KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
BADAN PENGEMBANGAN
SUMBER DAYA MANUSIA PERHUBUNGAN

SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN

SKRIPSI

OPTIMALISASI KINERJA SISTEM PENDINGIN MESIN INDUK PADA KAPAL MT. STS SPB1 UNTUK MENINGKATKAN EFISIENSI OPERASIONAL

Oleh:

AMRUL MUDDASIR

NRP. 705240046

PROGRAM PENDIDIKAN DIPLOMA IV RPL
JURUSAN TEKNIKA
JAKARTA
2025

KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
BADAN PENGEMBANGAN
SUMBER DAYA MANUSIA PERHUBUNGAN

SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN

OPTIMALISASI KINERJA SISTEM PENDINGIN MESIN INDUK PADA KAPAL MT. STS SPB1 UNTUK MENINGKATKAN EFISIENSI OPERASIONAL

Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan
Untuk Penyelesaian Program Pendidikan Diploma IV RPL

Oleh:

AMRUL MUDDASIR

NRP. 705240046

PROGRAM PENDIDIKAN DIPLOMA IV RPL
JURUSAN TEKNIKA
JAKARTA
2025

KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
BADAN PENGEMBANGAN
SUMBER DAYA MANUSIA PERHUBUNGAN

SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama	:	Amrul Muddasir
NRP	:	705240046
Program Pendidikan	:	Diploma IV RPL
Jurusan	:	Teknika
Judul	:	OPTIMALISASI KINERJA SISTEM PENDINGIN MESIN INDUK PADA KAPAL MT. STS SPB1 UNTUK MENINGKATKAN EFISIENSI OPERASIONAL

Jakarta, Oktober 2025
Penulis

AMRUL MUDDASIR

KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
BADAN PENGEMBANGAN
SUMBER DAYA MANUSIA PERHUBUNGAN

SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN

TANDA PERSETUJUAN SKRIPSI

Nama	:	Amrul Muddasir
NRP	:	705240046
Program Pendidikan	:	Diploma IV RPL
Jurusan	:	Teknika
Judul	:	OPTIMALISASI KINERJA SISTEM PENDINGIN MESIN INDUK PADA KAPAL MT. STS SPB1 UNTUK MENINGKATKAN EFISIENSI OPERASIONAL

Jakarta, Oktober 2025

Pembimbing Utama

Asman Ala, ST., MT
NIP: 197002071998031002

Pembimbing Pendamping

Capt fahmi Umasangadji, S.SiT., MSi
NIP. 197812132005021001

Mengetahui;
Ketua Jurusan Teknika

Dr. Markus Yando, S.Si.T., M.M.
NIP. 19800605200812 1 001

KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
BADAN PENGEMBANGAN
SUMBER DAYA MANUSIA PERHUBUNGAN

SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN

TANDA PENGESAHAN SKRIPSI

Nama	:	AMRUL MUDDASIR
NRP	:	705240046
Program Pendidikan	:	Diploma IV RPL
Jurusan	:	Teknika
Judul	:	OPTIMALISASI KINERJA SISTEM PENDINGIN MESIN INDUK PADA KAPAL MT. STS SPB1 UNTUK

Ketua Penguji	Anggota Penguji 2	Anggota Penguji 3
H. Kamarul Hidayat S.Pel M.M.Tr.	**Derma Watty Sihombing,SE.,MM**	**Asman Ala, ST., MT**
NIP. 197109191998031001	NIP. 198403162010122002	NIP. 1970020719980031002

Mengetahui :
Ketua Jurusan Teknika

Dr. Markus Yando, S.Si.T., M.M
NIP. 19800605 200812 1 001

KATA PENGANTAR

Penulis menyampaikan rasa terima kasih kepada Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya sehingga makalah ini dapat terselesaikan. Makalah ini disusun dalam waktu singkat untuk memenuhi persyaratan Program RPL Teknika yang diadakan oleh Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran Jakarta.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa penyusunan makalah ini masih belum optimal, mengingat adanya keterbatasan waktu dan kapabilitas penulis, serta kurangnya pengalaman dalam pembuatan makalah yang komprehensif. Untuk itu, penulis sangat menghargai setiap kritik dan saran yang bersifat konstruktif demi perbaikan substansi makalah ini di masa mendatang.

Pada kesempatan ini, penulis menyampaikan penghargaan setinggi-tingginya kepada:

1. Dr. Capt Tri Cahyadi, M.H., M.Mar. selaku Direktur Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran Jakarta
2. Asman Ala, ST.,MT Selaku Pembimbing I Penulisan Skripsi Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran Jakarta.
3. Capt Fahmi Umasangadji, S.SiT., MSi. Selaku pembimbing II penulisan Skripsi Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran Jakarta.
4. Seluruh Pengajar Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran Jakarta. atas bimbingan yang di berikan kepada penulis selama mengikuti program RPL Teknika
5. Rekan rekan RPL Teknika Tahun 202
6. Istri dan anak Saya serta keluarga tercinta yang telah memberikan doa dan dorongan serta bantuan moril dan materi,sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan Skripsi ini..

Dalam penyusunan skripsi ini, Penulis menyadari adanya keterbatasan dalam berbagai aspek. Mengingat kesempurnaan mutlak tidak dapat dicapai, penulis sangat terbuka terhadap kritik dan saran konstruktif demi penyempurnaan karya ini.

Jakarta, 17 November 2025

Amrul Muddasir

ABSTRAK

AMRUL MUDDASIR, 2025, *Optimalisasi Kinerja Sistem Pendingin Mesin Induk pada Kapal SPB1 untuk Meningkatkan Efisiensi Operasional.* dibimbing oleh **Asman Ala, ST.,MT** dan **Capt Fahmi Umasangadji, S.SiT., MSi**

Pendingin adalah substansi yang memiliki fungsi menyerap panas. Panas ini berasal dari proses pembakaran bahan bakar di dalam *silinder* serta gesekan antar komponen logam. Sistem pendingin terdiri dari beberapa komponen yang bekerja secara terintegrasi, meliputi: *pendingin (cooler)*, pompa sirkulasi air tawar, *saringan air laut (strainer)*, dan *kotak air laut (sea chest)*. Kerusakan pada salah satu komponen tersebut dapat mengakibatkan penurunan efektivitas pendinginan Mesin Induk.

Penelitian ini berfokus pada optimalisasi perawatan sistem pendingin dalam mendukung operasional mesin induk. Kajian ini dilakukan di atas kapal *MT. STS SPB1* selama periode tiga bulan. Pengumpulan data dilakukan secara langsung pada objek penelitian yang relevan dengan topik yang dibahas.

Hasil studi mengindikasikan bahwa optimalisasi perawatan sistem pendingin berkontribusi signifikan terhadap peningkatan keandalan mesin induk serta penurunan potensi kegagalan yang dapat menimbulkan kerugian. Implementasi strategi ini diharapkan mampu mewujudkan efisiensi operasional yang lebih baik, meminimalkan biaya perbaikan mendadak, dan memperpanjang umur pakai peralatan.

Kata kunci: Sistem Pendingin, Pada Pompa, Mesin Utama.

ABSTRACT

AMRULMUDDASIR, 2025, *Optimizing the Performance of the Main Engine Cooling System on the SPB1 Ship to Improve Operational Efficiency***,** supervised by **Asman Ala, ST.,MT** And **Capt Fahmi Umasangadji, S.SiT., MSi**

A coolant is a substance that has the function of absorbing heat. This heat comes from the combustion process of fuel inside the *cylinder* as well as friction between metal components. The cooling systemconsists of several components that work in an integrated manner, including: *coolant (cooler)*, freshwater circulation pump, *seawater strainer*, and *seawater chest*. Damage to one of these components can result in a decrease in the cooling effectiveness of the Main Engine.

This research focuses on optimizing the maintenance of the cooling system in supporting the main engine's operation. This study was conducted on the ship *MT. STS SPB1* for a period of three months. Data collection was carried out directly on the research object relevant to the topic discussed.

The study results indicate that optimizing the maintenance of the cooling system contributes significantly to improving the reliability of the main engine and reducing the potential for failures that can cause losses. The implementation of this strategy is expected to achieve better operational efficiency, minimize emergency repair costs, and extend the equipment's lifespan.

Keywords: Cooling System, For Pump Main Engine.

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN SAMPUL i

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS iii

HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI iv

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI v

KATA PENGANTAR vi

ABSTRAK viii

ABSTRACT ix

DAFTAR ISI x

DAFTAR LAMPIRAN xii

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang 1
B. Identifikasi Masalah 2
C. Batasan Masalah 3
D. Rumusan Masalah 3
E. Tujuan Penelitian 3
F. Manfaat Penelitian 3
G. Hipotesis 4

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

A. Optimalisasi 5
B. Pendingin 5
C. Pump Centrifugal 11
D. Manajement Perawatan 12
E. Kerangka pemikiran 20

BAB III METODE PENELITIAN

A. Metode Penelitian 21
B. Teknik Pengumpulan data 21
C. Subjek Penelitian 21
D. Waktu dan Tempat Penelitian 22
E. Sistematika Penulisan 22

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Deskripsi Data 24
B. Analisis Data 27
C. Pemecah Masalah 34

BAB V PENUTUP

A. Kesimpulan 44
B. Saran 45

DAFTAR PUSTAKA 46

LAMPIRAN 48

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor		Halaman
1	Piping Diagram Sistem Pendingin terbuka	48
2	Piping Diagram Sistem Pendingin tertutup	49
3	Central cooling	50
4	Sea chest Cleaning	51
5	Sea Water Cooling Pump	52
6	Fresh Water Cooler	53
7	Crew list	54
8	Ship Particular	55

BAB 1

PENDAHULUAN

A. LATAR BELAKANG

Kapal laut adalah elemen fundamental dalam transportasi maritim, berfungsi sebagai sarana pergerakan di perairan, saluran distribusi barang antarnegara, dan penghubung jaringan pelabuhan internasional. Kapal juga merupakan moda angkutan laut yang paling ekonomis dan efisien berkat kapasitas angkutnya yang masif dan biaya operasional yang relatif rendah.

Saat ini, mayoritas kapal mengandalkan mesin diesel, sebagai penggerak utama atau pendukung. Umumnya, mesin diesel memerlukan sistim pendinginan air untuk menjaga kinerja optimal mesin. Untuk mencegah kerusakan pada motor diesel akibat suhu dan tekanan tinggi yang melebihi batas toleransi, panas hasil pembakaran harus dikelola secara efektif. Pengelolaan ini dilakukan dengan mengalirkan pendinginan media didalam volume yang memadai ke seluruh bagian komponen mesin.

Saat mesin diesel beroperasi, gerakan piston dalam silinder menghasilkan panas yang signifikan akibat pembakaran dan gesekan bahan bakar. Panas ini terus-menerus dialirkan ke blok mesin dan komponen terkait, sehingga memerlukan sistem pendinginan. Sistem pendinginan air laut merupakan komponen krusial pada kapal yang memerlukan perhatian setara dengan sistem pendinginan air tawar. Kelancaran operasional kapal sangat bergantung pada performa mesin, mengingat dinding silinder mesin diesel terus-menerus terpapar panas dari gesekan dan pembakaran.

Sistem pendinginan pada motor diesel terbagi menjadi dua jenis: sistem pendinginan tertutup dan sistem pendinginan terbuka. Tujuannya adalah untuk mencegah kerusakan komponen mesin akibat pemanasan berlebih yang dapat menurunkan reforma mesin. Perawatan yang kurang memadai terhadap air pendingin pada mesin induk maupun mesin bantu dapat berujung pada konsekuensi yang serius. Untuk memastikan kelancaran aliran media pendingin, perhatian yang cermat diperlukan pada bagian-bagian kritis seperti area mesin pendingin, pipa penyejuk, pompa air laut, serta Sea Chest.

Dalam pengalaman penulis, saat melakukan pelayaran pada tanggal 1 Agustus 2024 dari Guinea Barat ke Angola di Afrika Tengah, kapal beroperasi dalam kondisi normal. Satu jam sebelum tiba di pelabuhan tujuan, putaran mesin utama tiba-tiba menurun. Setelah pemeriksaan mesin induk, terdeteksi penurunan tekanan Tekanan pada pompa air laut pendingin yang mengalir ke Cooler turun hingga 1,96 bar, jauh di bawah batas normal 3,92 bar. Situasi ini mengakibatkan peningkatan suhu air pendingin mesin induk mencapai 90°C, melebihi suhu operasional normal 75°C hingga 80°C. Kenaikan suhu ini memicu bunyi alarm dari sakelar termal kontrol alarm.

Akibat dari masalah ini, operasi kapal mengalami penundaan dan menimbulkan keluhan dari pihak penyewa kapal. Untuk mengatasi persoalan tersebut, masinis yang bertugas melakukan pemeriksaan menyeluruh pada sistem pendinginan. Ditemukan adanya kotoran atau teritip pada saringan air laut, serta usia pompa yang sudah tua sehingga tidak berfungsi secara optimal.

Berangkat dari insiden tersebut, penulis terinspirasi untuk menyusun makalah dengan judul:

OPTIMALISASI KINERJA SISTEM PENDINGIN MESIN INDUK PADA KAPAL MT. STS SPB1 UNTUK MENINGKATKAN EFISIENSI OPERASIONAL

B. IDENTIFIKASI MASALAH

Pemeliharaan berkala merupakan aspek krusial untuk memastikan efektivitas operasional sistem pendingin air laut pada mesin utama dan komponen terkait lain nya. Kinerja sistem pendingin air yang optimal memiliki implikasi langsung terhadap suhu operasional dan fungsi mesin utama, sehingga menjamin kelancaran operasional mesin. Sejalan oleh karna itu penulis mengidentifikasi permasalahan sebagai berikut:

a. *Fresh water cooler* tidak mencapai efisiensi kerja maksimum.
b. *Sea water cooling pump* pompa air laut tidak berkerja dengan optimal.
c. Filter air laut tersumbat arena penumumpuan berbagai kotoran
d. Pelaksanaan perawatan system pendingin belum sesuai dengan procedure pemeliharaan standar (PMS)

C. BATASAN MASALAH

Mengingat cakupan yang luas terkait isu-isu pada sistem pendingin air tawar untuk mesin utama, demi tercapainya fokus bahasan yang lebih tajam, penulis akan membatasi ruang lingkup pembahasan dalam hal makalah ini pada isu-isu yang diprioritaskan, yaitu terkait

1. *Fresh Water Cooler* tidak mencapai efisiensi kerja maksimum.
2. *Sea water cooling pump* tidak berkerja dengan optimal.

D. RUMUSAN MASALAH

Untuk memfasilitasi identifikasi solusi yang efektif, pemformulasian masalah merupakan langkah yang esensial. Berdasarkan penjabaran identifikasi berdasarkan batasan masalah yang telah dipaparkan, penulis merumuskan permasalahan sebagai berikut:

a. Apakah penyebab *Fresh Water Cooler* tidak mencapai efisiensi kerja maksimum.

b. Apakah penyebab *sea water cooling pump* tidak berkerja dengan optimal. ?

E. TUJUAN PENELITIAN DAN MANFAAT PENELITIAN

1. TUJUAN PENELITIAN

a. Mengidentifikasi penyebab disfungsi optimal pada *Fresh Water Cooler* dan mengeksplorasi opsi solusi pemecahannya.
b. Mengidentifikasi penyebab penurunan kinerja pada ***s****ea water cooling pump* dan mengeksplorasi opsi solusi pemecahannya.

2. MANFAAT PENELITIAN

a.Manfaat Teoritis

Sebagai kontribusi intelektual terhadap kajian manajemen perawatan air pendingin, dengan mengobservasi karakteristik spesifik dan mendorong penelitian lebih lanjut mengenai pemeliharaan sistem air pendingin dari perspektif yang berbeda.

b. Manfaat Praktis

Memberikan sumbangsih pemikiran bagi para profesional di bidang terkait, sehingga dalam menghadapi permasalahan serupa, temuan ini dapat berfungsi sebagai referensi dalam upaya penyelesaian masalah, guna mengelola dampak yang timbul dari sistem pendingin air.

F. HIPOTESIS

Menimbang pokok permasalahan yang telah diuraikan, penulis mengajukan hipotesis mengenai penyebab penurunan kinerja sistem pendingin mesin utama pada kapal MT.STS SPB1:

a. Adanya penyumbatan pada saringan air laut / *sea chest*
b. Terdapat kerusakan pada komponen impeler.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. OPTIMALISASI

Merujuk pada ScienceDirect (2016:233), yang dikutip dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI), istilah "optimalisasi" berasal dari kata dasar "optimal", yang memiliki makna terbaik, tertinggi, atau paling menguntungkan. Proses ini mencakup tindakan menjadikan sesuatu sebagai yang terbaik atau tertinggi, serta optimalisasi proses, cara, atau perbuatan dalam upaya mencapai kondisi optimal. Dengan demikian, optimalisasi dapat didefinisikan sebagai sebuah tindakan, proses, atau metodologi yang bertujuan untuk menyempurnakan, meningkatkan fungsionalitas, atau efektivitas suatu entitas, seperti desain, sistem, atau keputusan, hingga mencapai kondisi yang paling ideal.

Menurut Kumar, V., & Ukkusuri, S. V. (2021), optimalisasi merupakan sebuah prosedur pemilihan solusi terbaik dari berbagai alternatif yang tersedia, setelah mempertimbangkan seluruh faktor relevan. Sasaran utama dari optimalisasi adalah untuk mencapai tingkat performa maksimal atau mengoptimalkan sejumlah hasil spesifik, misalnya efisiensi, profitabilitas, atau kepuasan pelanggan, melalui pemanfaatan sumber daya yang ada secara efisien.

B. SISTEM PENDINGIN

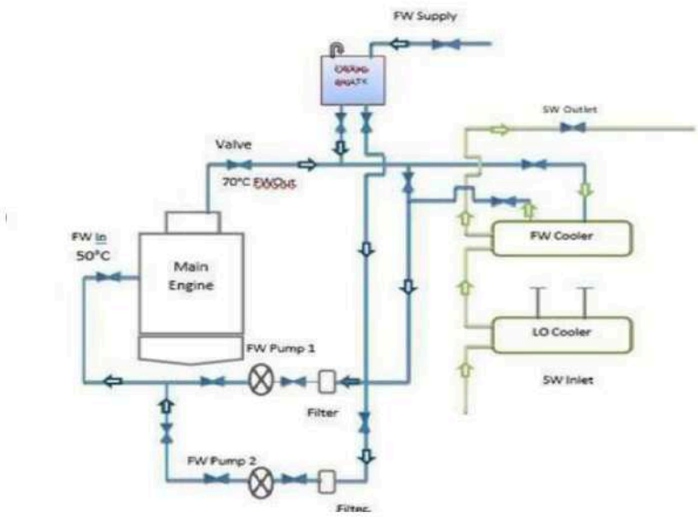
Menurut Çengel, Y. A., & Turner, R. H. (2018), sistem pendingin merupakan suatu susunan atau bagian terkait berfungsi mengurangi temperatur suatu benda atau area dengan mentransfer panas dari objek tersebut kelingkungan sekitarnya. Implementasi sistem pendingin lazimnya didasarkan pada prinsip mekanisme perpindahan energi termal, seperti konveksi, konduksi, atau penguapan, demi tercapainya tujuan efek pendinginan.

Pada kapal yang mengadopsi mesin diesel sebagai sumber tenaga penggerak, dengan memanfaatkan sistem pendingin air laut, fluida pendingin disirkulasikan untuk melintasi dan mengelilingi selubung silinder, bagian kepala silinder, dan berbagai elemen krusial lainnya yang membutuhkan pengurangan temperatur. Fluida pendingin akan mengabsorpsi energi termal (*kalor*) dari seluruh komponen tertulis, lalu dialirkan keluar dari *engine block* menuju unit penukar panas (*cooler*) guna mereduksi kembali nilai temperaturnya.

1. Analisis Tiga Sistem Pendingin pada Mesin Induk Kapal

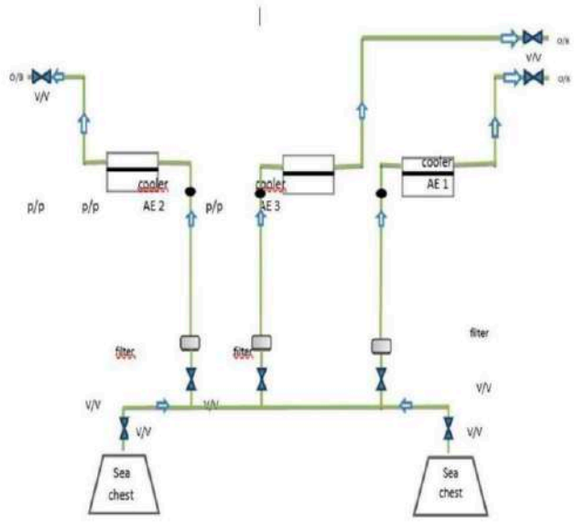
a. Sistem Pendingin Air Tawar (Sistem Tertutup)

Menurut Yanuar, B., & Wijaya, A. (2020), Sistem pendingin air tawar memanfaatkan air tawar sebagai media utamanya dalam proses pendinginan. Air tawar ini biasanya diperoleh dari sumber alami seperti sungai, danau, atau waduk yang digunakan untuk pendinginan bagian pada mesin, peralatan spesifik.



b. Sistem Pendinginan Berbasis Air Laut (Sistem Terbuka)

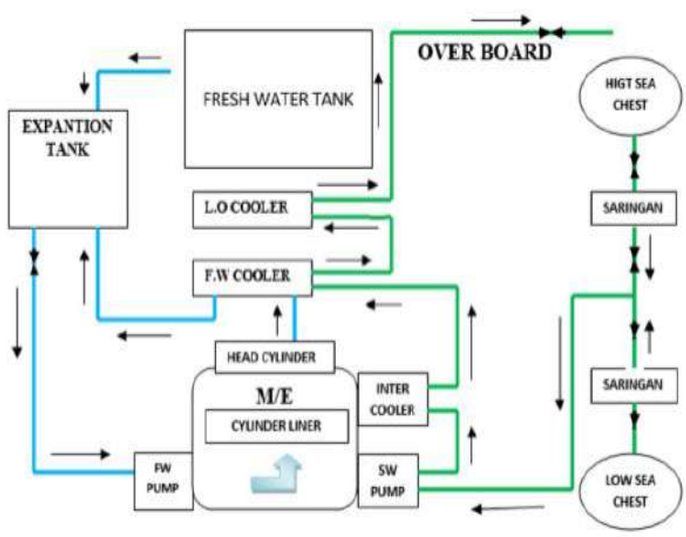
Berdasarkan pendapat Soni, V., & Pradana, E. (2019), sistem pendinginan air laut merupakan tipe sistem yang memanfaatkan air laut sebagai fluida perantara untuk proses pendinginan. Air laut umumnya diaplikasikan pada unit maritim sebagai sumberdaya pendinginan mengingat ketersediaannya yang melimpah di lingkungan laut.



Sea Water Cooling System

c. Sistem Pendinginan Terpusat *Central Cooling*

Berdasarkan literatur oleh Taylor, D. A. (2018), sistem pendinginan terpusat di kapal adalah konfigurasi pendinginan yang disiapkan untuk menurunkan dan mengendalikan temperatur di seluruh area operasional mesin kapal. Sistem ini umumnya mencakup berbagai elemen fungsional seperti pompa sirkulasi, unit pertukaran panas, jaringan perpipaan, serta instrumen pengendali temperatur. Keseluruhan komponen ini beroperasi secara harmonis untuk mempertahankan temperatur mesin dan sistem pendukung lainnya dalam batas operasional yang aman dan efisien.



Cooling Water Cooling System

1. Klasifikasi Sistem Pendingin Berdasarkan Sirkulasinya

Berdasarkan Johans Handoyo dan Jusak (2020:56), kapal berukuran besar umumnya menerapkan 2 metode untuk pendinginkan mesin utama serta engine pendukungnya, yaitu:

a. Sistem Pendingin Sirkulasi Terbuka

pada sistem pendingin terbuka memanfaatkan satu jenis medium pendingin tunggal, yaitu air laut. Proses pendinginan melibatkan pengambilan air laut dari sea chest melalui Strainer menggunakan pompa air laut. Air ini kemudian dialirkan ke komponen-komponen mesin yang memerlukan pendinginan, meliputi pendingin oli pelumas dan pendingin udara untuk mendinginkan kepala silinder, dinding silinder, dan katup pembuangan sebelum akhirnya di buang kembali ke laut.

Dari perspektif konstruksi, sistem pendinginan langsung menawarkan keunggulan berupa kesederhanaan dan kebutuhan daya Sistem pendingin langsung memiliki sirkulasi air yang lebih rendah, namun menawarkan efisiensi penggunaan peralatan karena tidak memerlukan tangki air atau pompa sirkulasi berlebih. Kelemahannya meliputi kerentanan instalasi perpipaan terhadap korosi akibat sifat korosif air laut, serta sensitivitas air pendingin terhadap perubahan temperatur air laut.

Komponen umum sistem pendingin sirkulasi terbuka (langsung) meliputi:

1). *Sea Chest* merupakan bagian kapal yang terhubung dengan air laut, terletak di sisi dalam lambung kapal di bawah garis air. Fungsinya adalah mendistribusikan air laut ke dalam sistem pendingin mesin kapal untuk menunjang operasional *Sea water system* .

2). Katup (*Valve*) Seluruh pada sistem perpipaan di ruang mesin yang dilengkapi dengan *valve* . Komponen ini berperan sebagai pengatur buka tutup aliran air laut, elemen pengaman jika terjadi kebocoran yang memerlukan pemompaan, atau untuk keperluan pemadam kebakaran. Ukuran *valve* harus sesuai dengan diameter pipa yang terpasang.

3). Saringan (*Strainer*) adalah sebuah perangkat silinder yang lazim dipasang setelah *sea chest* . Tugasnya adalah menyaring partikel pengotor yang berhasil melewati *sea gratting* dan masuk ke dalam *sea chest* . Partikel tersebut tertahan oleh elemen penyaring di dalam *strainer* yang memiliki apertur lebih kecil. Apabila partikel tidak tersaring dan mengendap dalam *strainer* , material tersebut akan terbawa ke dalam sistem air laut di ruang mesin dan berpotensi menyumbat impeler pompa pendingin. *Strainer* perlu dibongkar secara periodik untuk pembersihan, termasuk elemen penyaringnya. Diameter penampang *strainer* biasanya berkisar 1,5 hingga 2 kali diameter pipanya.

4). Pompa Adalah air laut berfungsi untuk memindahkan, mendistribusikan, dan memberikan tekanan pada air laut menuju sistem pendingin, lalu mengarahkannya.. Terdapat berbagai jenis pompa dengan fungsi spesifik, namun untuk aplikasi pendinginan di kapal, umumnya digunakan pompa air laut jenis sentrifugal atau vertikal.

b. Sistem Pendingin Sirkulasi Tertutup

Sistem pendinginan tertutup memanfaatkan dua jenis medium pendingin: air tawar dan air laut. Air tawar bertugas mendinginkan komponen mesin, sedangkan air laut berfungsi mendinginkan air tawar itu sendiri, sebelum akhirnya dialirkan kembali ke laut. Sirkulasi air tawar berlangsung dalam sebuah siklus tertutup. Metode ini menawarkan efisiensi yang lebih baik dan memastikan pendinginan komponen mesin yang merata.

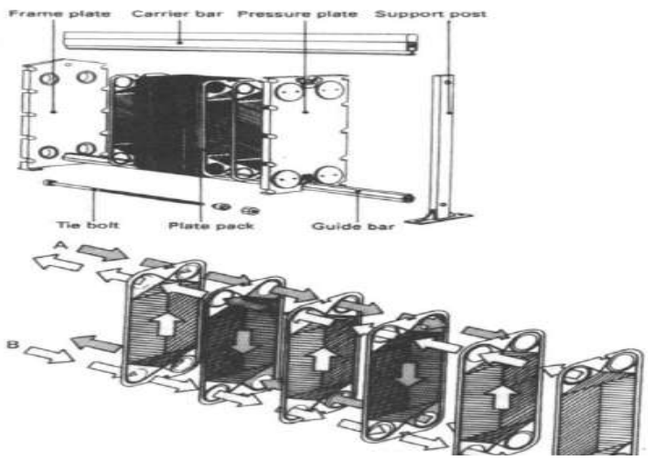
Sistem pendinginan tidak langsung tersebut memperlihatkan kinerja yang lebih unggul dibandingkan sistem langsung, seraya mampu menghasilkan pendinginan yang konsisten. Keuntungan tambahan dari sistem ini adalah berkurangnya potensi terjadinya korosi.

Adapun kekurangan sistem pendingin tidak langsung meliputi kebutuhan ruang yang lebih besar untuk penempatan komponen utama, sehingga konstruksi menjadi lebih kompleks. Selain itu, daya yang dibutuhkan untuk sirkulasi air pendingin lebih besar karena sistem ini mengoperasikan lebih banyak pompa sirkulasi**.**

3. Penukar Panas / Pendingin *(Heat Exchanger / Cooler)*

Berdasarkan Lavine, A. S. (2019), Cooler atau Heat Exchanger merupakan perangkat yang difungsikan untuk memindahkan energi panas dari satu medium fluida ke fluida lain atau lingkungan. Cara kerjanya adalah memfasilitasi transfer pertukaran panas antara dua fluida yang berbeda terjadi pencampuran. Komponen utama heat exchanger meliputi rangkaian pipa, pelat, atau elemen penukar panas lain yang memastikan efisiensi perpindahan panas berlangsung optimal.

Heat Exchanger / Cooler



Introduction to Marine Engineering Knowledge

Terdapat tiga mekanisme pertukaran panas yang berlangsung di dalam *plate cooler*, yaitu melalui:

a. Konduksi

Proses ini melibatkan pemindahan panas melalui medium padat, seperti dinding logam, serta lapisan tipis gas dan cairan yang bersentuhan langsung dengannya.

b. Konveksi

Ketika terdapat perbedaan suhu dalam fluida, bagian yang lebih panas akan mengalami penurunan densitas dan cenderung bergerak ke atas, digantikan oleh fluida yang lebih dingin. Perpindahan panas yang diakibatkan oleh pergerakan fluida ini dikenal sebagai konveksi.

c. Radiasi

Setiap benda dengan suhu tertentu akan memancarkan energi panas dalam bentuk gelombang elektromagnetik. Benda tersebut juga memiliki kemampuan untuk menyerap dan menyimpan energi panas yang diterima. Perpindahan panas melalui radiasi terjadi ketika energi panas dipancarkan dan diserap. Dalam konteks *plate cooler*, perpindahan panas radiatif dapat terjadi antara *plate cooler dengan lingkungan sekitarnya, memisahkan air laut (sea water)dan air tawar.(fress water)*

Berdasarkan riset Öztürk, H. H. (2020), Berikut adalah beberapa konsekuensi dari pemeliharaan unit pendingin yang tidak memadai:

d. Penurunan Efisiensi Termal:

Cooler yang tidak memperoleh pemeliharaan rutin dapat mengumpulkan berbagai macam kontaminan, termasuk debu, endapan mineral, atau residu lainnya. Penumpukan ini menghambat sirkulasi medium pendingin, baik udara maupun cairan, sehingga mengurangi kapabilitas pelepasan panas cooler dan menurunkan efisiensi operasionalnya secara keseluruhan.

e. Peningkatan Konsumsi Daya:

Cooler yang kurang terawat memerlukan input energi yang lebih besar untuk mencapai set point pendinginan yang ditentukan. Kebutuhan daya yang meningkat ini secara langsung berdampak pada kenaikan pengeluaran operasional yang signifikan.

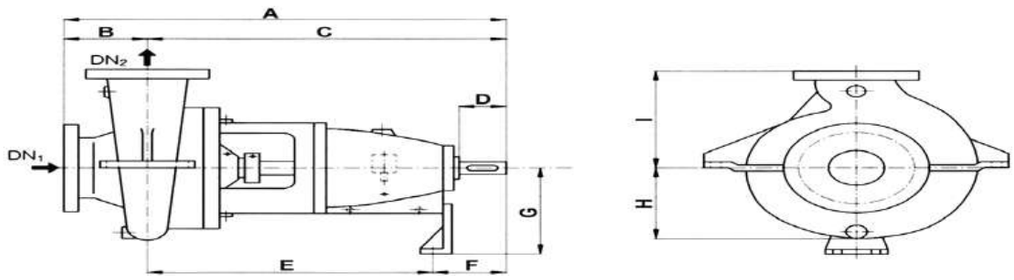
f. Risiko Kerusakan Peralatan:

Kegagalan dalam pemeliharaan cooler dapat menyebabkan kondisi suhu berlebih (kerusakan) pada komponen mesin atau sistem terkait. Hal ini meningkatkan potensi kerusakan pada bagian kritis, yang membutuhkan biaya perbaikan substansial (tidak Sedikit).

C. POMPA SENTRIFUGAL

Secara umum, *Pompa sentrifugal mengalirkan air laut dan air tawar,* dan untuk memenuhi kebutuhan bilge serta ballast. Komponen impelernya terpasang pada poros tanpa adanya penyangga dari bagian bawah.

Centrifugal Pump



Keterangan Gambar:
A = Panjang total pompa (Overall length)

B = Jarak antara flens isap (DN_1) dan pusat impeller (Suction flange centerline distance)

C = Jarak dari flens tekan (DN_2) ke ujung belakang pompa (Delivery flange to shaft end distance)

D = Diameter poros (Shaft diameter)

E = Panjang dasar pompa dari flens isap ke kaki belakang (Base length)

F = Panjang kaki dudukan belakang (Rear foot length)

G = Tinggi sumbu poros dari dasar (Centerline height)

H = Lebar pompa pada bagian rumah volute (Pump casing width)

I = Tinggi total dari dasar ke flens tekan (Overall height)

Tambahan Simbol:

DN_1 = Diameter nominal pipa isap (*Nominal suction diameter*)

DN_2 = Diameter nominal pipa tekan (*Nominal discharge diameter*)

Menurut Karassik, I. J. (2007), Kerusakan pompa sentrifugal umum meliputi masalah yang menurunkan tekanan, seperti:

1. Kavitasi: Fenomena kavitasi terjadi ketika tekanan statis fluida menurun di bawah tekanan uapnya, sehingga membentuk gelembung uap yang akan pecah ketika berpindah ke area bertekanan lebih tinggi. Kerusakan akibat kavitasi dapat menimbulkan dampak pada impeler dan rumah pompa, yang berujung pada penurunan kinerja serta tekanan keluaran.
2. Oklusi pada Jalur Masuk: Hambatan pada jalur masuk pompa, yang disebabkan oleh penumpukan kotoran atau benda asing, dapat mengganggu aliran fluida ke dalam pompa. Situasi ini berdampak pada berkurangnya kecepatan aliran dan tekanan pompa..

D. MANAJEMEN PEMELIHARAAN

Pintelon & Parodi (2017) mendefinisikan manajemen pemeliharaan sebagai sekumpulan kegiatan preventif, rutin, dan korektif yang diterapkan secara konsisten pada aset atau sistem. Tujuannya adalah melindungi kinerja optimal, menghindari kerusakan, dan memaksimalkan masa pakai. Terdapat empat kategori utama dalam manajemen pemeliharaan:

1. Pemeliharaan Pendingin (Cooler Maintenance)

   Berikut adalah beberapa penyebab umum penurunan kinerja pada unit pendingin dan strategi penanganannya oleh seorang insinyur, serta aspek-aspek penting yang memerlukan pemeliharaan untuk menjaga efektivitas unit pendingin:

Faktor Penyebab Penurunan Kinerja Unit Pendingin :

Akumulasi Kontaminan: Penumpukan partikel Akumulasi partikel seperti debu atau endapan pada unit pendingin dapat mengganggu aliran udara atau cairan pendingin. sehingga mengurangi kapasitas pendinginannya.

Gangguan Komponen: Kegagalan fungsi pada bagian krusial unit pendingin, termasuk kipas, motor, atau mekanisme lain, berpotensi menyebabkan penurunan efektivitas pendinginan.

Degradasi Material: Fenomena korosi atau oksidasi pada komponen logam unit pendingin dapat menurunkan efisiensi operasional dan kapasitas pendinginannya.

Disfungsi Sistem Kendali: Ketidakberesan atau instabilitas pada sistem kendali unit pendingin dapat menyebabkan fluktuasi suhu yang tidak teratur atau pengoperasian yang suboptimal.

Langkah-langkah Penanganan oleh Insinyur :

Depurasi Berkala: Pelaksanaan pembersihan secara periodik pada unit pendingin untuk menghilangkan akumulasi kontaminan dan sedimen, baik melalui metode mekanis maupun penggunaan agen pembersih khusus.

Restorasi atau Substitusi Komponen: Melakukan inspeksi dan perbaikan atau penggantian komponen yang mengalami kerusakan atau keausan, seperti kipas, motor, atau bagian mekanis lainnya.

Aplikasi Pelapis Pelindung: Implementasi lapisan pelindung anti-korosi pada komponen logam unit pendingin untuk mencegah degradasi hasil dari reaksi kimia dengan lingkungan.

Kalibrasi dan Pemeliharaan Pada Sistem Kontrol Serangkaian kalibrasi serta pemeliharaan berkala terhadap sistem kontrol unit pendingin dilakukan demi menjamin stabilitas dan efisiensi operasional.

Aspek yang Perlu Dipelihara untuk Menjaga Kinerja Unit Pendingin:

Depurasi Reguler: Melakukan depurasi secara teratur pada keseluruhan bagian unit pendingin untuk mencegah akumulasi kontaminan dan sedimen.

Pemeliharaan Komponen Gerak: Pemeriksaan dan pemeliharaan perangkat mekanis, seperti kipas dan motor. dan bantalan secara berkala untuk menjamin kelancaran dan efisiensi kegiatan.

Pemantauan dan Perawatan Sistem Kendali: Melakukan pemantauan dan pemeliharaan sistem kendali unit pendingin secara konsisten guna memastikan pengaturan suhu optimal akurat dan operasional yang stabil.

Pelumasan dan Proteksi Korosi: Melumasi komponen bergerak serta melapisi logam dengan pelindung korosi untuk mencegah kerusakan dan degradasi pada material.

2. Pemeliharaan Pompa

Pemeliharaan Insidental

Pengadaan layanan pemeliharaan insidental beserta penanganan berbagai anomali pada pompa dan solusinya.

a. Kesulitan dalam Mencapai Vakum pada Pompa

1. Observasi adanya sumbatan pada katup pengisian akibat serpihan atau benda asing; lakukan pembersihan objek tersebut.
2. Lakukan pengecekan terhadap keausan atau ketidaksesuaian dudukan katup; perbaiki katup yang ada atau substitusikan dengan unit baru.
3. Periksa kebocoran pada pipa isap; segera lakukan perbaikan.
4. Periksa kebocoran pada perapat (packing/mechanical seal) pompa; segera lakukan perbaikan atau penggantian.
5. Periksa adanya udara terperangkap di dalam pompa; lakukan pembuangan udara hingga tuntas (drain).

b. Pompa Tidak Bekerja Pada Saat Tombol Start Ditekan.

1) Periksa fungsi komponen kelistrikan, termasuk sekring. Ganti sekring yang putus dan operasikan kembali pemutus sirkuit yang terbuka. Untuk komponen kelistrikan

lain yang tidak berfungsi, lakukan perbaikan atau penggantian, atau identifikasi dan atasi penyimpangan pada sistem kelistrikan.

2) Uji putaran pompa secara manual. Periksa kondisi perapat (packing/mechanical seal), bantalan (bearing), dan kopling. Berikan pelumasan yang memadai. Jika salah satu komponen rusak, segera ganti.
3) Periksa dan singkirkan benda asing yang mungkin tersangkut di dalam pompa.
4) motor mengalami kerusakan atau terjadi putus lilitan, penggantian motor harus segera dilakukan.

3. Beban Lebih pada Motor.

   a. Periksa kestabilan tegangan suplai listrik. Jika terlalu rendah, lakukan penyesuaian.
   b. Kendorkan penekan perapat (packing gland) jika terlalu kencang.
   c. Periksa kemungkinan adanya benda asing yang terblock / menyumbat area berputar; singkirkan benda asing tersebut.
   d. Jika bantalan bola (ball bearing) rusak, segera ganti.

4. Tingkat Kebisingan dan Getaran yang Berlebihan.

   a. Periksa keselarasan kopling. Lakukan penyesuaian keselarasan jika diperlukan.
   b. Periksa kekokohan pondasi atau penyangga pipa. Perkuat jika diperlukan.
   c. Periksa kemungkinan masuknya udara. Kencangkan sambungan pipa dan segera perbaiki kebocoran yang teridentifikasi.
   d. Periksa kemungkinan tersumbatnya pipa oleh benda asing; keluarkan benda asing tersebut.
   e. Jika bagian yang berputar tidak berfungsi akibat keausan impeller, lakukan penyeimbangan ulang impeller atau penggantian jika perlu.

5. Kebocoran pada Perapat Mekanis (Mechanical Seal).

   a. Jika perapat mekanis mengalami kebocoran, segera lakukan penggantian.
   b. Pastikan ukuran perapat mekanis sesuai. Lakukan penyamaan ukuran jika dilakukan penggantian.
   c. Pastikan kualitas perapat mekanis yang di instal dengan baik.

6. Perapat Mengalami Kebocoran dan Pemanasan.

   a. Terjadi kebocoran air pada perapat tekan.

      1) Periksa apakah tekanan pada penekan perapat memadai. Kencangkan penekan perapat secukupnya hingga laju kebocoran air dari kotak perapat berkurang menjadi tetesan yang terkendali.
      2) Apabila penjepit terlalu pendek menyebabkan celah melebar, gunakan penjepit dengan ukuran yang tepat.
      3) Jika perapat sudah aus dan selongsong poros mengalami keausan, ganti perapat dan pertimbangkan penggantian selongsong poros.

b. Perapat Tekan Terlalu Panas.

1) Pasca penutupan segel, tidak ada kebocoran cairan yang teramati dari unit segel.
2) Evaluasi kesesuaian tekanan internal pompa dengan spesifikasi segel yang terpasang. Pertimbangkan penggantian segel dengan model yang didesain untuk aplikasi bertekanan lebih tinggi.

c. Kebocoran Air dari Poros Pompa.

1) Jika permukaan gesek mengalami kerusakan akibat masuknya benda asing, amplas dan haluskan permukaannya atau ganti dengan yang baru.
2) Jika terjadi keausan pada poros pompa akibat gesekan, segera ganti poros untuk mencegah kerusakan komponen lain.
3) Jika perapat pada bagian seal rusak, ganti perapat.

7. Pemeliharaan Terencana

a. Inspeksi Awal Sebelum Pengoperasian Pompa: Setiap pompa, baik yang baru dipasang maupun yang sudah lama tidak aktif, wajib menjalani pemeriksaan menyeluruh sebelum digunakan.

1). Pembersihan Pada Katup Hisap dan Pipa Isap.

Pendukung instalasi pompa., jika terdeteksi adanya benda asing, residu, atau material lain yang dapat menyumbat atau merusak komponen pompa, pembersihan area tersebut wajib dilakukan sebelum pompa kembali dioperasikan.

Ketersediaan pasokan air pendingin yang mencukupi bergantung pada instalasi yang terpercaya. Oleh sebab itu, seluruh komponen sistem pendingin harus dijaga kondisinya secara berkala demi memastikan kesiapan operasional saat diperlukan.

Meskipun kerusakan akibat proses kimia dalam pipa tidak dapat sepenuhnya dihindari, praktik pemeliharaan yang baik dan terencana dapat memperlambat degradasi, sehingga memperpanjang umur instalasi.

2). Inspeksi Keselarasan.

Keselarasan antara poros pompa dan poros motor harus diperiksa secara berkala. Ketidaksesuaian keselarasan dapat disebabkan oleh berbagai faktor, termasuk:

a) (Perubahan bentuk rumah pompa sebagai akibat dari ekspansi dan kontraksi pipa.
b) Deformasi struktur bangunan dan pergeseran posisi. Ketidakselarasan yang terjadi dalam jangka panjang dapat menyebabkan keausan prematur pada bantalan dan getaran signifikan pada pompa serta motornya.

3). Pemeriksaan Pada Pelumas Bantalan.

Poros mesti berputar dengan lancar tanpa hambatan saat diputar tangan. Saat melambat, akan ada gerakan balik singkat sebelum berhenti sepenuhnya.

4). Evaluasi Operasional Poros.

Kebersihan dan kuantitas gemuk serta pelumasan bantalan perlu pemantauan berkala.

5). Pemeriksaan Pipa Suporting.

Seluruh katup di sistem perpipaan suporting, seperti jalur pendingin, diharuskan terbuka sepenuhnya. Kuantitas dan tekanan pada pasokan air pendingin dan pelumas harus mematuhi spesifikasi yang telah ditentukan.

6). Proses Priming Pompa.

Pompa perlu di-prime dengan pengisian penuh pada pompa dan pipa isapnya menggunakan air laut dari cadangan sea chest untuk menjamin tidak adanya residu udara di dalam pompa.

7). Konfirmasi Arah Rotasi.

Konfirmasi arah rotasi umumnya dilaksanakan dengan melepas susunan kopling antara pompa dan motor penggerak. Motor dinyalakan secara independen untuk memeriksa kesesuaian arah putarannya dengan yang semestinya. Setelah arah rotasi terkonfirmasi benar, kopling dipasang kembali. Apabila arah rotasi ditemukan terbalik, segera lakukan pemeriksaan pada sambungan kelistrikan motor.

8). Penanganan Katup Outlet Saat Start.

Saat Mulailah, katup tekanan pada pipa keluar harus tertutup sepenuhnya. Selanjutnya, pompa di-start, katup di buka secara bertahap sambil terus memantau manometer hingga mencapai tekanan normal sesuai spesifikasi pompa. Operasi dengan katup tertutup dalam waktu lama tidak disarankan karena dapat menyebabkan pemanasan fluida di dalam pompa dan menimbulkan masalah. Pompa sebaiknya tidak dijalankan lebih dari 5 menit dengan katup tertutup.

b. Observasi Kondisi Operasional.

Terdapat beberapa parameter yang perlu dievaluasi untuk menilai kondisi operasional pompa secara kasar, Pada awalnya, katup pengaman pada saluran buang ditutup rapat. Kemudian, pompa ini

1) Pembacaan pengukur tekanan. Tekanan balik dan tekanan masuk harus sesuai dengan spesifikasi yang ditentukan dan stabil tanpa fluktuasi yang tidak semestinya. Adanya sumbatan atau udara yang terhisap dapat menyebabkan penurunan tekanan atau fluktuasi yang tidak normal.
2) Konsumsi Arus Listrik. Arus listrik yang dikonsumsi harus berada di bawah nilai yang tertera pada ammeter dan tidak berfluktuasi secara abnormal. Keberadaan partikel asing atau pasir pada area impeller-casing pompa berpotensi mengakibatkan fluktuasi arus listrik abnormal sebelum terjadinya macet pada impeller.

c. Manajemen Pompa Stanby / Cadangan.

1) Pompa cadangan harus dapat diaktifkan sewaktu-waktu jika diperlukan. Pelumasan dan inspeksi pada bantalan, perapat (packing) atau perapat mekanis (mechanical seal) harus dilakukan dengan baik untuk mencegah kerusakan.
2) Pompa stanby / cadangan direkomendasikan untuk dioperasikan dengan rutin. Apabila belum aktif, komponen internal pompa berisiko mengalami korosi yang berakibat pada ketidakmampuan berputar. Oleh sebab itu, pemeliharaan pompa hendaknya dilaksanakan paling tidak sebulan sekali atau seminggu sekali sekitar 10 menit dalam kondisi operasional normal guna menjamin kesiapannya.
3) Prosedur Penyimpanan Pompa Jangka Panjang. Jika pompa tidak akan dioperasikan dalam periode yang lama, fluida di dalamnya harus dikuras dan pompa dikeringkan. Bagian-bagian seperti bantalan, poros, seal ring, dan kopling wajib dilumasi atau diaplikasikan lapisan pelindung anti-korosi.

d. Manajemen Pemeliharaan.

Merumuskan pedoman untuk pelaksanaan inspeksi rutin adalah dengan menentukan komponen Hal yang akan diperiksa dan interval waktunya. Mengacu pada pedoman ini, kondisi mesin sewaktu inspeksi disandingkan dengan standar yang didapatkan dari inspeksi terdahulu.

Adapun frekuensi inspeksi adalah sebagai berikut:

1). Pemeriksaan Harian. Aspek-aspek yang memerlukan inspeksi harian mencakup:

- Uji suhu permukaan rumah pompa dengan merasakan langsung menggunakan tangan.
- Observasi pembacaan indikator tekanan hisap serta tekanan keluar pada alat pengukur tekanan.
- Observasi cermat terhadap potensi kebocoran pada area kotak perapat (stuffing box) atau perapat mekanis (mechanical seal).
- Amati pembacaan arus listrik pada ammeter.
- Evaluasi aliran fluida pendingin di dalam rumah pompa melalui sentuhan tangan, pengamatan visual, dan pendengaran.

2).Pemeriksaan Bulanan.

Setiap bulan, disarankan untuk melakukan pemeriksaan rutin terhadap ketahanan isolasi motor pompa menggunakan alat megger. Secara umum, nilai ketahanan isolasi motor tidak seharusnya berada di bawah 1 megaohm (MΩ).

3). Inspeksi Unit Bantalan (Bearing).

- Pastikan cincin pelumas berputar secara normal jika sistem pelumas menggunakan metode cincin.
- Suhu unit bantalan yang disentuh tangan tidak boleh terasa tidak nyaman atau berlebihan. Pengukuran menggunakan termometer menunjukkan bahwa suhu normal bantalan umumnya tidak melampaui 40°C di atas suhu lingkungan sekitarnya.

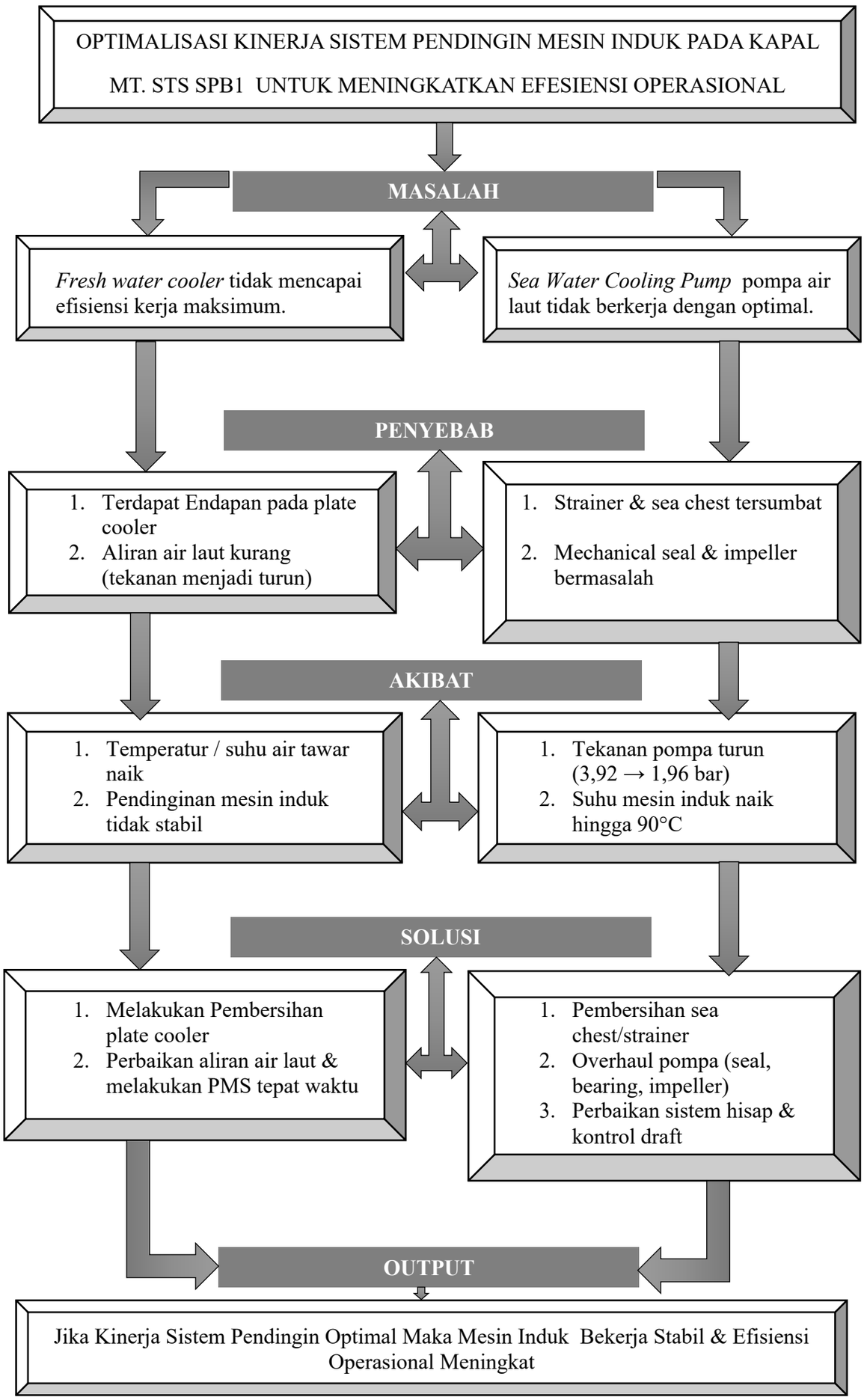
4). Pengukuran Getaran dan Tingkat Kebisingan.

Getaran yang terasa signifikan pada permukaan rumah pompa saat disentuh tangan harus dihindari. Untuk kuantifikasi yang lebih presisi, pengukuran getaran dapat dilakukan menggunakan

- Pengukuran getaran dilakukan pada unit bantalan dan motor. Nilai getaran yang direkomendasikan adalah di bawah 30 mm/s pada kecepatan 3000 rpm, dan di bawah 50 mm/s pada kecepatan 1500 rpm.
- Prosedur Keselamatan untuk Penghentian Operasional Pompa.

E.KERANGKA PEMIKIRAN

Kerangka pemikiran merupakan merupakan Gambaran alur logika peneliti berdasarkan pada hasil identifikasi masalah, dan rumusan masalah terhadap batasan malasah yang akan di bahas lebih lanjut. Berikut ini Adalah kerangka pemikiran yang akan dijadikan panduaan penulis dalam melakukan analisis data hingga pemecahan masalahan nya.


OPTIMALISASI KINERJA SISTEM PENDINGIN MESIN INDUK PADA KAPAL MT. STS SPB1 UNTUK MENINGKATKAN EFESIENSI OPERASIONAL
MASALAH
Fresh water cooler tidak mencapai efisiensi kerja maksimum.
Sea Water Cooling Pump pompa air laut tidak berkerja dengan optimal.
PENYEBAB
1. Terdapat Endapan pada plate cooler
2. Aliran air laut kurang (tekanan menjadi turun)
1. Strainer & sea chest tersumbat
2. Mechanical seal & impeller bermasalah
AKIBAT
1. Temperatur / suhu air tawar naik
2. Pendinginan mesin induk tidak stabil
1. Tekanan pompa turun (3,92 → 1,96 bar)
2. Suhu mesin induk naik hingga 90°C
SOLUSI
1. Melakukan Pembersihan plate cooler
2. Perbaikan aliran air laut & melakukan PMS tepat waktu
1. Pembersihan sea chest/strainer
2. Overhaul pompa (seal, bearing, impeller)
3. Perbaikan sistem hisap & kontrol draft
OUTPUT
Jika Kinerja Sistem Pendingin Optimal Maka Mesin Induk Bekerja Stabil & Efisiensi Operasional Meningkat

BAB III

METODE PENELITIAN

A. METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi investigasi yang diterapkan dalam karya tulis ini mengadopsi pendekatan deskriptif kualitatif. Pendekatan ini bertujuan untuk mengidentifikasi kebenaran objektif suatu permasalahan melalui penjelasan mendalam dan pemecahan masalah berdasarkan bukti empiris pada setiap segmen dan pelaksanaan.

B. TEKNIK PENGUMPULAN DATA

Untuk menyusun karya tulis ini, penulis telah melakukan pengumpulan data observasi langsung di kapal tempatnya bertugas sebelumnya. Selain itu, data juga dihimpun dari berbagai referensi kepustakaan yang relevan dengan tema komponen pada karya tulis ini.

C. SUBJEK PENELITIAN

Subjek investigasi dalam penyusunan karya tulis ini adalah sistem pendingin mesin induk pada MT. STS SPB1, yang didasarkan pada pengalaman penulis selama bertugas sebagai *Second Engineer*.

D. WAKTU DAN LOKASI PENELITIAN

Periode penelitian

penelitian untuk penyusunan karya tulis ini dilaksanakan selama penulis bertugas di MT. STS SPB1 sebagai *Second Engineer*, dimulai pada 13 Juni 2024 hingga 10 Oktober 2025.

Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan di atas MT. Sts Spb1, yang merupakan salah satu unit armada milik perusahaan ITG STS PTE LTD.

E. SISTEMATIKA PENULISAN

Struktur penulisan karya ilmiah ini dirancang untuk menyajikan materi secara sistematis guna memudahkan pemahaman pembaca. Urutan penulisan adalah seperti berikut:

BAB I PENDAHULUAN.

Bagian ini meliputi Latar Belakang yang memaparkan Identifikasi Masalah, yakni perincian isu-isu yang relevan. Pembatasan Masalah mengacu pada fokus utama yang akan dibahas, sedangkan Rumusan Masalah disajikan dalam bentuk pertanyaan yang mencerminkan hipotesis atau asumsi mengenai akar penyebab masalah. Bagian ini juga mencakup Tujuan dan Manfaat riset.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI.

Bagian ini memuat studi literatur yang menyajikan teori-teori relevan untuk analisis data, yang berfungsi sebagai referensi dalam perolehan informasi. Landasan Teori juga mencakup Kerangka Pemikiran, yaitu sebuah model konseptual yang mengilustrasikan hubungan antara teori mengingat berbagai faktor yang teridentifikasi sebagai isu krusial.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN.

Bagian ini menjelaskan metode yang di terapkan didalam penelitian, metode pengumpulan data, partisipan penelitian, periode dan lokasi penelitian, serta rancangan penulisan karya ini.

BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN.

Bagian ini menyajikan Uraian tentang data yang berhasil dikumpulkan dari pengamatan lapangan mencakup fakta nyata sepanjang periode penulisan. bertugas di MT. STS SPB1. Data ini disajikan melalui narasi, dilanjutkan dengan analisis terhadap permasalahan yang dihadapi dan penjabaran solusi untuk mencegah terulangnya masalah serupa. Secara esensial, bagian ini menawarkan kerangka penyelesaian masalah.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.

Bagian akhir ini merangkum kesimpulan yang menjawab perumusan masalah yang telah dibahas. Bagian ini juga menyajikan rekomendasi berdasarkan evaluasi terhadap solusi yang diuraikan dalam karya tulis ini, sebagai kontribusi untuk pengembangan di masa mendatang.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. DESKRIPSI DATA

Laporan menguraikan temuan mengenai permasalahan dalam sistem pendingin mesin utama di kapal MT. STS SPB 1, yang diamati selama periode penulis bertugas sebagai *Second Engineer*, meliputi:

1. Kinerja Optimal *Fress Water Cooler* yang Terbatas

Pada tanggal 1 Agustus 2024, selama pelayaran dari Guinea, Afrika Barat menuju Angola, Afrika Tengah, ditemukan akumulasi kotoran yang terdapat penurunan signifikan pada seachest air laut, baik saat low seachest maupun high seachest. yang melayani seluruh sistem pendingin mesin. Hal ini terindikasi dari berkurangnya tekanan pompa air laut dan volume aliran yang tidak mencukupi., sebagaimana terlihat dari drain screw pada sisi keluaran pompa air laut. Ketidaksempurnaan operasional pompa ini, yang ditunjukkan oleh fluktuasi pada pressure gauge akibat penghisapan yang tidak konsisten, akan menghambat pendinginan komponen yang kritis. Ketidak seimbangan Perbedaan suhu antara Pengoperasian sistem pendingin air laut dan air tawar yang menyerap panas dari mesin utama dapat menyebabkan peningkatan suhu pada sistem pendingin.

Penulis memastikan pompa pendingin air laut, terutama untuk mesin utama, Kesulitan dalam menghisap air laut terjadi karena adanya udara dalam sistem. Hal ini terdeteksi melalui pembukaan pipa pressure gauge, yang secara terus-menerus mengeluarkan udara, bukan air laut.

Insiden ini berulang kali terjadi ketika kapal pada kondisi kosong atau tanpa muatan, Terutama jika tangki bahan bakar belakang tidak terisi penuh dan *draft* belakang kapal kurang dari 3 meter. Perlu dicatat bahwa kapal ini mengoperasikan total tujuh tangki bahan bakar: tiga di sisi kiri, tiga di sisi kanan, serta satu di tengah (*Center*).

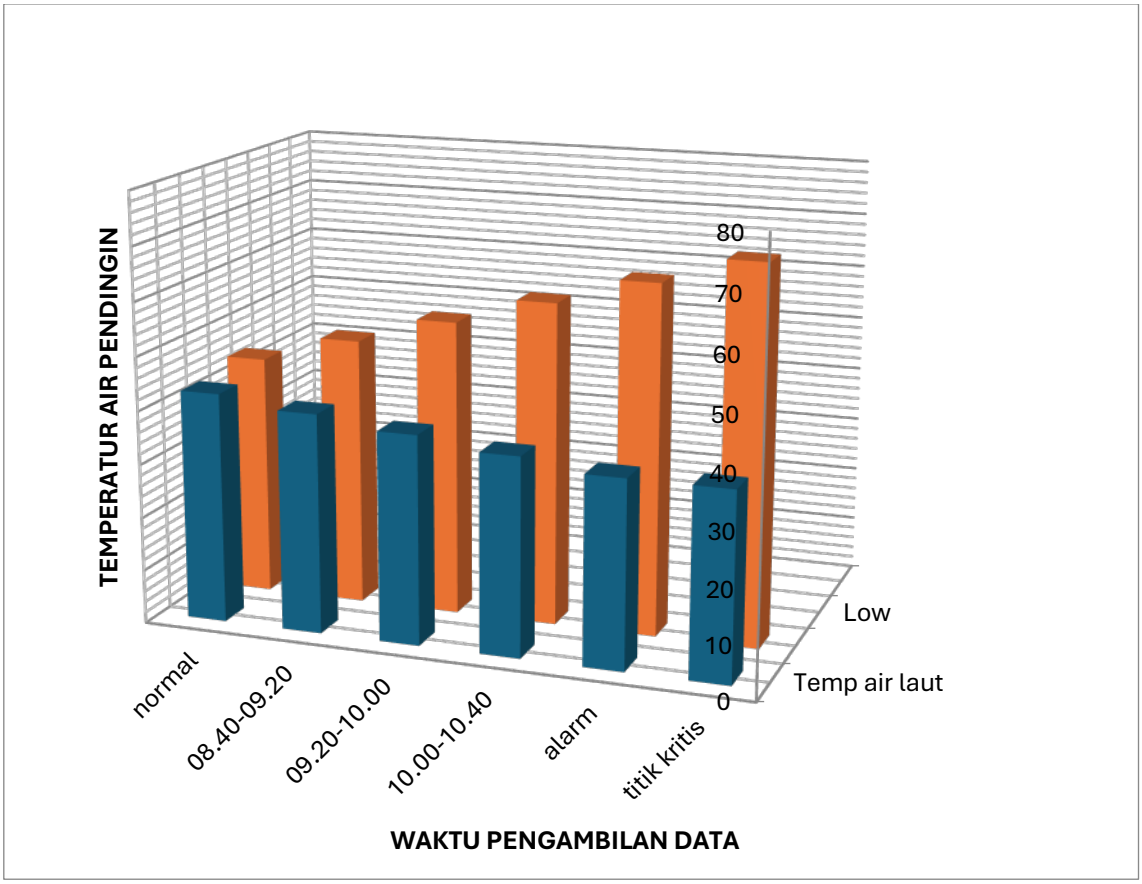
Perkiraan penulis mengenai terhisapnya gelembung udara adalah sebagai berikut: kondisi kapal tanpa muatan dan tangki bahan bakar yang tidak terisi penuh menyebabkan bagian atas lambung kapal terangkat dari garis sarat. Konstruksi dasar lambung kapal datar, namun bagian belakang lambung tempat lokasi lubang *sea chest* tidak datar melainkan melengkung. Kelengkungan ini diduga menjadi faktor penyebab penurunan tekanan air laut yang masuk.

Saat kapal bermanuver dengan putaran mundur penuh baling-baling mesin utama dalam durasi yang lama, akan tercipta volume gelembung udara yang signifikan. Gelembung udara ini bergerak ke belakang menuju lubang *sea chest*, sehingga langsung masuk dan terperangkap di dalamnya. Meskipun terdapat pipa pembuangan udara di dalam ruang *sea chest*, kapasitasnya tidak mencukupi untuk mengeluarkan seluruh gelembung udara secara efektif dalam waktu singkat. Akibatnya, udara yang tidak terbuang sebagian masuk ke *strainer* dan sistem perpipaan. Mengingat posisi pipa hisap pompa pendingin mesin utama yang berdekatan dengan *strainer*, udara tersebut secara otomatis terhisap, yang pompa tak mampu memompa air.

2. Kinerja *Sea Water Cooling Pump* yang Belum Optimal

Pada 1 Agustus 2024, selama pelayaran MV. STS SPB1 dari Guinea, Afrika Barat ke Angola, Afrika Tengah, terjadi penurunan terjadi penurunan pada tekanan pompa pendingin air laut menuju fresh water cooler dari 3,92 bar menjadi 1,96 bar. Fenomena ini mengakibatkan kenaikan ditemperatur air tawar pendingin pada mesin utama. sisi kiri menjadi 90°C, melebihi rentang suhu normal antara 60°C-75°C. Investigasi lebih lanjut menunjukkan adanya kebocoran air dari mechanical seal untuk pompa pendingin mesin utama kanan dan generator 1, disertai suara keras dan getaran pada badan pompa. Saat pompa dibongkar, ditemukan adanya tumpukan sampah yang menyumbat lubang impellerdan saringan.

Grafik Kenaikan Temperatur

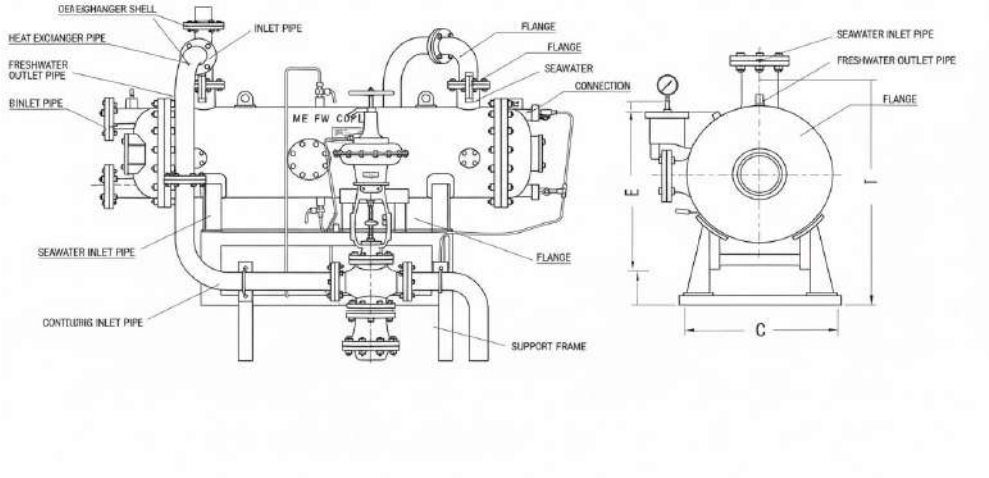


Seluruh faktor yang disebutkan sebelumnya akan menghambat aliran air laut ke dalam pompa. Penurunan volume air laut yang masuk secara otomatis akan menurunkan tekanan air, yang pada gilirannya menyebabkan suhu air pendingin mesin utama melebihi batas maksimal 60°C. Hal ini terjadi karena pada pompa pendingin mesin utama dan pompa pendingin generator tidak beroperasi secara optimal. Fenomena ini seringkali terjadi di area pesisir yang dekat dengan hutan bakau, di mana sampah dedaunan dan ranting sering menyumbat saringan utama air laut. Sampah ini lalu tersedot oleh pompa, menutupi bilah-bilah impeller. Sebagian material sampah berukuran kecil juga dapat tersuspensi dan masuk ke dalam sistem perpipaan fresh water cooler dan komponen pendingin, termasuk pada plat pendingin serta lubang-lubang sistem pendingin air tawar. Akumulasi sampah ini secara bertahap akan menghambat kinerja fresh water cooler dan menurunkan kapasitas penyerapan panas. Fenomena ini dapat menimbulkan Kerusakan pada komponen pompa, termasuk mechanical seal, impeller, bearing, dan badan pompa, disebabkan oleh peningkatan gesekan akibat operasional yang tidak stabil.

B. ANALISIS DATA

Merujuk pada perumusan masalah yang telah diuraikan sebelumnya, penulis menganalisis data dengan mengidentifikasi permasalahan mendasar untuk menemukan solusi yang relevan, sebagai berikut:

1. *Pendingin Air Tawar / Fresh Water Cooler B*elum Bekerja Secara Optimal



Berikut Adalah Penyebabnya :

Kekurangnya Pemeliharaan pada Pendingin Air Tawar / Fresh Water Cooler

Pendingin air tawar merupakan alat transfer panas guna menurunkan temperatur air tawar yang mengalir dari motor utama. Akumulasi endapan, seperti sedimen, pada saluran pipa pendingin air tawar dapat memperlambat transfer panas. Akibatnya, suhu air tawar yang keluar dari pendingin akan tetap meningkat., yang mengindikasikan pendinginan kurang efektif.

Sistem pendingin air tawar dilengkapi dengan perangkat keselamatan (safety device) untuk mencegah gangguan operasional apabila terjadi masalah pada pendingin. Pada ujung saluran keluar air tawar, berdekatan dengan penutup

pendingin, dipasang termometer berskala Celsius. Termometer serupa juga dipasang pada saluran keluar, berfungsi sebagai alat pemantau suhu air pendingin.

Air laut di pompa menuju pendingin air tawar dan mengalir melalui sekitar 180 lembar elemen plat. Air laut ini akan menyerap panas dari air tawar, kemudian dialirkan keluar melalui saluran bagian atas menuju laut. Sebaliknya, aliran air tawar berlawanan arah dengan aliran air laut.

Sebagian Suhu air tawar diserap oleh air laut yang masuk. mengakibatkan air laut menjadi lebih panas. Oleh karena itu, pendingin air tawar juga dikenal sebagai penukar panas. Pendingin air tawar beroperasi secara normal Apabila selisih temperatur air tawar masuk dan keluar sekisar 10°C. Jika temperatur mesin meningkat karena pendingin air tawar yang tidak bersih, maka elemen plat perlu diperiksa. Pemeriksaan ini melibatkan pembongkaran pendingin, pembersihan dengan sikat dan semprotan air, serta memastikan kondisi segel (seal) tetap baik dan tidak rusak.

Terdapat kebocoran atau sumbatan pada pipa saluran masuk. Kerusakan sistem perpipaan pendingin air laut kapal umum terjadi karena minimnya perawatan rutin.. Penipisan material pada pipa air laut dapat menyebabkan perforasi atau lubang kecil, yang berujung pada kebocoran. Aliran fluida dalam sistem pendingin air laut dirancang untuk beroperasi pada tekanan optimal 2.0 bar, guna mendukung sirkulasi yang efisien. Inspeksi berkala terhadap kondisi perpipaan merupakan elemen krusial untuk menjamin kelancaran sirkulasi, baik air tawar maupun air laut. Fungsi utama sistem perpipaan pendingin adalah mendistribusikan air tawar dan air laut dalam operasionalnya. Oleh karena itu, setiap formasi kebocoran pada pipa memerlukan penanganan segera, baik melalui perbaikan sementara maupun penggantian unit pipa, karena keterlambatan penanganan dapat berdampak negatif pada tekanan sistem pendingin.

Selain kelemahan material intrinsik, proses korosi juga menjadi faktor signifikan penyebab kebocoran pada pipa air laut. Detail mengenai jenis-jenis korosi dan mekanisme pembentukannya dapat diakses melalui literatur ilmu kimia terkait.

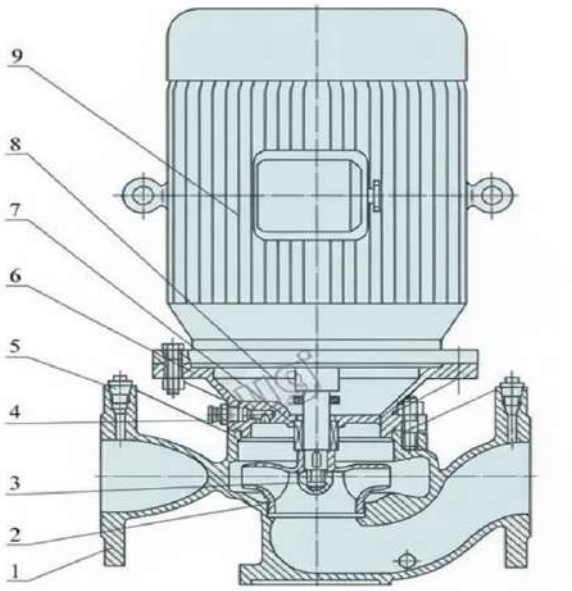
Secara umum, korosi merujuk pada degradasi material logam akibat interaksi kimia dengan lingkungan sekitarnya. Berdasarkan pengamatan empiris pada bagian internal pipa pendingin air laut, jenis korosi yang umum ditemui adalah:

Korosi merata (uniform corrosion) adalah degradasi seluruh permukaan logam yang secara kimiawi dipicu oleh pH air menyebabkan penipisan logam secara bertahap. Jenis ini umumnya terjadi pada pelat baja.

a. Korosi erosi (erosion corrosion) disebabkan oleh gerakan cairan atau kombinasi bahan kimia dalam Korosi air laut akibat gesekan fluida. Umum pada pipa dan impeler.
b. Korosi galvanik timbul saat dua logam berbeda bersentuhan dalam medium elektrolit.
c. Korosi celah (crevice corrosion) terjadi pada area yang sempit atau celah.
d. Korosi lubang (pitting corrosion) menyebabkan terbentuknya lubang pada permukaan pelat yang semakin lama semakin dalam hingga menembus pelat.

Kerusakan pipa akibat korosi erosi umum terjadi pada saluran pipa pasca pemasangan pompa air laut. Kerusakan pada pipa hisap pompa air laut disebabkan oleh korosi bakteri atau korosi yang diakibatkan oleh mikroorganisme dalam sistem perpipaan. Beberapa jenis bakteri yang hidup tanpa oksigen mengubah garam sulfat menjadi asam korosif yang memicu degradasi. Meskipun dalam kondisi asam laju perkaratan besi cenderung lambat, didalam kasus ini perkaratan tetap terjadi, terutama pada pipa isap pompa air laut. Fenomena ini sesuai dengan pengalaman penulis, di mana pembersihan rongga pipa dari karat dan kotoran menghasilkan bau busuk, yang mengindikasikan adanya bakteri perusak dalam karat dan kotoran tersebut. Setelah pipa dibersihkan, kondisi pipa menjadi lebih tipis, dan penggunaan alat pembersih yang tajam seperti sikat kawat dapat dengan mudah menyebabkan kebocoran tanpa tekanan eksternal.

2. *Pompa Air Laut / Sea Water Cooling Pump* Belum Bekerja Dengan Optimal



No.	Name	Quantity
1	Pump casing	1
2	Impeller	1
3	Impeller nut	1
4	Air discharge valve	1
5	Plug	3
6	Pump cover	1
7	Mechanical seal	1
8	Water-bloching ring	1
9	Motor	1

Penyebabnya sebagai berikut:

a. Terjadi Kerusakan dalam Sistem Penyegel Mekanis Dan Bantalan Bola.

Pompa pendingin air laut dilengkapi dengan seal mekanis yang terdiri dari dua permukaan kontak. Satu permukaan bersifat tetap terpasang pada rumah pompa berbahan keramik, sedangkan permukaan lainnya berbahan karbon berputar terpasang pada poros. Kedua permukaan kontak ini berfungsi mencegah kebocoran antara rumah pompa dan poros yang berputar. Kebocoran pada seal mekanis akan

mengakibatkan air laut keluar dari pompa saat mesin utama beroperasi. yang secara otomatis akan menurunkan tekanan pompa sehingga sistem pendinginan tidak berfungsi optimal. Kebocoran pada penyegel mekanis juga bisa disebabkan oleh penggunaan suku cadang Ketidaksesuaian atau pemasangan yang tidak tepat dapat menyebabkan kedua permukaan kontak bergesekan secara terus-menerus, menghasilkan panas berlebih. Keadaan ini menyebabkan keausan pada permukaan kedua suku cadang seal dan penurunan tekanan dalam sistem pendinginan dikarenakan adanya kebocoran.

Rumah *bearing* juga dilengkapi dengan *seal* karet (*oil seal*) yang fungsinya mirip dengan *mechanical seal* dalam mencegah kebocoran. Namun, *seal* karet ini membutuhkan pelumasan yang cukup. Ketidakcukupan pelumas pada*seal* karet akan menghasilkan panas akibat gesekan, menyebabkan karet memuai atau melunak, sehingga terjadi kebocoran. Selain itu, komponen yang telah melewati usia pakai optimal dapat menyebabkan *seal* karet kehilangan kelenturannya dan akhirnya bocor.

Pada pompa *sentrifugal*, di salah satu bagian vital adalah *bearing* yang berfungsi menyangga poros penggerak *impeller*. Tujuan utama *bearing* adalah memastikan poros dapat berputar dengan minim gesekan. Akibat berbagai gaya yang ditimbulkan dari operasional pompa, seperti bantalan terhadap gaya aksial dan getaran. mengalami kesulitan dalam menahan beban yang diberikan. Hal ini membuat bearing lebih rentan terhadap kerusakan. Kerusakan pada bearingakan menghambat rotasi poros pompa, sehingga operasional pompa menjadi tersendat.

Beberapa penyebab kerusakan *bantalan* pada pompa pendingin air laut meliputi :

Ketidaklurusan Poros Ketidaklurusan kedudukan poros pompa dapat mengakibatkan getaran tingkat yang sangat tinggi *(Getaran)* saat beroperasi, yang berpotensi menyebabkan kerusakan pada *bantalan* . Ketidaksesuaian sudut pemasangan *bantalan* mengakibatkan poros tidak tersangga optimal, sehingga menimbulkan getaran yang merusak *bantalan* tersebut.

Impeller Ketidakseimbangan pada komponen pompa yang berputar, seperti impeller dan kopling, dapat memengaruhi kinerja sistem secara keseluruhan. perbedaan berat yang tidak merata pada salah satu titik putarnya, akan menyebabkan perubahan gaya pada titik putaran tersebut saat beroperasi. Seiring waktu, hal ini dapat merusak bantalan tersebut.

Pelumasan yang Tidak Memadai Pada *Bearing* yang beroperasi secara rotatif memerlukan pelumasan untuk meminimalkan gesekan. Kebocoran pelumas dari *seal bearing* dapat mengakibatkan hilangnya cairan pelumas atau *grease*, sehingga bearing mengalami kekurangan atau bahkan ketiadaan pelumasan. Kegagalan pada segel berpotensi mengontaminasi pelumas dengan air laut apabila segel mekanis mengalami kebocoran. Kondisi ini dapat dengan cepat menyebabkan kerusakan pada bearing .

Kerusakan Komponen *Impeller* Pompa *Impeller* merupakan komponen penting utama yang berputar dalam pompa, bertanggung jawab untuk sirkulasi air laut dalam sistem. Tekanan yang diperlukan untuk mengalirkan sistem pendingin ke mesin utama dihasilkan oleh pompa melalui pergerakan impeller . Kerusakan pada impeller bisa memengaruhi stabilitas tekanan pada sistem pendingin. Kerusakan tersebut sering disebabkan oleh erosi atau retakan pada dudukan impeller, yang berujung pada patahnya komponen. Penyebab utama dari kerusakan ini adalah getaran (Vibrasi) dan ketidakseimbangan rotasi impeller dalam pompa, atau masa pakai pompa yang telah melebihi batas operasional yang direkomendasikan.

Dalam suatu pengalaman, teramati adanya bunyi, getaran, dan putaran yang tidak normal saat pompa dioperasikan. Pemeriksaan lebih lanjut mengindikasikan bahwa sumber masalah tersebut berasal dari *bearing* yang mengalami kerusakan. Implikasinya, kinerja *impeller* pompa menjadi tidak stabil, yang dapat memicu

Getaran pada pompa yang disebabkan oleh gesekan berlebih. Fenomena ini memengaruhi komponen pompa lainnya melalui efek getaran gesekan, mengakibatkan pompa tidak beroperasi secara optimal dan menurunkan kapasitas produksi.

Proses kerja pompa dimulai dengan menghisap air laut ke dalam ruang *impeller* untuk kemudian ditekan keluar. Gaya sentrifugal yang dihasilkan oleh putaran *impeller* mendorong air laut keluar melalui saluran pembuangan yang berbentuk *conical* . Bagian awal rumah keong memiliki penampang sempit, yang kemudian melebar secara gradual sebelum air keluar pada bagian terlebar. Cairan ini selanjutnya dialirkan menuju unit pendingin air tawar (*fresh water cooler*).

b. Keterbatasan Perawatan pada *Sea Water Cooling Pump*

Fungsi krusial pompa air laut adalah untuk menarik air laut dan memberikannya tekanan guna melancarkan sirkulasi dalam sistem pendinginan. Pompa pendingin yang lazim diaplikasikan pada kapal umumnya berjenis sentrifugal. Mekanisme operasional pompa sentrifugal melibatkan masuknya fluida melalui pusat *impeller* (yang dikenal sebagai *impeller eye*) dan bergerak secara radial di antara bilah-bilah impeler (*impeller vanes*) hingga mencapai bagian luar impeler. Setelah meninggalkan impeler, fluida ditampung dalam rumah pompa (*casing*). Salah satu konfigurasi *casing* adalah berbentuk spiral yang berfungsi untuk mengumpulkan fluida dari impeler dan menyalurkannya menuju nosel pembuangan (*discharge nozzle*). Bentuk nosel pembuangan yang meruncing (*conical*) bertujuan untuk mengurangi kecepatan aliran yang berasal dari impeler secara bertahap. Bagian kerucut ini juga disebut sebagai *diffuser* . Selama proses perlambatan laju aliran di dalam *diffuser* , energi kinetik fluida beralih menjadi energi potensial dalam bentuk tekanan.

Beragam faktor dapat memengaruhi penurunan efisiensi pompa air laut. Kerusakan pada *impeller* , sebagaimana telah dijelaskan sebelumnya, merupakan salah satunya. Di samping itu, keberadaan unit pompa yang telah melewati usia pakai yang direkomendasikan merupakan kontributor utama penurunan kinerja pompa air laut. Periode servis rata-rata pompa air laut di kapal estimasinya yaitu sekitar 8 tahun, sementara konsentrasi garam air laut di kawasan Afrika, terutama Guinea, tergolong sangat tinggi. Semakin tua usia komponen pompa, performanya cenderung berkurang, utamanya apabila program perawatan preventif tidak dijalankan secara memadai atau menjadi terabaikan karena kepadatan jadwal operasional kapal.

C. SOLUSI PERMASALAHAN

Berdasarkan analisis data di atas, berikut adalah alternatif solusi untuk setiap masalah prioritas:

1. Alternatif Solusi Permasalahan

a. Fresh Water Cooler (Pendingin Air Tawar) Belum Bekerja Secara Optimal

Alternatif solusinya adalah:

1). Melakukan Perawatan Pendingin Air Tawar *(Fresh Water Cooler)* Secara Berkala Sesuai PMS

Pendingin air tawar berfungsi sebagai untuk menurunkan suhu air tawar yang dialirkan dari motor utama. Air tawar tersebut memasuki unit pendingin dan selanjutnya didinginkan oleh air laut yang disirkulasikan oleh pompa. Air laut masuk ke *fresh water cooler* dan mendinginkan air tawar melalui elemen pelat yang terpisah oleh penyegel untuk mencegah pencampuran kedua cairan. Setelah proses pendinginan, air laut kemudian dialirkan kembali ke laut.

Suhu air tawar yang meninggalkan unit pendingin berada dalam rentang 75°C – 80°C. Guna menjaga performa optimal dan mencapai temperatur yang diinginkan, pemeliharaan rutin pada *fresh water cooler* sangatlah penting.

lakukan pemeliharaan berkala untuk menjaga kebersihan dan kestabilan aliran air laut.

Jika terdapat kotoran seperti lumpur yang menyumbat pada pelat pendingin air tawar *(plate fresh water cooler)* , Penyerapan panas pada air tawar dapat berkurang apabila tersumbat, yang mengakibatkan Suhu pada fresh water cooler (pendingin air tawar) yang keluar tetap tinggi. Ini menandakan sistem pendinginan tidak bekerja secara optimal. Untuk mengatasi masalah penyumbatan atau kotoran pada fresh water cooler secara berkala, pemeliharaan keran laut (sea chest) dilakukan setiap enam bulan sekali sesuai dengan Planned Maintenance System (PMS). Frekuensi ini dapat disesuaikan berdasarkan kondisi area pelayaran dan temperatur air tawar pada mesin utama.

Pembersihan *fresh water cooler* dilakukan secara rutin setiap enam bulan. Pembersihan ini memerlukan kehati-hatian guna menghindari kerusakan pada komponen pendingin air tawar. Perawatan *fresh water cooler* mencakup pembongkaran setiap lembaran pelat pendingin air tawar (*plate-plate fresh water cooler*) untuk dibersihkan menggunakan larutan deterjen dan sikat yang halus agar tidak merusak segel atau komponen karet. Setelah proses penyikatan, dilakukan pembilasan menggunakan air tawar untuk menghilangkan kotoran dan endapan lumpur yang menempel pada pelat pendingin. Penting untuk memperhatikan prosedur pengencangan baut sesuai spesifikasi yang ditentukan guna mencegah kerusakan pada segel dan menghindari kebocoran air pendingin melalui celah-celah segel.

Dalam rangka pemeriksaan dan pembersihan menyeluruh, kapal MT. STS SPB1 menjalani *docking* tahunan. Prosedur ini mencakup penggantian jalur air laut dan air tawar, termasuk pemasangan pendingin air tawar yang mengalami korosi. Turut diganti pula komponen packing. termasuk untuk rumah saringan utama air laut yang juga mengalami karat. Tanggung jawab teknisi kapal adalah untuk secara terus-menerus melakukan pemeriksaan, Hal ini penting untuk tekanan pompa yang masuk ke sistem dan untuk perawatan pompa itu sendiri. Ini sangat penting mengingat kapal sering berlayar di perairan dangkal, seperti yang diamati penulis, akibat pengaruh pasang surut air laut.

2). Servis Dan Inspeksi Untuk Pipa Saluran Masuk Air

Pipa dalam sistem pendingin berperan sebagaiMedium alir untuk air laut dalam sirkulasi. Penting untuk memastikan aliran air tidak menghadapi hambatan atau gesekan yang signifikan. Pemeliharaan pipa secara berkala krusial untuk menjaga kestabilan debit air masuk dan tekanan sirkulasi. Kerak yang menumpuk di dalam pipa merupakan hambatan utama, yang dapat mengganggu kelancaran sirkulasi air untuk penyerapan panas.

Dalam operasionalnya, sistem ini kerap mengalami permasalahan korosi atau kebocoran pada pipa. Guna mengantisipasi dan meminimalkan pembentukan kerak serta degradasi korosif pada pipa, diterapkan penggunaan *anoda seng* (*zinc anode*) pada *saringan* (*strainer*) sebagai titik masuk awal sebelum air mengalir ke pipa. Alternatif lain, pada saat penggantian pipa baru, direkomendasikan untuk melakukan pelapisan cat dasar terlebih dahulu, diikuti dengan pengecatan ulang guna menunda dan memperlambat proses korosi.

Upaya perbaikan pada sistem perpipaan pendingin atau penggantian unit yang mengalami kebocoran akan difokuskan pada penggunaan material yang lebih unggul, dengan harapan memperpanjang usia pakainya secara signifikan.

Sebagaimana diketahui, insiden kebocoran pada pipa air laut kerap kali dipicu oleh fenomena korosi. Guna menekan angka laju korosi pada sistem perpipaan pendingin air laut, diterapkanlah strategi pengendalian korosi, yang meliputi:

a) Perlindungan Mekanis

Perlindungan mekanis, yang juga dikenal sebagai pengendalian korosi melalui lapisan pelindung, diaplikasikan dengan pengecatan menggunakan cat *anti-fouling* pada pipa yang baru diganti. Tujuan utama metode ini adalah untuk mencegah kontak langsung antara permukaan logam dengan udara dan air laut, sehingga reaksi kimia reduksi yang memicu pembentukan korosi dapat dicegah.

b) Pelapisan Timah (*Tin Plating*)

proses penerapan lapisan ini dilakukan metode elektrolisis atau electroplating. Pelapisan besi dengan timah bertujuan mencegah korosi dengan membatasi paparan terhadap oksigen udara. Namun, perlindungan yang diberikan lapisan timah bersifat temporer, hanya efektif selama lapisan tersebut tetap utuh. Jika

terjadi goresan pada lapisan timah, proses korosi pada besi justru dapat dipercepat. Hal ini disebabkan potensial reduksi besi yang lebih negatif daripada timah, menjadikan besi sebagai anode dalam sel elektrokimia yang terbentuk.

c) Pelapisan Seng (*Galvanisasi*).

Tidak seperti timah, seng mampu melindungi besi dari korosi bahkan ketika lapisannya tidak utuh. Mekanisme ini dikenal sebagai perlindungan katode. Potensial reduksi besi yang lebih positif dibandingkan seng menyebabkan besi bertindak sebagai katode dalam sel elektrokimia yang terbentuk ketika bersentuhan dengan seng. Akibatnya, besi terlindungi dari oksidasi, sementara seng yang mengalami proses oksidasi.

d) Pelapisan Kromium (*Cromium Plating*)

Besi atau baja dapat pula dilapisi dengan kromium untuk menciptakan lapisan pertahanan. Proses pelapisan kromium, serupa dengan pelapisan seng, dilakukan melalui metode elektrolisis. Kromium mampu memberikan perlindungan yang efektif bahkan jika terdapat cacat atau kerusakan pada lapisannya.

e) Penggunaan *Anoda* (*Sacrificial Zinc Anode*) yang Bersertifikat.

Fungsi penggunaan *anoda* korban telah dijelaskan sebelumnya. Pengaplikasian logam aluminium yang memiliki tingkat reaktivitas lebih tinggi akan menjadikannya bertindak sebagai *anoda* yang mengalami oksidasi. Sementara itu, besi pada pipa akan berfungsi sebagai katode (*cathode*) tempat terjadinya reduksi oksigen. Material ini sengaja dikorbankan dalam artian mengalami habis termakan korosi, demi melindungi besi pipa dari dampak korosif air laut yang mengalir melaluinya.

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

Alternatif solusinya adalah:

1) Perawatan dan Penggantian *Sistem Perapat Mekanis* dan *Laher Bola*

Seal mekanis yang mengalami keausan atau kerusakan memerlukan penggantian menggunakan komponen baru yang berkualitas guna memulihkan kedap udara. Hal ini krusial untuk mencegah pompa air laut menyedot udara eksternal selama operasionalnya. Masuknya udara melalui *Seal Mekanis* dapat menyebabkan pompa beroperasi secara tidak normal. Pada saat melakukan penggantian *bearing* dan *seal mekanis*, pompa harus dalam kondisi berhenti (STOP). Lepaskan kopling pompa, buka koneksi pendingin, lepaskan baut pengencang rumah *seal mekanis*, serta baut badan pompa. Selanjutnya, lepaskan rumah pompa dan keluarkan poros pompa (*shaft*). Kemudian, lepaskan pengencang *impeller* dan keluarkan *seal mekanis* beserta *bearing*-nya. Ganti dengan *komponen pengganti* yang tersedia di kapal, lalu lakukan perakitan kembali.

Di sisi lain, *Ball Bearing* memegang peranan vital. Apabila *bearing* ini rusak, sangat disarankan untuk segera menggantinya dengan unit baru yang berkualitas, karena kerusakan tersebut berpotensi merusak komponen pompa lain seperti *impeller* atau kipas. Pergerakan yang tidak stabil dapat mengakibatkan *impeller* atau kipas bergesekan dengan rumah pompa. Oleh karena itu, langkah-langkah berikut harus dilaksanakan:

Inspeksi material *Bearing* pompa air laut. Untuk memastikan kualitas material *bearing* , dapat dilakukan evaluasi berdasarkan bentuk fisiknya yang kemudian diperiksa secara visual sembari memutar *bearing* pada poros (*shaft*). Apabila *bearing* berfungsi optimal, putarannya akan terasa lancar. Khusus untuk *mechanical seal* , inspeksi meliputi pengecekan kondisi pegas *(spring)* untuk memastikan fungsinya, keperataan permukaan karbon yang bergesekan, serta elastisitas karet *seal.*

Penggantian *Bearing* pompa air laut Penggantian *bearing* diperlukan apabila terdeteksi adanya goyangan pada poros pompa (*Shaft*). Gejala kerusakan *bearing* terlihat ketika pompa beroperasi dengan menimbulkan getaran signifikan disertai suara bising. Proses penggantian melibatkan

melepaskan unit bantalan (bearing housing) dari dudukan impeller pompa. Selanjutnya, lepaskan baut impeller , mechanical seal , kopling pompa, dan penutup bantalan (cover bearing). Setelah komponen-komponen tersebut dilepas, poros pompa (shaft) dapat dikeluarkan. Lepaskan bearing yang rusak dan gantilah dengan unit baru, kemudian pasang kembali seluruh komponen secara berurutan.

Inspeksi dan penggantian jika poros pompa mengalamiketida ksejajaran (Misalignment) Apabila pemeriksaan atau koreksi ketidaklurusan poros pompa (*Shaft pump*) diperlukan, prosedur biasanya dilaksanakan di darat atau di bengkel menggunakan mesin bubut yang dilengkapi dengan alat indikator keselarasan (*Alignment dial indicator*). Jika poros pompa terbukti tidak sejajar / lurus atau sudah tidak dapat diperbaiki, penggantian dengan suku cadang baru merupakan solusi yang harus diambil.

Inspeksi dan penggantian jika impeller menggalami ketidak seimbangan (unbalance) Evaluasi visual terhadap *impeller* biasanya difokuskan pada bentuknya. Kerusakan seperti kikisan pada badan *impeller* dapat menyebabkan putaran menjadi tidak seimbang. Ketidakseimbangan putaran ini akan berdampak pada kinerja *bearing* dan poros. Kondisi *impeller* yang demikian dinyatakan tidak layak pakai dan wajib diganti baru. Penggunaan *impeller* yang rusak berisiko menurunkan efisiensi daya isap maupun tekan, serta berpotensi mengakibatkan kerusakan pada komponen lain seperti *bearing* dan rumah pompa akibat gesekan yang terjadi.

2) Melakukan Perawatan *Pompa Pendingin Air Laut / Sea Water Cooling Pump* Secara Berkala

Seluruh sistem permesinan kapal memiliki usia pakai yang terbatas, yang mengharuskan dilakukannya perawatan dan perbaikan secara berkala sesuai dengan waktu atau jadwal pemeliharaan terencana atau Planned Maintenance System (PMS). Hal yang sama berlaku untuk pompa air pendingin air laut; apabila kinerjanya telah melampaui ambang batas toleransi yang ditentukan, maka efisiensinya akan menurun dan memerlukan penggantian dengan unit baru.

Kapal dilengkapi dengan pompa sirkulasi untuk air tawar dan air laut. Meskipun memiliki bentuk yang serupa, pompa air laut umumnya berukuran lebih besar. Pemasangan pompa ini dilakukan secara vertikal pada dua bagian garis sumbu poros. Lubang penghisap dan pembuangan terintegrasi dalam satu unitrumah keong. Pompa air laut ini terpasang langsung dengan mesin utama. Perihal penggantian poros dan impeller dengan suku cadang cadangan dapat dilakukan dengan membongkar sebagian kecil komponen. Pompa ini dirancang untuk beroperasi pada tekanan standar guna mensirkulasikan cairan pendingin.

Tekanan operasional yang dianjurkan untuk air pendingin air tawar berada dalam rentang 2,0 bar hingga 3,0 bar. Oleh karena itu, penurunan tekanan pada sisi balik di bawah 2,0 bar dapat menyebabkan mesin mengalami overheating, sehingga putaran mesin harus dikurangi. Penting untuk memantau indikator tekanan pada manometer; tekanan yang rendah memerlukan penanganan segera untuk mencegah kerusakan serius pada mesin.

Evaluasi Terhadap Alternatif Solusi Permasalahan

Pendingin Air Tawar / *Fresh Water Cooler,* Belum Bekerja Secara Optimal

1. **Melaksanakan Perawatan Pendingin Air Tawar *(Fresh Water Cooler)* Secara Teratur Sesuai PMS**

   Keuntungan:

   a. Melalui perawatan berkala pada *fresh water cooler*, suhu mesin utama dapat dijaga agar tidak mengalami*overheating*, yang dapat menurunkan kinerja mesin utama.
   b. Pelaksanaan perawatan yang di lakukan berkala berpotensi mencegah kerusakan tak terduga selama mesin beroperasi.

   Kerugian:

   a. Proses perawatan membutuhkan alokasi waktu yang terkadang sulit dipenuhi karena jadwal operasional kapal yang intensif.
   b. Diperlukan disiplin yang tinggi dari kru mesin untuk melaksanakan perawatan *fresh water cooler* sesuai dengan Rencana Perawatan dan Perbaikan (PMS).

2. **Pemeriksaan Rutin dan Perawatan Pipa Saluran Masuk**

   Keuntungan:

   a. Perawatan yang memadai pada pipa hisap air laut memastikan kelancaran sirkulasi air laut untuk keperluan pendinginan.
   b. Pemeriksaan yang teliti memungkinkan deteksi dini terhadap kemungkinan kerusakan pada pipa.

   Kerugian:

   a. Tindakan perawatan memerlukan alokasi waktu khusus.
   b. Proses pemeriksaan harus dilakukan dengan tingkat ketelitian yang tinggi.

***Sea Water Cooling Pump* Tidak Berfungsi Secara Optimal**

1) Perawatan dan Penggantian *Sistem Penyegel Mekanis* dan *Bantalan Bola*

Keuntungan:

a. *Sistem penyegel mekanis* dan *bantalan* bekerja secara efektif, sehingga meningkatkan kualitas kerja pompa pendingin.
b. Tekanan operasi *pompa pendingin air laut* tetap stabil.

Kerugian:

a. Penggantian *sistem penyegel mekanis* dan *bantalan* dengan komponen baru dan asli (genuine part) akan mengakibatkan kenaikan biaya perawatan yang signifikan.
b. Ketersediaan suku cadang di kapal sangat bergantung pada dukungan perusahaan.

2) Perawatan Rutin *Pompa Pendingin Air Laut / Sea Water Cooling Pump.*

Keuntungan:

a. Dengan berfungsinya *pompa pendingin air laut* secara optimal dan menjaga tekanan pada 3,92 bar, risiko*overheating* pada mesin utama dapat dicegah, sehingga performa mesin utama tetap terjaga.
b. Investasi dalam pemeliharaan rutin dapat meminimalkan gangguan operasional kapal yang disebabkan oleh kerusakan mendadak.

Kerugian:

a. Membutuhkan pemahaman mendalam dari teknisi mengenai prosedur perawatan yang benar.
b. Pelaksanaan kegiatan pemeliharaan memerlukan alokasi waktu tertentu.

Solusi Permasalahan

Fresh Water Cooler Belum Bekerja Secara Optimal Berdasarkan hasil evaluasi alternatif solusi permasalahan di atas, solusi yang telah ditetapkan untuk penanganan masalah ini adalah melaksanakan perawatan rutin pada unit pendingin air tawar *(fresh water cooler)* sesuai dengan Sistem Pemeliharaan Terencana Planned Maintenance System (PMS)

Sea Water Cooling Pump Belum Bekerja Dengan Optimal Berdasarkan evaluasi terhadap berbagai solusi alternatif untuk permasalahan tersebut, diputuskan bahwa perawatan berkala terhadap pompa pendingin air laut *Sea Water Cooling* pump merupakan metode penyelesaian yang paling tepat.

BAB V

PENUTUP

A. KESIMPULAN

1. *Fresh water cooler* tidak mencapai efisiensi kerja maksimum. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa efektivitas perpindahan panas pada fresh water cooler mengalami penurunan akibat adanya endapan (fouling) pada elemen pelat, berkurangnya laju aliran air laut ke sisi pendingin, serta indikasi keausan pada segel pelat. Kondisi tersebut menyebabkan penurunan selisih suhu antara inlet dan outlet air tawar sehingga proses pendinginan tidak berjalan optimal.

2. *Sea water cooling pump* pompa air laut tidak berkerja dengan optimal. Penurunan kinerja pompa air laut dipengaruhi oleh hambatan pada sea chest atau strainer akibat sampah dan organisme laut, masuknya udara ke saluran hisap terutama saat kapal dalam kondisi tanpa muatan, serta ditemukannya keausan pada komponen seperti mechanical seal, bearing, dan impeller.

B. SARAN

1. *Fresh water cooler* tidak mencapai efisiensi kerja maksimum :
   Meningkatkan efisiensi kerja fresh water cooler. Melakukan pembersihan rutin, pemeriksaan segel pelat, pengawasan parameter operasi, dan evaluasi berkala sistem perpipaan.

2. *Sea water cooling pump* pompa air laut tidak berkerja dengan optimal : Mengoptimalkan kinerja sea water cooling pump. Pembersihan sea chest dan strainer secara terjadwal, pemeriksaan dan perawatan mechanical seal, bearing, dan impeller, memastikan kondisi priming pompa, menyesuaikan draft kapal, serta menyediakan suku cadang kritis.

DAFTAR PUSTAKA

Kumar, V., & Ukkusuri, S. V. (2021). *Optimization Techniques in Operations Research*. *In Encyclopedia of Transportation: Social Science and Policy*. Elsevier. DOI: 10.1016/B978-0-12-819400-7.00004-7

Çengel, Y. A., & Turner, R. H. (2018). *Fundamentals of Thermal-Fluid Sciences*. McGraw-Hill Education.

Yanuar, B., & Wijaya, A. (2020). Analisis Pengaruh Perubahan Kapasitas Pendingin Air Tawar Terhadap Efisiensi Pompa Air Laut (Sea Water Pump) di MV. XYZ. Jurnal Teknik Perkapalan, 8(1), 51-60.

Soni, V., & Pradana, E. (2019). Analisis Kinerja Sistem Pendingin Air Laut pada Kapal Cargo MV. ABC. Jurnal Teknik Perkapalan, 7(2), 132-139.

Rizki, A., & Setiawan, D. (2021). Analisis Performa Sistem Pendingin Minyak Pelumas Mesin Induk pada Kapal Tanker. Jurnal Kelautan, 14(2), 234-241.

Taylor, D. A. (2018). *Introduction to Marine Engineering*

Incropera, F. P., DeWitt, D. P., Bergman, T. L., & Lavine, A. S. (2019). *Fundamentals of Heat and Mass Transfer*. John Wiley & Sons.

Öztürk, H. H. (2020). *Maintenance and Repair of Ship Equipment*. CRC Press. DOI: 10.1201/9780429191763

Pintelon, L., & Parodi, A. M. (2017). *Maintenance Management in Network Utilities: Framework and Practical Implementation.* Springer. DOI: 10.1007/978-3-319-39829-8

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

Djangkar. ISBN: 978-979-044-685-4

Johan Handoyo, Jusak. (2019). Manajemen Perawatan Kapal, edisi 3. Jakarta :

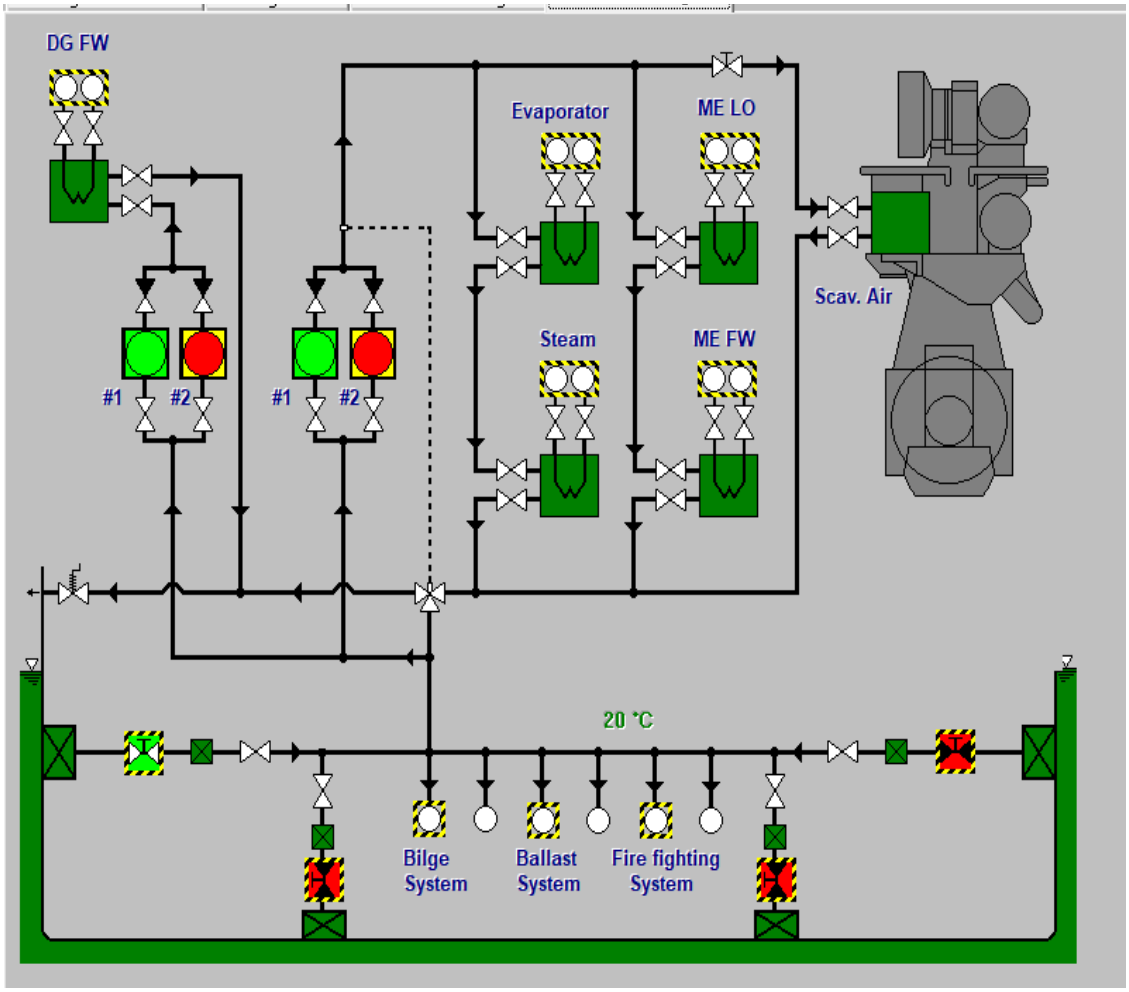
Johan Handoyo, Jusak. (2020). Mesin Diesel Penggerak Utama Kapal, edisi 3. Jakarta : Djangkar. ISBN 979-044-621-2

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

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

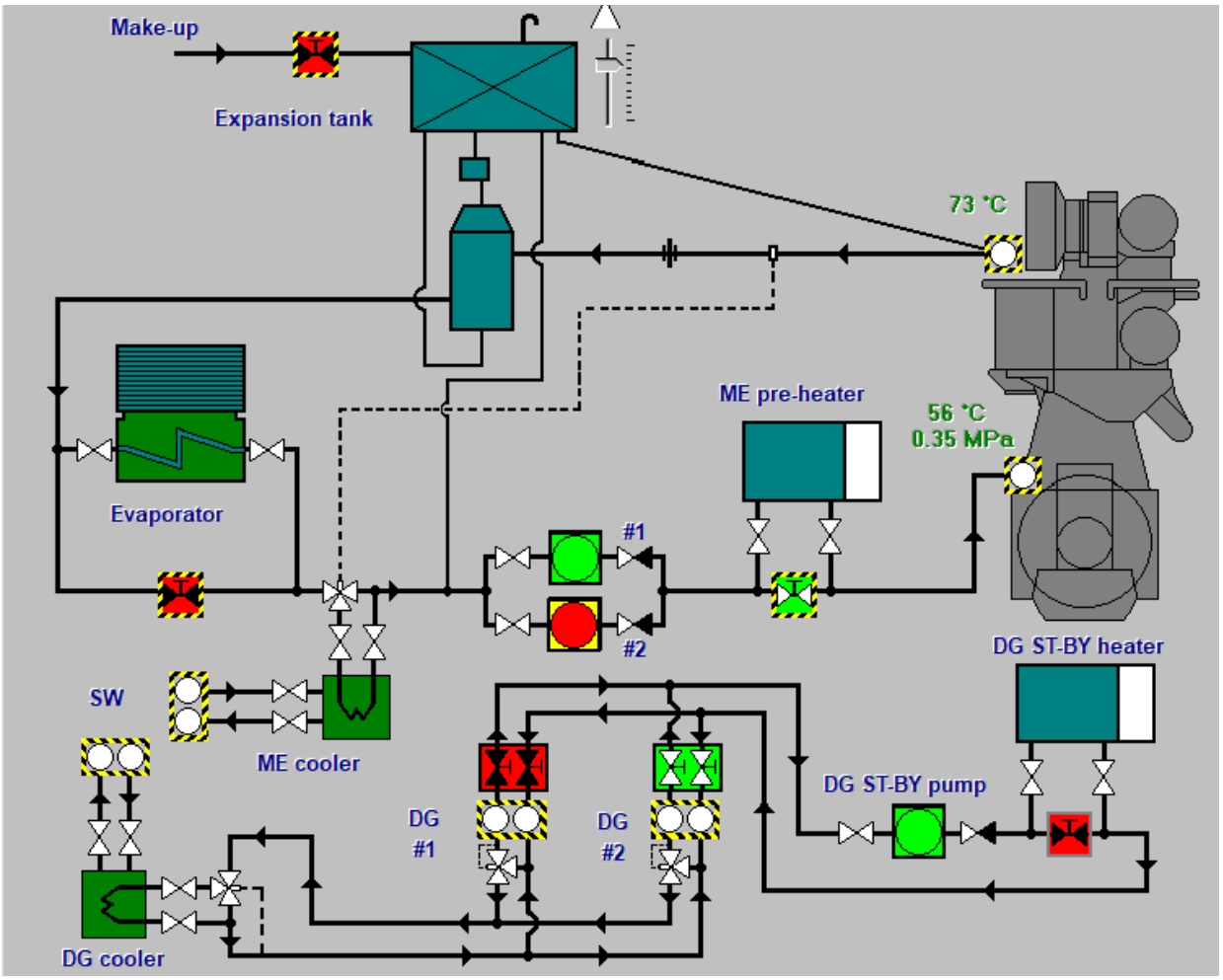
LAMPIRAN 1

PIPING DIAGRAM SISTEM PENDINGIN TERBUKA



LAMPIRAN 2

PIPING DIAGRAM SISTEM PENDINGIN TERTUTUP



LAMPIRAN 3

CENTRAL COOLING

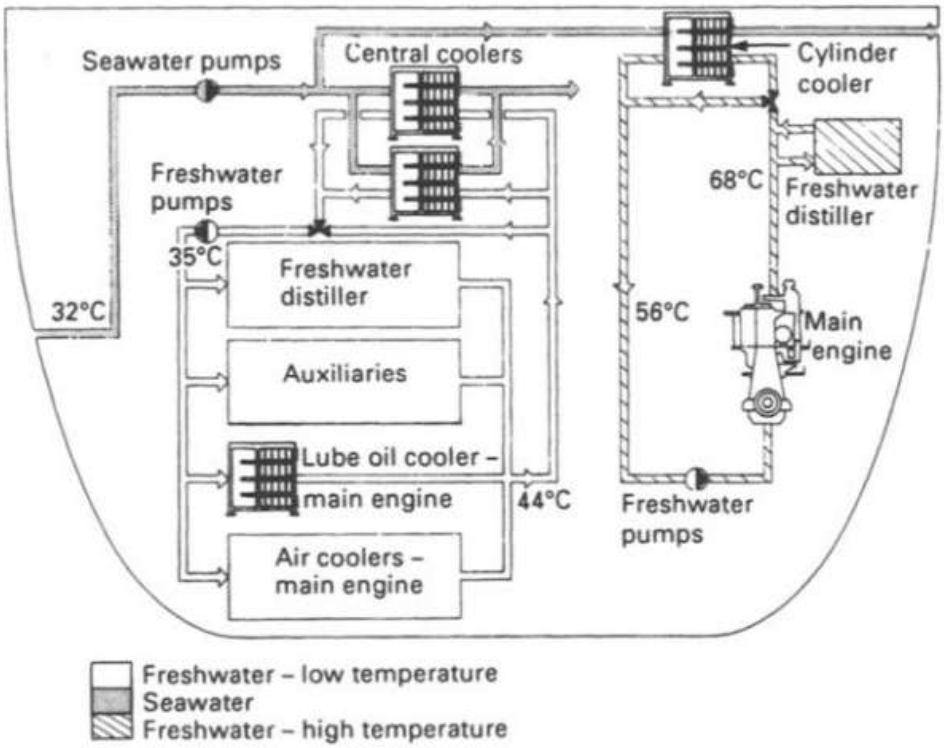


Figure 2.20 Central cooling system

LAMPIRAN 4

SEA CHEST CLEANING

Sumber: MT. STS SPB1

LAMPIRAN 5

IMPELER

LAMPIRAN 6

FRESS WATER COOLER

Sumber: MT. STS SPB1

LAMPIRAN 7

CREW LIST

CONTRACT CREWLIST										
VESSEL :	STS SPB 1		Flag :	Belize	LifeRaft Capacity		10 Person	DATE :	2024/06/15	
PORT :	BOFFA		Public Phone NO.				Master Phone NO.			
S/N	Name	Rank	Nationality	Date of Birth	Passport Number	Exp. Date	Date Joined	Date Complete Contract	VISA EXP DATE	REMARK
1	SUPARJO	Master	INDONESIA	17-Jun-81	E 5590193	16-Nov-33	15-Jun-24	15/12/24	OFFICE	OFFICE
2	HELGA SEMBIRING	C/O	INDONESIA	14-Apr-84	C 4058651	14-Jun-26	15-Jun-24	15/12/24	OFFICE	OFFICE
3	RAHMAT VAZAR RAMADHONI	2/O	INDONESIA	8-Feb-96	E 3014263	9-Mar-33	15-Jun-24	15/12/24	OFFICE	OFFICE
4	TOTO SUHARTOYO	C/E	INDONESIA	23-May-78	E 4861321	13-Sep-33	15-Jun-24	15/12/24	OFFICE	OFFICE
5	AMRUL MUDDASIR	2/E	INDONESIA	29-Mar-95	C 6764549	26-Aug-27	15-Jun-24	15/12/24	OFFICE	OFFICE
6	IDUL BOYA	3/E	INDONESIA	25-Mar-95	E 3203230	13-Apr-33	15-Jun-24	15/12/24	OFFICE	OFFICE
7	DANIEL	AB	INDONESIA	25-Jul-90	C 6583175	20-Apr-27	15-Jun-24	15/12/24	OFFICE	OFFICE
8	ABDUL MAJID BANGKUNG	AB	INDONESIA	28-Sep-91	C 6583175	11-Jun-26	15-Jun-24	15/12/24	OFFICE	OFFICE
9	TAUFIK	OILER	INDONESIA	12-Apr-94	E 5594852	25-Jan-34	15-Jun-24	15/12/24	OFFICE	OFFICE
10	JONNI ARIFIN	AB/CK	INDONESIA	24-Jun-75	X 2569575	2-Oct-33	15-Jun-24	15/12/24	OFFICE	OFFICE

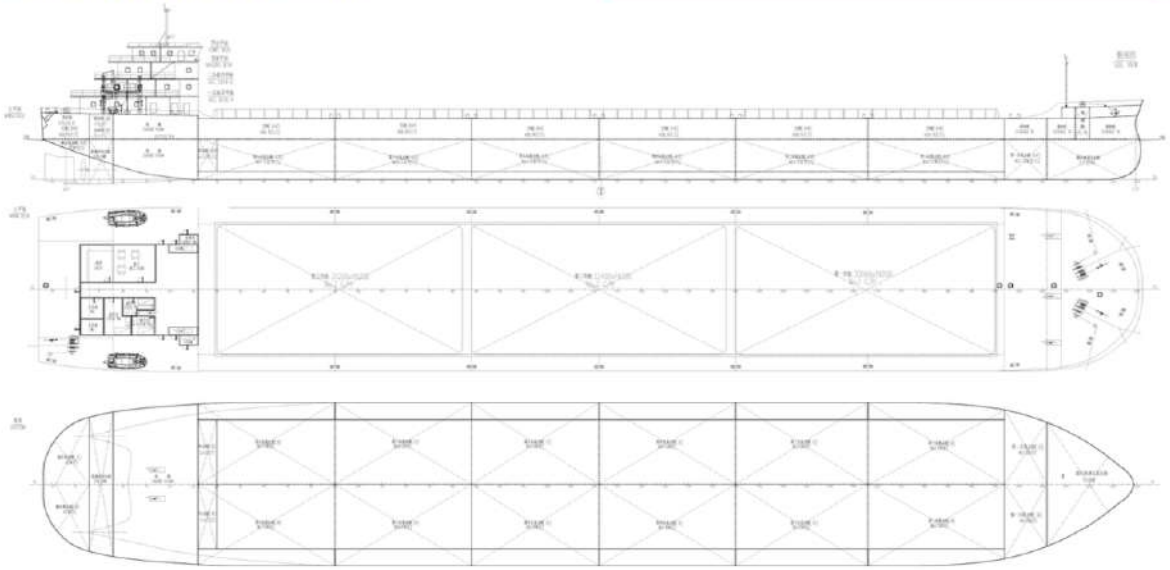
LAMPIRAN 8

SHIP PARTICULAR

STS SPB 1

14998 DWT BULK CARRIER

ITG STS
ITG STS PTE LTD



GENERAL

Ex name	N/A
Vessel Type	Bulk Carrier
Built Year	1999
Country of Built	CHINA

FLAG and CLASS

Flag / POR	BELIZE / Belize City
Registry Issue / Expiry	26 Oct 2023 / 25 Apr 2024
IMO	1038705
Call Sign	V3QH6
Class	PMDS
Class Notation	H, M, Bulk Carrier

PRINCIPAL DIMENSIONS

LOA / LBP	140.31 m / 139.19 m
Breadth Moulded	24.00 m
Depth Moulded	9.00 m
Draft Moulded	6.00 m

MAIN MACHINERY

Main Engine (2 sets)	Weichai CW8250ZLC-1
Rating (MCR)	2206.00 kw / 750 rpm
Rating (CSR- 90% MCR)	1985.40 kw / 750 rpm
Fuel Grade	MGO
Gearbox	
Aux Engine (2 sets)	
Rating / RPM	kw / rpm
KVA / Voltage / Frequency	KVA / V / Hz
Fuel Grade	MGO

TONNAGE

DWT	14998.2
GT/NT	9516/3950
Suez/Panama GT/NT	

HOLDS

Number of Holds	3
Hold Form	Double skin / box shaped

HOLD CAPACITY

Hold 1 (bale/grain)	
Hold 2 (bale/grain)	
Hold 3 (bale/grain)	

HOLD EQUIPMENT

Hold 1 – 3	air changes per hour

CAPACITIES

MDO (98% / 100%)	67.48 m^3 / 68.86 m^3
Fresh Water (98% / 100%)	2.94 m^3 / 3.00 m^3
Ballast (98% / 100%)	6810.44 m^3 / 6745.35 m^3

PERFORMANCE DATA & CONSUMPTION

Speed (Design) 9.50 knots (Approx) on MGO @ 90% MCR	
Port Consumption (idle)	mt MGO
Port Consumption (gear working)	mt MGO

MAIN ENGINE PORT		
WEICHAI DIESEL ENGINE		
MODEL	:	CW8250ZLC-1
ICXN	:	1103 KW -750 R/MIN
ION	:	1213 KW – 774 R/MIN
MCXN	:	1048 KW - 750 R/MIN
MON	:	1153 KW - 774 RMIN
ORDER	:	CH 250C0317
NO	:	2619C000002
DATE	:	2019.03.05
NET MASS	:	15300 KG
ADVANCE	:	17 +- CA

MAIN ENGINE STARBOARD SIDE		
WEICHAI DIESEL ENGINE		
MODEL	:	CW8250ZLC-1
ICXN	:	1103 Kw -750 R/Min
ION	:	1213 Kw – 774 R/Min
MCXN	:	1048 Kw - 750 R/Min
MON	:	1153 Kw - 774 R/Min
ORDER	:	CH 250C0317
NO	:	2619C000002
DATE	:	2019.03.05
NET MASS	:	15300 KG
ADVANCE	:	17 +- CA

GEARBOX (PORTSIDE)	:	SHI 2P00500-03 G. M.M
MODEL	:	6WC 15.49.01
RATED INPUT SPEED	:	750 R/MIN
RATED INPUT POWER	:	1470 KW
PATIONI NO	:	120007
RATION	:	4:1
DATE	:	2012.02

GEARBOX (STARBOARD SIDE)	:	SHI 2P 00500 - 04 6.M.M)
MODEL	:	6WC 45.49.032
RATED INPUT SPEED	:	750| 5/MIN
RATED INPUT POWER	:	1470 KW
PATIONI NO	:	120008
RATION	:	4:1105
DATE	:	2012.02

PUMP L.O/ SMERING (PORTSIDE) PRIMING PP		
MODEL	:	Y10021-4
POWER	:	2.2KW
POWEP PLANT	:	380 V
CURRENT	:	5.0. A
SPEED	:	1430 C
STANDARD NO	:	JB/T10391 – 2008

PUMP LO/ SMERING (STARBOARD SIDE) PRIMING PP		
MODEL	:	Y10021-4
POWER	:	2.2KW
POWEP PLANT	:	380 V
CURRENT	:	5.0. A
SPEED	:	1430 r/min
STANDARD NO	:	JB/T10391 – 2008

PUMP SEAWAGE		
TYPE	:	YS-HBO22
NO	:	K16067

PUMP CARGO (MOTOR)			PUMP		
MODEL	:	YE3 - 180L - 4	MODEL	:	NL 150
POWER	:	22 KW	FLOW RATE	:	200 -250 M/H
CURRENT	:	42.9	POWER	:	22 K
RPM	:	1470 / MIN	SPEED	:	1450 ГРМ OUTLET
WEIGHT	:	163 KG	INCH	:	6
NO	:	YB 38000	S/N	:	23100 55
STANDARD NO : GB/T28575-2020. 2023					

AUXILIARY ENGINE 1 PORTSIDE		
WEICHAI	:	WD 61568 CD
MODEL	:	170 KW - 1500 r/min
ICXN	:	187 KW - 1500 r/min
ION	:	-
MCXN	:	-
MON	:	-
ORDER	:	DH 615 D0215* 02
NO	:	1511K024997
NET MASS	:	1056 Kg
ADVANCE		16 +-1 °CA

AUXILIARY ENGINE 1 STARBOARD SIDE		
WEICHAI	:	WD 615.68 CD
MODEL	:	170 KW - 1500 r/min
ICXN	:	187 KW - 1500 r/min
ION	:	-
MCXN	:	-
MON	:	-
ORDER	:	DH 615 D0215* 02
NO	:	1511K024998
NET MASS	:	1056 Kg
ADVANCE		16 +-1 °CA

PUMP SEA WATER COOLING AE 1 P / S			:	GUANGYUE (MOTOR)
TYPE			:	YE2 - 13251 - 2-H
KW			:	5:5
NO			:	2252101
PUMP	:	CAPACITY	:	36 m3/h
	:	HEAT	:	30 m
	:	SPEED	:	2950 r/min
	:	DATE	:	2023
	:	NO	:	230565

AUXILIARY ENGINE 2 PORTSIDE		
WEICHAI		
MODEL	:	CCF J40 J - WF
RATED POWER	:	40 KW
RATED VOLTAGE	:	400 V
RATED REVS	:	1500 r/min
RATED FQCY	:	50 Hz
NO	:	1205200025
NET MASS	:	900 kg
DATE	:	2012.05

SELF - PRIMING SEAWATER PUMP		
NO	:	61351-6 Lift
SPEED	:	2800 Гpm / Distributed Power 11
WEIGHT	:	14000 Liters
WEIGHT	:	21

STERRING PUMP (MOTOR) PORTSIDE		
TYPE	:	Y 180M - 4-H
STD	:	1B/T5273 - 2002
POWER	:	18. 5 KW
	:	1470/ 1770/ MIN
	:	182 KG
MAX	:	45 °C
NO	:	11090117
DATE	:	2011.09

PUMP		
MODEL	:	636 - CY14 - 1B
NOMINAL PRESSURE	:	31.5 MPa
RATED SIPEED	:	1500/ min

AE JANGKAR (PORTSIDE)	:	HBE
MODEL	:	K4100ZCD
RATED POWER	:	41.2 KW . 1500
PRODUCTION LICENCE	:	XK06 - 002 -00133
NET MASS	:	390
ENGINE NO	:	239068
DATE	:	2019.07
CYI4 - 1B AXIOL PISTON PUMP		

AE WINS BELAKANG		
MODEL	:	4DMZD
RATED POWER	:	
PRODUCTION LICENCE	:	XH06-002 - 00133
MET MASS	:	390
ENG NO	:	444944
DATE	:	2023. 09

STERING PUMP (MOTOR) STARBOARSIDE		
TYPE	:	Y180 M - 4-H / STD = JB/T5273 -2002
POWER	:	18.5 KW
	:	1470/ 1770/MIN
	:	182 KG
MAX. AMB	:	45 °C
NO	:	11090100
DATE	:	2011.09

PUMP		
MODEL	:	636-CY14-1B
NORMAL PRESSURE	:	31.5 MPA
RATED SPEED	:	1500 R/MIN

OWS BILGE SEPARATOR		
TYPE	:	HBN - 0.5
SERIAL NO	:	TB0284
DATE	:	2023.12
CERTIFICATON NO	:	2622 PTB00145
RATET CAPACITY	:	0.5
WEIGHT	:	230
TYPE APPROVED ACCORDING TO IMO MEPC. 107 (49)		

MERINE ELECTRICAL APPLIANCE CONTROL BOX		
TYPE	:	KXD Q - 10
SERIAL NO	:	237016
RATEL POWER	:	380V
PROTECT GRADE	:	IP 44
RATE CURRENT	:	1A
DATE	:	2023.8

15 PPM BILGE ALARM TYPE	:	XOC - 01
SUPPLY	:	220 - 110 V AC 50/60 HZ
NO	:	240090
CORTIFICATION NOMER OF TYPE APPROVAL	:	WH 22 PTB00074

SEAWAGE		
TYPE	:	HBMA - 10
SERIAL NO	:	STC 0466
DATE	:	2023.10
HYDROULIC LODING	:	700 L/D
ORGANIK LODING	:	0,35 L/H
CERTIFICATION NO TYPE APPROVAL	:	Z6 22 PTBO0144
CERTIFICATION NO OF MARINE PRODUCT	:	WZ 23 PPS 02210-0302210 - 03
TYPE APPROVED TO IMO = MEPC. 227(64)		

UV WATER SITERILIZER		
MODEL	:	25 W
INPUT	:	230 V

MARINE ELECTRICAL APPLIANCE		
TYPE	:	KXD Q-10
SERIAL NO	:	2211031
RATE POWER	:	380 V / 440 V
RATE CURRENT	:	16 A
PROTECT GRADE	:	IP 44
DATE	:	2023.12

AIR COMPRESSOR		
MODEL	:	CWF - 40/30 BF
CAPACITY	:	0.67 M3/MIN
RATED PRESSURE	:	3
RATED SPEED	:	600 R/MIN
SERIAL NO	:	6215
DATE	:	-
SHAFT POWER	:	11 KW

BIG PUMP FO (MOTOR) PORTSIDE		
MODEL	:	YE3 - 132M - 4
POWER	:	7.5 KW
POWER PLAMT	:	380 V
SPEED	:	1440 R/MIN
POWER FACTOR	:	0,84
STANDAR NUMBER	:	1B/ 18813 - 2020
DATE	:	1 SEPTEMBER 2023
NO	:	LM 4063

BIG PUMP FO (MOTOR) STARBOARDSIDE		
MODEL	:	YE3 - 132M - 4
POWER	:	7.5 KW
POWER PLAMT	:	380 V
SPEED	:	1440 R/MIN
POWER FACTOR	:	0,84
STANDAR NUMBER	:	1B/ 18813 - 2020
DATE	:	1 SEPTEMBER 2023
NO	:	LM 4049

SMALL PUMP FO(MOTOR)		
MODEL	:	YE3 - 90L - 4
POWER	:	1,5 KW
CORRENT	:	3.50 A
SPEED	:	1404 R/MIN
WORKING MODE	:	S1 IP55
POWER FACTOR	:	0, 78
WEIGHT	:	22 KG
INSULATION F STANDARD	:	GB/T2 8575 - 2020 SEPTEMBER 2023

MINDONG GUANG YUE MOTOR CO. LTD		
PUMP / MODEL	:	KCB - 55
CAPACITY	:	1400 R/MIN
POWER	:	15 KW
SPEED	:	3.3 M/H

FIRE PUMP (STARBOARDSIDE)		
TYPE	:	Y. 160 M1 - 2 - H
RPM	:	2930 R/MIN
WEIGHT	:	17 KG
NO	:	121125
DATE	:	—
STANDAR NO	:	JB/T5273 - 2002
FIRE PUMP (PORTSIDE)		
TYPE	:	Y. 160 M1 - 2 - H
RPM	:	2930 R/MIN
WEIGHT	:	17 KG
NO	:	121120
DATE	:	2011.04
STANDAR NO	:	JB/T5273 - 2002

AE JANGKAR (STARBOARDSIDE)	:	HBE
MODEL	:	K4100ZCD
RATED POWER	:	41.2 KW . 1500
PRODUCTION LICENCE	:	XK06 - 002 - 00133
NET MASS	:	390
ENGINE NO	:	239067
DATE	:	2019.07
CYI4 - 1B AXIOL PISTON PUMP		