

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



MAKALAH

**OPTIMALISASI PERAWATAN SISTEM PENDINGIN
UNTUK MEMPERTAHANKAN KINERJA MESIN INDUK
DI KAPAL TUG BAYAN**

Oleh :

WALSON NAPITU
NIS. 02076/T-I

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

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



MAKALAH

**OPTIMALISASI PERAWATAN SISTEM PENDINGIN
UNTUK MEMPERTAHANKAN KINERJA MESIN INDUK
DI KAPAL TUG BAYAN**

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

Oleh :

WALSON NAPITU
NIS. 02076/T-I

PROGRAM PENDIDIKAN DIKLAT PELAUT - 1

JAKARTA

2024

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



TANDA PERSETUJUAN MAKALAH

Nama : WALSON NAPITU
No. Induk Siwa : 02076/T-I
Program Pendidikan : DIKLAT PELAUT - I
Jurusan : TEKNIKA
Judul : OPTIMALISASI PERAWATAN SISTEM PENDINGIN
UNTUK MEMPERTAHANKAN KINERJA MESIN INDUK
DI KAPAL TUG BAYAN

Pembimbing I,

Muhamad Nurdin, SAP, MA, M.Mar.E

Pembina Utama Muda (IV/c)
NIP. 19660217 199808 1 001

Jakarta, Februari 2024
Pembimbing II,

Bagaskoro, S.Kom., M.M

Pembina Tk.I (IV/b)
NIP. 19590927 198003 1 002

Ketua Jurusan Teknika

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

Penata TK. I (III/d)
NIP. 19800605 200812 1 001

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



TANDA PENGESAHAN MAKALAH

Nama : WALSON NAPITU
No. Induk Siwa : 02076/T-I
Program Pendidikan : DIKLAT PELAUT - I
Jurusan : TEKNIKA
Judul : OPTIMALISASI PERAWATAN SISTEM PENDINGIN
UNTUK MEMPERTAHANKAN KINERJA MESIN INDUK
DI KAPAL TUG BAYAN

Penguji I

BOSIN PRABOWO
Penata TK. I (III/d)
NIP : 19780110 200604 1 001

Penguji II

PANDE IRIANTO SUBANDRIO SIREGAR, M.M
Pembina Utama Muda (IV/c)
NIP : 19620522 199703 1 001

Penguji III

MUHAMAD NURDIN, SAP, MA, M. Mar. E
Pembina Utama Muda (IV/c)
NIP : 19660217 199808 1 001

Mengetahui
Ketua Jurusan Teknika

Dr. Markus Yando, S.SiT., M.M
Penata TK. I (III/d)
NIP. 19800605 200812 1 001

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. Sehingga penulis dapat menyelesaikan makalah sesuai dengan waktu yang ditentukan dengan judul :

“OPTIMALISASI PERAWATAN SISTEM PENDINGIN UNTUK MEMPERTAHANKAN KINERJA MESIN INDUK DI KAPAL TUG BAYAN”

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

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

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

1. H. Ahmad Wahid, S.T.,M.T.,M.Mar.E, selaku Ketua Sekolah tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta.
2. Capt. Suhartini, S.SiT.,M.M.,M.MTr, selaku Kepala Divisi Pengembangan Usaha Sekolah tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta.
3. Dr. Markus Yando, S.SiT., M.M, selaku Ketua Jurusan Teknik Sekolah tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta.
4. Bapak Muhamad Nurdin, SAP, MA, M.Mar.E, selaku dosen pembimbing I yang telah meluangkan waktu untuk memberikan saran dan pikirannya mengarahkan penulis pada sistematika materi yang baik dan benar
5. Bapak Bagaskoro, S.Kom.,M.M, selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan waktunya untuk membimbing proses penulisan makalah.

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.
7. Orang tua tercinta yang membantu atas doa dan dukungan selama pembuatan makalah.
8. Istri tercinta yang membantu atas doa dan dukungan selama pembuatan makalah.
9. Anak tersayang yang telah memberikan waktu dan semangat selama pengerjaan makalah.
10. Semua rekan-rekan Pasis Ahli Teknik Tingkat I Angkatan LXIX tahun ajaran 2024 yang telah memberikan bimbingan, sumbangsih dan saran baik secara materil maupun moril sehingga makalah akhirnya dapat terselesaikan.

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

Jakarta, Februari 2024

Penulis,



WALSON NAPITU

NIS. 02076/T-I

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
TANDA PERSETUJUAN MAKALAH	ii
TANDA PENGESAHAN MAKALAH	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
 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	28
C. Pemecahan Masalah	33
 BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN	
A. Kesimpulan	44
B. Saran	44
 DAFTAR PUSTAKA	46
LAMPIRAN	
DAFTAR ISTILAH	

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1 Temperatur Main Engine.....	26
Tabel 3.2 Jadwal Perawatan Cooler dan Pompa Sudah Silaksanakan.....	27

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Piping diagram sistem pendingin terbuka	11
Gambar 2.2 Sistem Penfingin Tertutup.....	11
Gambar 3.1 <i>Sea Water Cooling Pump</i>	25
Gambar 3.2 Pembersihan <i>Fresh Water Cooler Tube</i>	26
Gambar 3.3 <i>Bearing sea water cooling pump</i>	28
Gambar 3.4 <i>Gland Paking sea water cooling pump</i>	29
Gambar 3.5 <i>Sea chest strainer</i> yang kotor	32
Gambar 3.6 Perbaikan pompa pendingin air laut.....	34

BAB I

PENDAHULUAN

A. LATAR BELAKANG

Pada umumnya motor diesel menggunakan sistem pendingin air. Hal tersebut 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 tersebut hanya bisa diatasi dengan cara mengedarkan media pendingin dalam jumlah yang tepat ke seluruh komponen motor.

Sistem pendingin pada motor diesel, dilakukan dengan dua sistem, yaitu sistem pendinginan tertutup dan sistem pendinginan terbuka namun di kapal penulis menggunakan sistem pendingin tertutup. Hal tersebut bertujuan untuk mencegah terjadinya kerusakan pada bahan karena pemanasan berlebihan yang dapat mengakibatkan turunnya daya pada mesin. Tidak adanya perawatan terhadap air pendingin mesin induk dan pesawat bantu lainnya dapat berakibat fatal dan serius. Guna menjaga lancarnya air yang keluar dari sistem pendingin, maka perlu dilakukan perhatian yang serius misalnya bagian mesin yang didinginkan, pipa pendingin, pompa pendingin air laut, *sea chest* dan sebagainya.

Dalam menunjang kelancaran pengoperasian, maka kapal kondisinya harus selalu siap pakai. Dalam ruang pembakaran sebuah motor diesel akan terjadi suhu yang sangat tinggi, karena proses ini terjadi secara terus menerus di dalam *cylinder*. Dengan demikian pendinginan dibutuhkan untuk menyerap sebagian panas dalam pembakaran untuk mencegah terjadinya kerusakan pada bahan yang dapat mengakibatkan terjadinya perubahan bentuk pada mesin tersebut. Proses pendinginan yang tidak sempurna pada motor diesel dapat mengakibatkan fatal dan serius. Beberapa faktor yang mempengaruhi performa mesin adalah *gland packing* pompa pendingin air laut tidak bekerja efektif disebabkan sudah mengeras dan

terjadi tetesan kebocoran di bawah *gland packing*. *Fresh water cooler tube* tidak bekerja maksimal yang mengakibatkan *pressure inlet* naik dan *pressure outlet* turun yang mengakibatkan suhu air pendingin masuk tinggi sehingga tidak bisa mendinginkan mesin. Pipa pendingin air laut tersumbat kotoran, pada pipa terdapat *scale* /teritip maka terjadi pengecilan diameter pipa pendingin sehingga *supply* air laut tidak mencukupi. *Sea chest strainer* rusak sehingga kotoran terbawa masuk ke *fresh water cooler* yang menyebabkan *cooler tube* tersumbat.

Kejadian yang penulis temui di atas kapal Tug Bayan saat kapal dalam pelayaran. Pada awal olah gerak, kondisi mesin induk dalam keadaan normal tanpa ada kerusakan atau kendala yang menghambat operasional kapal. Satu jam kemudian tiba-tiba putaran mesin induk menurun, penulis bersama Masinis I melakukan pengecekan pada mesin induk dan didapati ternyata tekanan pompa pendingin air laut yang masuk ke *cooler* turun hingga 2.0 bar dari batas normalnya 3.5 bar. Turunnya tekanan pompa pendingin air laut menyebabkan suhu pendingin air tawar mesin induk naik mencapai 95°C dimana pada suhu normalnya yaitu 75°C sampai 85°C. Kenaikan temperatur menyebabkan *alarm control thermo switch* berbunyi (alarm peringatan).

Berdasarkan uraian tersebut di atas, maka penulis tertarik untuk mengangkat judul :
“OPTIMALISASI PERAWATAN SISTEM PENDINGIN UNTUK MEMPERTAHANKAN KINERJA MESIN INDUK DI KAPAL TUG BAYAN”

B. IDENTIFIKASI, BATASAN DAN RUMUSAN MASALAH

1. Identifikasi Masalah

Untuk menjaga kinerja sistem pendingin perlu dilakukan perawatan secara rutin. Berdasarkan latar belakang di atas, maka penulis dapat mengidentifikasi beberapa masalah sebagai berikut:

- a. Pompa pendingin air laut tidak bekerja dengan baik.
- b. *Fresh water cooler tube* tidak bekerja maksimal.
- c. Pipa pendingin air laut tersumbat kotoran.
- d. *Sea chest strainer* rusak.

2. Batasan Masalah

Oleh karena luasnya pembahasan mengenai permasalahan yang terjadi pada pompa pendingin air laut, maka agar pembahasannya lebih fokus penulis membatasi pembahasan makalah hanya pada masalah yang menjadi prioritas, yaitu membahas tentang :

- a. Pompa pendingin air laut tidak bekerja dengan baik.
- b. *Fresh water cooler tube* tidak bekerja maksimal.

3. Rumusan Masalah

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

- a. Mengapa pompa pendingin air laut tidak bekerja dengan baik ?
- b. Mengapa *fresh water cooler tube* tidak bekerja maksimal?

C. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

1. Tujuan Penelitian

- a. Untuk mengetahui faktor apa saja yang menyebabkan pompa pendingin air laut tidak bekerja dengan baik dan mencari alternatif pemecahan masalahnya.
- b. Untuk mengetahui penyebab mengapa *fresh water cooler tube* tidak bekerja maksimal dan mencari pemecahan masalahnya.

2. Manfaat Penelitian

a. Aspek Teoritis

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

b. Aspek Praktis

Memberikan sumbangan pemikiran kepada rekan-rekan seprofesi, jika mendapat masalah yang sama dapat digunakan sebagai acuan sebagai upaya pemecahannya. Bagi pihak perusahaan pelayaran sebagai gambaran dan masukan akan pentingnya peran sistem pendingin dalam menunjang kelancaran operasional mesin induk.

D. METODE PENELITIAN

1. Metode Pendekatan

Dalam pembuatan makalah penulis melakukan penelitian dengan menggunakan metode antara lain :

a. Studi Kasus.

Penyelenggaraan penelitian dalam rangka mengatasi masalah berupa kejadian nyata di atas kapal dalam hal ini kurangnya perawatan pompa pendingin air laut guna menunjang kelancara pengoperasian mesin induk.

b. *Problem Solving.*

Dalam penulisan makalah sebagai pemecahan masalah kurang optimalnya perawatan pompa pendingin mesin induk di atas kapal Tug Bayan, maka dalam mengatasinya dilakukan berdasarkan pengamatan secara langsung terhadap pompa pendingin mesin induk serta dari buku-buku pendukung tentang hal-hal yang ada hubungannya dengan pompa pendingin mesin induk sehingga diperoleh ilmu yang dapat menjadi sumber analisis mengenai perawatan pompa pendingin mesin induk.

2. Teknik Pengumpulan Data

Dalam mengumpulkan data-data dalam pembuatan makalah, penulis menggunakan teknik-teknik pengumpulan data antara lain:

a. Teknik Pengamatan (*Observasi*)

Penulis melakukan pengamatan secara langsung di atas kapal dalam hal perawatan pompa pendingin mesin induk di atas kapal Tug Bayan.

b. Studi Kepustakaan

Pengumpulan data yang diperlukan dilakukan penulis dengan membaca buku-buku dari berbagai sumber jurnal ilmiah, situs maritime dari berbagai artikel di internet.

c. Teknik Dokumentasi

Teknik dokumentasi dilakukan dengan studi perpustakaan atau pengamatan melalui pengumpulan data dan memanfaatkan tulisan-tulisan yang ada hubungannya dengan penulisan makalah.

3. Subjek Penelitian

Dalam penyusunan makalah, diambil perawatan pompa pendingin mesin induk di atas kapal Tug Bayan sebagai subjek pada penelitian yang dilakukan dengan kaitannya dalam mengoptimalkan daya mesin induk.

4. Teknik Analisa Data

Teknik analisa data yang digunakan dalam pembuatan makalah tersebut adalah teknik analisis deskriptif kualitatif yaitu dengan cara penulis menggambarkan data-data yang telah penulis dapatkan sebelumnya kemudian penulis analisis berdasarkan landasan teori yang akan dipaparkan di Bab II.

E. WAKTU DAN TEMPAT PENELITIAN

Waktu penelitian penulis dilakukan dari tanggal 24 November 2022 sampai dengan 24 Januari 2024 selama penulis bekerja sebagai *Chief Engineer*. Tempat penelitian di atas kapal Tug Bayan milik perusahaan KOC Kuwait Oil Company yang beroperasi di alur pelayaran Near coastal voyage (NCV) Kuwait.

F. SISTEMATIKA PENULISAN

Penulisan makalah tersebut disajikan sesuai dengan sistematika penulisan makalah yang telah ditetapkan dalam buku pedoman penulisan makalah yang dianjurkan oleh STIP Jakarta. Dengan sistematika yang ada maka diharapkan untuk

mempermudah penulisan makalah tersebut secara benar dan terperinci. Makalah ini terbagi dalam 4 (empat) bab sesuai dengan urutan penelitian tersebut. Adapun sistematika penulisan makalah ini adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

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

BAB II LANDASAN TEORI

Berisikan teori-teori yang digunakan untuk menganalisa data-data yang didapat melalui buku-buku sebagai referensi untuk mendapatkan informasi dan juga sebagai tinjauan pustaka. Pada landasan teori tersebut juga terdapat kerangka pemikiran yang merupakan model konseptual tentang bagaimana teori berhubungan dengan berbagai faktor yang telah diidentifikasi sebagai masalah yang penting.

BAB III ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Data yang diambil dari lapangan berupa fakta-fakta yang terjadi selama penulis bekerja di atas kapal Tug Bayan. Dengan digambarkan dalam deskripsi data, kemudian dianalisis mengenai permasalahan yang terjadi dan menjabarkan pemecahan dari permasalahan tersebut sehingga permasalahan yang sama tidak terjadi lagi dengan kata lain menawarkan solusi terhadap penyelesaian masalah tersebut.

BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN

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.

Berdasarkan pembahasan pada bab sebelumnya maka untuk melakukan analisa sebagai landasan teori untuk mencari pemecahan perawatan sistem pendingin di kapal Tug Bayan, berikut akan diuraikan beberapa pengertian tentang hal yang terkait sebagai berikut :

1. Optimalisasi

Optimalisasi dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia (2015:628) berasal dari kata optimal yang berarti terbaik, tertinggi. Optimalisasi adalah hasil yang dicapai sesuai dengan keinginan, jadi optimalisasi merupakan pencapaian hasil sesuai harapan secara efektif dan efisien. Optimalisasi banyak juga diartikan sebagai ukuran dimana semua kebutuhan dapat dipenuhi dari kegiatan-kegiatan yang dilaksanakan. Ukuran yang menyebabkan tercapainya tujuan jika dipandang dari sudut usaha. Optimalisasi adalah usaha memaksimalkan kegiatan sehingga mewujudkan keuntungan yang diinginkan atau dikehendaki. Dari uraian tersebut diketahui bahwa optimalisasi hanya dapat diwujudkan apabila dilakukan secara efektif dan efisien. Dalam penyelenggaraan organisasi, senantiasa tujuan diarahkan untuk mencapai hasil secara efektif dan efisien agar optimal.

2. Perawatan.

Menurut teori Goenawan Danoeasmoro (2013:5) dalam buku “Manajemen Perawatan” menjelaskan bahwa perawatan adalah sebuah pekerjaan yang dilakukan secara berurutan untuk menjaga atau memperbaiki fasilitas yang ada sehingga sesuai dengan standar fungsional dan kualitas. Perawatan dilakukan

untuk merawat ataupun memperbaiki peralatan agar dapat melakukan kegiatan operasional dengan efektif dan efisien sesuai dengan yang diharapkan.

Perawatan adalah faktor paling penting dalam mempertahankan keandalan suatu peralatan. Semua tahu bahwa perawatan memerlukan biaya yang besar dan adalah sangat menggoda untuk selalu mencoba menunda pekerjaan perawatan agar dapat menghemat biaya. Namun jika dituruti godaan itu, akan segera disadari bahwa sebenarnya penundaan itu akan mengakibatkan kerusakan dan justru membutuhkan biaya perbaikan yang lebih besar dari biaya perawatan yang seharusnya dikeluarkan.

Perawatan dapat diklasifikasikan menjadi empat kelompok yaitu :

a. Perawatan Insidentil

Perawatan insidentil adalah perawatan yang membiarkan sistem air tawar pendingin bekerja sampai rusak, baru kemudian dilakukan perawatan atau perbaikan. Pada umumnya metode ini sangat mahal, oleh karena itu beberapa bentuk sistem perencanaan diterapkan dengan mempergunakan sistem perawatan terencana, tujuannya untuk memperkecil kerusakan, dan beban kerja dari suatu pekerjaan perawatan yang diperlukan.

b. Perawatan Terencana

Perawatan terencana adalah perawatan yang dilakukan secara terencana pada sistem air tawar pendingin untuk dioperasikan setiap saat dibutuhkan. Perawatan terencana dibagi menjadi dua jenis yaitu :

1) Perawatan korektif.

Perawatan korektif adalah perawatan yang ditujukan untuk memperbaiki kerusakan yang sudah diperkirakan, tetapi bukan untuk mencegah karena tidak ditujukan untuk alat-alat yang kritis, atau yang penting bagi keselamatan dan atau penghematan biaya. Strategi ini membutuhkan perhitungan atau penilaian biaya dan ketersediaan suku cadang kapal yang teratur.

2) Perawatan pencegahan

Perawatan pencegahan adalah perawatan yang ditujukan untuk mencegah kegagalan atau berkembangnya kerusakan, atau

menemukan kegagalan sedini mungkin. Hal ini dapat dilakukan melalui penyetelan secara berkala, rekondisi dan atau penggantian alat-alat atau berdasarkan pemantauan kondisi.

c. Perawatan Berkala

Perawatan berkala biasanya melibatkan pembongkaran, penggantian *spare parts* secara berkala terhadap sistem air tawar pendingin berdasarkan waktu pengoperasian atau jam kerja.

d. Perawatan Berdasarkan Pantauan Kondisi (Pemeliharaan Prediktif)

Perawatan berdasarkan kondisi ini dilakukan berdasarkan hasil pengamatan (*monitoring*) dan analisa untuk menentukan kondisi dan kapan pemeliharaan sistem air tawar pendingin akan dilaksanakan.

3. Sistem Pendingin

a. Definisi Pendinginan Secara Umum

Menurut Nuruzzaman (2013:12) sistem pendingin pada mesin dibuat agar mesin dapat bekerja pada temperatur yang di tentukan setelah mesin hidup dan menjaga agar mesin dapat bekerja pada temperatur kerja. Menurut Arismunandar, W dan Kuichi Tsuda, (2014:37) bahwa pendingin adalah suatu media yang berfungsi untuk menyerap panas. Panas tersebut didapat dari hasil pembakaran bahan bakar di dalam *cylinder*. Di dalam sistem pendingin terdapat beberapa komponen yang bekerja secara berhubungan antara lain: *sea chest*, *strainer*, *cooler*, *inter cooler*, pompa sirkulasi air tawar dan air laut. Dari kelima komponen inilah yang sering menyebabkan kurang maksimalnya hasil pendinginan terhadap motor induk. Air pendingin dalam fungsinya sangat *vital* dalam menjaga kelancaran pengoperasian motor induk.

Agar motor diesel terpelihara dari tegangan akibat panas dari pembakaran di dalam ruang pembakaran dan dari tegangan mekanis akibat panas dari bagian-bagian yang bergesekan, 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 motor induk. Sistem ini harus menjadi pengawasan bagi para ABK mesin agar aliran pendingin selalu lancar.

b. Prinsip Kerja Sistem Pendingin

Menurut Ilyas (2013:68) bahwa prinsip sistem pendingin yaitu untuk mengurangi panas pada mesin induk. Sistem pendinginan pada mesin dibuat agar mesin dapat bekerja pada temperatur yang ditentukan setelah mesin hidup, menjaga agar mesin dapat bekerja pada temperatur kerja. Panas diserap secara konduksi dari metal di sekeliling silinder dari katup dari kepala silinder menuju cairan pendingin, sehingga air menjadi panas dalam kantong-kantong air pendingin, yang terletak di dalam blok silinder.

c. Macam-Macam Sistem Pendingin

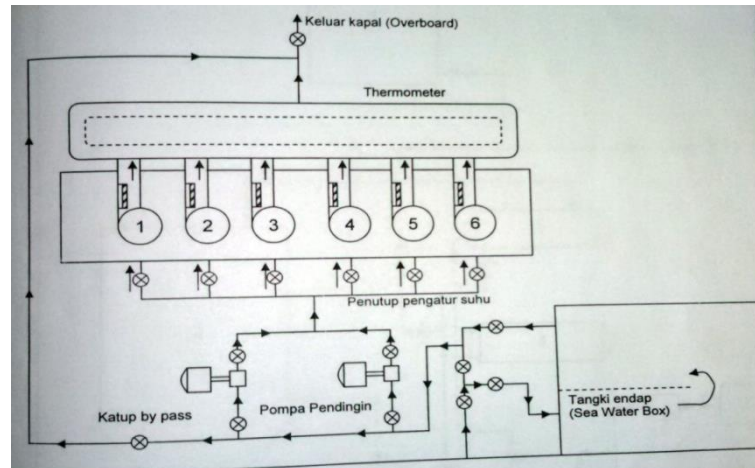
Pada umumnya di atas kapal ada dua cara untuk mendinginkan mesin induk, yaitu dengan menggunakan sistem pendinginan secara langsung (terbuka) dan sistem pendinginan secara tidak langsung (tertutup). Berikut penjelasannya :

1) Sistem Pendinginan Langsung (Terbuka)

Sistem pendinginan langsung adalah sistem pendinginan yang menggunakan satu media pendingin saja yakni dengan media pendingin air laut. Proses pendinginannya dengan cara air laut diambil dari katup kingstone melalui filter dengan pompa pendingin 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 pendinginan langsung mempunyai keuntungan yaitu lebih sederhana dan daya yang diperlukan untuk sirkulasi air lebih kecil dibandingkan dengan sistem pendinginan tidak langsung. Selain itu dapat menghemat pemakaian peralatan, karena pada sistem ini tidak memerlukan tanki air dan tidak memerlukan banyak pompa untuk mensirkulasikan air pendingin.

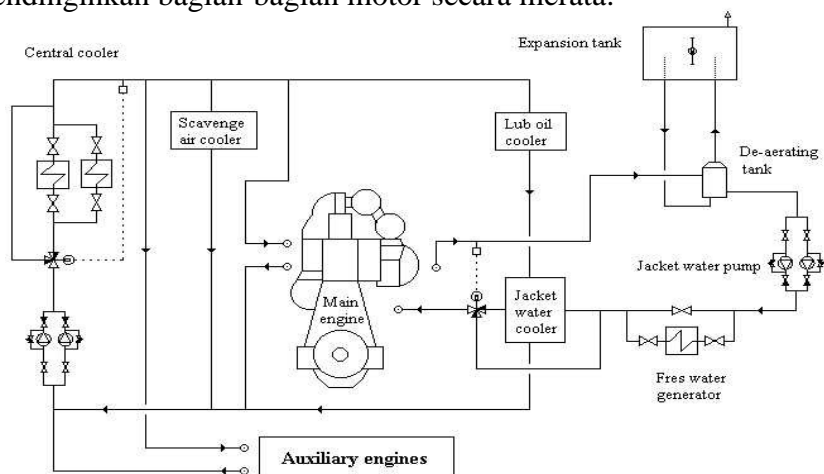
Adapun kekurangan dari sistem pendinginan langsung ini adalah pada instalasi perpipaannya mudah sekali terjadi pengerakan (karat) karena air laut ini bersifat korosif serta air pendingin sangat terpengaruh dengan temperatur air laut.



Gambar 2.1 Piping diagram sistem pendingin terbuka

2) Sistem Pendinginan Tidak Langsung (Tertutup)

Menurut Ardiansyah (2024:12) bahwa sistem pendinginan tidak langsung menggunakan dua media pendingin, yang digunakan adalah air tawar dan air laut. Air tawar dipergunakan untuk mendinginkan bagian-bagian motor, sedangkan air laut digunakan untuk mendinginkan air tawar, setelah itu air laut langsung dibuang keluar kapal dan air tawar bersirkulasi dalam siklus tertutup. Sistem pendinginan ini mempunyai efisiensi yang lebih tinggi dan dapat mendinginkan bagian-bagian motor secara merata.



Gambar 2.2 Sistem Pendingin Tertutup

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

Kekurangan sistem pendinginan 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 tersebut menggunakan banyak pompa sirkulasi.

d. Komponen pada *Fresh Water Cooler*

Menurut Sunaryo (2023:12) bahwa di kapal terdapat beberapa komponen yang sering dipakai dalam sistem pendinginan langsung (pendinginan terbuka) dan pendinginan tidak langsung (pendinginan tertutup). Karena itu komponen pada sistem pendingin dibagi menjadi beberapa diantaranya sebagai berikut :

1) *Sea Chest*

Menurut Petrus Adrianto (2012:78) bahwa kotak laut (*sea chest*) adalah suatu perangkat yang berhubungan dengan air laut yang menempel pada sisi dalam dari pelat kulit kapal, yang berada dibawah permukaan air, dipergunakan untuk mengalirkan air laut kedalam kapal sehingga kebutuhan sistem air laut (*sea water sytem*) dapat dipenuhi.

2) Katup (*valve*)

Katup (*valve*) adalah sebuah perangkat yang terpasang pada sistem perpipaan, yang berfungsi untuk mengatur, mengontrol dan mengarahkan laju aliran fluida dengan cara membuka, menutup atau menutup sebagian aliran fluida.

3) *Strainer*.

Strainer adalah alat yang berfungsi untuk menyaring kotoran yang ada didalam pipa yang terbawa bersama air laut, agar kotoran didalam

pipa tidak mengganggu sirkulasi air laut sehingga air laut akan bersih, dan proses sirkulasi air laut akan lancar.

4) *Fresh water pump*

Pompa ini berfungsi untuk mensirkulasikan pendingin air tawar di dalam sistem, atau suatu pesawat yang bisa memindahkan cairan dari suatu tempat ke tempat lain berdasarkan perbedaan tekanan. Sebagian besar mesin diesel menggunakan pompa sentrifugal dimana pompa tersebut digerakkan dengan electric motor.

5) *Sea Water Pump*

Pompa ini berfungsi untuk menghisap air laut dari *sea chest* kemudian didistribusikan ke *LO Cooler*, *Fresh Water Cooler*, *Air Cooler* untuk mengambil panas dari Lo, air tawar dan udara hasil pendinginan mesin induk. Pompa air laut ini digerakkan dengan menggunakan *electric motor*.

6) Katup Pengaman (*safety valve*)

Semua sistem perpipaan dalam kamar mesin selalu dilengkapi dengan *safety 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 *safety valve* harus disesuaikan dengan ukuran pipanya.

7) Pipa

Air Pendingin Saluran air pendingin biasanya menggunakan pipa yang terbuat dari baja, dan bagian di dalamnya digalvanisasi. Pipa ini dilalui air pendingin, dimana aliran dan kecepatan sesuai dengan luas penampang pipa untuk kebutuhan pendinginan. Pipa pendingin biasanya berwarna biru untuk air laut dan hijau untuk air tawar.

8) Tangki ekspansi (*expansion tank*)

Tangki ekspansi berfungsi sebagai tangki penampungan air tawar (*fresh water*) dan untuk menambah bila ada kekurangan di dalam sistem. Tangki ini ditempatkan pada tempat yang lebih tinggi dari

saluran pipa. Sehingga bisa memelihara tekanan konstan dalam sistem dan mencegah adanya udara atau uap didalamnya. Tangki ekspansi ini dibuat dari baja galvanis yang baik untuk mencegah terjadinya karat (korosi), dan ukurannya tergantung pada kapasitas air. Juga sistem keseluruhan, termasuk ruang air dalam *jacket* pendingin motor induk.

9) Manometer

Manometer adalah alat yang digunakan untuk mengukur perbedaan tekanan di dua titik yang berlawanan. Versi *manometer* sederhana kolom cairan adalah bentuk pipa U yang diisi cairan setengahnya, biasanya berisi air dimana pengukuran dilakukan pada satu sisi pipa, sementara tekanan yang mungkin terjadi karena atmosfer diterapkan pada tabung yang lainnya.

10) Cooler

Cooler adalah suatu alat yang berfungsi untuk mencegah terjadinya *overheating* (panas berlebihan) dengan cara mendinginkan suatu fraksi panas dengan menggunakan media cairan dingin, sehingga akan terjadi perpindahan panas dari fluida yang panas ke media pendingin tanpa adanya perubahan suhu. Alat pendingin biasanya menggunakan media air, dalam prosesnya air pendingin tidak mengalami kontak langsung dengan fraksi panas tersebut, karena fraksi panas mengalir di dalam pipa sedangkan air pendingin berada di luar pipa.

e. Tujuan Pendinginan

Menurut NSOS (2016:23) dalam buku “Manajemen Perawatan dan Perbaikan Motor Diesel Penggerak Kapal” menyatakan bahwa tujuan pendinginan adalah untuk:

- 1) Menjaga agar mesin mampu bekerja secara terus menerus.
- 2) Mencapai tenaga yang optimal.
- 3) Mengurangi terjadinya kerusakan mesin.
- 4) Mempertahankan temperatur agar mesin bekerja dalam kondisi normal.

5) Daya tahan mesin atau bahan material lebih lama.

Apabila dinding silinder tidak didinginkan pada saat operasi, maka dinding silinder yang dipakai akan kehilangan kekuatan yang diperlukan. Timbulnya masalah-masalah pada sistem pendinginan mesin induk akibat dari tekanan pompa tidak normal, disebabkan oleh kurangnya perawatan terhadap media pendingin, air pendingin dan peralatan sistem pendingin yang tidak bekerja dengan normal. Dengan demikian suhu (*temperature*) air pendingin sering melewati batas maksimum, walaupun dalam putaran mesin minimum (rendah). Air pendingin memiliki peranan yang sangat penting dalam menjaga kelancaran pengoperasian motor induk untuk mempertahankan suhu pendinginan, sehingga sesuai dengan yang telah ditetapkan dalam buku petunjuk manual.

Pendingin pada motor induk perlu ketika mesin sedang bekerja, sering mengalami gangguan, sehingga pendinginan tidak normal yang mengakibatkan naiknya suhu air tawar. Hal tersebut disebabkan oleh adanya kebocoran pada *cylinder head* sehingga air yang ada di tangki ekspansi berkurang. Demikian juga suhu air pendingin harus dijaga sesuai dengan nilai marginalnya. Hal tersebut untuk mencegah terlampauinya titik embun dari gas pembakaran yang mendukung CO₂, sehingga akan berubah dengan terbentuknya asam belerang pada ruang pembakaran, katup-katup, *nozzle* pada bagian jalur-jalur silinder ini disebabkan sifatnya yang mudah mengikat senyawa dengan unsur lain kedalamnya, air pendingin juga dapat menjadi kendala yang bisa menimbulkan kerak-kerak.

Selain itu agar kondisi motor induk dapat bekerja dengan normal, hal-hal yang perlu dilaksanakan antara lain perawatan air pendingin, dan perawatan komponen-komponen sistem pendingin. Tidak sempurnanya fungsi komponen dari sistem pendingin, jelas akan berpengaruh terhadap kinerja motor induk. Segala sesuatu yang berhubungan dengan sistem perlu dijaga dan melakukan perawatan oleh para *crew* mesin.

4. *Fresh Water Cooler*

Menurut Wiranto Arismunandar (2013:56) bahwa di atas kapal dengan mesin diesel terdapat jenis-jenis pendingin yang bisa digunakan untuk mendinginkan mesin, yaitu :

a. *Sheel dan tube cooler*

Jenis ini digunakan di atas kapal Tug Bayan. Pada *cooler* jenis ini, proses pendinginan fraksi dilakukan dengan cara mengalirkan fraksi panas melalui pipa, sedangkan air pendingin dialirkan melalui *shell* sehingga akan mengalami kontak langsung dengan permukaan pipa yang berisi fraksi panas dan panas dari fraksi tersebut akan diserap oleh aliran air.

b. *Box cooler*

Jenis *cooler* ini sangat efisien karena prosesnya yang cukup mudah, di dalam alat ini terdapat *coil* (sejenis pipa tetapi memiliki banyak lubang-lubang kecil) yang digunakan untuk mengalirkan fluida panas, sedangkan air pendingin akan mengisi *box cooler* dan menutupi *coil* tersebut, maka akan terjadi penyerapan panas oleh air pendingin, sehingga fraksi yang keluar dari *box cooler* telah sesuai dengan panas yang diinginkan.

c. *Plate cooler*

Plate cooler adalah bagian dari *cooler* yang terletak di dalam cooler, yang berfungsi sebagai tempat masuknya air tawar, yang berguna untuk berjalanya sirkulasi air tawar. Untuk mendinginkan air tawar dengan media air laut yang ada di *plate cooler* agar air tawar dingin.

5. Pompa Pendingin Air Laut

a. Definisi Pompa

Pompa pendingin air laut berfungsi untuk menghisap air laut dan menekan air kedalam sistem, selanjutnya disirkulasikan agar dapat melakukan pendinginan. Di atas kapal Tug Bayan pompa pendingin air laut menggunakan pompa 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 *Impeller*. Ketika cairan tersebut meninggalkan *Impeller*, cairan tersebut dikumpulkan didalam rumah pompa (*Casing*). Salah satu desain *casing* dibentuk seperti spiral yang mengumpulkan cairan dari impeler dan menggerakannya ke *Discharge Nozzle* yang dibentuk seperti suatu kerucut sehingga kecepatan aliran yang tinggi dari impeler secara bertahap turun. Kerucut ini disebut diffuser (*diffuser*). Pada waktu penurunan kecepatan di dalam *diffuser*, energi kecepatan pada aliran cairan diubah menjadi energi tekanan. (Churh, Austin. H, 2016:4)

Gangguan yang sering terjadi pada pompa sentrifugal adalah sebagai berikut :

- 1) Turunnya tekanan pompa.
- 2) Adanya getaran bunyi yang tidak wajar.
- 3) Turunnya kapasitas pompa.
- 4) Berkurangnya daya motor penggerak.
- 5) Adanya kebocoran pada pompa.

Gangguan-gangguan kerja tersebut diatas dapat terjadi sewaktu-waktu, maka perlu direncanakan bagaimana penanggulangan yang dilakukan terhadap setiap gangguan tersebut. Selama perencanaan sistem pemompaan ada sejumlah elemen yang harus diperhatikan tanpa memandang kelas dan jenis pompa apa yang dipilih untuk instalasi tersebut. Elemen tersebut termasuk tinggi tekan (*head*), kapasitas, sifat cairan yang dipompakan, pemipaan, penggerak dan ekonomi.

b. Bagian-Bagian Utama Pompa Sentrifugal

Secara umum bagian-bagian utama pompa sentrifugal dan fungsinya adalah sebagai berikut :

- 1) *Stuffing Box*

Stuffing Box berfungsi untuk mencegah kebocoran pada daerah dimana poros pompa menembus *casing*.

2) *Packing dan Seal*

Sistem packing pada pompa adalah untuk mengontrol kebocoran fluida yang mungkin terjadi pada sisi perbatasan antara bagian pompa yang berputar (poros) dengan stator. Sistem sealing yang banyak digunakan pada pompa sentrifugal adalah *gland packing* dan *mechanical seal*.

a) ***Gland packing***

Sistem *gland packing* cukup sederhana dengan hanya melibatkan beberapa komponen penting. Komponen utamanya adalah sebuah packing/gland yang menjadi titik pertemuan antara sisi casing pompa dengan poros pompa. *Packing* tersebut ditahan oleh sebuah komponen bernama *gland follower* yang posisinya dapat diatur untuk memberikan tekanan tertentu terhadap packing. Besar tekanan *gland follower* diatur oleh beberapa buah sekrup (*gland bolts*).

Semakin kuat tekanan yang diberikan oleh *gland follower* terhadap packing ini maka akan semakin sedikit fluida yang bocor melalui sela-sela antara poros dengan *packing*. Akan tetapi jika gesekan antara packing dengan poros terlalu besar, akan lebih cepat mengurangi umur *packing* karena temperatur kerjanya yang terlalu tinggi. Untuk mengatasinya maka dibutuhkan sistem pendinginan pada *packing* tersebut. Hal ini umumnya didapatkan dengan sedikit membocorkan fluida kerja ke sela-sela poros dengan packing. Sehingga kekettatan *gland bolts* harus tepat agar didapatkan pendinginan yang optimal pada *packing*.

Penggunaan sistem *gland packing* ini membutuhkan perhatian khusus dalam hal perawatannya. Dalam interval tertentu, tekanan *gland follower* terhadap *gland* perlu diatur sedemikian rupa sehingga kebocoran fluida tidak terlalu besar ataupun tidak terlalu kecil. Dan dalam interval tertentu pula, komponen *gland* perlu diganti dengan yang baru.

b) *Mechanical Seal*

Mechanical seal menjadi tipe yang paling banyak digunakan pada pompa. Perawatannya yang sangat mudah bahkan hampir *zero-maintenance* menjadi alasan utamanya. Selain sistem tersebut juga benar-benar men-*seal* sistem pompa sehingga kebocoran fluida kerja menjadi sangat-sangat kecil dan dapat diabaikan jumlahnya

3) *Shaft* (poros)

Poros berfungsi untuk meneruskan momen puntir dari penggerak selama beroperasi dan tempat kedudukan *impeller* dan bagian-bagian berputar lainnya.

4) *Shaft sleeve*

Shaft sleeve berfungsi untuk melindungi poros dari erosi, korosi dan keausan pada *stuffing box*. Pada pompa multi *stage* dapat sebagai *leakage joint*, *internal bearing* dan *interstage* atau *distance sleeve*.

5) *Vane*

Sudu dari *impeller* sebagai tempat berlalunya cairan pada *impeller*.

6) *Casing*.

Merupakan bagian paling luar dari pompa yang berfungsi sebagai pelindung elemen yang berputar, tempat kedudukan *diffusor* (*guide vane*), *inlet* dan *outlet nozel* serta tempat memberikan arah aliran dari *impeller* dan mengkonversikan energi kecepatan cairan menjadi energi dinamis (*single stage*).

7) *Eye of Impeller*.

Bagian sisi masuk pada arah isap *impeller*.

8) *Impeller*.

Impeller berfungsi untuk mengubah energi mekanis dari pompa menjadi energi kecepatan pada cairan yang dipompakan secara kontinyu, sehingga cairan pada sisi isap secara terus menerus akan

masuk mengisi kekosongan akibat perpindahan dari cairan yang masuk sebelumnya.

9) *Wearing Ring*.

Wearing ring berfungsi untuk memperkecil kebocoran cairan yang melewati bagian depan *impeller* maupun bagian belakang *impeller*, dengan cara memperkecil celah antara casing dengan *impeller*.

10) *Bearing*.

Bearing (bantalan) berfungsi untuk menumpu dan menahan beban dari poros agar dapat berputar, baik berupa beban radial maupun beban axial. *Bearing* juga memungkinkan poros untuk dapat berputar dengan lancar dan tetap pada tempatnya, sehingga kerugian gesek menjadi kecil.

c. Perawatan Pompa Pendingin Air Laut.

Menurut Hadiyanto Gosali (2013:2) bahwa untuk melaksanakan kegiatan perawatan atau pemeliharaan secara fisik terhadap pompa pendingin air laut beserta instalasinya, pelaksanaannya dengan menggunakan strategi perawatan yang diantaranya :

- 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 pompa ada benda asing, kotoran atau sampah yang masuk ke dalam pipa hisap, maka pompa akan mengalami gangguan yang serius karena itu pompa harus diperiksa sebelum dicoba dan benda-benda yang dapat mengganggu dan merusak harus disingkirkan, perhatian khusus perlu diberikan kepada pompa yang menggunakan perapat mekanis. Dalam beberapa kasus tertentu *packing* tekan harus dipakai terlebih dahulu di dalam kotak *packing* pompa dalam pelaksanaan perawatan atau pemeliharaan serta

mempermudah dalam mengatasi kerusakan atau perbaikan pesawat pompa dan instalasinya dimanapun kapal berada.

b) Pemeriksaan kelurusan

Kelurusan poros pompa dan motor harus diperiksa. Hal tersebut 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 ketidak lurusan 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.

d) Pemeriksaan dengan memutar poros yaitu poros harus dapat berputar dengan halus jika diputar dengan tangan.

e) Pemeriksaan pipa alat bantu yaitu semua katup *system* pipa alat bantu seperti pipa pendingin harus terbuka penuh, jumlah dan tekanan air pendingin dan air pelumas harus sesuai dengan persyaratan yang ditetapkan.

f) Pemeriksaan *Non Return Valve*.

Non Return Valve biasanya dipasang ditengah pipa hisap pada hisapan dengan dorongan harus dipastikan dalam keadaan terbuka penuh.

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.

h) Penanganan katup keluar pada waktu start.

Pada waktu *start*, katup sorong 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) Penanganan pompa cadangan.

- a) Pompa cadangan (*standby pump*) harus dipersiapkan untuk dapat di *start* setiap saat. Minyak pelumas, air pendingin bantalan dan air perapat untuk kotak *packing* harus siap dialirkan bila diperlukan.
- b) Pompa cadangan harus dioperasikan secara *periodic* jika tidak pernah dijalankan bagian dalam pompa dapat berkarat sehingga tidak dapat berputar. Dalam hal ini pompa perlu dijalankan sedikitnya sekali sebulan atau sekali seminggu selama kurang lebih 10 menit dalam keadaan normal.
- 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.

3) Pengolahan.

Ketentuan selanjutnya yang dipakai sebagai dasar untuk melaksanakan pemeriksaan rutin adalah menentukan bagian yang diperiksa beserta jangka waktunya. Atas dasar petunjuk tersebut kondisi mesin pada saat pemeriksaan dibandingkan dengan harga 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 :

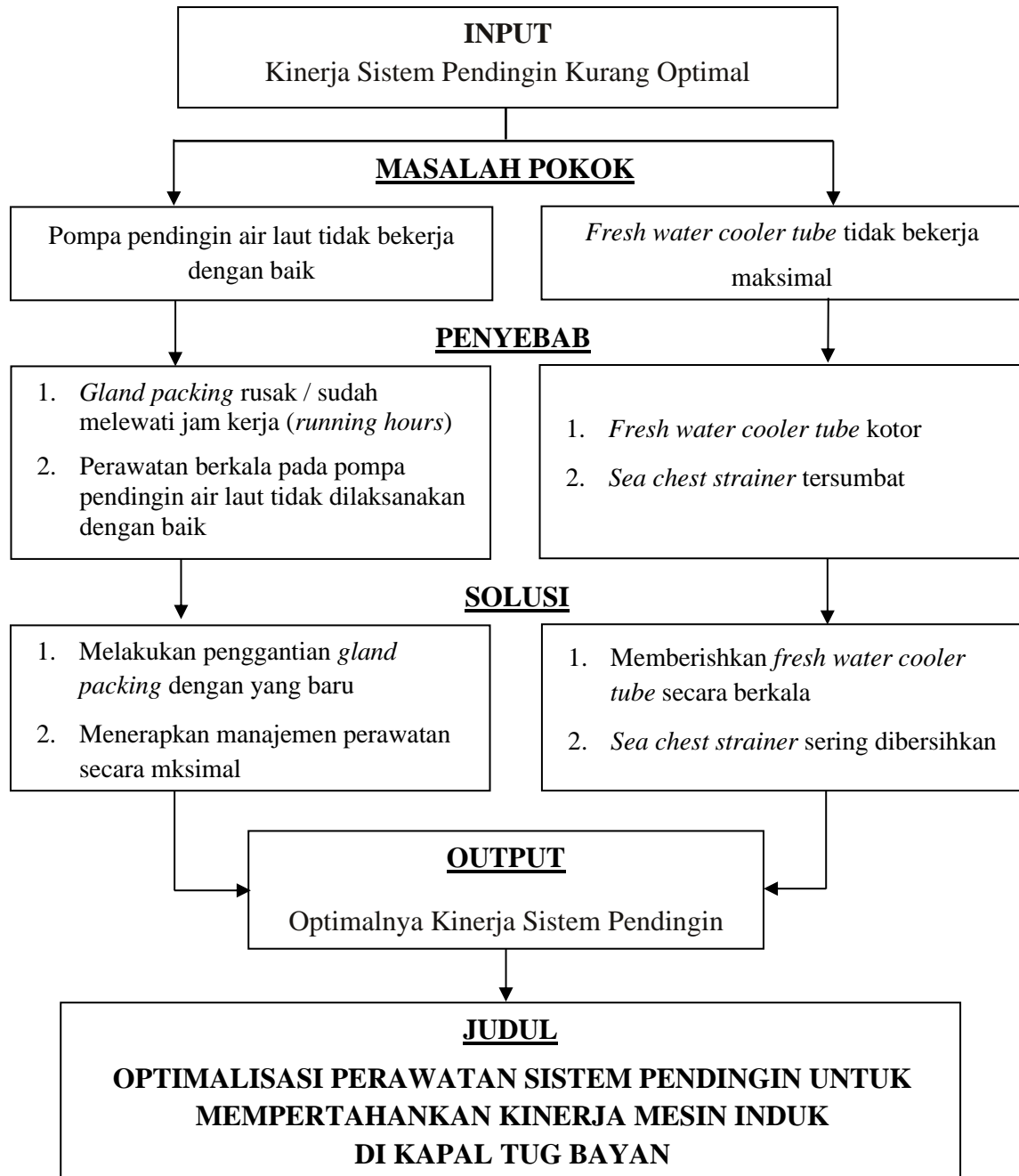
- (1) *Temperature* permukaan rumah bentuk dan rumah pompa dapat dirasakan dengan tangan.
- (2) Tekanan hisap dan tekanan keluar petunjuk *manometer* dan *vakummeter* harus dibaca.
- (3) Kebocoran dari *gland packing* diamati secara cermat.

b) Pemeriksaan getaran dan bunyi.

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

B. KERANGKA PEMIKIRAN

Berdasarkan teori-teori yang disebutkan di atas, maka secara garis besar hambatan itu tidak akan timbul apabila pihak-pihak yang terkait dalam mengoperasikan kapal melaksanakan tugas dan tanggung jawab mereka dengan baik. Kemudian penulis mengambil kerangka pemikiran sebagai berikut:



BAB III

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

A. DESKRIPSI DATA

Obyek penelitian dalam penyusunan makalah ini yaitu sistem pendingin mesin induk di atas kapal Tug Bayan tempat penulis bekerja sebagai *Chief Engineer* dari tanggal 24 November 2022 sampai dengan 24 Januari 2024. Selama penulis bekerja di atas kapal Tug Bayan, menemui beberapa permasalahan pada sistem pendingin, diantaranya yaitu :

1. Pompa Pendingin Air Laut Tidak Bekerja Dengan Baik

Pada tanggal 12 Januari 2023 saat kapal Tug Bayan dalam pelayaran. Pada awal olah gerak, kondisi mesin induk dalam keadaan normal tanpa ada kerusakan atau kendala yang menghambat operasional kapal. Satu jam kemudian tiba-tiba bunyi alarm mesin induk, penulis bersama Masinis I melakukan pengecekan pada mesin induk dan didapati ternyata tekanan pompa pendingin air laut yang masuk ke *cooler* turun hingga 2.0 bar dari batas normalnya 3.5 bar.



Gambar 3.1 *Sea Water Cooling Pump*

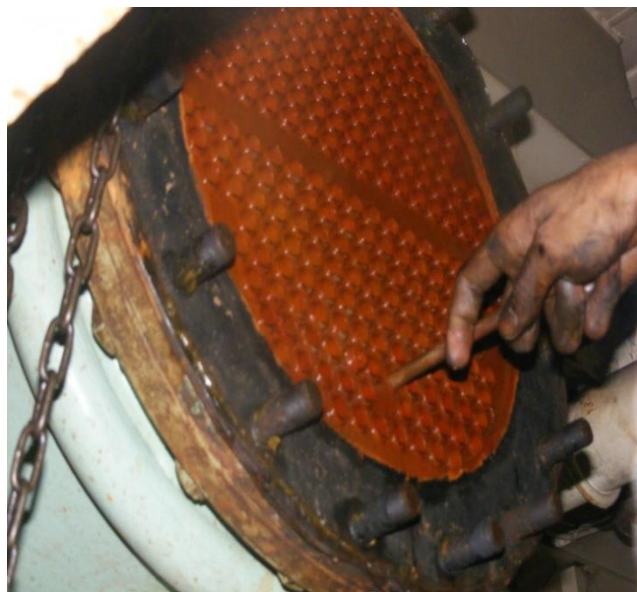
Kenaikan temperatur tersebut menyebabkan *alarm control thermo switch* berbunyi (alarm peringatan). Selanjutnya dilakukan pemeriksaan pada pompa pendingin dan ditemukanlah adanya kerusakan pada *gland packing*.

2. *Fresh Water Cooler Tube* Tidak Bekerja Maksimal

Pada tanggal 13 Januari 2012 terjadi kenaikan suhu pendingin air tawar mesin induk naik mencapai 95°C dimana pada suhu normalnya yaitu 75°C sampai 85°C. Hal tersebut diketahui dari *high temperatur alarm indicator* mesin induk di kamar mesin yaitu pada *fresh water cooler tube*, dimana pada saat itu suhu air pendingin menunjukkan untuk *water inlet* ke *main engine* 80°C dan *water outlet cylinder* rata-rata di semua *cylinder* 95°C. Adapun data *manual book* suhu normal servis untuk *water inlet* ke *main engine* 75-85°C dan alarm maksimum *water outlet cylinder* 90°C.

Tabel 3.1 Temperatur Main Engine

Item	Sebelum Perawatan	Setelah Perawatan
FW (°C)	95	81
SW in (°C)	20	28
SW out (°C)	49	50



Gambar 3.2 Pembersihan *Fresh Water Cooler Tube*

Fresh water cooler tube merupakan suatu pesawat yang berfungsi menurunkan panas tanpa merubah *fase* dari yang didinginkan, misalnya jika yang masuk *fase* air laut maka yang keluar *fase* air laut, yang mana gunanya untuk mendinginkan air tawar yang keluar dari mesin induk 85°C dan masuk mesin induk 75°C. Apabila di dalam *fresh water cooler tube* terdapat banyak kotoran kerak atau lumpur yang menyumbat, maka akan mengakibatkan penyerapan panas terhadap air tawar akan berkurang sehingga temperatur air tawar yang keluar dari *fresh water cooler tube* tersebut tetap tinggi. Maka hal tersebut dinamakan proses pendinginan tidak sempurna.

Tabel 3.2 Jadwal Perawatan Cooler dan Pompa Sudah Silaksanakan

NO.	ITEM EMERIKSAAN	Interval Maintenance	Tgl./jam Pelaksanaan Sebelumnya	Tgl. /jam Pelaksanaan
I	POMPA AIR LAUT			
1	Check secara visual kebocoran, kekencangan baut. Dengarkan untuk suara noise dari bearing dan getaran	1 bulan	02 Desember 2023	14 Jan 2024
2	Lumasilah mechanical seal. Ball bearing dan bearing bush. Check kekencangan dari baut coupling.	6 bulan	11 Juli 2023	14 Jan 2024
3	Check performance dan power consumption. Buka pompa untuk inspeksi	2-4 tahun	10 Oktober 2023	-
II	POMPA AIR TAWAR			
1	Check secara visual kebocoran, kekencangan baut. Dengarkan untuk suara noise dari bearing dan getaran	1 bulan	02 Desember 2023	01 Jan 2024
2	Lumasilah mechanical seal. Ball bearing dan bearing bush. Check kekencangan dari baut coupling.	6 bulan	11 Juli 2023	10 Jan 2024
3	Check performance dan power consumption. Buka pompa untuk inspeksi	2-4 tahun	10 Oktober 2023	14 Jan 2024
III	COOLERS			
1	Fresh Water Cooler No. 1 M/E Check dan dibersihkan	Cek suhu & tekanan	03 Jan 2024	14 Jan 2024
2	Fresh Water Cooler No. 2 M/E Check dan dibersihkan	Cek suhu & tekanan	03 Jan 2024	14 Jan 2024
3	Lubricating Oil Cooler No. 1 M/E Check dan dibersihkan	Cek suhu & tekanan	12 Jan 2024	14 Jan 2024
4	Lubricating Oil Cooler No. 2 M/E Check dan dibersihkan	Cek suhu & tekanan	12 Jan 2024	14 Jan 2024

B. ANALISIS DATA

Melalui pengkajian, penyebab dan penentuan sasaran dapat dilakukan dengan cara sistematis yaitu dengan mengkaji hubungan sebab akibat antara masalah yang dihadapi dengan penyebab timbulnya masalah.

1. Pompa Pendingin Air Laut Tidak Bekerja Dengan Baik

Penyebabnya adalah :

a. *Gland Packing Rusak / Sudah Melewati Jam Kerja (Running Hours)*

Packing adalah bagian penting dari sebuah mesin atau peralatan, misal pompa, valve, untuk mencegah bocornya media dari dalam peralatan tersebut. Namun pada umumnya kerusakan dan bocor tidak mudah dihindari dan waktu/umur pakai susah untuk diprediksi kapan akan terjadi kerusakan. Kerusakan *packing* banyak disebabkan oleh kesalahan pemasangan, tidak mengikuti procedure yang benar atau tidak mengikuti petunjuk yang diberikan oleh produsen *packing*. Salah satu upaya untuk memperpanjang umur pakai adalah memasang dengan benar serta memilih spesifikasi yang cocok untuk pemakaian media tertentu.



Gambar 3.3 *Bearing sea water cooling pump*



Gambar 3.4 *Gland Packing sea water cooling pump*

b. Perawatan Berkala Pada Pompa Pendingin Air Laut Tidak Dilaksanakan Dengan Baik

Sistem *packing* pada pompa adalah untuk mengontrol kebocoran *fluida* yang mungkin terjadi pada sisi perbatasan antara bagian pompa yang berputar (poros) dengan stator. Sistem *sealing* yang banyak digunakan pada pompa *centrifugal* adalah *mechanical seal* dan *gland packing*.

Dalam menentukan waktu, perawatan pada sistem air tawar pendingin tidak tepat waktu disebabkan oleh perencanaan perawatan pekerjaan pada sistem pendingin mesin induk waktunya bersamaan dengan perawatan mesin lainnya. Hal tersebut akan berdampak pada konsentrasi awak kapal untuk melaksanakan pekerjaan dan akan terbagi-bagi sehingga waktu pelaksanaan perawatan pendingin motor induk akan sangat singkat dan tidak mencukupi.

Adapun penyebab dari terbatasnya waktu untuk melakukan perawatan terhadap air pendingin mesin induk antara lain :

- 1) Jadwal operasi kapal yang begitu cepat.

Jadwal operasi kapal yang cepat seringkali membuat jadwal perawatan menjadi terhambat karena begitu cepatnya kegiatan olah gerak karena target yang sudah disepakati oleh perusahaan dan pihak pencarter harus selesai dengan waktu yang ditentukan oleh pencarter.

Jadwal perawatan yang telah tertera sesuai dengan *Planned Maintenance System* (PMS) menjadi tidak dapat terlaksana. karena sesuai dengan perjanjian perusahaan dengan pencarter harus disepakati oleh kedua belah pihak, sedangkan kegiatan bongkar/muat harus selesai tepat waktu. Maka dari itu perawatan yang seharusnya dilakukan menjadi terlambat.

2) Faktor Sumber Daya Manusia.

Penggantian *crew* yang terlalu singkat dapat mengganggu pelaksanaan *Planned Maintenance System* (PMS) yang sudah dibuatkan jadwal, termasuk jadwal perawatan air pendingin mesin induk. *Crew* yang lama berpengalaman dan jika terjadi pergantian *crew*, maka dilakukan *hand over* terlebih dahulu dan *crew* yang lama memberi arahan cara kerja permesinan yang ada di kamar mesin dan menunjukkan *Planned Maintenance System* (PMS) kepada *crew* baru apa yang sudah dikerjakan atau belum dikerjakan untuk perawatan mesin induk dan permesinan bantu lainnya untuk dilimpahkan kepada *crew* yang baru saja ditugaskan oleh perusahaan diatas kapal.

2. *Fresh Water Cooler Tube* Tidak Bekerja Maksimal

Penyebabnya adalah :

a. *Fresh Water Cooler Tube* Kotor

Fresh water cooler tube merupakan suatu pesawat yang berfungsi menurunkan panas tanpa merubah *fase* dari yang didinginkan, misalnya jika yang masuk *fase* air laut maka yang keluar *fase* air laut, yang mana gunanya untuk mendinginkan air tawar yang keluar dari mesin induk 85°C dan masuk mesin induk 75°C. Apabila di dalam *fresh water cooler* terdapat kotoran kerak atau lumpur yang menyumbat, maka akan mengakibatkan penyerapan panas terhadap air tawar akan berkurang sehingga temperatur air tawar yang keluar dari *fresh water cooler* tersebut tetap tinggi. Maka hal tersebut dinamakan proses pendinginan tidak sempurna.

Fresh water cooler merupakan bagian yang penting dalam hal untuk pendinginan air tawar pendingin karena sesuai dengan fungsinya yaitu menurunkan panas. Pendingin dari sistem pendingin mesin induk dan peralatannya dipasang untuk menjamin bahwa temperatur air pendingin yang telah ditentukan dapat diperoleh pendinginan yang optimal. Instalasi pipa pendingin dilengkapi dengan jalur *by-pass* yang berfungsi sebagian pengatur pendingin air bila mana terjadi gangguan pada bekerjanya *Cooler* untuk menjaga sistem pendingin mesin induk.

Pada ujung saluran pipa air tawar sebelum masuk *Fresh water cooler* dipasang *thermometer* dengan skala derajat *celcius* dan juga pada bagian keluarnya dipasang juga *thermometer* dengan skala derajat *celcius*. Maksud pemasangan ini adalah sebagai alat kontrol, jika ada hal tentang kenaikan suhu pada mesin. Jadi air laut dari pompa akan dikempa masuk *cooler*, dan air akan mengalir melalui lubang lubang pipa kecil yang jumlahnya cukup banyak, dan air laut tersebut akan keluar melalui saluran keluar pada pipa bagian atas saluran masuk kemudian keluar ke laut.

Sedangkan untuk air tawarnya, aliran berlawanan dengan arah aliran air lautnya. Jadi banyaknya panas yang masuk *cooler* akan di ambil sebagian oleh air laut. Air laut akan menjadi panas, maka *cooler* sering juga disebut sebagai alat penukar panas, *cooler* ini akan bekerja normal bila perbedaan suhu air tawar masuk dan keluar *cooler* $\pm 10^{\circ}\text{C}$, dan apabila suhu mesin panas yang disebabkan oleh *cooler* maka perlu diadakan pemeriksaan pada *coolernya*.

b. *Sea Chest Strainer Tersumbat*

Kotak laut (*sea chest*) adalah suatu perangkat yang berhubungan dengan air laut yang menempel dari sisi dalam diri pelat kulit kapal yang berada dibawah permukaan air dipergunakan untuk pengaliran air laut ke dalam kapal sehingga kebutuhan sistem air laut dapat dipenuhi.

Sea chest ini sangat penting sekali karena sebagai jalan utamanya air laut untuk pendinginan mesin. Sering terjadinya penyumbatan pada *sea chest* akibat dari kerak-kerak yang menutupi kisi-kisi, sehingga menghalangi aliran air laut masuk ke *box sea chest* tersebut, penyumbatan juga dapat

diakibatkan karena plastik atau sampah-sampah yang tebal. Dan sering terjadi pada kapal-kapal yang masuk sungai. Faktor lainnya yang mempengaruhi adalah *draft* kapal.



Gambar 3.5 Sea chest strainer yang kotor

Strainer memiliki andil dan peranan yang penting dalam kelancaran penyaluran air laut tersebut. Kebersihan saringan sangat perlu diperhatikan karena fungsi *Strainer* disini adalah untuk menyaring air laut dari kotoran berupa lumpur dan sampah serta bahan material lain yang tidak diperlukan. *Strainer* yang tersumbat akan menyebabkan volume air yang akan dihisap oleh pompa pendingin akan berkurang. Tersumbatnya saringan air laut bisa jadi karena kapal melalui jalur pelayaran perairan yang dangkal. Kotoran atau sampah yang terdapat disekitarnya akan ikut terhisap oleh pompa, makin lama bertambah banyak, dan menyumbat lubang-lubang pada saringan tersebut, sehingga tekanan pompa akan menurun.

Sea chest ini sangat penting sekali karena sebagai jalan utamanya air laut masuk untuk pendinginan mesin. Sering terjadi penyumbatan pada *sea chest* bisa diakibatkan oleh adanya kerak-kerak yang menutupi kisi-kisi

saringan sehingga menghalangi aliran air laut masuk ke *sea chest* tersebut. Penyumbatan juga dapat disebabkan oleh plastik atau sampah-sampah yang besar dan lumpur yang agak tebal dan ini sering terjadi pada kapal-kapal yang sering masuk ke sungai-sungai atau alur pelayaran yang dangkal.

Untuk *sea chest* tersebut perlu menjadi perhatian khusus bagi ABK bagian mesin. Mengingat semua pesawat yang ada seperti *diesel generator*, *air conditioner* dan *main engine* memerlukan pendinginan air laut untuk mendinginkan *cooler* dan *condensor*, yang mana bila air laut tersebut *sea chest*-nya buntu bisa mengakibatkan *air conditioner* atau *diesel generator black out* (mati secara otomatis) karena temperatur air tawar pendingin menjadi panas yang disebabkan tekanan air laut sebagai media air pendingin berkurang.

C. PEMECAHAN MASALAH

Berdasarkan pokok masalah yang diambil dan pembahasan pada analisis data diatas maka pemecahan masalahnya adalah sebagai berikut :

1. Alternatif Pemecahan Masalah.

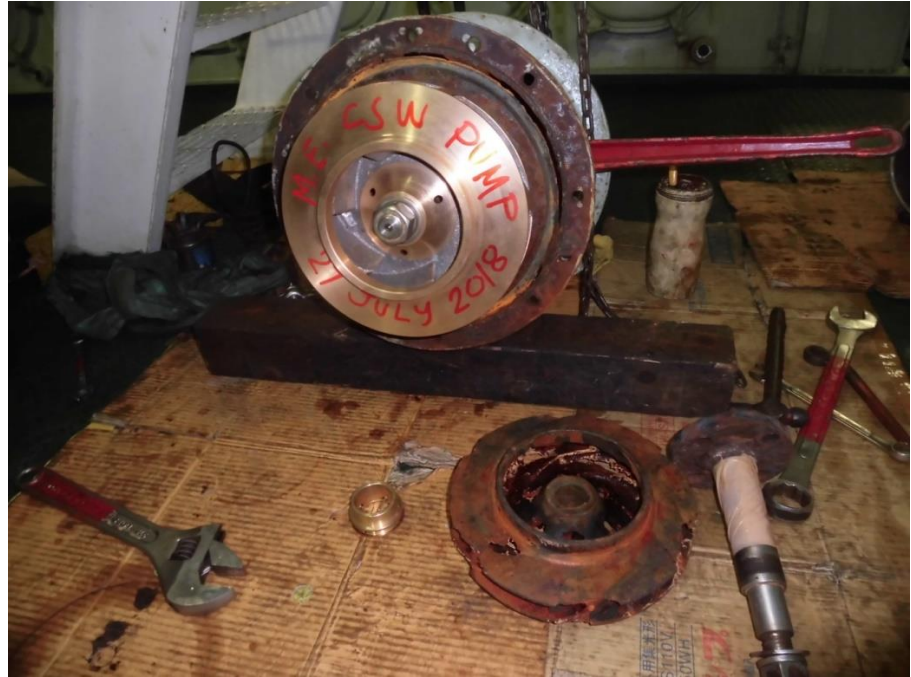
Alternatif pemecahan masalah dari dua masalah pokok yang diambil adalah sebagai berikut :

a. Pompa Pendingin Air Laut Tidak Bekerja Dengan Baik

Alternatif pemecahannya yaitu :

1) Melakukan Penggantian *Gland Packing* Dengan Yang Baru

Jika *gland packing* kendor mur, baut penekan *gland packing* tersebut ikat dengan kencang lagi, agar kedap udara. Jadi pada waktu pompa bekerja tidak menghisap udara luar. Apabila udara masuk lewat *gland packing*, maka pompa kerja tidak maksimal. Apabila setelah diadakan penyetelan mur, baut penekan *gland packing* masih juga bocor, harus diadakan penggantian *gland packing* dengan mengeluarkan *gland packing* yang lama, kemudian diganti dengan yang baru.



Gambar 3.6 Perbaikan pompa pendingin air laut

Adapun tahap-tahap penggantian *gland packing* adalah sebagai berikut:

a) *Packing removal*

- (1) Lepaskan *nuts* dan *withdraw* dari *gland follower*
Keluarkan semua *packing* lama dari *stuffing box* dengan *packing extractor*.
- (2) Keluarkan *latern ring* jika ada.
- (3) Bersihkan *stuffing box* dan pastikan sudah tidak ada material yang tertinggal.
- (4) *Inspect*/periksa dengan seksama kondisi *shaft*, *shaft sleeve*, apakah ada keausan, goresan, retak dll.
- (5) Bila perlu penggantian *shaft sleeve* atau *shaft* harus dilakukan agar tidak terjadi kerusakan yang berulang-ulang.

b) *Pemasangan gland packing*

- (1) Ukurlah *gap stuffing box* dan check ukuran *packing*, pastikan ukuran sudah sesuai dan jumlah cukup untuk dipasang.

Check kebersihan *stuffing box*, kondisi shaft sleeve dan *latern ring*.

- (2) Ambil *packing*, cukup di *twist* (tidak di buka keluar) agar tidak rusak, pasang dan putarlah shaft dengan tangan untuk memastikan pemasangan yang baik.
- (3) Pasang satu demi satu dan selalu diputar satu demi satu.
- (4) Bila perlu beri gemuk atau *graphite* lalu masukan ke *stuffing box*, bila perlu pakailah *gland follower* untuk menekan kedalam *stuffing box*.
- (5) Potongan *packing* diletakan sedemikian rupa sehingga tidak segaris satu dengan yang lain.
- (6) Posisikan *latern ring* berada tepat di lubang pipa pendinginan bila *packing* sudah ditekan dengan penekan *packing*.
- (7) Pasanglah *gland follower* (penekan *packing*), dan kencangkan.
- (8) Kendorkan lagi, sebab *packing* akan berkembang.
- (9) Kencangkan dengan tangan.
- (10) Selesailah pemasangan, tapi perlu *adjustment* jika dijalankan.

c) *Packing adjustment*.

Setelah *packing* dipasang perlu langkah *adjustment*, karena saat memasang awal tidak boleh langsung kuat.

- (1) Jalankan pompa, pada awalnya bocoran besar dan seharusnya akan berkurang setelah 10 – 15 menit.
- (2) Penyetelan/*adjustment* dapat dilakukan selang 10 menit, setiap memutar/ mengencangkan nut kira-kira 1/6 putaran s/d bocoran/ tetesan cukup hanya sebagai pendingin *shaft*, agar tidak terjadi *overheating*.

- (3) Jika terjadi *overheating* maka segera distop dan biarkan sampai dingin.
- (4) Mengendorkan penekan *gland*, bocorkan sedikit dan mulailah seperti tahap awal *adjustment*.

2) Menerapkan Manajemen Perawatan Secara Maksimal

Perawatan sangat menunjang kelancaran pengoperasian kapal. Penyusunan perencanaan kerja harus berdasarkan buku petunjuk perawatan, sehingga tiap bagian dari mesin mempunyai jadwal perawatan atau pemeliharaan. Namun kendala waktu yang terbatas sangat mempengaruhi tercapainya pelaksanaan tersebut.

a) Perawatan rutin

Dalam perawatan ini pemanfaatan waktu sangat terbatas sekali sebab dilakukan pada saat kapal beroperasi. Pelaksanaan perawatan dapat dilakukan dengan melihat situasi pengoperasian dimana mesin induk tidak bekerja seperti saat *anchorage* karena waktunya terbatas. Biasanya pelaksanaannya untuk bagian yang ringan dan mudah untuk melakukan pekerjaan.

b) Perawatan berdasarkan *Planned Maintenance System* (PMS)

Perawatan ini telah terprogram jauh sebelumnya dan masing-masing bagian telah ditentukan waktu pelaksanaan misalnya tiap jam kerja minggu, bulan, tahun. Namun dikarenakan masalah waktu dan jadwal operasi kapal, sering pelaksanaannya mengalami hambatan. Pengupayaan akan hal perawatan tersebut di atas dan penanggulangannya harus diatur waktu kapal sedang *off hire* atau pada saat kapal sedang melakukan persiapan untuk kegiatan operasi berikutnya.

Langkah-langkah yang dilakukan yaitu :

- (1) Membuat perencanaan perawatan sesuai dengan jadwal operasi kapal.
- (2) Tersedianya suku cadang yang cukup, maka pada saat ada

perawatan dan perbaikan tidak kehilangan waktu.

(3) Perawatan berdasarkan jam kerja yang sudah waktunya dilakukan pe

c) Familiarisasi untuk melakukan *Planned Maintenance System* (PMS).

Sebaiknya diberikan terlebih dahulu familiarisasi yang dapat dipahami dan dimengerti oleh para *crew* mesin yang bekerja di kapal agar kegiatan *Planned Maintenance System* (PMS) dapat berjalan sesuai dengan yang diharapkan. Hal tersebut sangat penting dilakukan karena dengan familiarisasi, *crew* mesin akan mengerti tugas-tugas dan tanggung jawab yang akan dilaksanakan sesuai dengan *Planned Maintenance System* (PMS) dan dapat berjalan dengan sendirinya *crew* mesin tersebut melaksanakan perawatan.

b. *Fresh Water Cooler Tube* Tidak Bekerja Maksimal

Alternatif pemecahannya yaitu :

1) Memberishkan *Fresh Water Cooler Tube* Secara Berkala

Untuk mengatasi *fresh water cooler tube* yang kotor, perlu dilakukan pembersihan setiap 3 bulan, disesuaikan dengan kondisi kinerja *fresh water cooler tube* tersebut. Untuk pengecekan dan pembersihan secara keseluruhan maka setiap 2 tahun kapal Tug Bayan dilakukan saat kapal *docking*, dengan prosedur pertama membuat *repair list docking*, untuk pipa dan katup instalasi air laut masuk *fresh water cooler tube*. Dilakukan *pressure test* untuk mengetahui kekuatan pipa-pipa dan kebocoran dalam tekanan kerja 7 kg/cm² selama 24 jam tidak ada kebocoran pada paking dan sambungan pipa-pipa pendinginnya.

Air laut yang keluar dari *fresh water cooler tube* suhunya berkisar antara 40⁰C- 45⁰C agar suhu yang dikehendaki tercapai maka *fresh water cooler tube* harus dilakukan perawatan dengan rutin supaya bersih dan tekanan serta jumlah air yang dibutuhkan selalu mencukupi. Apabila di dalam seal-seal yang ada di dalam *fresh water*

cooler tube terdapat kotoran seperti lumpur dan juga kerak yang diakibatkan oleh air laut akan mengakibatkan penyerapan panas pada air tawar berkurang sehingga suhu air tawar yang keluar dari *fresh water cooler tube* masih tinggi. Untuk itu perlu perawatan supaya air tawar yang keluar tetap dibatas normal dengan melakukan perawatan yang teratur pada *fresh water cooler tube* dengan membersihkan bagian dalamnya.

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

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

- a) Buka semua baut dan kedua penutupnya.
- b) Sogok pipa-pipanya menggunakan sikat kawat (*Brush Tubes*).
- c) Semprot dengan air tawar dengan tekanan pipa-pipanya agar lumpur dan kotoranya dapat hilang.
- d) Ganti anti karat (*zinc anode*) yang sudah habis.
- e) Penutup (*cover*) harus dicat anti karat.
- 6) Ganti kedua packingnya.
- 7) Pasang kembali penutup, pipa dan mur bautnya.
- 8) Setelah semuanya terpasang, harus dicek kembali apakah ada kebocoran apa tidak dan harus didrain angin yang berada disistem sehingga *fresh water cooler* siap dioperasikan.

2) *Sea Chest Strainer* Sering Dibersihkan

Untuk mengatasi *fresh water cooler tube* yang tidak bekerja secara maksimal dapat dilakukan dengan melakukan pembersihan saringan *sea chest* dilakukan setiap satu bulan dan *fresh water cooler* dilakukan perawatan setiap 3 bulan dan disesuaikan dengan kondisi kinerja *fresh water cooler tube* tersebut. Untuk pengecekan dan pembersihan secara keseluruhan maka setiap 2 tahun kapal dilakukan saat kapal *docking*, dengan prosedur pertama membuat *repair list docking*, untuk pipa dan katup instalasi air laut masuk *fresh water cooler tube* serta harus diminta *pressure test* untuk mengetahui kekuatan pipa-pipa dan kebocoran dalam tekanan kerja 7 bar selama 24 jam tidak ada kebocoran pada *paking* dan sambungan pipa-pipa pendinginnya.

Pemeriksaan terhadap *sea chest* sangatlah penting, karena sabagai jalur utama masuknya air laut untuk pendinginan mesin. Sering terjadi penyumbatan terhadap *sea chest* diakibatkan oleh kerak-kerak yang menutupi kisi-kisi, sehingga menghalangi aliran air laut yang akan masuk ke *box sea chest*. Penyumbatan juga dapat di akibatkan oleh sampah-sampah dan juga plastik-plastik yang agak tebal. Hal tersebut sering di alami oleh kapal-kapal yang beroperasi di perairan dangkal dan pelabuhan yang kotor yang banyak terdapat sampah plastiknya.

Bila air laut masuk ke pompa kurang, diakibatkan tersumbatnya oleh kerak-kerak ataupun karena kotoran.

Langkah-langkah penanggulangan ini sebagai berikut:

- a) Membersihkan dengan melakukan penghembusan dengan udara kompresor.

Apabila kapal sedang tidak beroperasi, lakukan penghembusan *sea chest* dengan udara kompresor, pompa media pendingin air laut dalam keadaan berhenti. Buka kran pipa udara yang ada di *box sea chest*. Kemudian buka kran udara utama kompresor untuk mendorong kotoran-kotoran agar bisa terlepas dari kisi-kisi *sea chest*. Kemudian perhatikan gelembung-gelembung yang keluar dari lambung kapal pada bagian yang akan dibersihkan, jika

gelembung yang keluar dari lambung kapal besar, maka kisi-kisi tersebut terbebas dari sampah / kotoran.

- b) Membersihkan dengan memberikan tekanan air dari *general service pump*.

Pembersihan ini dapat dilakukan pada saat kapal berlayar, saat kapal berlabuh atau saat kapal sedang sandar di pelabuhan. Pembersihan tersebut dilakukan dengan menutup kran isapan dari *sea chest*, dan membuka kran tekanan air dari *general service pump* yang dihubungkan dengan *box* bagian atas dari *sea chest*.

- c) Membersihkan dengan cara memanggil penyelam yang berpengalaman untuk melakukan pembersihan *sea chest*.

Pemanggilan penyelam dilakukan apabila ada penyumbatan oleh kerak-kerak yang tidak bisa terlepas, penyelaman dilakukan untuk menyekrapan dan setelah itu baru dihembuskan dengan udara kompresor, atau tekanan air dari *general service*.

Pemeriksaan pada saringan air laut sangat penting karena apabila ada kerang-kerang yang menempel pada lubang saringan, maka harus dibersihkan, karena akan mengurangi jumlah aliran air laut yang masuk ke dalam sistem pendinginan. Oleh karena pada saat kapal sandar dipelabuhan atau berlabuh, diusahakan untuk melakukan pembersihan saringan air laut tersebut. Sebelum ditutup jangan lupa letakkan *zinc anode* didalam saringan tersebut, untuk memperlambat proses pengkaratan di dalam sistem air laut. Pemeriksaan terhadap saringan tersebut sangat perlu dilakukan karena apabila ada lumpur atau kotoran yang menyumbat pada saringan akan menyebabkan volume air yang masuk akan berkurang.

Langkah-langkah perawatan dan pembersihan saringan air laut dapat dilakukan sebagai berikut:

- (1) Menutup semua kran yang berhubungan langsung dengan saringan tersebut, baik kran masuk maupun kran keluar.

- (2) Membuka penutup rumah saringan dan melakukan pemeriksaan.
- (3) Mengeluarkan saringan air laut dari rumahnya untuk dibersihkan.
- (4) Membersihkan seluruh kotoran-kotoran pada saringan.

2. Evaluasi Terhadap Alternatif Pemecahan Masalah

Dari alternatif pemecahan masalah di atas, maka dapat diketahui evaluasi pemecahannya yaitu :

a. Pompa Pendingin Air Laut Tidak Bekerja Dengan Baik

Evaluasi terhadap pemecahan masalahnya sebagai berikut :

1) Melakukan Penggantian *Gland Packing* Dengan Yang Baru

Keuntungan :

- a) Dengan penggantian *gland packing* maka tekanan pompa pendingin air laut dapat mencapai tekanan yang diharapkan.
- b) Proses pendinginan pada sistem pendingin lebih optimal.

Kerugian :

Membutuhkan biaya untuk penggantian dengan suku cadang *gland packing* yang baru.

2) Menerapkan Manajemen Perawatan Secara Maksimal

Keuntungan :

- a) Dengan perawatan secara berkala maka dapat mencegah kerusakan secara mendadak sehingga pompa pendingin air laut tetap bekerja secara optimal.
- b) Kinerja pompa pendingin air laut lebih maksimal.

Kerugian :

Membutuhkan perencanaan dan pengawasan dalam pelaksanaannya.

b. *Fresh Water Cooler Tube* Tidak Bekerja Maksimal

Alternatif pemecahannya yaitu :

1) *Memberishkan Fresh Water Cooler Tube* Secara Berkala

Keuntungan :

- a) *Fresh water cooler tube* bersih dari kotoran sehingga dapat berfungsi dengan baik dalam penyerapan panas.
- b) Dapat mencegah terjadinya *overheating* sehingga performa mesin induk dapat dipertahankan

Kerugian :

- a) Terkadang Masinis yang bertanggung jawab tidak disiplin dalam melakukan pembersihan *fresh water cooler tube*.
- b) Membutuhkan pemahaman tentang prosedur pembersihan yang benar.

2) *Sea Chest Strainer* Sering Dibersihkan

Keuntungan :

- a) *Sea chest strainer* bersih sehingga dapat berfungsi dengan baik untuk menyaring kotoran yang terbawa air laut masuk ke *fresh water cooler tube*.
- b) *Fresh water cooler tube* bekerja secara maksimal.

Kerugian :

- a) Membutuhkan waktu untuk membersihkannya seringkali terkendala karena jadwal operasional kapal yang sangat padat.
- b) Semakin sering kapal melewati alur pelayaran dangkal maka *Sea chest strainer* harus sering dibersihkan.

3. Pemecahan Masalah Yang Dipilih

Dari pembahasan pada alternatif pemecahan masalah di atas dan hasil evaluasi dari masing-masing masalah tersebut maka dapat diketahui bahwa untuk

mengoptimalkan kinerja sistem pendingin dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut :

- a. Melakukan perawatan *gland packing* sesuai *instruction manual book*.
- b. Memberishkan *fresh water cooler tube* secara berkala.

BAB IV

KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

Dalam upaya meningkatkan perawatan sistem pendingin dalam mempertahankan suhu kerja mesin induk di kapal Tug Bayan terdapat mengalami berbagai kendala. Sesuai uraian dan penjelasan pada bab sebelumnya, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Pompa pendingin air laut tidak bekerja dengan baik disebabkan karena *gland packing* rusak / sudah melewati jam kerja (*running hours*) dan perawatan berkala pada *gland packing* tidak dilaksanakan dengan baik.
2. *Fresh water cooler tube* tidak bekerja maksimal dikarenakan *fresh water cooler tube* kotor dan *sea chest strainer* tersumbat.

B. SARAN – SARAN

Berdasarkan kesimpulan di atas, untuk mengoptimalkan kinerja sistem pendingin di atas kapal Tug Bayan maka penulis memberikan saran-saran kepada Masinis sebagai berikut:

1. Untuk mengatasi pompa pendingin air laut tidak bekerja dengan baik disarankan agar :
 - a. Melakukan penggantian *gland packing* dengan yang baru sesuai dengan *running hours*. Dalam hal tersebut perlu adanya pendampingan atau pengawasan dari Perwira maupun Kepala Kamar Mesin untuk memastikan proses penggantian dilakukan dengan benar.
 - b. Melakukan perawatan *gland packing* sesuai *instruction manual book* atau mengikuti jadwal perawatan pada *Planned Maintenance System (PMS)*

2. Agar *fresh water cooler tube* bekerja maksimal, disarankan untuk :
 - a. Memberishkan *fresh water cooler tube* secara berkala dengan melihat kondisi *fresh water cooler tube*. Biasanya pembersihan dilakukan setiap 3 bulan sekali.
 - b. *Sea chest strainer* sering dibersihkan terlebih jika kapal sering berlayar melewati alur pelayaran yang dangkal.

DAFTAR PUSTAKA

- Adrianto, Petrus. (2012). *Pengetahuan Mesin Kapal 1*. Jakarta : Depdikbud.
- Ardiansyahab. (2024). *Operasi dan Pemeliharaan Mesin Kapal*. Tegal.
- Arismunandar, W dan Kuichi Tsuda. (2004). *Motor Diesel Putaran Tinggi*. Jakarta : PT Pradnya Paramita.
- Church, Austin. H. (2016). *Pompa dan Blower Sentrifugal*. Jakarta: Erlangga.
- Goenawan Danoesmoro. (2003). *Manajemen Perawatan*, Jakarta : Yayasan Bina Citra Samudera.
- Ilyas. (2013). *Prinsip Dasar Pendinginan*. Bandung : Alfabeta.
- Nuruzzaman. (2003). *Sistem Pendingin Motor Induk Kapal*. Tegal.
- NSOS. (2006). *Manajemen Perawatan dan Perbaikan*. Jakarta : Penerbit Dirjen Perhubungan Laut.
- Sunaryo. (2008). *Sistem Pendingin Motor Diesel*. Jakarta : Djangkar .
- Hadiyanto Gosali. (2013). *Perawatan Pompa Sentrifugal*, didownload dari website <http://hadiyantogosali89.co.id/> diakses pada tanggal 19 Februari 2022.
- _____. (2005), *Kamus Besar Bahasa Indonesia*, Jakarta : Balai Psutaka.

DAFTAR ISTILAH

<i>Bypass</i>	Saluran pipa dengan cara jalan pintas
<i>Chemical</i>	: Zat kimia yang digunakan untuk mencegah kerak-kerak pada pipa.
<i>Cooler / Heat Exchanger</i>	: Alat pemindah panas untuk menurunkan temperatur air tawar.
<i>Expansion Tank</i>	: Tangki yang gunanya untuk menampung air pendingin kemudian didistribusikan ke mesin
<i>Filter</i>	: suatu alat untuk mentapis kotoran pada aliran zat cair-gas.
<i>Fresh Water Pump</i>	: Pompa pendingin air tawar atau yang biasa disebut dengan sistem pendingin tertutup.
<i>Gland Packing</i>	: Untuk menahan kebocoran air laut melalui shaf pompa
<i>High Fresh Water Temperature</i>	: Suatu keadaan dimana suhu sistem pendingin air tawar sangat tinggi (melebihi batas normal).
<i>Impeller</i>	: Semacam piringan berongga dengan sudu-sudu melengkung di dalamnya dan dipasang pada poros yang digerakkan oleh motor listrik.
<i>Mechanical Seal</i>	: Suatu alat mekanis yang berfungsi untuk mencegah kebocoran fluida dari ruang/wadah yang memiliki poros berputar.
<i>PMS (Planned Maintenance System)</i>	: Suatu sistem perencanaan pemeliharaan kapal yang berisi hal-hal yang harus dilakukan dalam perawatan dan pemeliharaan kapal.
Rumah Pompa	: Bagian pompa yang berfungsi sebagai penampung cairan yang terlempar dari sudu-sudu <i>impeller</i> untuk merubah atau mengkonversikan energi cairan menjadi energi tekanan statis.

<i>Sea Chest</i>	: Tempat isapan air laut sebelum diisap oleh pompa.
<i>Strainer</i>	: Saringan pencegah kotoran agar tidak masuk ke dalam sistem.
<i>Overheating</i>	: Suhu mesin yang melebihi batas normal sehingga mengakibatkan panas berlebihan.
<i>Overload</i>	: Kelebihan beban
<i>Thermostat</i>	: Katup yang bisa membuka dan menutup secara Otomatis sesuai dengan perubahan temperatur Pada mesin.
<i>Zink Anode</i>	: Batang zink yang gunanya menyerap mengurangi ion atau unsur garam.



KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
BADAN PENGEMBANGAN SUMBER DAYA MANUSIA PERHUBUNGAN
SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN
PROGRAM DIKLAT PELAUT
JAKARTA



PENGAJUAN SINOPSIS MAKALAH

NAMA : WALSON NAPITU
NIS : 02076/T-I
BIDANG KEAHLIAN : TEKNIKA
PROGRAM DIKLAT : DIKLAT PELAUT- I

Mengajukan Sinopsis Makalah sebagai berikut

A. Judul

OPTIMALISASI PERAWATAN SISTEM PENDINGIN UNTUK MEMPERTAHANKAN KINERJA MESIN INDUK DI KAPAL TUG BAYAN

B. Masalah Pokok

1. *Fresh water cooler tube* tersumbat kotoran
2. Tekanan pompa pendingin air laut rendah

C. Pendekatan Pemecahan Masalah

1. Memaksimalkan perawatan berkala pada *fresh water cooler tube* dan *sea chest strainer*
2. Melakukan perawatan berkala pada pompa pendingin air laut dan penggantian komponen pompa sesuai petunjuk maker

Menyetujui :

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Jakarta, Januari 2024

Penulis

Muhamad Nurdin, SAP, MA, M.Mar.E

Pembina Utama Muda (IV/c)
NIP. 19660217 199808 1 001

Bagaskoro, S.Kom., M.M

Pembina Tk.I (IV/b)
NIP. 19590927 198003 1 002

Walson Napitu

NIS : 02076/T-I

Kepala Divisi Pengembangan Usaha

Capt. Suhartini, MM.,MMTr

Penata TK. I (III/d)
NIP. 19800307 200502 2 002

SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN
DIVISI PENGEMBANGAN USAHA
PROGRAM DIKLAT PELAUT - I

Judul Makalah : OPTIMALISASI PERAWATAN SISTEM PENDINGIN
UNTUK MEMPERTAHANKAN KINERJA MESIN INDUK
DI KAPAL TUG BAYAN.

Dosen Pembimbing I : Muhamad Nurdin, SAP, MA, M.Mar.E

Bimbingan I :

No.	Tanggal	Uraian	Tanda Tangan Pembimbing
1	17/01-24	Pengantar Skripsi & judul	/
2	22/01-24	BAB I OR	/
3	28/01-24	BAB II OR	/
4	30/01-24	BAB III OR	/
5	02/02-24	BAB IV OR	/
6	08/02-24	BAB V OR	/

Catatan : Siap untuk di uji. /

.....

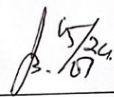
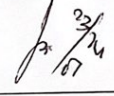
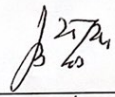
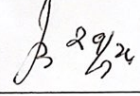
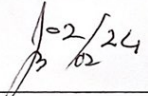
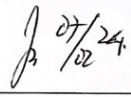
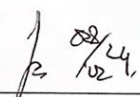
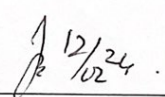
.....

SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN
DIVISI PENGEMBANGAN USAHA
PROGRAM DIKLAT PELAUT - I

Judul Makalah : OPTIMALISASI PERAWATAN SISTEM PENDINGIN
UNTUK MEMPERTAHANKAN KINERJA MESIN INDUK
DI KAPAL TUG BAYAN.

Dosen Pembimbing II : Bagaskoro, S.Kom.,M.M

Bimbingan II :

No.	Tanggal	Uraian	Tanda Tangan Pembimbing
	15/24 07	Summary lanjutan dr bab 1	
	23/24 07	Perbaikan Minor bab 1. lanjutan dr bab 2	
	25/24 07	bab 2 perbaikan. lanjutan dr bab 3	
	27/24 07	bab 3. → Seleni lanjutan dr bab 4	
	02/24 02	Perbaikan bab 4. lanjutan dr bab 5	
	07/24 02	Perbaikan kembali bab 5. lanjutan dr bab 5	
	08/24 02	bab 5 Seleni. Perbaikan Seleni.	
	12/24 02	Seleni bag. selesai.	

Catatan :

Selesai di jurnal 7 di uji. 12/24

GENERAL PARTICULARS

VESSEL NAME: SANGHVI PRIMA MARINA, MUMBAI

IMO NO: 7024400

LOA	35.40m	Overall Depth	12.50m
Beam	11.00m	Overall Width	12.50m
Depth	5.8m	Class	Lloyd's Register of Shipping
Draft	4.8m	Tug for offshore use at Jambhikar Dock	+ 100 AT + LMC
Displacement	1025 MT	Propeller	Controlblade pitch propeller (CBP)
Gross Tonnage	518 MT	Diameter	3350 mm
Main Engine	Deutz/MWM (two)	No. of Blades	4
Type	8BV 9M 628	Material	Castal
No. of Cylinders	8	Pitch	3178 mm
Engine Output	2095 KW (2800 HP) each	Max. Propeller rpm	154 rpm
SPM	4180 KW (5600 HP) total	Deck Crane Make	Effer 14500 - 35
Generators	1000 continuous rating	Safe Working Load	4.6MT (at 2.9m to 1.5MT at 10.5m)
Engine Type	Deutz/MWM (three)	Span	2.9 m to 10.5 m
Engine Output	TD 226-6	Anchor Weight	430 kgs
Electrical Power	68 KW at 1500 rpm	Chain length	105 m length each
Capstan (AR) Type	77KVA x 440V x 50Hz x 3phase	Chain size	20.5mm
Capacity (Pull)	HCR Hydraulic	Time for heaving	4'00" for 3 shackles
Speed	8 Tons		(each shackle = 15 tonnes = 27.5 m)
Windlass Type	15 m/min at 7.95 rpm		
Capacity (Pull)	HCR Hydraulic		
Speed	5.3 Tons		
	10 m/min or 20 m/min		

Hydraulic System:	Air Compressors:
Working pressure: 210bar/ peak pr. 420bar	Working pressure 25 bar to 30 bar
Pump 1 for crane capacity 32 L/min	Connected to
Pump 2 for deck equip. capacity 48 L/min	* Air bottles (filling time 50 minutes)
Pump 3a for deck equip. capacity 33 L/min	* ME Starting
Pump 3b for Fifi equip. capacity 33 L/min	* AE Starting
Steering gear:	* Inlet Sea Chest Cleaning
Working pressure: 140bar/ relief pr. 145bar	* Air Horn
Pump for steering capacity 65 L/min	* Towing Hook Release
	* Working Air Connections
	* City Water separator
	* Air Ejector for pumps

Pump Name	Capacity	Operating Pressure	Operating rpm	Remarks
Fifi pump	1200 m3/hr	12.5bar(140m head)	1000rpm ME 2025 pump rpm	at 800 rpm output=830m3/hr
Monitors (3nos.) (1 nos. -top of mast)	540 m3/hr 780 m3/hr	17bar(180m head)		120 m reach of jet 120 m reach of jet
Foam pump	36 m3/hr			
Dispersant pump : Sea water	62 l/min			
: Dispersant	9 l/min			
GS pump 1&2	110 m3/hr	125 m head	2960 rpm	
Fresh water Ballast pump	110 m3/hr	125 m head	2960 rpm	
Domestic fresh water pump	13 m3/hr	66 m head	1450 rpm	
Diesel Oil Transfer pump	8 m3/hr	72 m head	1450 rpm	
Sanitary/Locker room fan	E1 875 m3/hr	30 mm wg		
Workshop fan	E2 200 m3/hr	15 mm wg		
Galley Fan	E3 450 m3/hr	45 mm wg		
Air Conditioner fan	C1 5000 m3/hr	165 mm wg		
Engine Room fan(stbd)	S1 28000 m3/hr	40 mm wg		
Engine Room fan(port)	S2 28000 m3/hr	40 mm wg		



CREW LIST TUG BAYAN



CALL SIGN

: 9KND

IMO NUMBER

: 9074884

PORT OF REGISTR

: KUWAIT

NO	NAME	RANK	HEISCO NO.ID	NATIONALITY
1	ANDI AIMAAN	TUG MASTER	49794	INDONESIA
2	THOMAS ANDRIAN	ASST. TUG MASTER	51381	INDONESIA
3	WALSON MAPITU	CHIEF / ENGR	49849	INDONESIA
4	PAWAN GUPTA	MERINE/ENGR	49866	INDIA
5	SHIJIN SHAJI	MERINE/MEC	49837	INDIA
6	MOZEMIL SHAIKH	BOSUN	49921	INDIA
7	DANNY / PETER	SEAMAN	50084	INDIA
8		SEAMAN		
9	KAMAL NARAYAN	SEAMAN	50068	INDIA
10	UMESH	COOK	50596	NEPAL