya 1 dm³ (1 liter). Pada kapal dengan penggerak Mesin Diesel dengan pendingin air, air pendingin dialirkan melalui dan menyelubungi dinding silinder, kepala silinder serta bagian-bagian lain yang perlu didinginkan. Air pendingin akan menyerap panas (*kalor*) dan semua bagian tersebut, kemudian mengalir meninggalkan blok mesin menuju *cooler* atau alat pendingin dan akan menurunkan kembali temperaturnya.

1) Media pendingin air tawar

Media pendingin dengan menggunakan air tawar ini digunakan pada sistem pendingin tak langsung. Proses pendinginannya dilakukan dengan proses pendingin air tawar terlebih dahulu yang terletak di tangki penampung air tawar dengan menggunakan air laut melalui *cooler*. Setelah temperatur air tawar pada tangki penampung menurun selanjutnya air tawar disirkulasikan ke bagian-bagian mesin yang

memerlukan pendinginan, terutama ke bagian yang bergerak yang memiliki resiko kerusakan besar.

Untuk menjaga agar proses pendinginan pada mesin dapat berjalan dengan lancar maka perlu diperhatikan sirkulasi pendingin tersebut. Biasanya akan terdapat karat yang terjadi akibat dari endapan-endapan mineral yang terkandung di dalam air. Apabila ini dibiarkan terus-menerus, maka seiring berjalannya waktu maka karat tersebut akan menyebabkan tersumbatnya sirkulasi air pendingin.



Gambar 1.4

2) Media pendingin air laut

Media pendingin dengan menggunakan air laut ini digunakan pada sistem pendingin secara langsung (terbuka). Proses pendinginannya dengan mensirkulasikan air laut secara langsung ke bagian-bagian mesin yang memerlukan pendinginan. Pada sistem pendingin jenis ini diperlukan bahan pencegah pembentukan korosi terutama pada bagian di dalam blok silinder yang sering disebut *zinc anode*. Karena system ini sangat rentan sekali dengan korosi pada bagian-bagian yang dilalui oleh air laut dan memerlukan perawatan yang baik.

b. Media Pendingin Udara

Udara adalah bahan pendingin yang buruk karena dalam 1 kg udara atau kira-kira 0, 77 m³ udara hanya dapat menerima 1 kJ tiap derajat Celcius. Panas jenis udara $\pm 1 \text{ kJ / kg derajat celcius}$. Oleh karena itu bahan pendingin ini hanya dapat dipergunakan jika :

- 1) Udara tersedia dalam jumlah yang besar.
- 2) Jumlah panas yang harus dikeluarkan adalah terbatas, seperti pada mesin yang kecil.

Pada umumnya semua mesin dengan pendingin udara, silinder-silindernya dilengkapi dengan rusuk-rusuk pendingin. Rusuk-rusuk pendingin ini berguna untuk memperbesar luas permukaan yang dapat menyerahkan panas kepada udara pendingin sehingga untuk mendinginkan menjadi lebih cepat.

c. Media Pendingin Minyak

Minyak lumas juga dapat dipakai sebagai pendingin, akan tetapi minyak tersebut hanya dapat mengambil 0, 4 kkal pada tiap kg dan tiap derajat celcius. Sehingga kita harus menyediakan minyak yang cukup banyak agar dapat mengeluarkan panas yang besarnya sama dengan media pendingin air. (Romzana, HR, M. Mar. E, 2002)

Pada motor diesel, penggunaan minyak lumas hanya untuk melumasi bagian yang bergesekan seperti gesekan pada torak, poros engkol, bantalan, dan lain-lain. Bila ditinjau dari segi penyerapan panas, maka media pendingin minyak lumas memiliki lebih kecil dan rendah dibanding media pendingin air. Minyak pelumas digunakan sebagai media pendingin permukaan yang panas dengan cara disemprotkan atau dialirkan pada bagian tersebut. Selain itu juga dapat digunakan untuk melumasi bagian-bagian yang saling bergesekan agar tidak cepat aus.

7. *Fresh Water Cooler (Heat Exchanger)*

Fresh Water Cooler adalah alat pemindah panas atau penyerap panas yang mana didalamnya terjadi pertemuan antara air tawar yang panas dari hasil penyerapan panas mesin diserap oleh air laut yang dingin sehingga air tawar yang keluar dari *cooler* panasnya akan turun. Di dalam *cooler* yang berbentuk silinder terdapat lubang-lubang (*tube*) sebagai jalan masuknya air laut atau *cooler* yang berjenis *Plate Heat Exchanger* (sekat) yang merupakan sejenis penukar panas untuk *fluid* yang didalamnya tersusun banyak sekat-sekat yang berfungsi sebagai pemisah (pembatas) antara *fluid* panas dan *fluid* dingin. Sekat-sekat tersebut juga berfungsi sebagai pengarah aliran.

Ada 3 (tiga) cara perpindahan panas yang terjadi didalam *Plate Heat Exchanger* adalah secara :

a. Konduksi

Merupakan bagian yang penting dalam membawa panas melalui dinding logam dan lapisan tipis dari gas dan air yang berhenti dan bersinggungan dengan dinding (perpindahan panas melalui medium).

b. Konveksi

Bila cairan mempunyai suhu yang berbeda, kepadatan sebagian dari suhu tinggi menjadi lebih kecil dari pada yang bersuhu rendah disekitarnya, dan cairan bagian suhu yang tinggi naik dan mengalir. Panas dipindahkan dengan gerakan ini disebut Konveksi.

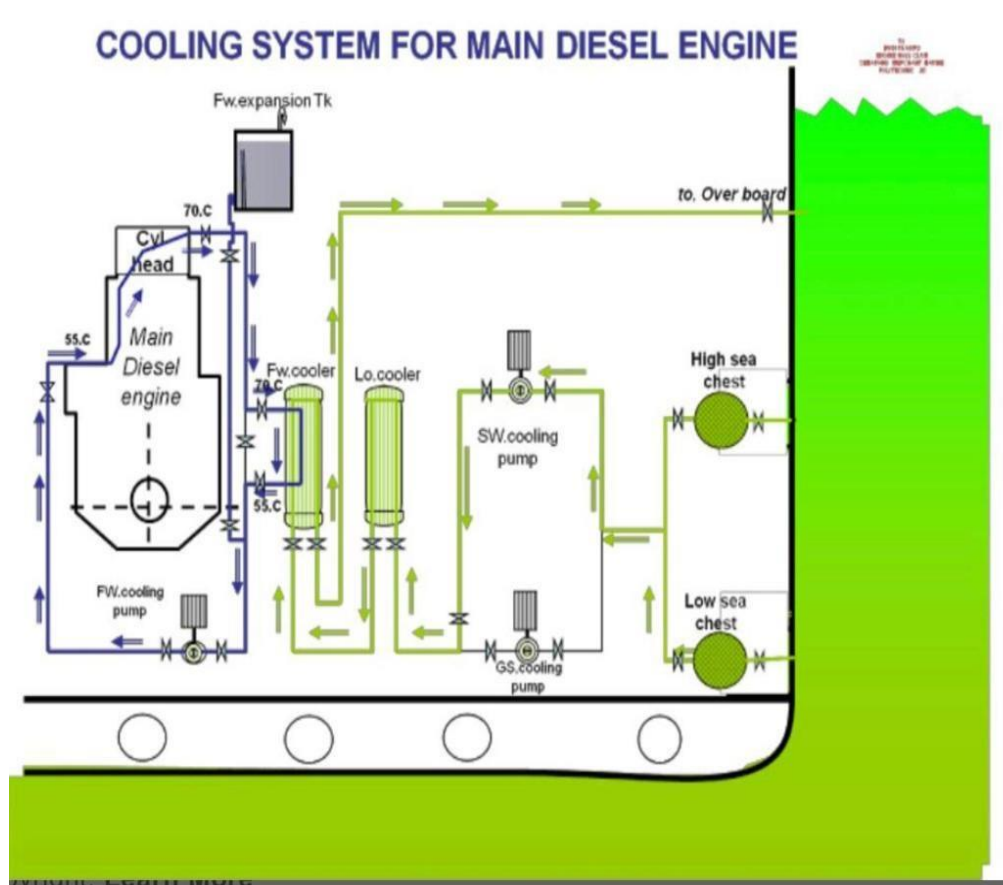
c. Radiasi

Sebuah unsur meradiasikan energi panas sendiri dalam bentuk gelombang magnet listrik sesuai dengan suhu. Benda tersebut mempunyai sipat meresap, radiasi panas dan penyimpanannya sebagai energi panas. Pemindahan panas dihasilkan oleh radiasi panas dan penyerapan. Pemindahan panas secara radiasi terjadi dari *Plate Heat Exchanger* ke lingkungan sekitar (*surrounding*), sebagai pemisah antara air laut dan air tawar.

Jika *Cooler* dalam keadaan kotor maka penyerapan panas tidaklah akan maksimal karena terh alang oleh kotoran tadi. *Cooler* ini bisa dibilang salah satu bagian terpenting dalam proses pendinginan karena disinilah penyerapan dan peralihan panas terjadi sesuai dengan fungsinya.

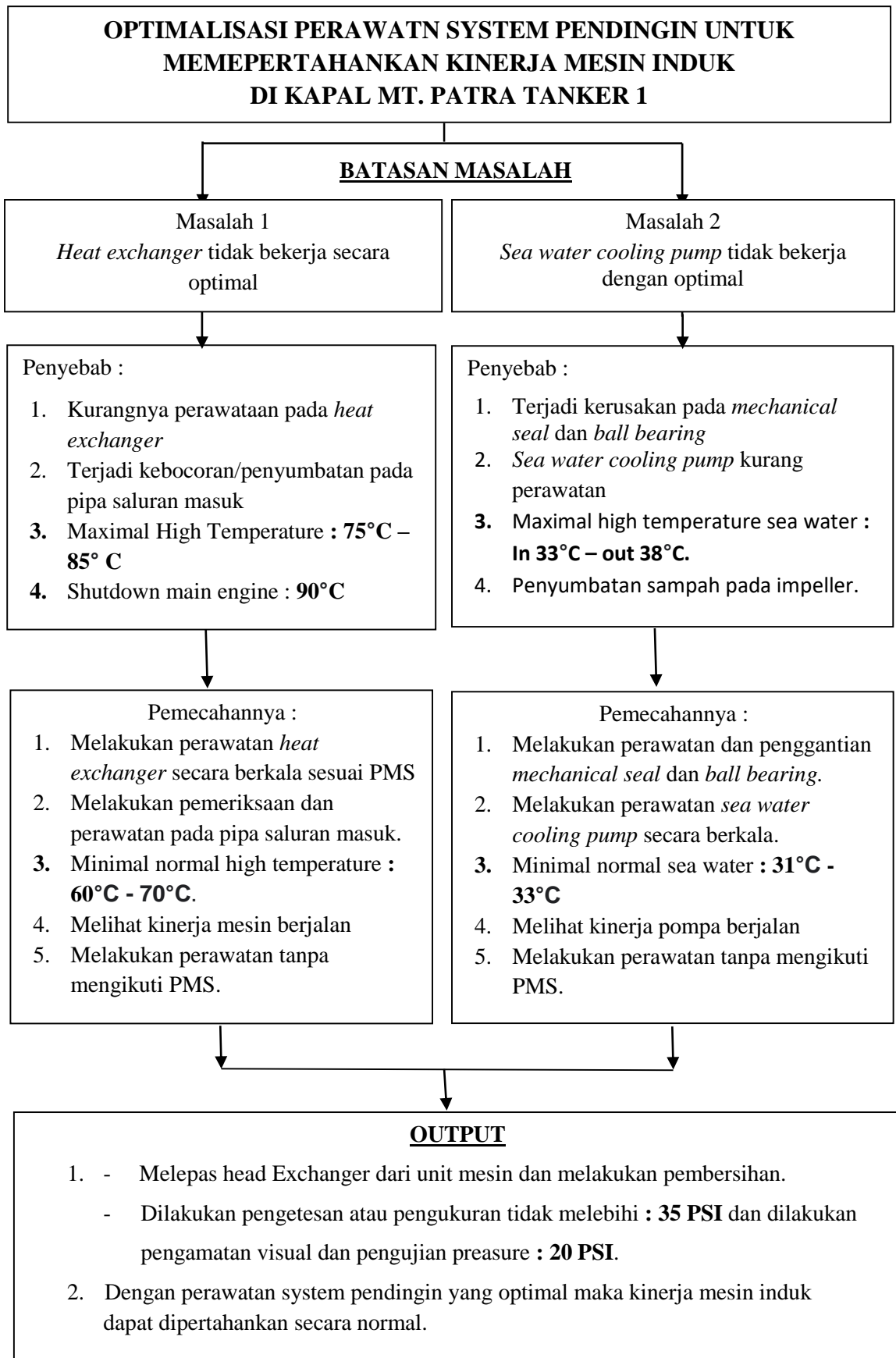
6. Definisi Mesin Induk Kapal

Mesin Induk adalah sebagai tenaga penggerak utama yang berfungsi untuk mengubah tenaga mekanik menjadi tenaga pendorong bagi propeller kapal agar kapal dapat bergerak, dimana dalam pengoperasiannya mesin induk selalu dalam kondisi hidup/jalan secara terus menerus.dari berbagai unit/sistem pendukung. Berfungsi untuk menghasilkan daya dorong terhadap kapal, sehingga kapal dapat berjalan maju atau mundur. Kapal niaga pada umumnya menggunakan motor diesel sebagai mesin penggerak utamanya.



Gambar 1.6

B. KERANGKA PEMIKIRAN



BAB III

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

A. DESKRIPSI DATA

Fakta kondisi yang terjadi di atas kapal MT. Patra Tanker 1 sebagai *Second Engineer* kurun waktu tanggal 11 Juli 2019 sampai 24 Oktober 2019 diantaranya yaitu :

1. *Heat exchanger* tidak bekerja optimal

Pada tanggal 24 Agustus 2019 bahwa penulis mengalami permasalahan di kapal MT. Patra Tanker 1 dengan data mesin induk serta *fresh water heat exchanger* antara lain ;

- a. Model : QSK60
- b. Power : 1900 KW
- c. RPM : 1800 r/min
- d. Idle Speed : 790 – 810 r/min
- e. FW heat exchange Type : Plate type

pada saat kapal akan sandar di pelabuhan Myanmar, terjadi *Overheat* pada mesin induk. temperature mesin induk menunjukkan 89^o C. yang dimana suhu normalnya antara 67°C-75°C. Pada monitor pembacaan tekanan air laut pada pressure gouge menurun menjadi 0.5 Bar dalam keadaan normal tekanan air laut berada pada tekanan kisaran 1.5 sampai 2.0 Bar. Setelah kapal sandar maka dilakukan pengecekan terhadap sistem tersebut, kenapa *Heat exchanger* tidak dapat bekerja dengan optimal? untuk mencari pokok permasalahan tersebut maka dilakukan pemeriksaan satu persatu pada system pendingin sisi air laut sebelum masuk ke *heat exchanger* sampai pada sisi masuk *heat exchanger*. dari hasil pengecekan tersebut maka didapat hasil terjadi kebuntuan pada plate *heat exchanger*. Didalamnya terdapat sampah serta bercampur dengan kerang kecil. Ada beberapa penyebab *heat exchanger* tersebut tidak bekerja optimal antara lain ;

- 1) Banyaknya sampah yang terperangkap didalam saringan isap air laut dapat menyebabkan tekanan air laut menurun.
- 2) Banyaknya lumpur yang mengendap pada plat-plat sehingga resapan panas pada heat exchanger berkurang.
- 3) Banyaknya kerang/tritip yang menempel pada dinding dalam pipa.
- 4) Lubang-lubang pada saringan air laut besar.
- 5) Ukuran dan bentuk dari saringan air laut tidak cocok dengan rumah/*housing* saringan sehingga sampah dan kulit kerang/tritip tidak semua dapat terperangkap di saringan isap akan tetapi melewati celah-celah dari samping dan dari atas saringan.

2. Sea water cooling pump tidak bekerja dengan optimal.

Pada saat MT. Patra Tanker 1 melaksanakan pelayaran setelah *loading* tepatnya tanggal 10 September 2019. dalam pelayaran tiba-tiba tekanan pada pompa pendingin air laut masuk *cooler* turun dari batas normal yaitu : 2.5 bar menjadi 0.8 bar sehingga suhu / temperatur air tawar pendingin mesin induk kiri menjadi panas 90°C. Selanjutnya dilakukan pemeriksaan ternyata pada pompa pendingin Mesin induk No.1 keluar air dari sisi *mechanical seal* dan mengeluarkan suara yang tidak normal.

Agar bahasan yang akan dikaji dalam penulisan Makalah ini tidak meluas, penulis membuat batasan masalah yaitu pembahasan yang terbatas pada pompa air laut Pendingin Mesin Induk dengan data - data sebagai berikut:

- a. Type of Pump : Vertical Inline Centrifugal Pump .
- b. Pump No. : NSLV65-265/D02.
- c. Rpm : 1728 r/min
- d. Capacity : 60 m³ / h.
- e. Cap : 25 Head (mLC)
- f. Serial No. : 21039-15-01/02.
- g. Maker : DESMI

Adapun batasan permasalahan lain yang penulis tentukan adalah sesuai dengan evaluasi perawatan kerusakan yang terjadi, yaitu hanya membahas mengenai kerusakan pada system mekanisme penggerak pompa.

B. ANALISIS DATA

Dari rumusan masalah yang penulis uraikan pada BAB diatas maka penulis menganalisis data dengan mencari penyebab permasalahan untuk menemukan pemecahannya diantaranya yaitu :

1. *Heat Exchanger* Tidak Bekerja Secara Optimal

Masalah tersebut disebabkan oleh :

a. Kurangnya Perawatan Pada *Heat Exchanger*

Heat Exchanger adalah suatu alat pemindah panas yang gunanya untuk mendinginkan air tawar yang keluar dari motor induk. Apabila dalam pipa-pipa *heat exchanger* terdapat kotoran seperti lumpur yang menyumbat sehingga mengakibatkan penyerapan panas terhadap air tawar akan berkurang / terhalang, sehingga temperatur air tawar yang keluar dari *heat exchanger* tersebut tetap tinggi. Maka hal ini dinamakan proses pendinginan tidak sempurna.

Heat exchanger merupakan bagian yang penting dalam hal untuk kelancaran air pendingin karena sesuai dengan fungsinya yaitu sebagai alat penukar panas. Pendingin dari sistem pendingin motor dan peralatannya dipasang untuk menjamin bahwa temperature air pendingin yang telah ditentukan dapat diperoleh pada berbagai jenis kondisi. Pada Instalasi *heat exchanger* dilengkapi dengan *safety device* bilamana terjadi gangguan pada *heat exchanger* untuk menjaga kelangsungan operasi sistem. Pada ujung saluran pipa air tawar dipasang *thermometer* dengan skala derajat *Celcius* dan juga pada bagian keluarnya dipasang juga *thermometer* dengan skala derajat *Celcius*. Maksud dari pemasangan ini adalah sebagai alat kontrol suhu pada air pendingin.

Jadi air laut dari pompa akan dipompa masuk *heat exchanger* dan air akan mengalir melalui *plate element* yang jumlahnya ± 180 lembar. Dan air laut itu akan menyerap panas pada *heat exchanger* terus keluar melalui saluran pada pipa bagian atas saluran kemudian air keluar ke laut. Sedangkan untuk air tawarnya berlawanan dengan arah aliran air lautnya.

Banyaknya panas dari air tawar yang masuk *heat exchanger* akan diambil

sebagian oleh air laut. Air laut akan menjadi panas, karena hal itu *cooler* disebut juga alat penukar panas. *Heat exchanger* bekerja normal bila perbedaan suhu air tawar masuk dan keluar *cooler* $\pm 10^{\circ}\text{C}$. Dan apabila suhu mesin terlalu panas yang disebabkan oleh kotornya *heat exchanger*.

b. Terjadi Kebocoran/ Penyumbatan Pada Pipa Saluran Masuk

Perpipaan pada sistem pendingin air laut di atas kapal sangat rentan terhadap kebocoran yang diakibatkan kurangnya perawatan. Pipa air laut mengalami *perforasi* (perlubangan kecil) sehingga menipis dan menyebabkan kebocoran, *fluid* yang mengalir pada sistem pendingin air laut diusahakan semaksimal mungkin agar stabil pada tekanan 2.0 bar sesuai dengan kebutuhan sirkulasi pada sistem pendingin. Pemeriksaan terhadap pipa-pipa sangat diperlukan agar aliran dari air laut dan air tawar dalam sirkulasi tidak berkurang alirannya dan lancar. Sesuai dengan fungsinya sistem pipa pendingin adalah sebagai sarana untuk mensirkulasikan air tawar dan air laut dalam sistem. Jadi jika ada kebocoran pada pipa secepatnya diatasi baik untuk sementara ataupun dengan mengadakan penggantian pipa yang baru, karena kalau hal ini sampai berlangsung lama, maka akan mengurangi tekanan pada sistem pendingin.

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

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

- 1) Korosi merata (*uniform corrosion*) yaitu korosi yang terjadi pada suatu permukaan logam akibat reaksi kimia karena PH air yang lembab, sehingga makin lama logam makin menipis. Biasanya terjadi pada pelat baja.
- 2) *Erosion corrosion* yaitu korosi yang ditimbulkan gerakan cairan atau paduan antara bahan kimia yang terkandung pada air laut dan gesekan mekanis fluida. Korosi ini terjadi pada pipa dan *impeller*.
- 3) *Galvanic corrosion* terjadi bila dua logam yang berbeda berada dalam satu larutan elektrolit.
- 4) *Crevice corrosion* adalah korosi yang terjadi pada celah-celah yang sempit.
- 5) *Pitting corrosion* adalah permukaan pelat terjadi lubang yang semakin lama akan bertambah dalam dan akhirnya dapat menembus pelat.

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.

Kejadian di atas sesuai dengan penulis alami yaitu apabila rongga rongga pipa dibersihkan dari karat dan kotoran yang ada di dalam maka timbul bau busuk dari pipa sehingga disimpulkan bahwa karat dan kotoran yang menyatu pada bagian dalam pipa mengandung bakteri yang merusak pipa, sebab setelah pipa bersih maka kondisi pipa semakin menipis dan kadang-kadang kalau membersihkannya dengan benda tajam seperti *wire brush* maka pipa dapat bocor dengan mudah tanpa ada tekanan pada permukaan yang dibersihkan.

2. *Sea Water Cooling Pump* Tidak Bekerja Dengan Optimal

Masalah tersebut disebabkan oleh :

a. Terjadi Kerusakan Pada *Mechanical Seal* Dan *Ball Bearing*

Pada pompa pendingin air laut terdapat *mechanical seal* yang terdiri dari dua permukaan kontak, yang satu diam dan melekat pada rumah pompa terbuat dari bahan keramik, dan lainnya terbuat dari bahan karbon yang berputar melekat pada poros, kedua kontak permukaan berfungsi untuk mencegah kebocoran antara rumah pompa dan poros yang berputar. Kebocoran pada *mechanical seal* akan mengakibatkan air laut keluar dari pompa pada saat mesin induk berputar dan dengan otomatis tekanan pada pompa akan berkurang sehingga sistem pendingin kurang bekerja secara normal. Kebocoran pada *mechanical seal* dapat juga disebabkan oleh pemakaian *spare part* yang tidak asli dan pemasangan yang kurang baik yang menyebabkan kedua permukaan kontak yang selalu bergesekan menjadi panas, dan mengakibatkan kedua permukaan *seal* menjadi aus dan terjadi pengurangan tekanan sistem pendingin yang diakibatkan dari kebocoran.

Pada rumah *bearing* juga terdapat *seal* karet (*oil seal*) yang fungsinya sama seperti *mechanic seal* untuk mencegah kebocoran, namun pada *seal* karet harus mendapatkan pelumasan. Kurang atau tidak adanya pelumasan pada *seal* karet akan menyebabkan panas karena gesekan, dan ini akan menyebabkan karet memuai atau menjadi lunak dan terjadi kebocoran. Selain itu usia daripada pemakaian barang yang melebihi batas waktu menyebabkan *seal* karet tidak elastis lagi dan dapat mengakibatkan kebocoran.

Pada pompa *centrifugal* (sentrifugal) salah satu komponen yang penting adalah *bearing* sebagai penumpu poros untuk menggerakkan *impeller* pada pompa *centrifugal* (sentrifugal), agar poros dapat berputar tanpa mengalami gesekan yang berlebihan. Akibat adanya gaya-gaya yang timbul sebagai akibat dari putaran pompa timbul gaya aksial dan menghasilkan getaran yang menyebabkan *bearing* tidak dapat mengatasi

gaya-gaya yang timbul tersebut, yang mengakibatkan *bearing* mudah mengalami kerusakan, kerusakan *bearing* akan menahan putaran pompa menjadi tersendat.

Adapun faktor-faktor menyebabkan kerusakan *bearing* pada pompa pendingin air laut, yaitu :

1) Adanya poros yang tidak lurus

Dimana dudukkan 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) Tidak seimbangya *impeller*

Pada bagian pompa yang berputar seperti *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.

3) 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.

4) Adanya kerusakan pada *Impeller* pompa

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 pengikisan atau keretakan pada permukaan *impeller* hingga patah. Kebanyakan kerusakan tersebut diakibatkan dari getaran (*Vibration*) dan tidak seimbangannya putaran *impeller* pada pompa atau jam kerja pompa sudah melampaui batas yang ditentukan.

Penulis pernah mengalami pada saat pompa dijalankan terdapat bunyi, getaran dan putaran yang tidak normal, setelah dicek ternyata sumber dari suara dan getaran tersebut adalah diakibatkan oleh *bearing* yang rusak. Akibatnya kinerja dari *impeller* pada pompa tidak stabil yang dapat mengakibatkan getaran pada pompa dikarenakan terjadinya gesekan sehingga mengakibatkan bagian dari pompa menjadi ikut terpengaruh oleh getaran gesekan tersebut, sehingga pompa tidak dapat bekerja secara optimal dan menyebabkan produksi dari pompa menurun.

Air laut yang telah masuk ke dalam ruang *impeller* akan ditekan keluar oleh pompa. Setelah itu air laut akan ditekan keluar oleh *impeller* akibat gaya sentrifugal melalui saluran keluar yang berbentuk *konis*. Permulaan dari rumah keong adalah bagian yang sempit, kemudian melebar semakin jauh semakin lebar dan akhirnya keluar dari yang paling lebar dan cairan itu akan bergerak menuju ke arah keluar dari pompa menuju *cooler*.

b. *Sea Water Cooling Pump* Kurang Perawatan

Pompa air laut berfungsi untuk menghisap air laut dan menekan air ke dalam sistem, selanjutnya disirkulasikan agar dapat melakukan pendinginan. Pada umumnya pompa pendingin di kapal menggunakan pompa pendingin air laut jenis sentrifugal. Cara kerja pompa sentrifugal ialah cairan masuk ke *impeller* (*impeller eye*) dan bergerak ke arah radial

diantara sudu–sudu impeler (*impeller vanes*) hingga cairan tersebut keluar dari diameter luar impeler. Ketika cairan tersebut meninggalkan impeler, cairan tersebut dikumpulkan didalam rumah pompa (*casing*). Salah satu desain *casing* dibentuk seperti spiral yang mengumpulkan cairan dari impeler dan menggerakannya ke *discharge nozzle*. *Discharge nozzle* dibentuk seperti suatu kerucut sehingga kecepatan aliran yang tinggi dari impeler secara bertahap turun. Kerucut ini disebut *diffuser*. Pada waktu penurunan kecepatan di dalam *diffuser*, energi kecepatan pada aliran cairan diubah menjadi energi tekanan.

Banyak faktor yang menyebabkan kinerja pompa air laut tidak optimal, seperti terjadinya kerusakan pada *impeller* sebagaimana yang telah dijelaskan di atas. Selain itu, faktor dari usia pompa itu sendiri yang sudah tua / sudah seharusnya diganti juga termasuk penyebab kinerja pompa air laut tidak maksimal. Perlu diketahui bahwa umur pompa air laut di atas kapal hampir mencapai 8 tahun, sementara kadar garam air laut di daerah Asia Tenggara sangatlah tinggi. Semakin tua usia pompa kinerjanya pun akan semakin menurun, terlebih jika perawatan terencana terhadap pompa tersebut kurang diperhatikan / tidak dilaksanakan karena jadwal operasional kapal yang sangat padat.

Selain itu, faktor ketersediaan suku cadang di atas kapal juga memiliki peran penting dalam menunjang perawatan pompa air laut. Di kapal tempat penulis bekerja, suku cadang untuk sistem pendingin mesin induk kurang tersedia, dikarenakan pengiriman suku cadang yang terlambat, sehingga dalam perawatan sistem pendingin mesin induk menjadi terkendala, dan dapat mengakibatkan terganggunya operasi kapal serta menimbulkan kerusakan-kerusakan di dalam mesin induk.

C. PEMECAHAN MASALAH

1. Alternatif Pemecahan Masalah

a. *Heat Exchanger* Tidak Bekerja Secara Optimal

Untuk mengatasi masalah tersebut yaitu dengan cara :

1) Melakukan Perawatan *Heat Exchanger* Secara Berkala Sesuai PMS

Heat exchanger berfungsi untuk mendinginkan air tawar yang keluar dari motor induk. Air tawar ini masuk ke dalam *heat exchanger* kemudian didinginkan oleh air laut yang ditekan masuk ke dalam *heat exchanger* oleh pompa sirkulasi dan kemudian setelah mendinginkan air tawar tersebut melalui saluran pipa saluran *plate element* yang dibatasi oleh *seal* agar cairan tidak tercampur, terus air laut dibuang ke laut.

Air tawar yang keluar dari *heat exchanger* air tawar suhunya berkisar 55°C – 65°C, agar temperatur yang dikehendaki tercapai maka *cooler* harus dirawat dengan rutin supaya bersih dan agar tekanan serta volume air laut yang mengalir selalu normal.

Apabila dalam *plate heat exchanger* terdapat kotoran seperti lumpur yang menyumbat akan mengakibatkan penyerapan panas terhadap air tawar akan berkurang karena terhalang sehingga temperatur air tawar yang keluar dari *heat exchanger* tersebut tetap tinggi. Maka hal ini namanya proses pendinginan tidak sempurna. Untuk mengatasi *fresh water cooler* yang sering buntu / kotor maka perawatan *sea chest* dilakukan perawatan sekali tiap 6 bulan sesuai PMS atau disesuaikan dengan kondisi suhu air tawar pada mesin induk.

Pembersihan *heat exchanger* dilaksanakan setiap enam bulan secara rutin, Pembersihan ini perlu diperhatikan agar tidak merusak bagian-bagian dari *heat exchanger* tersebut. Perawatan *heat exchanger* yaitu dengan membuka tiap lembaran *plate-plate heat exchanger* dibersihkan dengan memakai sabun detergen dan menggunakan sikat

yang bahannya tidak terlalu kasar sehingga tidak merusak seal atau karetanya. Sesudah dilakukan penyikatan terhadap lembaran *plate* tersebut lalu dilakukan penyemprotan dengan menggunakan air tawar supaya kotoran-kotoran dan endapan lumpur yang melekat pada *plate heat exchanger* terlepas, kemudian perlu diperhatikan tentang cara pengikatan baut dilakukan sesuai dengan ukuran yang telah ditentukan agar tidak terjadi kerusakan pada *seal* juga untuk menghindari terjadinya kebocoran air pendingin melalui celah-celah *seal*.

Untuk pengecekan dan pembersihan secara keseluruhan maka setiap dua tahunnya MT. Patra Tanker 1 melaksanakan *docking* untuk mengganti pipa-pipa air laut dan air tawar serta instalasi *heat exchanger* yang sudah keropos dan melakukan penggantian *packing-packing*. Maupun terhadap rumah saringan induk air laut yang mengalami keropos.

Ini menjadi tugas para masinis kapal agar selalu melakukan pemeriksaan baik dari tekanan pompa yang masuk ke dalam sistem maupun perawatan terhadap pompa itu sendiri, akibat seringnya kapal masuk pada pelayaran dangkal seperti penulis temui di atas kapal karena berdasarkan pasang surut air laut.

2) Melakukan Pemeriksaan Dan Perawatan Pada Pipa Saluran Masuk

Pada pipa sistem pendingin berguna untuk sarana jalannya air laut dalam sirkulasi sehingga aliran air dalam sirkulasi diharapkan tidak banyak hambatan maupun gesekan. Pipa-pipa ini penting untuk mendapat perawatan agar supaya banyaknya air masuk dan juga tekanannya yang disirkulasikan tetap stabil. Terutama hambatan air dalam sirkulasi adalah terdapatnya kerak-kerak yang menumpuk pada pipa-pipa instalasi yang mengakibatkan terganggu dan terhambatnya kelancaran sirkulasi air untuk penyerapan panas.

Dalam sistem ini juga sering ditemukan korosi ataupun kebocoran pada pipa. Untuk mencegah dan mengurangi kerak-kerak dan korosi pada pipa ialah dengan memasang *zinc anode* di dalam *strainer* sebagai jalan masuk pertama sebelum pipa, atau jika ada pergantian pipa dengan yang baru, maka pipa tersebut harus diberi cat dasar dulu dan setelahnya dicat untuk mengurangi dan memperlambat terjadinya korosi.

Perawatan pada system pipa pendingin ataupun penggantian pipa yang mengalami kebocoran diusahakan dengan memakai pipa yang kualitasnya lebih baik. Dengan harapan bisa dipergunakan dalam jangka waktu yang lama.

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

b) *Tin Plating* (Pelapisan dengan Timah)

Pelapisan dilakukan dengan cara *electrolysis*, yang disebut *electroplating*. Besi yang dilapisi timah tidak mengalami korosi karena tidak ada kontak dengan *oksigen* (udara) akan tetapi lapisan timah hanya melindungi besi selama lapisan utuh. Apabila lapisan timah tergores, maka justru mendorong atau mempercepat korosi besi hal itu terjadi karena potensial reduksi besi lebih negative daripada timah. Oleh karena itu, besi yang dilapisi timah akan membentuk suatu sel elektrokimia dengan besi sebagai anode.

c) *Galvanisasi* (pelapisan dengan *zinc*)

Berbeda dengan timah *zinc* dapat melindungi besi dari korosi sekalipun lapisannya tidak utuh. Hal ini terjadi suatu mekanisme yang disebut perlindungan katode. Oleh karena potensial reduksi besi lebih positif dibandingkan *zinc*, maka besi yang kontak dengan *zinc* akan membentuk elektrokimia dengan besi sebagai katode. Dengan demikian, besi terlindungi dari *zinc* yang mengalami oksidasi.

d) *Cromium Plating* (Pelapisan dengan kromium)

Besi atau baja juga dapat dilapisi dengan kromium untuk memberikan lapisan perlindungan. Kromium plating juga dilakukan dengan elektrolisis sama seperti *zinc*. Kromium dapat memberikan perlindungan sekalipun lapisan kromium itu ada yang cacat atau rusak.

e) Menggunakan *sacrificial zink anode* yang ada sertifikatnya.

Telah disebutkan juga sebelumnya fungsi penggunaan *anode* korban. 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.

b. *Sea Water Cooling Pump* Tidak Bekerja Dengan Optimal

Masalah tersebut dapat diatasi dengan cara :

1) Melakukan Perawatan Dan Penggantian *Mechanical Seal* Dan *Ball Bearing*

Mechanical seal yang aus atau rusak harus diganti dengan suku cadang yang baru dan berkualitas agar kedap udara kembali. Jadi pada waktu pompa air laut bekerja tidak menghisap udara luar. Apabila udara masuk lewat *Mechanical Seal* ini, maka pompa kerja tidak

normal. Dalam penggantian *bearing* dan *mechanic seal* pompa harus dalam keadaan “STOP“, buka kopling pompa lepas *neeples* pendingin dan buka baut penahan rumah *mechanic seal* serta *bolt body* pompa kemudian lepas rumah pompa dan keluarkan *shaft* pompa, kemudian lepas ikatan *impeller* dan keluarkan *mechanic seal* beserta *bearing*-nya ganti dengan *sparepart* yang ada dikapal lalu pasang kembali.

Sedangkan *Ball Bearing* mempunyai peranan, karena jika *bearing* ini rusak sebaiknya cepat dilakukan penggantian dengan yang baru dan berkualitas karena dapat merusak bagian lain dari pompa seperti *impeller* atau kipas akan menjadikan gerakannya tidak stabil yang mengakibatkan *impeller* atau kipas bergesekan dengan rumah pompanya. Oleh karena itu harus dilakukan langkah-langkah sebagai berikut :

a) Pengecekan terhadap material *Bearing* pompa air laut

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 *mechanic 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 *seal*nya masih elastis atau tidak.

b) Penggantian *bearing* pompa air laut.

Untuk penggantian *bearing* bisa dilakukan jika *Shaft* pompa dicek sudah dalam keadaan goyang dan bila pompa dijalankan akan terjadi getaran dan suara yang kencang itu merupakan salah satu tanda *bearing* rusak. Penggantian dilakukan dengan cara membuka rumah *bearing* dari rumah *impeller* pompa selanjutnya baut *impeller*, *mechanical seal*, kopling pompa dan *cover bearing* kemudian *shaft* pompa dikeluarkan. Setelah dilepas buka *bearing* yang rusak dan ganti dengan baru lalu pasang kembali sesuai urutannya.

- c) Pengecekan dan pergantian apabila poros pompa tidak lurus (*Misalignment*)

Bila melakukan pengecekan atau pergantian poros pompa (*Shaft pump*) yang tidak lurus biasanya dibawa ke darat atau bengkel untuk diperbaiki dengan menggunakan mesin bubut untuk dilakukan penyenteran poros pompa dengan alat (*Alignment dial indicator*), bila poros pompa tidak lurus (sudah tidak dapat dipakai) ganti poros pompa dengan suku cadang baru.

- d) Pengecekan dan penggantian apabila *impeller* tidak seimbang (*Unbalance*)

Pengecekan *impeller* secara visual biasanya dilihat dari bentuk *impeller* apabila *body impeller* 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. Karena jika dipakai akan mengurangi daya isap maupun tekan disamping itu yang paling merusak pada komponen lain seperti bearing maupun badan pompa akibat gesekan.

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 air pendingin air laut, jika sudah di luar batas toleransi maka kinerja pompa akan menurun, oleh karena itu perlu dilakukan penggantian dengan pompa pendingin air laut yang baru.

Di atas kapal terdapat pompa sirkulasi yaitu pompa sirkulasi air tawar dan air laut. Bentuk dari kedua pompa itu sama, hanya lebih besar untuk pompa air lautnya. Pompa ini dipasang secara *vertikal*, dalam dua belahan garis sumbu poros. Mulut isap dan mulut kempa membentuk satu bagian belahan rumah siput. Pompa air laut ini

terpasang integral pada mesin induk. Jika poros dan kipas akan diganti dengan sebuah poros dan kipas cadangan dapat dilakukan dengan melepas bagian komponen yang sedikit. Pompa ini pada waktu mensirkulasikan airnya harus pada tekanan normal.

Tekanan yang diijinkan oleh air pendingin untuk air tawar berkisar 2,0 bar-3,0 bar. Jadi, jika tekanan airnya pada sisi tekan di bawah tekanan 2,0 bar maka mesin akan panas yang berlebihan sehingga mesin harus diturunkan putarannya. Perhatikan tekanan pada manometer apabila rendah maka cepat-cepat harus diatasi karena dapat mengakibatkan fatal pada mesin.

a) Pemeriksaan harian

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

- (1) *Temperature* permukaan rumah bentuk dan rumah pompa dapat dirasakan dengan tangan.
- (2) Tekanan hisap dan tekanan keluar petunjuk *manometer* dan *vakummeter* harus dibaca.
- (3) Kebocoran dari kotak *packing* diamati secara cermat.
- (4) Arus listrik dibaca pada amperemeter.
- (5) Jumlah pelumas didalam rumah bentuk dirasakan dengan tangan, dilihat dan didengarkan.

b) Pemeriksaan bulanan

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

c) Pemeriksaan bantalan.

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

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

d) Pemeriksaan getaran dan bunyi

- (1) Bila tangan diletakan diatas permukaan rumah pompa, harus tidak ada getaran-getaran yang berlebihan. Untuk pengukuran yang teliti, getaran dapat diukur dengan *vibrometer* pada rumah bantalan dan pada motor. Nilai getaran yang diukur harus kurang dari 30 mm, pada 3000 rpm dan kurang dari 50 mm pada 1500 rpm.
- (2) Tidak boleh ada bunyi yang luar biasa karena kavitasi atau sunging maupun bunyi dari bantalan.
- (3) Pengamanan untuk penghentian pompa.

2. Evaluasi Terhadap Alternatif Pemecahan Masalah

Berdasarkan alternatif pemecahan masalah di atas, maka perlu di evaluasi dari masing-masing pemecahan yang ada sehingga dapat diketahui solusi mana yang tepat untuk mengatasi masalah yang dihadapi. Adapun evaluasinya sebagai berikut :

a. *Heat exchanger* tidak bekerja secara optimal

1) Melakukan perawatan *heat exchanger* secara berkala sesuai PMS

Keuntungannya :

- a) *Heat exchanger* dapat bekerja maksimal sehingga dapat mencegah terjadinya *overheating*.
- b) Dengan perawatan sesuai PMS sehingga setiap kondisi komponen *heat exchanger* dapat diketahui sejak dini sebelum terjadi kerusakan yang parah.

Kerugiannya :

- a) Membutuhkan persediaan suku cadang untuk perawatan
- b) Perlu adanya perencanaan dan pengawasan dalam pelaksanaannya.

2) Melakukan pemeriksaan dan perawatan pada pipa saluran masuk

Keuntungannya :

- a) Aliran air masuk ke dalam *heat exchanger* lancar.
- b) Pendinginan mesin induk lebih maksimal

Kerugiannya :

- a) Membutuhkan ketelitian dalam melakukan pemeriksaan kebocoran pada pipa
- b) Perlu dukungan dari Masinis yang bertanggung jawab dalam melakukan perawatan dan pemeriksaan pipa.

b. *Sea water cooling pump* tidak bekerja dengan optimal

1) Melakukan perawatan dan penggantian *mechanical seal* dan *ball bearing*

Keuntungannya :

Kinerja *sea water cooling pump* lebih maksimal sehingga dapat mencapai tekanan yang diinginkan.

Kerugiannya :

Membutuhkan suku cadang *mechanical seal* dan *ball bearing* di atas kapal untuk penggantian sesuai jam kerjanya (*running hours*)

2) Melakukan perawatan *sea water cooling pump* secara berkala

Keuntungannya :

Dapat mencegah kerusakan secara mendadak pada *sea water cooling pump*

Kerugiannya :

Terkadang perawatan berkala pada *sea water cooling pump* tidak dapat dilaksanakan karena operasi kapal yang sangat padat.

3. Pemecahan Masalah Yang Dipilih

Berdasarkan hasil dari evaluasi terhadap alternatif pemecahan masalah di atas, maka pemecahan masalah yang dipilih yaitu :

a. *Heat exchanger* tidak bekerja secara optimal

Pemecahan masalah yang dipilih untuk mengoptimalkan kinerja *heat exchanger* yaitu dengan cara :

Melakukan perawatan *heat exchanger* secara berkala sesuai PMS

b. *Sea water cooling pump* tidak bekerja dengan optimal

Pemecahan masalah yang dipilih untuk mengoptimalkan kinerja *sea water cooling pump* yaitu dengan cara :

Melakukan perawatan *sea water cooling pump* secara berkala

BAB IV

KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

Berdasarkan penjelasan pada bab-bab sebelumnya tentang perawatan system pendingin di atas MT. Patra Tanker 1 maka penulis dapat menyimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. *Heat exchanger* tidak bekerja secara optimal disebabkan terjadinya penyumbatan pada sisi masuk air laut pada Heat exchanger dan kurangnya perawatan sesuai *Planned Maintenance System (PMS)* dan terjadinya kebocoran/penyumbatan pada pipa saluran masuk karena kapal sering melewati alur dangkal.
2. *Sea water cooling pump* tidak bekerja dengan optimal disebabkan terjadinya kerusakan pada *mechanical seal* dan *ball bearing* dan perawatan berkala *sea water cooling pump* belum dilaksanakan secara maksimal.

B. SARAN

Berdasarkan uraian kesimpulan di atas, agar sistem pendingin dapat optimal untuk mempertahankan kinerja mesin induk, maka penulis menyarankan hal-hal sebagai berikut :

1. Kepada Kamar Mesin
 - a. Melakukan perawatan *heat exchanger* secara berkala sesuai *Planned Maintenance System (PMS)*.
 - b. Melakukan pemeriksaan dan perawatan pada pipa saluran masuk secara berkala.
 - c. Melakukan perawatan dan penggantian *mechanical seal* dan *ball bearing* yang sudah melewati jam kerjanya.

d. Melakukan perawatan *sea water cooling pump* secara berkala agar dapat bekerja secara optimal.

2. Kepada Perwira Mesin

Melakukan pengawasan dalam penerapan perawatan berkala pada sistem pendingin untuk memastikan bahwa perawatan dilakukan sesuai prosedur atau mengikuti *Planned Maintenance System (PMS)*

3. Kepada Pihak Perusahaan

Agar lebih memperhatikan kebutuhan suku cadang sistem pendingin di atas kapal sehingga perawatan dapat dilakukan dengan baik dan mesin induk dapat dioperasikan dengan lancar.

DAFTAR PUSTAKA

- Donelly, Gibson and Ivancevich. (1994). *Organisasi : Perilaku, Struktur dan Proses*.
Alih Bahasa: Nunuk Adriani, Jakarta : Erlangga
- Griffin. (1987). *Management Second Edition*. Boston : Houhton Mifflin Press
- Hadiyanto Gosali. (2010). *Perawatan Pompa Sentrifugal*. Sumber dari website :
<https://hadiyantogosali.com>
- Hasibuan. (2002). *Manajemen Sumber Daya Manusia*. Jakarta : Raja Grafindo Persada
- Hersey and Blanchard. (1993). *Management For Organizational Behavior, Sixth Edition*. Singapore : Prentice hall
- Hunt and Osborn. (1991). *Managing Organization Behaviour*
- Maanen, P. Van. (2000). *Motor Diesel Putaran Tinggi*. Nautech
- Mangkunegara, Anwar Prabu. (2006). *Evaluasi Kinerja Sumber Daya Manusia*.
Jakarta: Refika Aditama
- Mangkuprawira dan Hubeis. (2007). *Manajemen Mutu Sumber Daya Manusia*. Bogor :
Ghalia Indonesia
- Romzana. (2002). *Pelumasan pada Mesin Induk*. Jakarta : Rineka Cipta
- Simamora. (1997). *Manajemen Sumber Daya Manusia*. Yogyakarta; STIE
- Stolovitch and Keeps. (1992). *Handbook of Human Performance Technology A Comprehensive Guide for Analysis and Solving Performance Problem in Organizations*. San Francisco: Jersey Bass Publisher.
- Wirawan. (2009). *Evaluasi Kinerja Sumber Daya Manusia Teori Aplikasi dan Penelitian*. Jakarta : Salemba Empat
- _____. (2010). *Kamus Besar Bahasa Indonesia*. Jakarta : Balai Pustaka



PT. PERTAMINA TRANS KONTINENTAL

MT. PATRA TANKER I / PNEH

Email : patratanker1.pneh@ptk-shipping.com

SHIP'S PARTICULARS

1	SHIP NAME	: MT. PATRA TANKER I
2	CALL SIGN	: P N E H
3	IMO NO.	: 9189550
4	MMSI	: 525004015
5	KIND OF VESSEL	: SINGLE HULL - DOUBLE BOTTOM, WHITE PRODUCK OIL TANKER
6	OWNER / OPERATOR	: PT.PERTAMINA TRANS KONTINENTAL (PTK) JL.KRAMAT RAYA NO.29 JAKARTA PUSAT 1045C PHONE. (021) 31923005 (HUNTING) 31923145 FAX. (021) 3106804 Email : patratanker1.pneh@ptk-shipping.com
7	PORT REGISTRY	: JAKARTA
8	FLAG STATE	: INDONESIA
9	CLASS OF SHIP	: BKI
10	DELIVERY	: JANUARY 29,2010
11	GRT / NRT / DWT	: 1479 / 576 / 1500 MT
12	LOA / LBP	: 66.00 M / 62.00 M
13	BREATH MOULDED	: 13.80 M
14	DEPTH MOULDED	: 05.50 M
15	SUMMER DRAFT	: 04.00 M
16	SERVICE SPEED	: 10 KNOTS
17	CARGO TANK CAPACITY 100%	: 2091.00 M3
18	INCLUDE SLOP TANK	: 88.00 M3
19	MAIN ENGINE	: CATERPILLAR 3516 DITA 1603 BHP
20	HORSE POWER / RPM	: 1 X 1500 HP / 1200 RPM
21	NUMBER OF SHIP'S CREW	: 16 PERSONS



CREW LIST

NAMA KAPAL : MT. PATRA TANKER - I
 BENDERA : INDONESIA
 TANDA PANGGILAN : PNEH
 AGENT : PT. PERTAMINA (Persero)
 GT / NT : 1479 / 576

No	Nama	Jabatan	Ijazah			Buku Pelaut	
			Sertifikat	Nomor	Terbit	Nomor	Validasi
1	Musa	Nakhoda	ANT - I / ORU	6200026916N10220	06-Mar-20	F 323014	06-Mar-23
2	Dedi Gengsi Butar Butar	Mualim I	ANT - III / ORU	6201597380M30219	05-Dec-20	F 088839	06-Dec-22
3	Ningsy Rosyanti Sirait	Mualim II	ANT - III / ORU	6201390738N30117	15-Jun-20	B 067664	15-Jun-23
4	Indrawan Hasanuddin	Mualim III	ANT-III/ ORU	6202189904N30117	06-Sep-19	D 052229	11-Mar-22
5	Antonius William	KKM	ATT - II	6201002899T20216	18-Nov-19	D 014417	09-Nov-21
6	Jecky Parung Tangulungan	Masinis I	ATT - III	6201348362S30217	22-Dec-19	E 145514	22-Dec-21
7	Syafrinal Gunadi	Masinis II	ATT-II	6202005168T20119	20-Apr-21	G 075527	20-Apr-24
8	Rokhani	Bosun	ABRD	6201583162340716	20-Dec-19	F 305821	20-Dec-22
9	Zainal Abidin	Juru Mudi	ANT - IV	6202003210M42420	05-Mar-20	E 079487	05-Jun-22
10	Tarmono	Juru Mudi	ANT-V	6200269846N50517	06-Aug-20	E 038232	13-Feb-22
11	Adi Cahdani	Juru Mudi	ANT-III	6211535783N30319	13-Feb-20	E 156493	13-Feb-22
12	Abdul Holik	Juru Minyak	ATT V	620000649550216	12-Jul-19	F 240856	12-Jun-22
13	Roni Wardana	Juru Minyak	ATT V	6201455364T50215	16-Sep-19	D 031607	16-Dec-21
14	Ari winarno	Juru Minyak	ABSE	6200355759420716	25-Aug-20	E 005303	01-Sep-22
15	Andy Prasetyo	Juru Masak	ANT-V	6200095405M50518	11-Dec-18	F 164266	11-Dec-21
16	Acmad Choirul Jafaris Sodik	Cadet Engine	BST	6212009379010120	05-Nov-20	G 031411	05-Nov-23

JUMLAH CREW : 16 ORANG TERMASUK NAHKODA

