

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



MAKALAH

**OPTIMALISASI PERAWATAN SISTEM PENDINGIN
UNTUK MENUNJANG OPERASIONAL MESIN INDUK
DI MV. PHOENIX XX**

Oleh :

SYAMSUR ALAM

NIS. 01880/T-I

**PROGRAM PENDIDIKAN DIKLAT PELAUT I
JAKARTA
2022**

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



MAKALAH

**OPTIMALISASI PERAWATAN SISTEM PENDINGIN UNTUK
MENUNJANG OPERASIONAL MESIN INDUK
DI MV. PHOENIX XX**

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

Oleh :

SYAMSUR ALAM

NIS. 01880/T-I

**PROGRAM PENDIDIKAN DIKLAT PELAUT I
JAKARTA
2022**

KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
BADAN PENGEMBANGAN SDM PERHUBUNGAN
SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN



TANDA PERSETUJUAN MAKALAH

Nama : SYAMSUR ALAM
NIS : 01880/T-I
Program Pendidikan : Diklat Pelaut - I
Jurusan : TEKNIKA
Judul : OPTIMALISASI PERAWATAN SISTEM PENDINGIN
UNTUK MENUNJANG OPERASIONAL MESIN INDUK
DI MV. PHOENIX XX

Jakarta, November 2022

Pembimbing I

Pembimbing II

P.Dwikora Simanjuntak, MM
Pembina (IV/a)
NIP. 19640906 199903 1 001

Rosna Yuherlina Siahaan, S.Kom, M.M.Tr
Pembina (IV/a)
NIP.19720503 199803 2 003

Mengetahui :
Ketua Jurusan Teknika

Diah Zakiah, ST, MT
Penata TK. I (III/d)
NIP. 19790517 200604 2 015

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



TANDA PENGESAHAN MAKALAH

Nama : SYAMSUR ALAM
NIS : 01880/T-I
Program Pendidikan : Diklat Pelaut - I
Jurusan : TEKNIKA
Judul : OPTIMALISASI PERAWATAN SISTEM PENDINGIN
UNTUK MENUNJANG OPERASIONAL MESIN
INDUK DI MV. PHOENIX XX

Penguji I

Winarto Edy Purnama, MM
NIP.19660726 199808 1 001

Penguji II

Drs. Edward Arsanova, M.Si
Dosen STIP

Penguji III

Pargaulan Dwikora S, MM
NIP. 19640906 199903 1 001

Mengetahui :

Ketua Jurusan Teknika

Diah Zakiah, ST, MT
Penata TK. I (III/d)
NIP. 19790517 200604 2 015

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 Upgrading ATT-I, maka semua pasis diwajibkan untuk membuat atau menulis sebuah makalah berdasarkan pengalaman selama bekerja di atas kapal dan ditunjang dengan teori-teori serta bimbingan dari pada dosen pembimbing STIP Jakarta. Sehingga penulis dapat menyelesaikan makalah ini sesuai dengan waktu yang ditentukan dengan judul :

“OPTIMALISASI PERAWATAN SISTEM PENDINGIN UNTUK MENUNJANG OPERASIONAL MESIN INDUK DI MV. PHOENIX XX”

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

1. Capt. Sudiono, M.Mar, selaku Kepala Sekolah tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta.
2. Bapak Dr. Ali Muktar Sitompul, MT, selaku Kepala 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 Pargaulan Dwikora S, MM, selaku dosen pembimbing I yang telah meluangkan waktu untuk memberikan saran dan pikirannya mengarahkan penulis pada sistematika materi yang baik dan benar
5. Ibu Rosna Yuherlina Siahaan, S.Kom, M.M.Tr, 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. Istri tercinta NURHIDAYAH, Amd.Keb, yang membantu atas doa dan dukungan selama pembuatan makalah.
8. Anak tersayang AULIAN FATTAH yang telah memberikan semangat selama pengerjaan makalah.
9. Orang tua tercinta Almarhum Bapak SABB dan Ibu RAWANG yang menjadi motivasi penulis untuk menyelesaikan Diklat Ahli Teknik Tingkat I.
10. Semua rekan-rekan Pasis Ahli Teknik Tingkat I Angkatan LXIV tahun ajaran 2022 yang telah memberikan bimbingan, sumbangsih dan saran baik secara materil maupun moril sehingga makalah ini akhirnya dapat terselesaikan.

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

Jakarta, November 2022

Penulis,



SYAMSUR ALAM

NIS. 01880/T-I

DAFTAR ISI

| | Halaman |
|--|---------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| TANDA PERSETUJUAN MAKALAH | ii |
| TANDA PENGESAHAN MAKALAH | iii |
| KATA PENGANTAR | iv |
| DAFTAR ISI | vi |
| DAFTAR LAMPIRAN | vii |
| BAB I PENDAHULUAN | |
| A. LATAR BELAKANG..... | 1 |
| B. IDENTIFIKASI, BATASAN DAN RUMUSAN MASALAH | 2 |
| C. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN..... | 3 |
| D. METODE PENELITIAN | 4 |
| E. WAKTU DAN TEMPAT PENELITIAN | 5 |
| F. SISTEMATIKA PENULISAN | 5 |
| BAB II LANDASAN TEORI | |
| A. TINJAUAN PUSTAKA..... | 7 |
| B. KERANGKA PEMIKIRAN | 24 |
| BAB III ANALISIS DAN PEMBAHASAN | |
| A. DESKRIPSI DATA..... | 25 |
| B. ANALISIS DATA..... | 27 |
| C. PEMECAHAN MASALAH | 34 |
| BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN | |
| A. KESIMPULAN | 44 |
| B. SARAN | 45 |
| DAFTAR PUSTAKA | 46 |
| LAMPIRAN | |

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Piping diagram sistem pendingin air tawar

Lampiran 2. Piping diagram sistem pendingin air laut

Lampiran 3. Komponen pompa pendingin air laut

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.

Pada masa sekarang kebanyakan kapal menggunakan motor diesel baik untuk mesin penggerak utama maupun untuk mesin bantunya. Pada umumnya motor diesel menggunakan sistem pendingin air. Hal ini sangat penting untuk mempertahankan kinerja mesin agar tetap optimal. Agar motor diesel terpelihara dari tegangan panas dan tegangan mekanis dalam batas-batas yang dapat diterima maka panas yang timbul dari hasil pembakaran harus dapat dikendalikan. Keadaan ini hanya bisa diatasi dengan cara mengedarkan media pendingin dalam jumlah yang tepat ke seluruh komponen motor.

Pada waktu mesin diesel bekerja, torak bergerak dalam silinder, panas yang timbul sebagai hasil dari pembakaran bahan bakar di dalam silinder sangat tinggi. 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.

Sistem pendingin pada motor diesel, dilakukan dengan dua sistem, yaitu sistem pendinginan tertutup dan sistem pendinginan terbuka. Hal ini bertujuan untuk

mencegah terjadinya kerusakan pada bahan karena pemanasan berlebihan yang dapat mengakibatkan turunnya daya pada mesin itu. Perawatan yang tidak optimal terhadap air pendingin mesin induk dan pesawat bantu lainnya dapat berakibat fatal dan serius. Guna menjaga lancarnya media yang keluar dari sistem pendingin, maka perlu dilakukan perhatian yang serius misalnya bagian mesin yang didinginkan, pipa pendingin, pompa air laut, *sea chest* dan sebagainya.

Kejadian yang pernah penulis alami saat kapal dalam perjalanan pada tanggal 07 April 2022 dari Qatar ke Dubai, kapal dalam keadaan normal tanpa ada kerusakan atau kendala yang menghambat operasional kapal. Satu jam sebelum sampai ke pelabuhan tujuan tiba-tiba putaran mesin induk turun. Kemudian dilakukan pengecekan mesin induk dan didapati ternyata tekanan pompa air laut pendingin yang masuk ke *cooler* turun hingga 1,96 bar dari batas normalnya 3,92 bar, sehingga menyebabkan suhu pendingin air tawar mesin induk naik mencapai 90°C dimana pada suhu normalnya untuk suhu pendingin FW main engine 60°C sampai 70°C. Kenaikan temperatur ini menyebabkan *alarm control thermo switch* berbunyi (alarm peringatan).

Akibat dari permasalahan di atas operasi kapal mengalami keterlambatan dan kapal mendapat komplain dari pihak pencharter. Untuk mengatasi masalah tersebut maka masinis jaga melakukan pemeriksaan pada pompa air laut secara menyeluruh, saat dilakukan pemeriksaan, ternyata ditemukan kotoran atau teritip di dalam saringan air laut juga diketahui bahwa umur pompa sudah tua sehingga tidak dapat bekerja secara optimal.

Berdasarkan latar belakang di atas, maka penulis tertarik untuk memilih judul: **“OPTIMALISASI PERAWATAN SISTEM PENDINGIN UNTUK MENUNJANG OPERASIONAL MESIN INDUK DI MV. PHOENIX XX”**.

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. *Fresh water cooler* belum bekerja secara optimal
- b. *Sea water cooling pump* belum bekerja dengan optimal
- c. Saringan air laut tersumbat disebabkan karena adanya kotoran yang menempel
- d. Perawatan terhadap sistem pendingin belum terlaksana sesuai PMS.

2. Batasan Masalah

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

- a. *Fresh water cooler* belum bekerja secara optimal
- b. *Sea water cooling pump* belum 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 *fresh water cooler* yang belum bekerja secara optimal?
- b. Mengapa *sea water cooling pump* yang belum bekerja dengan optimal ?

C. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

1. Tujuan Penelitian

- a. Untuk mengetahui penyebab *fresh water cooler* tidak bekerja secara optimal dan mencari alternatif pemecahan masalahnya.
- b. Untuk mengetahui penyebab *sea water cooling pump* yang kurang bekerja dengan optimal dan mencari alternatif pemecahan masalahnya.

2. Manfaat Penelitian

a. Aspek Teoritis

Sebagai sumbangan pemikiran bagi studi manajemen perawatan air 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

Metode penelitian yang digunakan dalam penyusunan makalah ini diantaranya yaitu:

1. Metode Penelitian

Metode penelitian yang penulis gunakan dalam penyusunan penulisan makalah ini adalah menggunakan metode deskripsi kualitatif dimana dalam menemukan kebenaran yang obyektif dari suatu permasalahan yang melalui penguraian dan penjelasan pemecahan permasalahan melalui tugas-tugas pada setiap bagian dan pelaksanaannya.

2. Teknik pengumpulan data

Dalam penulisan ini makalah ini penulis menggunakan teknik pengumpulan data melalui teknik observasi (pengamatan) langsung di atas kapal tempat penulis bekerja sebelumnya, dan sebagai pelengkap data maka penulis juga menggunakan beberapa buku referensi yang berkaitan dengan pembahasan suku cadang dalam penulisan makalah ini.

3. Subjek Penelitian

Subjek penelitian penyusunan makalah yaitu sistem pendingin mesin induk di

MV. Phoenix XX berdasarkan pengalaman penulis bekerja dan melakukan aktivitas sebagai *Chief Engineer*.

4. Teknik Analisis Data

Dalam pengambilan Teknik Analisis Data yang digunakan penulis dalam penyusunan penulisan makalah ini adalah analisis data terhadap akar permasalahan yang di uraikan/di bahas berdasarkan data dari pengalaman maupun dari buku-buku referensi yang berkaitan dengan permasalahan yang sedang di bahas.

E. WAKTU DAN TEMPAT PENELITIAN

1. Waktu Penelitian

Waktu penelitian dalam penyusunan makalah ini dilakukan saat penulis bekerja di atas MV. Phoenix XX sebagai *Chief Engineer* sejak 12 Maret 2021 sampai dengan 15 April 2022.

2. Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan di atas MV. Phoenix XX, salah satu armada milik perusahaan Triton Marine Services Inc.

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 MV. Phoenix XX. 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. Optimalisasi

Menurut **Poerwadarminto** (2016:233) dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) kata optimalisasi adalah berasal dari kata dasar optimal yang berarti terbaik, tertinggi, paling menguntungkan, menjadikan paling baik, menjadikan paling tinggi, pengoptimalan proses, cara, perbuatan mengoptimalkan (menjadikan paling baik, paling tinggi, dan sebagainya) sehingga optimalisasi adalah suatu tindakan, proses, atau metodologi untuk membuat sesuatu (sebagai sebuah desain, sistem, atau keputusan) menjadi lebih/sepenuhnya sempurna, fungsional, atau lebih efektif.

Optimalisasi banyak juga diartikan sebagai ukuran dimana semua kebutuhan dapat dipenuhi dari kegiatan-kegiatan yang dilaksanakan. Menurut **Winardi** (2006:363) optimalisasi adalah ukuran yang menyebabkan tercapainya tujuan. Secara umum optimalisasi adalah pencarian nilai terbaik dari yang tersedia dari beberapa fungsi yang diberikan pada suatu konteks.

2. Pendingin

Pendingin adalah suatu media yang berfungsi untuk menyerap panas. Panas tersebut didapat dari hasil pembakaran bahan bakar di dalam *cylinder* dan gesekan dari 2 metal. 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)

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*).

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 media 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 dari blok mesin menuju *cooler* atau alat pendingin dan akan menurunkan kembali temperaturnya.

Agar blok Mesin Diesel dapat terpelihara dari tegangan akibat temperatur 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 perhatian bagi para crew mesin agar aliran pendingin selalu lancar.

3. Macam-Macam Sistem Pendingin

Menurut Johan Handoyo, Jusak. (2020:56) bahwa pada umumnya di kapal-kapal berukuran besar ada dua cara untuk mendinginkan mesin utama maupun motor bantu, 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.

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 (*low seachest*) dan di samping lambung kapal dibawah air (*high seachest*), 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 peniup 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 bila suatu saat aliran air harus dipompa karena kebocoran, atau 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 tempat 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.

4. Macam-Macam Media Pendinginan

Menurut **Johan Handoyo, Jusak**. (2020:78) bahwa pada sistem pendingin mesin dapat dilakukan dengan beberapa media pendingin, yaitu :

a. Media Pendingin Air

Air merupakan media pendingin yang baik karena air dapat mengambil 1 kkal pada tiap kg dan tiap derajat celcius. Sedangkan volume dari 1 kg air hanya 1 dm³.

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.

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, 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.

4. *Fresh Water Cooler*

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 pipa-pipa (*tube*) sebagai jalan masuknya air laut atau *cooler* yang berjenis *plate cooler* (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 cooler* 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 cooler* 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.

5. Perawatan Pada Pompa Air Laut Pendingin Mesin Induk

Hadiyanto Gosali menyatakan dalam sebuah artikel yang diakses dari <http://hariyantogasali89.blogspot.co.id/2019/05/menurunnya-tekanan-pompa-air-laut.html> pada tanggal 29 November 2022, bahwa untuk melaksanakan kegiatan perawatan atau pemeliharaan secara fisik terhadap pompa air laut beserta instalasinya, pelaksanaannya dengan menggunakan strategi perawatan yang diantaranya :

a. Perawatan Terencana

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

- a) Pembersihan pada katup hisap dan pipa hisap

Jika selama perawatan instalasi pada pompa terdapat benda asing, kotoran maupun sampah dan segala macam bahan-bahan yang akan menghalangi atau akan merusak jika masuk kedalam pompa, maka harus segera dibersihkan dulu sebelum pompa digunakan.

Kebutuhan air pendingin yang banyak memerlukan suatu instalasi yang baik maka dari itu semua instalasi pendingin harus di rawat

sebaik mungkin agar supaya selalu siap jika dibutuhkan.

Walaupun tidak menutup kemungkinan terjadi kerusakan akibat adanya proses kimia didalam pipa tetapi dengan perawatan yang baik dan terencana setidaknya akan memperlambat kerusakan sehingga menambah umur panjang dari instalasi tersebut.

b) Pemeriksaan kelurusan

Kelurusan poros pompa dan motor harus diperiksa. Hal ini diperlukan karena kelurusan dapat berubah oleh berbagai hal sebagai berikut :

- (1) Perubahan rumah pompa karena pemuaian dan pengerutan pipa-pipa.
- (2) Perubahan bentuk struktur bangunan dan kedudukan ketidaklurusan yang terjadi pada pompa dalam jangka panjang akan menimbulkan keausan yang cepat pada bantalan serta getaran yang besar pada pompa dan motornya.

c) Pemeriksaan minyak pelumas bantalan

Gemuk dan minyak untuk bantalan harus diperiksa kebersihan dan jumlahnya secara rutin.

d) Pemeriksaan dengan memutar poros

Poros harus dapat berputar dengan mudah dan halus jika diputar dengan tangan tanpa menggunakan tenaga besar dan pada saat akan berhenti akan ada *balance* dengan berputar kebalikannya kemudian berhenti.

e) Pemeriksaan pipa alat bantu

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

f) Pengisian air (Pancingan)

Pompa harus dipancing dengan mengisi penuh pompa dan pipa

hisap dengan air laut melalui pipa dari *sea chest* supaya didalam pompa tidak ada udara yang tersisa.

g) Pemeriksaan arah putaran

Pemeriksaan arah putaran biasanya dilakukan dengan terlebih dahulu melepas kopling yang menghubungkan pompa dan motor penggerak. Motor dihidupkan sendiri dan diperiksa putarannya sesuai dengan arah yang ditentukan. Setelah putaran sesuai maka kopling dipasang kembali. Tapi jika putaran terbalik maka segera periksa sambungan elektrik dari pada elektro motornya.

h) Penanganan katup keluar pada waktu *start*

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

2) Pemeriksaan pada kondisi operasi

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

a) Pembacaan *pressure gauge*

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

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

3) Penanganan pompa cadangan

- a) Pompa cadangan (*standby pump*) harus dipersiapkan untuk dapat di *start* setiap saat. Untuk pelumasan dan pemeriksaan bantalan, *packing* atau *mechanical seal* harus terpasang dengan baik dengan kata lain tidak ada kebocoran.
- b) Pompa cadangan harus dioperasikan secara *periodic* jika tidak pernah dijalankan maka bagian dalam pompa dapat berkarat sehingga tidak dapat berputar. Dalam hal ini perawatan pompa perlu dijalankan sedikitnya sekali sebulan atau sekali seminggu selama kurang lebih 10 menit dalam keadaan normal. Supaya pompa tersebut dapat diketahui kesiapannya.
- c) Penanganan pompa yang tidak dipakai dalam jangka waktu yang lama.

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

4) Pengelolaan

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

a) Pemeriksaan harian

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

- (1) *Temperature* pada permukaan rumah pompa harus dapat diraba dengan tangan.
- (2) Tekanan hisap dan tekanan keluar pada petunjuk *pressure gauge* harus dapat dibaca.
- (3) Kebocoran dari kotak *packing* atau *mechanical seal* diamati secara cermat.
- (4) Arus listrik harus dapat dibaca pada *amperemeter*.
- (5) Jumlah aliran pendingin yang ada didalam rumah pompa harus dirasakan dengan tangan, dilihat dan didengarkan.

c) Pemeriksaan bulanan

Setiap bulannya minimal tahanan disolasi pada motor pompa harus diperiksa secara rutin dengan cara di *megger* biasanya tahanan dari motor tidak boleh kurang dari 1 mega ohm ($M\Omega$).

d) 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.

e) 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) Pengamanan untuk penghentian pompa.

b. Perawatan Insidentil

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

1) Pompa sukar di *vacum*

- a) Apakah katup isi tersumbat sampah atau benda asing bersihkan benda-benda asing tersebut.
- b) Apakah kedudukan katup tidak rapat atau aus : perbaiki katup atau ganti yang baru.
- c) Apakah ada kebocoran pada pipa isap, segera perbaiki.
- d) Apakah *packing* atau *mechanical seal* pada pompa dalam keadaan bocor, segera perbaiki atau ganti.
- e) Apakah dalam pompa terdapat udara : *drain* udara sampai habis.

2) Pompa tidak berputar setelah tombol start ditekan

- a) Apakah alat sekring atau komponen listrik bekerja dengan baik?

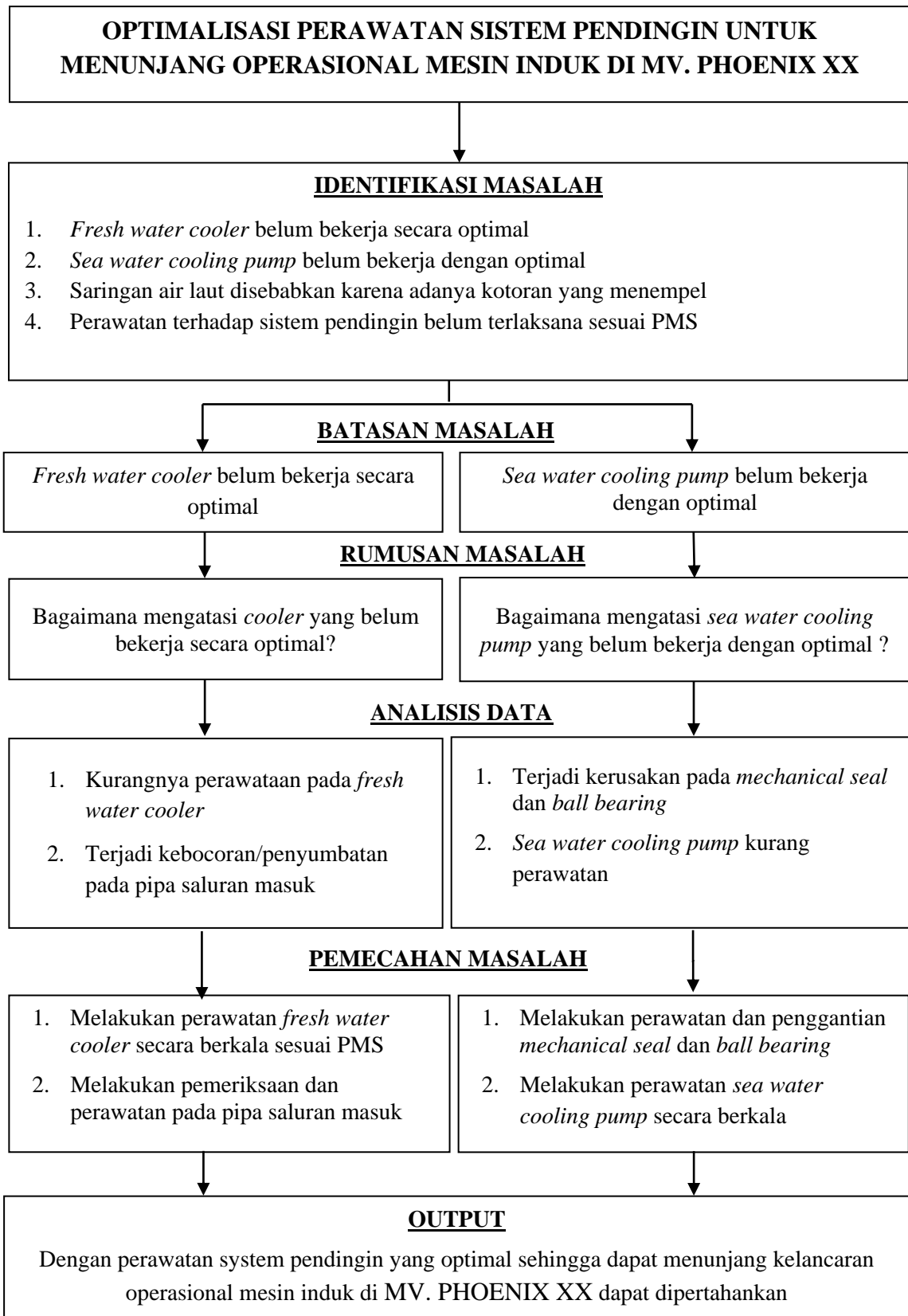
Ganti sekring jika putus. Jika pemutus sirkuit terbuka tutup kembali, jika ada komponen lain yang belum bekerja dengan semestinya, perbaiki dan ganti atau cari sebab-sebab lain pada komponen listrik dan perbaiki kalau ada penyimpangan tersebut.

- b) Apakah pompa dapat diputar dengan tangan ? periksa *packing* atau *mechanical seal*, *bearing* maupun koupling beri pelumasan jika ada yang rusak salah satunya segera ganti.
- c) Apakah ada benda asing tersangkut didalam pompa ?
Keluarkan benda asing tersebut.
- d) Jika motor terbakar atau putus lilitannya : segera ganti motor.

- 3) Motor mengalami pembebanan lebih :
 - a) Apakah tegangan jala-jala terlalu rendah : periksa tegangan jala-jala.
 - b) Apakah penekan *packing* menekan terlalu keras : kendorkan penekan *packing*.
 - c) Apakah ada benda asing yang menyumbat bagian yang berputar : keluarkan benda asing.
 - d) Apakah Ball Bearing rusak : segera ganti.
- 4) Bunyi dan getaran terlalu berlebihan
 - a) Apakah kelurusan kopling berubah : perbaiki kelurusan.
 - b) Apakah pondasi atau penumpu pipa kurang kokoh : periksa kembali pondasi dan bila perlu diperkuat.
 - c) Apakah ada udara masuk : kencangkan sambungan pipa dan jika ada kebocoran pada pipa segera perbaiki.
 - d) Apakah ada benda asing tersangkut di dalam pipa : keluarkan benda asing.
 - e) Apakah bagian tidak berputar karena *impeller* aus : seimbangkan kembali *impeller* atau ganti dengan yang baik.
- 5) Kebocoran pada *mechanical seal*
 - a) Apakah *mechanical seal* bocor: segera ganti.
 - b) Apakah *mechanical seal* sesuai ukurannya : samakan jika ganti dengan yang baru.
 - c) Apakah kualitas *mechanical seal* baik : pastikan yang akan dipasang berkualitas baik.
- 6) Kebocoran dan pemanasan *packing*
 - a) Air bocor dari *packing* tekan.
 - (1) Apakah penekan *packing* cukup tekanannya : kencangkan tekanan *packing* sampai air yang bocor dari kotak *packing* mengecil dan menetes dari jumlah yang memadai.

- (2) Apakah *packing* terlalu pendek sehingga celah terlalu besar : ganti dengan *packing* yang panjangnya sesuai.
 - (3) Apakah *packing* sudah buruk dan selubung poros aus : ganti *packing* yang anti selubung poros.
- b) *Packing* tekan terlalu panas
- (1) Apakah penekan *packing* dikencangkan secara berlebihan setelah penekan *packing* tidak ada yang menetes keluar dari kotak *packing*.
 - (2) Apakah tekanan dalam pompa terlalu tinggi untuk *packing* yang ada ganti *packing* dengan jenis yang sesuai untuk tekanan tinggi.
- c) Air bocor dari *shaft* pompa
- (1) Apakah permukaan yang saling bergesek menjadi cacat karena kemasukan benda asing permukaan dirasakan dan dihaluskan dengan lap atau ganti baru.
 - (2) Apakah *shaft* pompa sudah aus karena gesekan : segera ganti dengan yang baru sebab bias merusak pada yang lain.
 - (3) Apakah *packing* pada bagian perapat rusak ganti *packing*.

B. KERANGKA PEMIKIRAN



BAB III

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

A. DESKRIPSI DATA

Fakta kondisi yang terjadi di atas kapal MV. Phoenix XX terkait dengan masalah sistem pendingin mesin induk, selama penulis bekerja sebagai *Chief Engineer* diantaranya yaitu :

1. *Fresh Water Fresh water cooler* Belum Bekerja Secara Optimal

Pada tanggal 07 April 2022 saat kapal dalam pelayaran dari Qatar ke Dubai penulis menemukan adanya kebocoran pada sistem pendingin air laut untuk mesin induk. Fakta tersebut dapat diketahui dengan penuhnya *bilge* kamar mesin sehingga *High Level Alarm* kamar mesin berbunyi, dimana setelah diperiksa ada kebocoran pada pipa isap air laut / *outlet sea chest*. Dengan adanya kebocoran tersebut kinerja pompa menjadi kurang optimal dilihat dari *pressure gauge* yang naik turun disebabkan pompa kadang isap kadang tidak jika keadaan ini tidak segera perbaiki, maka pompa tidak bisa bekerja dengan sempurna untuk mendinginkan bagian-bagian yang seharusnya didinginkan. Faktor ketidak seimbangan dari kedua sistem pendingin air laut dan air tawar pada saat penyerapan panas oleh mesin penggerak utama, akan mengakibatkan peningkatan temperatur pada sistem pendingin.

Disini penulis mengalami kejadian yaitu pompa pendingin air laut terutama untuk pompa pendingin mesin induk tidak bisa menghisap air laut dikarenakan di dalam sistem pompa tersebut terdapat banyak udara yang bisa diketahui dengan membuka pipa *pressure gauge* dan yang keluar bukanlah air laut melainkan udara yang terus menerus.

Kejadian tersebut selalu terulang manakala pada saat kapal dalam keadaan kosong atau tanpa muatan ditambah jika tangki minyak bagian belakang tidak

terisi penuh dan *draft* belakang kapal kurang dari 2,5 meter. Yang perlu diketahui dari keseluruhan tangki minyak di kapal yaitu : 3 tangki kiri, 3 tangki kanan dan 1 tangki tengah (*Center*).

Kejadian terhisapnya gelembung udara penulis perkirakan seperti ini, apabila Kapal dalam keadaan tanpa muatan dan tangki minyak tidak terisi penuh maka badan kapal akan terangkat separuh dari garis sarat kapal yang mana konstruksi dari bawah badan kapal datar tetapi pada lambung bagian belakang yang terletak lubang *sea chest* tidak datar melainkan melengkung yang mungkin menjadi penyebab kurang optimalnya tekanan air laut masuk.

Ketika kapal olah gerak pada saat baling-baling Mesin Induk berputar mundur penuh dalam waktu yang cukup lama sehingga putaran baling-baling tersebut akan menimbulkan gelembung udara yang cukup banyak. Dikarenakan gelembung tersebut kearah belakang yang dimana terdapat lubang *sea chest* sehingga gelembung udara langsung masuk dan terjebak didalam *sea chest*. Walaupun dalam ruang *sea chest* terdapat lubang pipa pembuangan udara tapi tidak mampu untuk mengeluarkan semua gelembung udara tersebut secara keseluruhan dalam waktu yang singkat sedangkan gelembung udara terus terkumpul melewati lubang *sea chest* tersebut sehingga udara yang tak sempat terbuang itu sebagian masuk ke *strainer* dan kedalam system pipa, dikarenakan posisi pipa isap pompa pendingin mesin induk sangat dekat dengan *strainer* maka otomatis gelembung udara tersebut akan langsung terisap dan mengakibatkan pompa tidak dapat mengisap air.

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

Pada tanggal 07 April 2022 saat MV. Phoenix XX dalam pelayaran dari Qatar ke Dubai, tiba-tiba tekanan pada pompa pendingin air laut masuk *fresh water cooler* turun dari batas normal yaitu : 3,92 bar menjadi 1,96 bar sehingga suhu / temperatur air tawar pendingin mesin induk kiri menjadi panas 90°C yang dimana suhu normalnya antara 50°C-60°C untuk Mesin Induk dan 60°C-70°C untuk generator. Selanjutnya dilakukan pemeriksaan ternyata pada pompa pendingin Mesin induk kanan dan generator No.1 mengeluarkan air dari tempat *mechanical seal* dan bunyi yang keras serta getaran pada badan pompanya pada saat dibuka ditemukan banyak sampah menutupi lubang *impeller* dan

saringannya juga banyak sampah.

Semua penyebab di atas akan mengurangi masuknya air laut ke pompa, dengan berkurangnya air laut masuk maka tekanan airpun otomatis akan turun dan mengakibatkan suhu air pendingin mesin induk menjadi panas melewati batas maksimal yaitu 60°C dikarenakan kinerja pompa pendingin mesin induk maupun pompa pendingin generator belum bekerja dengan optimal. Kejadian ini sering terjadi karena daerah-daerah yang dilalui adalah daerah dekat pesisir hutan bakau yang selalu ada sampah daun-daun maupun ranting sehingga saringan induk air laut cepat kotor dan tersumbat dengan sampah maupun ranting tersebut dan selalu ada yang terisap oleh pompa sehingga menutupi sudu-sudu *impeller* dan sebagian sampah kecil masuk ke pipa-pipa pendingin dan plat *fresh water cooler* air tawar maupun lubang-lubang yang terdapat pada *LO fresh water cooler* sehingga lambat laun menumpuk menutupi permukaan *fresh water cooler* yang berakibat penyerapan panas akan berkurang. Kejadian yang terus menerus ini akan mengakibatkan kerusakan pada komponen pompa-pompa terutama *mechanical seal*, *impeller*, *bearing* maupun pada badan pompa dikarenakan terjadinya gesekan karena putaran tidak stabil.

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. *Fresh Water Fresh water cooler* Belum Bekerja Secara Optimal

Masalah tersebut disebabkan oleh :

a. **Kurangnya Perawatan Pada *Fresh water cooler***

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

pendinginan tidak sempurna.

Pada Instalasi *fresh water cooler* dilengkapi dengan *safety device* bilamana terjadi gangguan pada *fresh water cooler* untuk menjaga kelangsungan operasi sistem. Pada ujung saluran pipa air tawar dekat tutup *fresh water cooler* 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 control suhu pada air pendingin.

Jadi air laut dari pompa akan dipompa masuk *fresh water cooler* dan air akan mengalir melalui *plate element* yang jumlahnya ± 180 lembar. Dan air laut itu akan menyerap panas pada *fresh water cooler* 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 *fresh water cooler* akan diambil sebagian oleh air laut. Air laut akan menjadi panas, karena hal itu *fresh water cooler* disebut juga alat penukar panas. *Fresh water cooler* bekerja normal bila perbedaan suhu air tawar masuk dan keluar *fresh water cooler* $\pm 10^{\circ}\text{C}$. Dan apabila suhu mesin terlalu panas yang disebabkan oleh *fresh water cooler* kotor maka diadakan pemeriksaan pada *plate element* dengan membuka *fresh water cooler* nya dibersihkan dengan cara menyikat dan menyemprot air sambil memperhatikan *seal* nya agar tidak rusak/robek.

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 bakteri atau binatang laut yang melekat 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* Belum 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 belum 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 dudukkan *impeller* hingga patah. Kebanyakan kerusakan tersebut diakibatkan dari getaran (*Vibration*) dan tidak seimbangny 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 *fresh water cooler*.

b. Sea Water Cooling Pump Kurang Perawatan

Pompa air laut berfungsi untuk menghisap air laut dan menekan air kedalam 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.

C. PEMECAHAN MASALAH

Berdasarkan analisis data yang telah membahas penyebab permasalahan, maka penulis mencari pemecahan perawatan sistem pendingin air Laut untuk peningkatan kinerja mesin induk di atas MV. Phoenix XX, diantaranya yaitu:

1. Alternatif Pemecahan Masalah

a. *Fresh Water Cooler* Belum bekerja Secara Optimal

Untuk mengatasi masalah tersebut yaitu dengan cara :

1) Melakukan Perawatan *Fresh Water Cooler* Secara Berkala Sesuai PMS

Fresh water cooler berfungsi untuk mendinginkan air tawar yang keluar dari motor induk. Air tawar ini masuk ke dalam *fresh water cooler* didinginkan oleh air laut yang ditekan masuk ke dalam *fresh water cooler* 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 *fresh water cooler* air tawar suhunya berkisar 50°C – 60°C, agar temperatur yang dikehendaki tercapai maka *fresh water cooler* harus dirawat dengan rutin supaya bersih dan agar tekanan serta volume air laut yang mengalir selalu normal.

Apabila dalam *plate fresh water cooler* terdapat kotoran seperti lumpur yang menyumbat akan mengakibatkan penyerapan panas terhadap air tawar akan berkurang karena terhalang sehingga temperatur air tawar yang keluar dari *fresh water cooler* tersebut tetap tinggi. Maka hal ini namanya proses pendinginan tidak sempurna. Untuk mengatasi *fresh water fresh water cooler* yang sering buntu / kotor maka perawatan *sea chest* dilakukan perawatan sekali tiap 6 bulan sesuai PMS atau disesuaikan dengan kondisi area pelayaran Ship 111 Area dan kondisi suhu air tawar pada mesin induk.

Pembersihan *fresh water cooler* dilaksanakan setiap enam bulan secara rutin, Pembersihan ini perlu diperhatikan agar tidak merusak

bagian – bagian dari *fresh water cooler* tersebut. Perawatan *fresh water cooler* yaitu dengan membuka tiap lembaran *plate-plate fresh water cooler* dibersihkan dengan memakai sabun detergen dan menggunakan sikat yang bahannya tidak terlalu kasar sehingga tidak merusak seal atau karetnya. Sesudah dilakukan penyikatan terhadap lembaran *plate* tersebut lalu dilakukan penyemprotan dengan menggunakan air tawar supaya kotoran-kotoran dan endapan lumpur yang melekat pada *plate fresh water cooler* 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 MV. PHOENIX XX melaksanakan *docking* untuk mengganti pipa-pipa air laut dan air tawar serta instalasi *fresh water cooler* 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* Belum 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 *sealnya* 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 yang 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 bentukan 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.

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

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

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

2. Evaluasi Terhadap Alternatif Pemecahan Masalah

a. *Fresh water cooler* Belum bekerja Secara Optimal

1) Melakukan Perawatan *Fresh Water Cooler* Secara Berkala Sesuai PMS

Keuntungannya :

- a) Dengan perawatan *fresh water cooler* secara berkala maka suhu mesin induk dapat terjaga sehingga tidak terjadi *overheating* yang dapat menyebabkan performa mesin induk menurun.
- b) Perawatan berkala dapat mencegah terjadinya kerusakan secara tiba-tiba saat mesin beroperasi.

Kerugiannya :

- a) Membutuhkan waktu untuk perawatan, seringkali terkendala dengan jadwal operasional kapal yang sangat padat
- b) Diperlukan kedisiplinan crew mesin dalam melakukan perawatan *fresh water cooler* sesuai dengan PMS.

2) Melakukan Pemeriksaan dan Perawatan pada Pipa Saluran Masuk

Keuntungannya :

- a) Dengan perawatan pipa isap air laut maka sirkulasi air laut untuk pendinginan berjalan lancar.
- b) Dengan pemeriksaan maka indikasi kerusakan pipa dapat diketahui sejak dini

Kerugiannya :

- a) Membutuhkan waktu untuk perawatan.
- b) Pemeriksaan harus dilakukan dengan teliti

b. *Sea Water Cooling Pump* Belum bekerja Dengan Optimal

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

Keuntungannya :

- a) *Mechanical seal* dan *bearing* dapat berfungsi dengan baik sehingga kerja pompa pendingin air lebih optimal.
- b) Tekanan *sea water cooling pump* normal

Kerugiannya :

- a) Penggantian *mechanical seal* dan *bearing* dengan suku cadang baru dan *genuine part* membutuhkan biaya perawatan yang cukup besar.
- b) Diperlukan peran perusahaan untuk menyediakan suku cadang di atas kapal

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

Keuntungannya :

- a) *Sea water cooling pump* bekerja dengan baik, tekanan pompa normal yaitu 3,92 bar dapat mencegah terjadinya *overheating* pada mesin induk, sehingga performa mesin induk dapat dipertahankan.

- b) Perawatan secara berkala dapat mencegah terjadinya kerusakan mendadak yang mengganggu operasional kapal

Kerugiannya :

- a) Diperlukan pemahaman Masinis tentang prosedur perawatan yang benar
- b) Membutuhkan waktu untuk melakukan perawatan.

3. Pemecahan Masalah yang Dipilih

a. *Fresh Water Cooler* Belum bekerja Secara Optimal

Dari hasil evaluasi terhadap alternatif pemecahan masalah di atas, maka pemecahan masalah yang dipilih untuk mengatasinya yaitu melakukan perawatan *fresh water cooler* secara berkala sesuai *Planned Maintenance System* (PMS).

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

Dari hasil evaluasi terhadap alternatif pemecahan masalah di atas, maka pemecahan masalah yang dipilih untuk mengatasinya yaitu melakukan perawatan *sea water cooling pump* secara berkala.

BAB IV

KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

Berdasarkan penjelasan pada bab sebelumnya tentang terjadinya kenaikan temperatur air pendingin air tawar pada mesin induk, utamanya adalah dari Sistem pendingin air laut yang belum bekerja secara optimal untuk mendinginkan *fresh water cooler* maka penulis dapat menyimpulkan sebagai berikut:

1. Perlu dilakukannya perawatan *fresh water cooler* secara berkala sesuai *Planned Maintenance System*.
2. Perlu dilakukannya pemeriksaan dan perawatan pada pipa saluran masuk.
3. Perlu dilakukannya perawatan dan penggantian *mechanical seal* dan *ball bearing* sesuai setandar umur technis jam kerja penggunaan
4. Perlu dilakukannya perawatan *sea water cooling pump* secara berkala sesuai dengan *Planned Maintenance System*.

B. SARAN

Berdasarkan uraian kesimpulan di atas, agar kinerja sistem pendingin Mesin Induk dapat maksimal maka penulis menyarankan hal-hal sebagai berikut :

1. KKM dan Masinis harus melakukan perawatan *fresh water cooler* secara berkala sesuai *Planned Maintenance System (PMS)* agar *heat exchanger* dapat bekerja secara optimal.
2. KKM dan Masinis harus melakukan pemeriksaan dan perawatan pada pipa saluran masuk secara berkala.
3. KKM dan Masinis harus melakukan perawatan dan penggantian *mechanical seal* dan *ball bearing* sesuai jam kerjanya.

4. KKM dan Masinis harus melakukan perawatan *sea water cooling pump* secara berkala agar dapat bekerja secara optimal.

DAFTAR PUSTAKA

Biro Klasifikasi Indonesia (BKI) 1996 vol. III sec 11.1

Johan Handoyo, Jusak. (2020). *Mesin Diesel Penggerak Utama Kapal, edisi 3*. Jakarta : Djangkar. ISBN 979-044-621-2

Johan Handoyo, Jusak. (2019). *Manajemen Perawatan Kapal, edisi 3*. Jakarta : Djangkar. ISBN: 978-979-044-685-4

Maanen, P. Van. (2000). *Motor Diesel Kapal*. Jilid 1. Nautech.

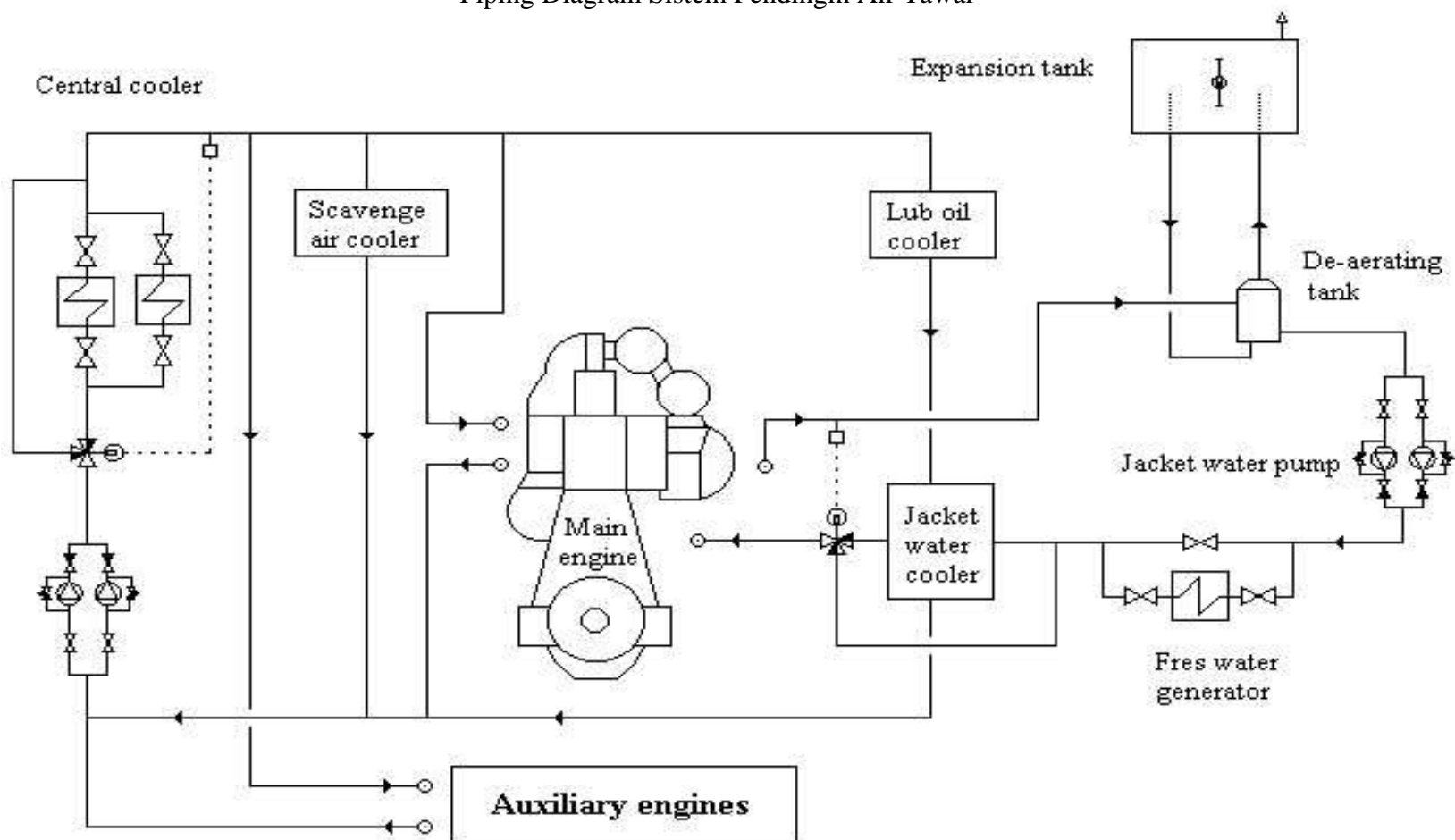
Poerwadarminto. (2016). *Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI)*. Jakarta : Balai Pustaka

Romzana, HR. (2002). *Motor Diesel*. Jakarta : Djangkar

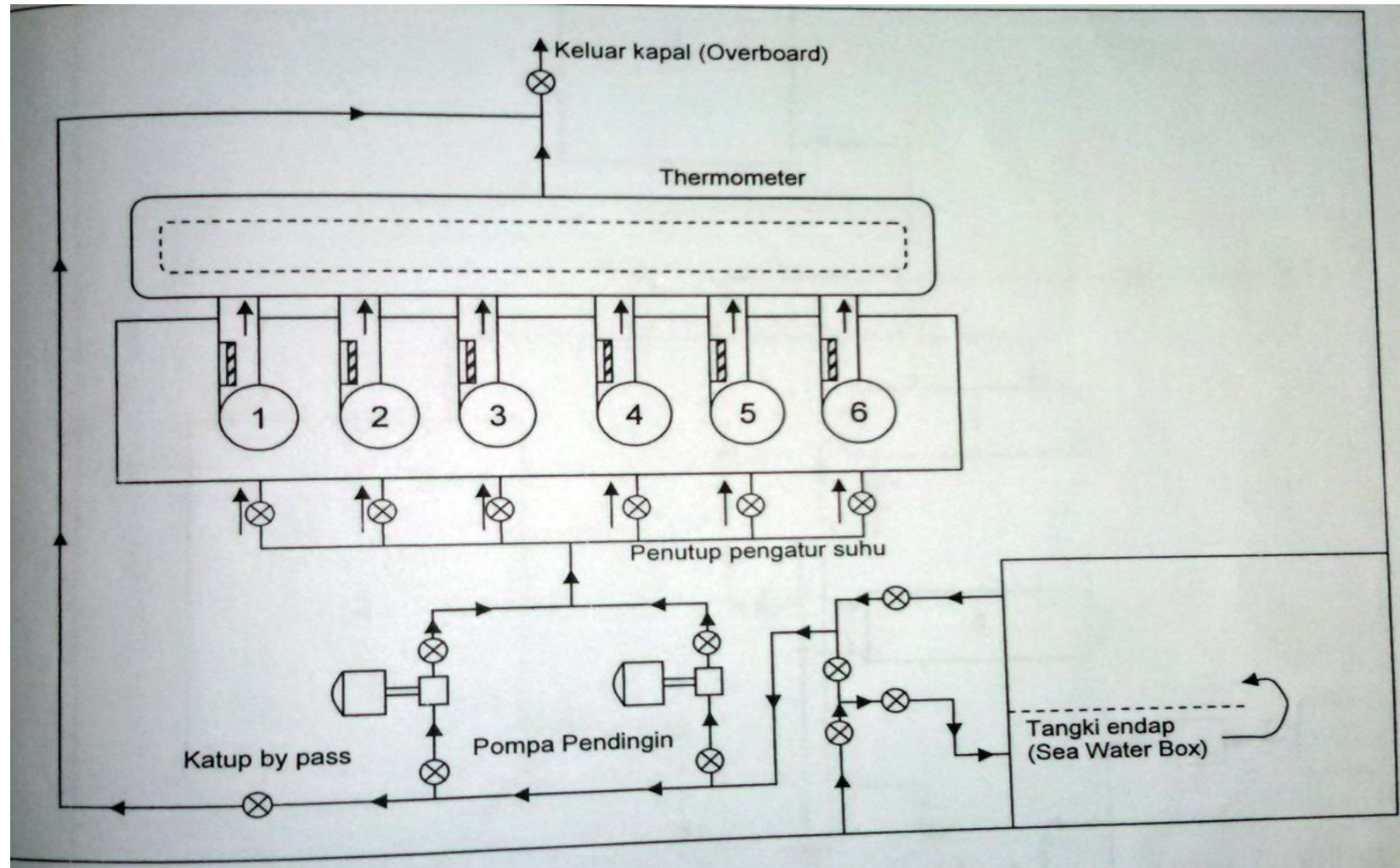
Winardi, (2006). *Motivasi Dalam Manajemen*”, Jakarta: PT Raja Grafindo persada.

Website. Hariyanto Gasali. (2019). *Menurunnya Tekanan Pompa Air Laut*. Sumber : <http://hariyantogasali89.blogspot.co.id/2019/05/.html> diunduh pada tanggal 29 Oktober 2022

Piping Diagram Sistem Pendingin Air Tawar



Piping Diagram Sistem Pendingin Air Laut



Komponen Pompa Pendingin Air Laut



Gambar Mechanical Seal



Gambar Bearing & Shaft



Gambar Impeller