

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



MAKALAH

**UPAYA MENGOPTIMALKAN PERAWATAN SISTEM
PENDINGIN FW COOLER UNTUK
MEMPERTAHANKAN KINERJA MESIN INDUK
DI KMP. MUFIDAH**

Oleh :

SLAMET SANTOSO

NIS. 01678 / T-I

PROGRAM PENDIDIKAN DIKLAT PELAUT I

JAKARTA

2021

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



MAKALAH

**UPAYA MENGOPTIMALKAN PERAWATAN SISTEM
PENDINGIN FW COOLER UNTUK
MEMPERTAHANKAN KINERJA MESIN INDUK
DI KMP. MUFIDAH**

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

Oleh :

SLAMET SANTOSO

NIS. 01678 / T-I

**PROGRAM PENDIDIKAN DIKLAT PELAUT I
JAKARTA
2021**

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



TANDA PERSETUJUAN MAKALAH

Nama : SLAMET SANTOSO
NIS : 01678/T-1
Program Pendidikan : Diklat Pelaut - I
Jurusan : TEKNIKA
Judul : UPAYA MENGOPTIMALKAN PERAWATAN SISTEM
PENDINGIN FW COOLER UNTUK MEMPERTAHANKAN
KINERJA MESIN INDUK DI KMP. MUFIDAH

Jakarta, Maret 2021

Pembimbing Materi

Hartaya.MM

Penata Tk.I (III/d)

NIP. 19660310 199903 1 002

Pembimbing Penulisan

Irwansyah, SH, MH

Dosen STIP

Mengetahui :

Ketua Jurusan Tehnika

Diah Zakiah. ST, MT

Penata TK. I (III/d)

NIP. 19790517 200604 2 015

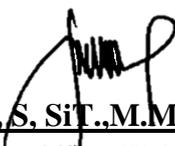
KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
BADAN PENGEMBANGAN SDM PERHUBUNGAN
SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN



TANDA PENGESAHAN MAKALAH

Nama : SLAMET SANTOSO
NIS : 01678/T-1
Program Pendidikan : Diklat Pelaut - I
Jurusan : TEKNIKA
Judul : UPAYA MENGOPTIMALKAN PERAWATAN SISTEM
PENDINGIN FW COOLER UNTUK MEMPERTAHANKAN
KINERJA MESIN INDUK DI KMP. MUFIDAH

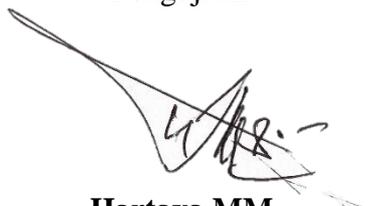
Penguji I


Alberto, S. Si T., M. Mar. E. MAP
Pembina TK (IV/a)
NIP. 19760409 200604 1 001

Penguji II


AN. Pramono, SH, MM
Dosen STIP

Penguji III


Hartava, MM
Penata Tk.I (III/d)
NIP. 19660310 1999 1 002

Mengetahui :

Ketua Jurusan Tehnika



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 :

“UPAYA MENGOPTIMALKAN PERAWATAN SISTEM PENDINGIN FW COOLER UNTUK MEMPERTAHANKAN KINERJA MESIN INDUK DI KMP. MUFIDAH”

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. Yth. Bapak Amiruddin, M.M, selaku Kepala Sekolah tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta.
2. Yth. Bapak DR. Ali Muktar Sitompul, MT, selaku Divisi Pengembangan Usaha Sekolah tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta.
3. Yth. Ibu Diah Zakiah, ST, MT, selaku Ketua Jurusan Teknik Sekolah tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta.
4. Yth. Bapak Hartaya, MM, selaku dosen pembimbing materi yang telah meluangkan waktu untuk memberikan saran dan pikirannya mengarahkan penulis pada sistematika materi yang baik dan benar
5. Yth. Bapak Irwansyah, SH, MH, selaku dosen pembimbing penulisan 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, Maret 2021

Penulis,

SLAMET SANTOSO

NIS. 01678 / T-I

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
TANDA PERSETUJUAN MAKALAH	ii
TANDA PENGESAHAN MAKALAH	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
BAB I PENDAHULUAN	
A. LATAR BELAKANG.....	1
B. IDENTIFIKASI, BATASAN DAN RUMUSAN MASALAH	3
C. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN.....	3
D. METODE PENELITIAN	4
E. WAKTU DAN TEMPAT PENELITIAN	6
F. SISTEMATIKA PENULISAN	6
BAB II LANDASAN TEORI	
A. TINJAUAN PUSTAKA.....	8
B. KERANGKA PEMIKIRAN	22
BAB III ANALISIS DAN PEMBAHASAN	
A. DESKRIPSI DATA.....	23
B. ANALISIS DATA.....	26
C. PEMECAHAN MASALAH	32
BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN	
A. KESIMPULAN	42
B. SARAN	43
DAFTAR PUSTAKA	44
LAMPIRAN-LAMPIRAN	
DAFTAR ISTILAH	

DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 3.1 Skema sistem pendingin air laut.....	25
---	----

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Ship Particular
- Lampiran 2. Crew List
- Lampiran 3. *Fresh water cooler (Plate heat exchanger)*
- Lampiran 4. *Sea Water Pump*
- Lampiran 5. Gambar *Strainer* Kotor
- Lampiran 6. Gambar *Strainer* Setelah Dibersihkan
- Lampiran 7. Gambar *Zind Anode*

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 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, baik itu pendingin air tawar maupun pendingin air laut. Karena lancar tidaknya pengoperasian kapal sangat tergantung pada hasil kerja mesin, sebab dalam mesin diesel dinding silinder selalu dikenai panas dari hasil pembakaran.

Berkaitan dengan sistem pendingin, sebagaimana fakta yang penulis temui di atas KMP. Mufidah saat kapal dalam pelayaran menuju Bakauheni Lampung yaitu *heat exchanger* kurang bekerja secara optimal dimana terjadi 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 diperbaiki, 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 utama 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.

Berdasarkan latar belakang di atas, maka penulis tertarik untuk memilih judul: **"UPAYA MENGOPTIMALKAN PERAWATAN SISTEM PENDINGIN FW COOLER UNTUK MEMPERTAHANKAN KINERJA MESIN INDUK DI KMP. MUFIDAH"**.

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* kurang bekerja secara optimal
- b. *Sea water cooling pump* kurang bekerja dengan optimal
- c. Terhisapnya gelembung udara oleh pompa.
- d. Saringan air laut tersumbat disebabkan karena adanya kotoran yang menempel

2. Batasan Masalah

Proses pendinginan yang kurang bekerja secara optimal dapat mengganggu kelancaran operasional Mesin Induk. Hal ini disebabkan banyak faktor mulai dari faktor SDM maupun dari peralatan itu sendiri. 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* kurang bekerja secara optimal
- b. *Sea water cooling pump* kurang 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* yang kurang bekerja secara optimal dan bagaimana mengatasinya ?
- b. Mengapa *sea water cooling pump* kurang bekerja dengan optimal dan bagaimana mengatasinya ?

C. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

1. Tujuan Penelitian

- a. Untuk mengetahui penyebab Heat Exchanger kurang bekerja optimal di KMP. MUFIDAH.
- b. Untuk mengetahui penyebab dari permasalahan *sea water cooling pump* kurang bekerja dengan optimal

2. Manfaat Penelitian

a. Aspek Teoritis

- 1) Sebagai pemikiran bagi studi manajemen perawatan sistem air pendingin di kapal.
- 2) Memberikan pemahaman kepada para pembaca khususnya bagi perwira siswa di STIP Jakarta tentang perawatan sistem pendingin.
- 3) Sebagai sumbang pengetahuan tentang pengaruh sistem pendingin yang tidak optimal terhadap mesin induk.

b. Aspek Praktis

- 1) Memberikan sumbangan pemikiran kepada rekan-rekan seprofesi agar bila mendapat masalah yang sama dapat digunakan sebagai acuan sebagai upaya pemecahannya.
- 2) Sebagai masukan bagi para engineer tentang upaya-upaya yang dapat dilakukan untuk mengatasi masalah yang terjadi pada sistem pendingin.
- 3) Sebagai masukan bagi pihak perusahaan untuk lebih memperhatikan jadwal perawatan sistem pendingin demi kelancaran operasional kapal secara keseluruhan.

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

a. Observasi

Pengamatan langsung di atas kapal tempat penulis bekerja sebelumnya, dan sebagai pelengkap data maka penulis juga menggunakan bebera

b. Buku-buku / Studi Kepustakaan

Studi kepustakaan adalah penelitian yang mengumpulkan data dan informasi dengan bantuan bermacam-macam sumber bacaan yang terdapat di ruang perpustakaan. Pada hakikatnya data yang diperoleh dcngan studi kepustakaan dapat dijadikan landasan dasar dan alat utama dalam penelitian ini. Dalam hal ini penulis mengumpulkan data-data dan informasi dari beberapa sumber bacaan yang erat kaitannya dengan perawatan sistem mesin pendingin di atas kapal.

c. Study kasus

Menganalisa suatu masalah untuk mencari solusi yang tepat dan dapat digunakan kembali pada persoalan yang sama.

d. Dokumentasi

Merupakan teknik pengumpulan data yang dilakukan dengan cara membaca atau melihat dokumen-dokumen kapal yang berhubungan dengan sistem pendingin. Dokumen-dokumen tersebut dapat berupa catatan perawatan rutin dan laporan bulanan kamar mesin, catatan-catatan perbaikan (*history maintenance report*), catatan terjadi kerusakan (*trouble report*), serta catatan permintaan suku cadang kapal (*spare part requisition*). Data tersebut merupakan data yang digunakan untuk membandingkan masalah yang terjadi di masa lampau, saat ini dan gambaran pada hari-hari berikutnya sewaktu kapal beroperasi.

3. Subjek Penelitian

Subjek penelitian penyusunan penulisan makalah ini berdasarkan penelitian terlebih dahulu yang di lakukan saat penulis bekerja dan melakukan aktivitas

sebagai *Chief Engineer* di atas KMP. Mufidah.

4. Teknik Analisis Data

Dalam pengambilan Teknik Analisis Data yang digunakan penulis dalam penyusunan penulisan makalah ini adalah analisis data akan 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 KMP. Mufidah sebagai *Chief Engineer* sejak 20 Oktober 2018 sampai dengan 10 Desember 2020.

2. Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan di atas KMP. Mufidah milik perusahaan PT. Jemla Ferry (Ro-Ro Ferry Services) yang beroperasi di Pelabuhan Merak Banten - Bakauheni Lampung.

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 KMP. Mufidah. 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 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. Upaya Mengoptimalkan

Menurut beberapa penulis definisi mengoptimalkan atau optimalisasi yaitu :

- a. Poerwadarminto (2017:364) dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia, bahwa 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.
- b. Winardi (1999,h.363) dalam buku Pengantar Tentang Teori Sistem Dan Analisis Sistem bahwa optimalisasi adalah ukuran yang menyebabkan tercapainya tujuan. Secara umum untuk pencarian nilai terbaik dari yang tersedia dari beberapa fungsi yang diberikan pada suatu konteks.

Optimalisasi banyak juga diartikan sebagai ukuran dimana semua kebutuhan dapat dipenuhi dari kegiatan-kegiatan yang dilaksanakan.

2. Perawatan

a. Defenisi Perawatan

Perawatan adalah suatu kegiatan untuk memelihara atau menjaga fasilitas

maupun mengadakan perbaikan, penyesuaian atau penggantian, agar terdapat suatu keadaan operasi produksi yang memuaskan sesuai dengan apa yang diharapkan. (Kurniawan & Fajar, 2013)

Perawatan ini bertujuan untuk mencegah dan mengurangi ataupun menghindari kerusakan dari peralatan dengan memastikan tingkat keandalan dan kesiapan serta meminimalkan biaya perawatan. (Ansori, et al.,2013). Perawatan ini juga bertujuan untuk menjamin ketersediaan, keandalan faasilitas secara ekonomis maupun teknis, sehingga dalam penggunaannya dapat dilaksanakan seoptimal mungkin. Perawatan juga memperpanjang usia fasilitas, menjamin kesiapan operasional fasilitas dan yang paling penting adalah menjamin keselamatan kerja, keamanan dalam penggunaannya (Sudrajat, 2011).

Dari beberapa pendapat di atas dapat disimpulkan bahwa kegiatan perawatan dilakukan untuk merawat atau memperbaiki peralatan agar dapat melakukan kegiatan operasional dengan efektif dan efisien sesuai dengan yang diharapkan.

Tujuan dari perawatan yang kita lakukan adalah untuk mencegah terjadinya kerusakan atau bertambahnya kerusakan. Hal tersebut dapat dilakukan dengan menggunakan metode tertentu untuk menelusuri perkembangan yang terjadi. Perencanaan dan persiapan perbaikan merupakan kaitan bersama. Hal itu telah dibuktikan melalui diskusi dan tukar-menukar pengalaman, para peserta dapat menyetujui hal-hal yang praktis dan langkah-langkah organisasi yang akandijalankan oleh masing-masing pihak harus siap.

Dengan menjalankan perawatan yang baik maka kita dapat mencari jalan bagaimana mengotrol atau memperlambat tingkat kemerosotan dan kita ingin melakukan untuk beberapa alasan, ada 5 (lima) pertimbangan :

- 1) Pemilik kapal berkewajiban atas keselamatan dan kelayakan kapal.
- 2) Pengusaha berkepentingan untuk menjaga dan mempertahankan nilai modal dengan cara memperpanjang umur ekonomis serta meningkatkan nilai jual sebagai kapal bekas.
- 3) Mempertahankan kinerja kapal sebagai sarana angkutan dengan cara

meningkatkan kemampuan dan efisiensi.

- 4) Memperhatikan efisiensi berkaitan dengan biaya-biaya operasi kapal yang harus diperhitungkan.
- 5) Pengaruh lingkungan di kapal terhadap awak kapal dan kinerjanya.

b. Jenis-jenis Perawatan

Menurut Jusak Johan Handoyo (2017:53) dalam buku “*Sistem Perawatan Permesinan Kapal*” bahwa dalam menentukan kebijaksanaan perawatan, umumnya terdapat 2 (dua) jenis Perawatan yaitu sebagai berikut :

1) Perawatan terencana (*Planned Maintenance*)

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

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

- a) Memperpanjang waktu kerja (*lifetime*) unit pesawat atau mesin dan mempertahankan nilai penyusutan pada kapal.
- b) Kondisi material pada pesawat atau mesin dapat di pantau setiap saat oleh setiap pengawas atau personil di darat, hanya dengan melihat pelaporan administrasi perawatan.
- c) Dengan tersedianya suku cadang yang cukup, maka pada saat ada perawatan dan perbaikan tidak kehilangan waktu operasi (*down time*).

- d) Operasi kapal lancar dengan memberikan rasa aman dan tenang pikiran kepada semua personil kapal dan manajemen darat bahwa semua permesinan bekerja secara optimal, normal dan terkontrol dengan benar.
 - e) Walaupun biaya perawatan sangat besar, namun semuanya itu dapat diperhitungkan sesuai dengan anggaran biaya perawatan.
- 2) Perawatan tidak terencana (*Unplanned Maintenance*)

Jusak Johan Handoyo (2017:53) perawatan tak terencana adalah perawatan darurat yang didefinisikan sebagai perawatan yang perlu segera dilaksanakan untuk mencegah akibat yang lebih serius.

Misalnya kerusakan besar pada peralatan, atau untuk keselamatan kerja. Pada umumnya sistem perawatan merupakan metode tak terencana, dimana peralatan yang digunakan, dibiarkan atau tanpa disengaja rusak hingga akhirnya peralatan tersebut akan digunakan kembali, maka diperlukan perbaikan atau perawatan.

Aktivitas perawatan jenis ini adalah mudah untuk dipahami semua orang. Jenis perawatan ini mengijinkan peralatan-peralatan untuk beroperasi hingga rusak total. Kegiatan ini tidak bisa ditentukan atau direncanakan sebelumnya, maka aktivitas ini juga dikenal dengan sebutan *Unscheduled Maintenance*. Ciri-ciri jenis perawatan ini adalah alat-alat mesin dioperasikan sampai rusak dan ketika rusak barulah tenaga kerja dikerahkan untuk memperbaiki dengan cara “penggantian”.

Kelemahan dari sistem ini adalah :

- a) Karena tidak bisa diketahui kapan akan terjadi kerusakan, maka jika waktu terjadi kerusakan adalah pada saat kapal beroperasi, maka akan mengakibatkan tidak tercapainya target waktu pengiriman barang.
- b) Jika suku cadang untuk perbaikan ternyata sukar untuk terpenuhi berarti dibutuhkan waktu tambahan untuk membeli atau memperoleh dengan cara lain suku cadang tersebut.

c) Karena perbaikan seperti ini sifatnya mendadak, maka ABK mesin bekerja di bawah tekanan sehingga akan berakibat :

- (1) Rendahnya efisiensi dan efektivitas pekerja.
- (2) Tidak optimalnya mutu hasil pekerjaan perbaikan atau Perawatan.
- (3) Biaya relative lebih besar.

Dalam prakteknya perawatan ini tidak dapat menekan biaya, bahkan sering terjadi pembengkakan anggaran biaya perbaikan (*Total Maintenance Cost*).

c. Faktor Penunjang dalam Perawatan

Jusak Johan Handoyo (2017:59) untuk memudahkan pelaksanaan perawatan, maka kegiatan perawatan yang dilakukan sebaiknya berdasarkan :

- 1) Sistem perintah kerja atau *Work Order System* merupakan kegiatan perawatan yang dilaksanakan berdasarkan pesanan dari kepala kerja pada bagian mesin. *Work Order* atau perintah kerja memuat tentang :
 - a) Apa yang harus dikerjakan.
 - b) Siapa yang mengerjakan dan bertanggung jawab.
 - c) Alat-alat yang dibutuhkan serta macamnya.
 - d) Suku cadang yang dibutuhkan.
 - e) Waktu yang dibutuhkan untuk mengerjakan pekerjaan perawatan tersebut dan kapan waktu penyelesaiannya.
- 2) *Checklist System* merupakan daftar atau *schedule* yang telah dibuat untuk melakukan kegiatan perawatandengan cara pemeriksaan terhadap setiap mesin secara berkala.
- 3) Rencana kerja bulanan (*Monthly Maintenance*) atau 3 bulanan (*Quarterly Maintenance*), yaitu kegiatan maintenance yang dilaksanakan berdasarkan pengalaman atau berdasarkan catatan sejarah mesin, misalnya kapan suatu mesin harus dirawat / diperbaiki

d. Tujuan Perawatan

Tujuan dilakukannya perawatan terencana (*Planned Maintenance System*) adalah:

- 1) Untuk memungkinkan kapal dapat beroperasi secara reguler dan meningkatkan keselamatan, baik awak kapal maupun peralatan.
- 2) Untuk membantu perwira kapal khususnya masinis (*Engineer*) dalam menyusun rencana dan mengatur dengan lebih baik, sehingga meningkatkan kinerja kapal dan mencapai maksud dan tujuan yang sudah ditetapkan oleh para manajer di kantor pusat.
- 3) Untuk memperhatikan pekerjaan-pekerjaan yang membutuhkan pembiayaan mahal berkaitan dengan waktu dan material, sehingga mereka yang terlibat benar-benar meneliti dan dapat meningkatkan metode untuk mengurangi biaya.
- 4) Agar dapat melaksanakan pekerjaan secara sistematis tanpa mengabaikan hal-hal terkait dan melakukan pekerjaannya dengan cara paling ekonomis.
- 5) Untuk memberikan kesinambungan perawatan sehingga perwira yang baru naik dapat mengetahui apa yang telah di kerjakan dan apa lagi yang harus di kerjakan.
- 6) Sebagai bahan informasi yang akan diperlukan bagi pelatihan dan agar seseorang dapat melaksanakan tugas secara bertanggung jawab.
- 7) Untuk menghasilkan fleksibilitas sehingga dapat di pakai oleh kapal yang berbeda walaupun dengan organisasi dan pengawakan yang juga berbeda.
- 8) Memberikan umpan balik informasi yang dapat di percaya ke kantor pusat untuk meningkatkan dukungan pelayanan, desain kapal, dan lain-lain.

3. Pendingin

Pendingin adalah suatu media yang berfungsi untuk menyerap panas. Panas tersebut di dapat dari adanya 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)

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 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.

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.

4. Macam-Macam Sistem Pendingin

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 dan di samping lambung kapal dibawah air, karena mengingat bervariasinya kedalaman perairan yang dilewati.

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 *filternya*.

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 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.

5. Macam-Macam Media Pendinginan

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, 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.

6. *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 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

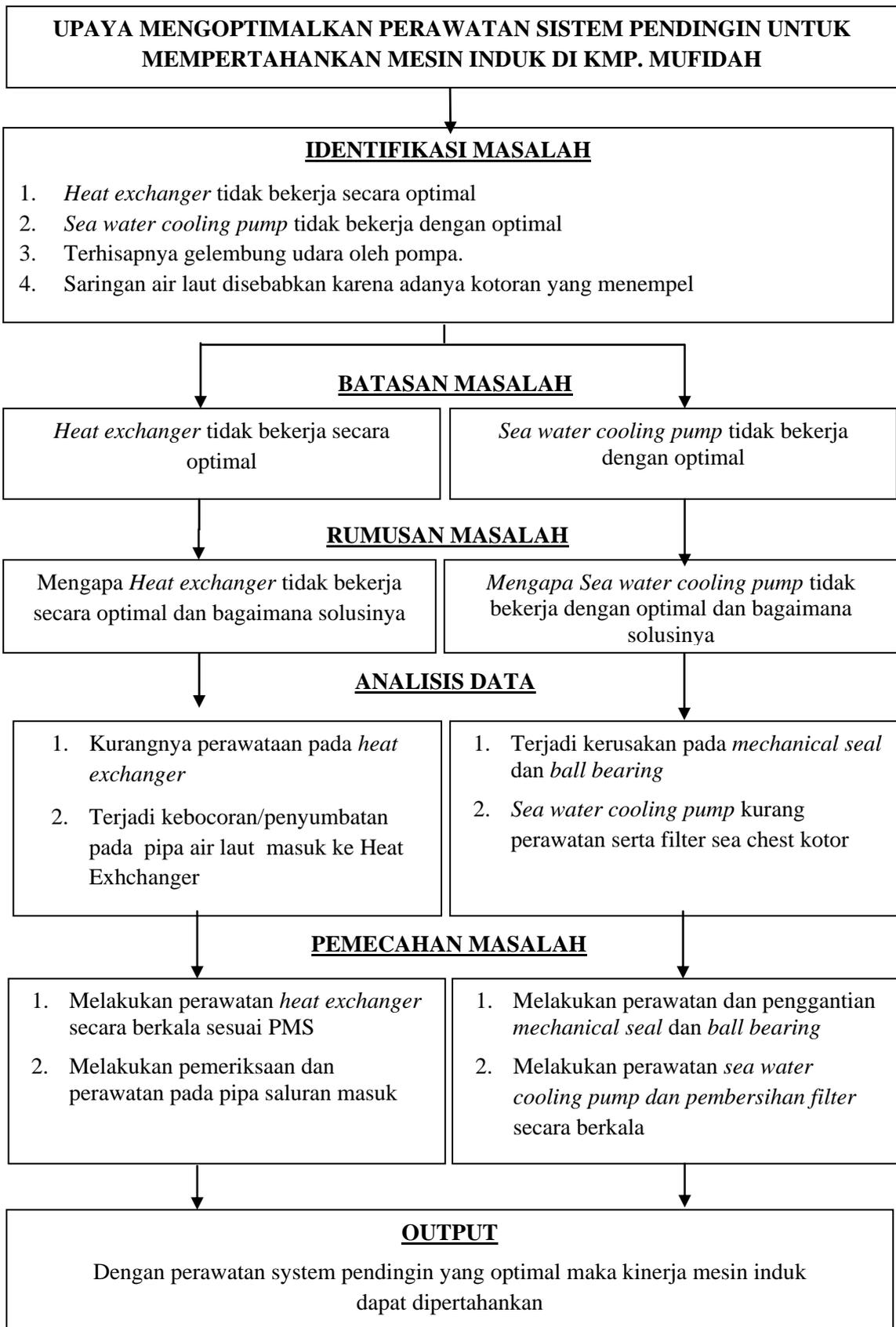
Bila cairan mempunyai suhu yang berbeda, kepadatan sebagian dari suhu tinggi menjadi lebih kecil dari pada yang bersuhu rendah disekitarnya, dan cairan bagian suhu yang tinggi naik dan mengalir. Panas dipindahkan dengan gerakan ini disebut Konveksi.

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 terhalang oleh kotoran tadi. *Cooler* ini bisa dibilang salah satu bagian terpenting dalam proses pendinginan karena disinilah penyerapan dan peralihan panas terjadi sesuai dengan fungsinya.

B. KERANGKA PEMIKIRAN



BAB III

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

A. DESKRIPSI DATA

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

1. *Heat Exchanger* Kurang Bekerja Secara Optimal

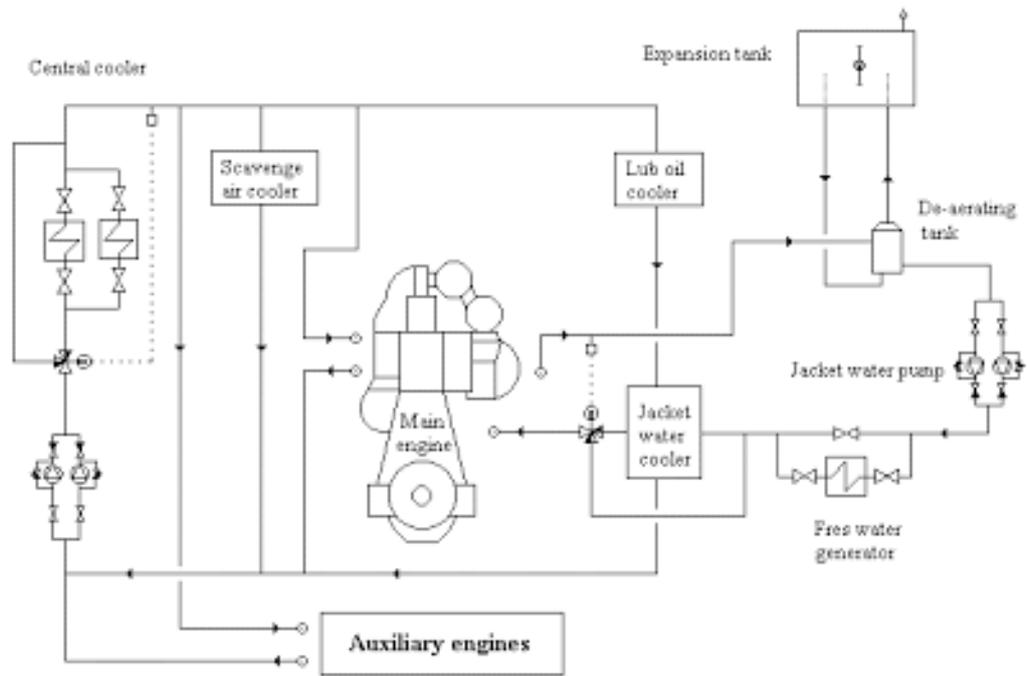
Pada tanggal 24 Oktober 2020 bahwa penulis pernah mengalami adanya kebocoran pada sistem pendingin air laut untuk mesin induk. Fakta tersebut dapat diketahui dengan penuhnya *bilge* kamar mesin sehingga *High Level Alarm* kamar mesin berbunyi, dimana setelah diperiksa ada kebocoran pada pipa isap air 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 diperbaiki, maka pompa tidak bisa bekerja dengan sempurna untuk mendinginkan bagian-bagian yang seharusnya didinginkan. Faktor ketidakseimbangan 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.

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

Pada tanggal 10 November 2020 saat KMP. MUFIDAH dalam pelayaran, tiba-tiba tekanan pada pompa pendingin air laut masuk *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 akibat dari kotornya alur pelayaran yang dilalui.

Semua penyebab di atas akan mengurangi masuknya air laut kepompa, dengan berkurangnya air laut masuk maka tekanan airpun otomatis akan turun dan mengakibatkan suhu air pendingin mesin induk menjadi panas melewati batas yang diijinkan dikarenakan kinerja pompa pendingin mesin induk maupun pompa pendingin generator tidak 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 *cooler* air tawar maupun lubang-lubang yang terdapat pada *LO cooler* sehingga lambat laun menumpuk menutupi permukaan *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 setabil.



Gambar 3.1 Skema sistem pendingin air laut

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* Kurang Bekerja Secara Optimal

Masalah tersebut disebabkan oleh :

a. Kurangnya Perawatan Pada *Heat Exchanger*

Menurut P.Van Maanen (2000;82), menyatakan bahwa *Cooler* adalah suatu alat pemindah panas yang gunanya untuk mendinginkan air tawar yang keluar dari motor induk. Apabila dalam pipa-pipa *cooler* terdapat kotoran seperti lumpur yang menyumbat sehingga mengakibatkan penyerapan panas terhadap air tawar akan berkurang / terhalang, sehingga temperatur air tawar yang keluar dari *cooler* tersebut tetap tinggi. Maka hal ini dinamakan proses pendinginan tidak sempurna.

Pada Instalasi *cooler* dilengkapi dengan *safety device* bilamana terjadi gangguan pada *cooler* untuk menjaga kelangsungan operasi sistem. Pada ujung saluran pipa air tawar dekat tutup *cooler* dipasang *thermometer* dengan skala derajat *Celcius* dan juga pada bagian keluarannya 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 *cooler* dan air akan mengalir melalui *plate element* yang jumlahnya ± 180 lembar. Dan air laut itu akan menyerap panas pada *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 *cooler* akan diambil sebagian oleh air laut. Air laut akan menjadi panas, karena hal itu *cooler* disebut juga alat penukar panas. *Cooler* 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 *cooler* kotor maka diadakan pemeriksaan pada

plate element dengan membuka *cooler* nya dibersihkan dengan cara menyikat dan menyemprot air sambil memperhatikan *seal* nya agar tidak rusak/robek.

b. Terjadi Kebocoran/ Penyumbatan Pada Pipa Air Laut Masuk Ke Heat Exchanger

Perpipaan pada pendingin air laut di atas kapal sangat rentan terhadap kebocoran yang diakibatkan korosi. 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 perusakan 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 Kurang 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 bergesekkan 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 gesekkan 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 seimbangya 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.

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 KMP. MUFIDAH, diantaranya yaitu:

1. Alternatif Pemecahan Masalah

a. *Heat Exchanger* Kurang Bekerja Secara Optimal

Untuk mengatasi masalah tersebut yaitu dengan cara :

1) Melakukan Perawatan *Heat Exchanger* Sesuai PMS Dan Manual Book

Cooler berfungsi untuk mendinginkan air tawar yang keluar dari motor induk. Air tawar ini masuk ke dalam *cooler* didinginkan oleh air laut yang ditekan masuk ke dalam *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 *cooler* air tawar suhunya berkisar 55°C – 60°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 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 *cooler* 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 *cooler* dilaksanakan setiap enam bulan secara rutin, Pembersihan ini perlu diperhatikan agar tidak merusak bagian – bagian dari *cooler* tersebut. Perawatan *cooler* yaitu dengan membuka tiap lembaran *plate-plate 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 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 satu tahunnya KMP. MUFIDAH melaksanakan *docking* untuk mengganti pipa-pipa air laut dan air tawar serta instalasi *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 Air Laut Masuk Ke *Heat Exchanger*

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 Kurang 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.
- (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 geteran-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

a. *Heat Exchanger* Kurang Bekerja Secara Optimal

Untuk mengatasi masalah tersebut yaitu dengan cara :

1) Melakukan Perawatan *Heat Exchanger* Sesuai PMS Dan Manual Book

Keuntungannya :

Dengan perawatan *heat exchanger* secara berkala maka suhu mesin induk dapat terjaga sehingga tidak terjadi *overheating* yang dapat menyebabkan performa mesin induk menurun.

Kerugiannya :

Mebutuhkan waktu dan kedisiplinan crew mesin dalam melakukan perawatan *heat exchanger* sesuai dengan PMS.

2) Melakukan Pemeriksaan Dan Perawatan Pada Pipa Air Laut Masuk Ke *Heat Exchanger*

Keuntungannya :

Dengan perawatan pipa isap air laut maka sirkulasi air laut untuk pendinginan berjalan lancar.

Kerugiannya :

Mebutuhkan waktu untuk perawatan.

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

Masalah tersebut dapat diatasi dengan cara :

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

Keuntungannya :

Mechanical seal dan *bearing* dapat berfungsi dengan baik sehingga

kerja pompa pendingin air lebih maksimal.

Kerugiannya :

Penggantian *mechanical seal* dan *bearing* dengan suku cadang baru dan *genuine part* membutuhkan biaya perawatan yang cukup besar.

2) Melakukan Perawatan *Sea Water Cooling Pump* Sesuai PMS dan Manual Book

Keuntungannya :

Fresh water cooler yang terawat (bersih dari kotoran) dapat mencegah terjadinya *overheating* pada mesin induk, sehingga performa mesin induk dapat dipertahankan.

Kerugiannya :

Membutuhkan waktu untuk melakukan perawatan.

3. Pemecahan Masalah yang Dipilih

a. *Heat Exchanger* Kurang Bekerja Secara Optimal

Dari hasil evaluasi terhadap alternatif pemecahan masalah di atas, maka pemecahan masalah yang dipilih untuk mengatasinya yaitu Melakukan Perawatan *Heat Exchanger* Sesuai PMS Dan Manual Book

b. *Sea Water Cooling Pump* Kurang 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* Sesuai PMS Dan Manual Book

BAB IV

KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

Berdasarkan penjelasan pada bab sebelumnya tentang terjadinya kenaikan temperatur air pendingin Mesin Induk utamanya adalah dari Sistem pendingin air laut yang tidak bekerja secara optimal untuk mendinginkan *Cooler* maka penulis dapat menyimpulkan terkait dengan kinerja system pendingin air laut, sebagai berikut:

1. *Heat exchanger* tidak bekerja secara optimal disebabkan oleh :
 - a. Kurangnya perawatan pada *heat exchanger*, untuk mengatasinya perlu melakukan perawatan *heat exchanger* sesuai PMS dan Manual Book.
 - b. Terjadi kebocoran/penyumbatan pada pipa air laut masuk ke *Heat Exchanger*. Untuk mengatasinya dengan Melakukan pemeriksaan dan perawatan pada pipa air laut masuk ke *heat exchanger*.
2. *Sea water cooling pump* tidak bekerja dengan optimal disebabkan oleh :
 - a. Terjadi kerusakan pada *mechanical seal* dan *ball bearing*, untuk mengatasinya harus melakukan perawatan dan penggantian *mechanical seal* dan *ball bearing* sesuai setandar umur technis jam kerja penggunaan
 - b. *Sea water cooling pump* kurang perawatan serta *filter sea chest* kotor. Untuk itu agar dapat bekerja secara maksimal harus melakukan perawatan *sea water cooling pump* sesuai manual book dan PMS.

B. SARAN

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

1. Untuk Mengoptimalkan heat exchanger maka penulis memberika beberapa saran sebagai berikut:
 - a. Masinis harus melakukan perawatan heat exchanger sesuai dengan manual book dan PMS agar heat exchanger dapat bekerja optimal.
 - b. Masinis harus melakukan pemeriksaan dan perawatan pada pipa air laut masuk ke *heat exchanger* sesuai dengan *manual book* dan PMS
2. Untuk mengoptimalkan sea water cooling pump penulis memberikan bebrapa saran sebagi berikut :
 - a. Masinis harus melakukan perawatan sea water pump sesuai dengan manual book dan PMS
 - b. Masinis harus melakukan perbaikan dan penggantian spare part jika ada yang sudah rusak

DAFTAR PUSTAKA

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

Johan Handoyo, Jusak. (2015). *Mesin Diesel Penggerak Utama Kapal, edisi 3*. Jakarta :
Djangkar

Johan Handoyo, Jusak. (2015). *Manajemen Perawatan Kapal, edisi 3*. Jakarta :
Djangkar

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

Romzana, HR. (2002). *Motor Diesel*. Jakarta : BP3IP

Sumber dari internet

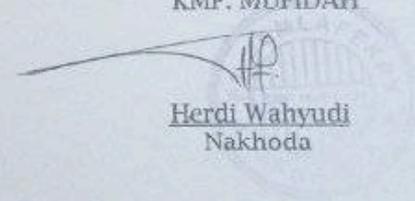
<http://hariantogasali89.co.id> tentang Menurunnya Tekanan Pompa Air Laut diakses
pada tanggal 20 Februari 2021

www.academia.edu/9027468/jenis-jenis_korosi diakses pada tanggal 20 Februari 2021

SHIP PARTICULAR

Nama Kapal	: KMP MUFIDAH
Call Sign	: Y E O P
Bendera Kebangsaan	: Indonesia
Pelabuhan Pendaftaran	: Makassar
GRT	: 5584 Tons
NRT	: 1946 Tons
IMO Number	: 7352799
M M S I	: 525-019-468
Klasifikasi	: Biro Klasifikasi Indonesia
Galangan Pembangun	: Kurushima Dockyard Co. Ltd Japan
Tahun Pembangunan	: 1973
Bahan Lambung	: Baja
Type Kapal	: Ro-Ro Passenger Ship
<u>Ukuran Utama</u>	
Surat Ukur	: 47 / LLa
Length (O.A)	: 101.30 Meter
Length (B.P)	: 93.98 Meter
Breadth (M ^{LD})	: 18.00 Meter
Depth (M ^{LD})	: 5.80 Meter
Draught Loaded (Designed)	: 4.59 Meter
Ramp Door	
• Type	: Handrail
• Haluan	: 4.5 x 3.20 Meter
• Buritan	: 4.50 x 3.20 Meter x 2 set
<u>Kapasitas Penumpang</u>	
Jumlah Penumpang	: 474 Orang
Kapasitas Kendaraan	: 120 Unit (Campuran)
Anak Buah Kapal	: 31 Orang
<u>Mesin Induk</u>	
Merk	: DAIHATSU
Model /Type	: 6 DSM - 32
Jumlah Mesin	: 4 (empat) Unit
BHP / RPM	: 4 X 2000 DK / 600 RPM
Kecepatan Maximum	: 12.1 Knots
Bahan Bakar	: HSD
<u>Mesin Bantu</u>	
Merk	: DAIHATSU
Model /Type	: 6 PSHTB-26 D
BHP / KW	: 2 X 750 PK

KMP. MUFIDAH



Herdi Wahyudi
Nakhoda

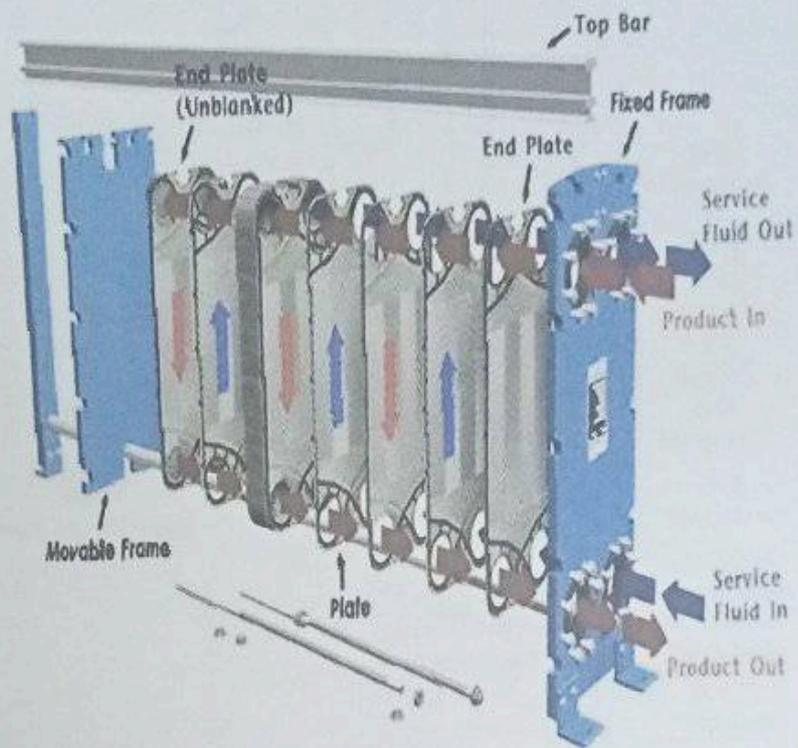
DAFTAR AWAK KAPAL / CREW LIST

Nama Kapal : KMP MUFIDAH
 Tanda Panggilan : Y E O P / 7352799
 GRT / PK : 5.584 Ton / 4 x 2.000 HP

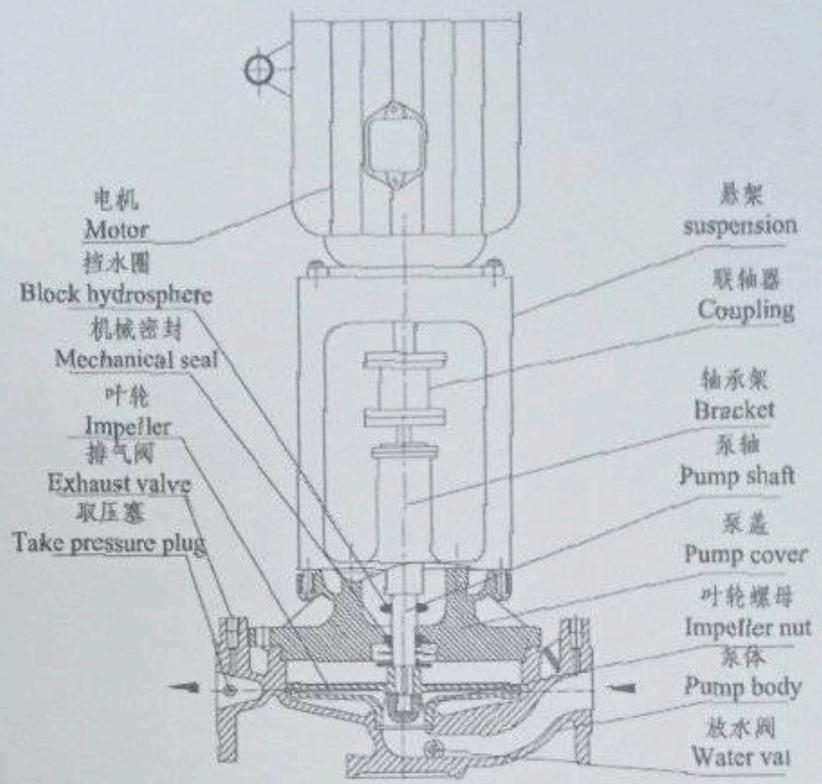
NO	NAMA	JABATAN	SERTIFIKAT		BUKU PELAUT	
			NOMOR	TINGKAT	NOMOR	BERLAKU S/D
1	Herdi Wahyudi	Nakhoda	6200511723N20120	ANT II / ORU	C 007727	PROSES
2	Rachmat	Mualim I	6201003853M30216	ANT III / ORU	E 067930	15 - 03 - 2021
3	Trias Pramono	Mualim II	6201018100M30218	ANT II	F 184170	09 - 04 - 2022
4	Ridwan Hasani	Mualim III	6200416256M30216	ANT III / ORU	E 067928	15 - 03 - 2021
5	Asrul Hamzah	Mualim III Yr	6201656802N20119	ANT II / ORU	F 309155	10 - 03 - 2023
6	Slamet Santoso	KKM	6201022842T20218	ATT II	A 032251	18 - 04 - 2019
7	Deswanto	Masinis II	6200010438S30216	ATT III	D 012961	12 - 01 - 2022
8	Mislam	Masinis II	6200513405S40316	ATT IV	E 045975	03 - 01 - 2021
9	Susilo Kriswanto	Masinis III	6201591770S30216	ATT III	Y 064835	08 - 10 - 2021
10	Satrio Utomo	Masinis IV	6200488515T30317	ATT III	E 075662	17 - 05 - 2021
11	Jaefani	Juru Listrik	6201035363420716	RASD/2016	C 052590	27 - 05 - 2021
12	M. Unang	Serang	6200026347340216	RASD/2016	F 184138	15 - 02 - 2022
13	Tadjuddin	Mandor Mesin	6200038648420716	RASE/2016	F 029515	20 - 05 - 2022
14	Haemawan	Juru Mudi	6200514206340716	RSAD/2016	C 070375	20 - 10 - 2021
15	Yudi Heryadi	Juru Mudi	6200069522340216	RASD/2016	C 043911	17 - 03 - 2021
16	Hariansyah	Juru Mudi	6200426841340216	RASD/2016	F 184310	08 - 07 - 2022
17	Muhidin	Juru Mudi	6200353661340216	RASD/2016	F 184420	10 - 10 - 2022
18	Iwan Setiawan	Juru Minyak	6200502709420216	RASE/2016	F 036412	03 - 07 - 2022
19	Ismail Marzuki	Juru Minyak	6201596478420716	RASE/2016	F 106755	19 - 03 - 2021
20	Veby Hardian	Juru Minyak	6201026990420217	RASE/2017	F 019968	15 - 01 - 2021
21	Arik Sulistyio	Juru Minyak	6201457331422416	RASE/2016	F 019974	10 - 01 - 2021
22	Saleh Al Jufri	Wiper	6201696573420716	RASE/2016	F 106782	21 - 03 - 2021
23	Eko Wahyudi	Wiper	6200153759T40119	ATT IV	E 101568	13 - 07 - 2021
24	Agus Rohman	Kelasi	6200271748340716	RASD/2016	E 046582	11 - 01 - 2021
25	Muji Sugianto	Kelasi	6200483489340716	RASD/2016	F 029555	25 - 05 - 2022
26	M. Erwin	Kelasi	6201114664340716	RASD/2016	E 113398	14 - 12 - 2021
27	Nur Chafidin	Kelasi	6211403118330715	RFPONW/2015	D 053958	16 - 03 - 2022
28	Alpi Ripaldi	Kelasi	6211552043330217	RFPONW/2017	E015838	07 - 06 - 2021
29	Supriyono	Kelasi	6211403130340717	RASD/2017	D 003118	21 - 09 - 2021
30	Bagas	Kelasi	6211429008330215	RFPONW/2015	F 309147	04 - 03 - 2023
31	Adhyka	Pelayan	6211740734330718	RFPONW/2018	F 071090	26 - 09 - 2022

KMP.MUFIDAH

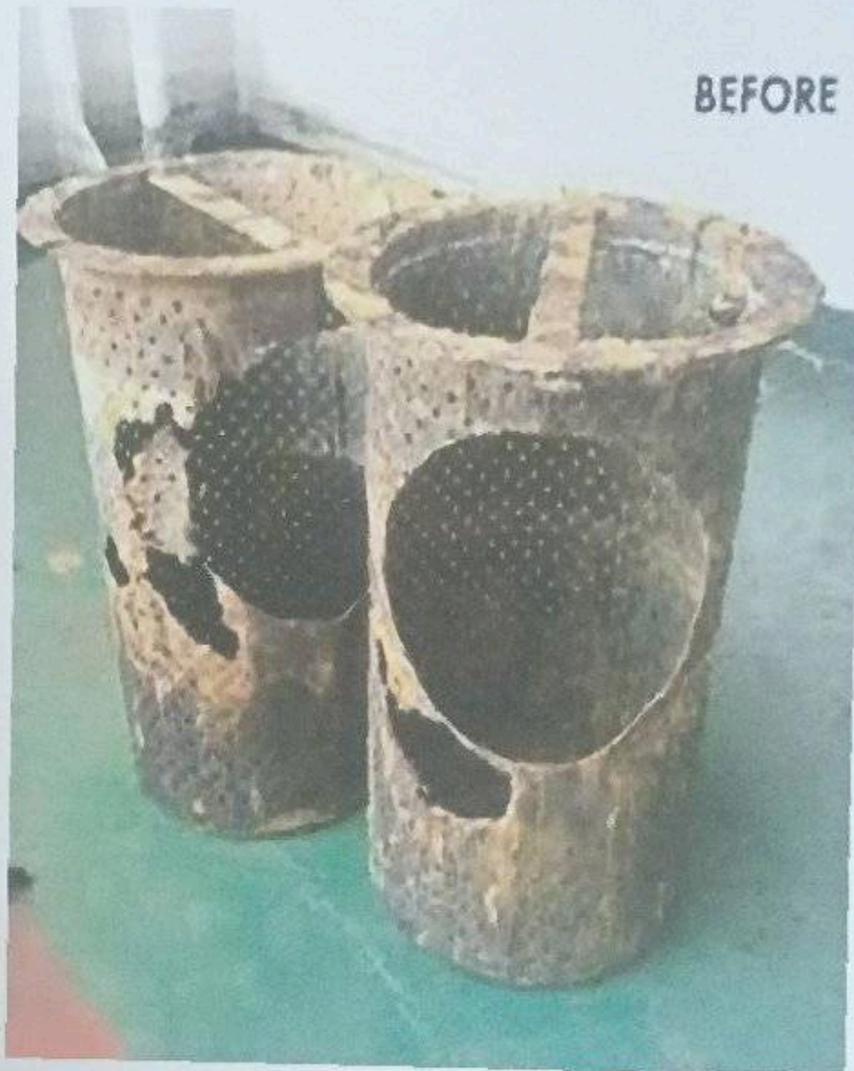
HERDI WAHYUDI
 NAKHODA



GAMBAR. PLATE HEAT EXCHANGER



GAMBAR . SEA WATER PUMP



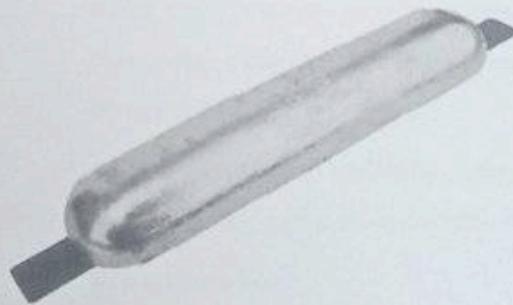
GAMBAR. STRAINER KOTOR



GAMBAR. STRAINER SETELEH DI BERSIHKAN



ZINK ANODE



GAMBAR . ZINK ANODE