

**ANALISIS MENINGKATNYA TEMPERATUR HEAT  
EXCHANGER PADA MESIN INDUK DI KAPAL POLARIS XX**



Disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan  
program pendidikan dan pelatihan pelaut(DP) Tingkat I

**ILHAMUDDIN**

**NIS : 24.07.102.013**

**AHLI TEKNIKA TINGKAT I**

**PROGRAM DIKLAT PELAUT TINGKAT I**

**POLITEKNIK ILMU PELAYARAN MAKASSAR**

**TAHUN 2024**

**PERNYATAAN KEASLIAN**

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Ilhamuddin  
Nomor Induk Siswa : 24.07.102.013  
Program Diklat : Ahli Teknika Tingkat - I

Menyatakan bahwa KIT yang saya tulis dengan judul :

**“ANALISIS MENINGKATNYA TEMPERATUR HEAT EXCHANGER PADA MESIN INDUK DI KAPAL POLARIS XX “**

Merupakan karya asli, Seluruh ide yang ada dalam KIT tersebut, kecuali tema dan yang saya nyatakan sebagai kutipan, merupakan ide saya sendiri.

Jika pernyataan di atas terbukti tidak benar, maka saya bersedia menerima sanksi yang ditetapkan oleh Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.

Makassar, 18 Oktober 2024



**ILHAMUDDIN**

**PERSETUJUAN SEMINAR  
KARYA ILMIAH TERAPAN**

**Judul** : **ANALISIS MENINGKATNYA TEMPERATUR  
HEAT EXCHANGER PADA MESIN INDUK DI  
KAPAL POLARIS XX**

**Nama Pasis** : **ILHAMUDDIN**

**NIS** : 24.07.102.013

**Program Diklat** : **AHLI TEKNIKA TINGKAT I**

Dengan ini dinyatakan telah memenuhi syarat untuk di seminarkan pada Seminar Karya Ilmiah Terapan yang dilaksanakan oleh Manajer Diklat Teknis, Peningkatan dan Penjenjangan PIP Makassar.

Makassar, 15 Oktober 2024

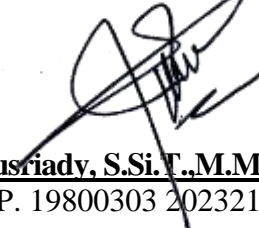
Menyetujui :

Pembimbing I



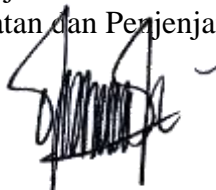
**Tony Santiko, M.Si., M.Mar.E**  
NIP. 19760107 200912 1 001

Pembimbing II



**Musriady, S.Si. T., M.Mar.E**  
NIP. 19800303 202321 1 019

Mengetahui :  
Manajer Diklat Teknis,  
Peningkatan dan Penjenjangan



**Ir. Suyuti, M.Si., M.Mar.E**  
NIP. 19680508 2002121002

# ANALISIS MENINGKATNYA TEMPERATUR HEAT EXCHANGER PADA MESIN INDUK DI KAPAL POLARIS XX

Disusun dan Diajukan oleh:

**ILHAMUDDIN**  
NIS. 24.07.102.013  
Ahli Teknika Tingkat I

Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian KIT  
Pada tanggal, 18 Oktober 2024

Menyetujui,

Penguji I

Penguji II



**Yulianto, S.T., M.Mar.E**  
NIP.



**Ir. Hasan, S.Si.T., M.Mar.E**  
NIP. 19850705 201902 1 003

Mengetahui :

a.n Direktur  
Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar  
Pembantu Direktur I



**Capt. Faisal Saransi, M.T., M.Mar**  
NIP. 19750329 199903 1 002

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur saya panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala berkat dan karunia yang telah diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan KIT ini. Tugas akhir ini merupakan salah satu persyaratan bagi Perwira Siswa Jurusan Ahli Teknika Tingkat I (ATT I) dalam menyelesaikan studinya pada program ATT I di Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar. Penulis menyadari bahwa dalam penyelesaian tugas akhir ini masih terdapat banyak kekurangan baik dari segi tata bahasa, struktur kalimat, maupun metode penulisan.

Tak lupa pada penulis ucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. **Capt. Rudi Susanto, M.Pd**, selaku Direktur Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.
2. **Bapak Ir. Suyuti, M.Si., M.Mar.E** selaku Manager Diklat Teknis Peningkatan dan Penjenjangan Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar
3. **Tony Santiko, M.Si.,M.Mar.E** selaku pembimbing I penulisan KIT Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar
4. **Musriady, S.Si.T.,M.Mar.E** selaku pembimbing II penulisan KIT Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar
5. **Seluruh Staf Pengajar Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar** atas bimbingan yang diberikan kepada penulis selama mengikuti program diklat ahli Nautika tingkat I (I) di PIP Makassar.
6. Rekan-rekan Staf Resimen Perwira Siswa Periode Juli 2024
7. Rekan-rekan Pasis Angkatan XL Tahun 2024

8. Kedua Orang tua ayahanda dan Ibunda serta beserta adik tersayang yang telah memberikan doa dan dorongan serta bantuan moril dan materi, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan KIT ini.

Dalam penulisan KIT ini, penulis menyadari bahwa masih terdapat kekurangan- kekurangan dipandang dari segala sisi. Tentunya dalam hal ini tidak lepas dari kemungkinan adanya kalimat-kalimat atau kata-kata yang kurang berkenan dan perlu untuk diperhatikan. Namun walaupun demikian, dengan segala kerendahan hati penulis memohon kritik dan saran-saran yang bersifat membangun demi penyempurnaan makalah ini. Harapan penulis semoga karya tulis ilmiah terapan ini dapat dijadikan bahan masukan serta dapat memberikan manfaat bagi para pembaca.

Makassar, 18 Oktober 2024

Penulis



ILHAMUDDIN

## ABSTRAK

Ilhamuddin 2024 Analisis Meningkatnya Temperatur Mesin Induk Heat Exchanger Di Kapal Polaris XX dibimbing oleh Tony Santiko dan Musriady

Kegagalan fungsi sistem pendingin dapat terjadi akibat kesalahan dalam pemasangan heat exchanger. Heat exchanger berperan penting dalam mentransfer panas dari satu medium ke medium lainnya untuk menjaga suhu mesin dan peralatan tetap dalam rentang yang aman. Pemasangan yang tidak sesuai dengan spesifikasi manual book dapat mengakibatkan berbagai masalah seperti kebocoran, aliran cairan pendingin yang tidak efisien, serta perpindahan panas yang tidak optimal. Kondisi ini dapat menyebabkan penurunan efisiensi sistem pendingin, overheating, dan bahkan kerusakan serius pada komponen mesin. Faktor utama yang berkontribusi terhadap kesalahan pemasangan termasuk kurangnya pelatihan dan pemahaman kru tentang prosedur yang benar, penggunaan alat yang tidak sesuai, serta pengabaian terhadap inspeksi dan pemeliharaan rutin. Untuk mencegah kegagalan tersebut, diperlukan peningkatan pelatihan bagi kru, pemantauan kualitas pemasangan, dan kepatuhan terhadap prosedur standar yang telah ditetapkan. Studi ini bertujuan untuk menganalisis dampak kesalahan pemasangan heat exchanger pada kinerja sistem pendingin serta langkah-langkah mitigasi yang dapat dilakukan untuk meningkatkan keandalan sistem.

Adapun Lokasi kejadian ini penulis alami saat bekerja di kapal AHT Polaris XX, milik Elegancia Marine Offshore Services, WLL penulis di kapal ini bekerja sebagai 2<sup>nd</sup> Engineer. Kejadian ini terjadi saat kapal akan sandar di lokasi pembongkaran Nurai Island. Kemudian disajikan menggunakan metode analisis deskriptif. Hasil Kegagalan fungsi sistem pendingin akibat kesalahan pemasangan pada heat exchanger merupakan masalah serius yang dapat mempengaruhi kinerja dan keandalan sistem secara keseluruhan. Heat exchanger adalah komponen utama dalam sistem pendingin yang berfungsi untuk mentransfer panas dari fluida yang lebih panas ke fluida yang lebih dingin, dengan tujuan menjaga suhu mesin atau peralatan dalam batas aman. Kesalahan pemasangan dapat disebabkan oleh berbagai faktor seperti ketidaksesuaian dalam mengikuti instruksi manual, penggunaan alat yang tidak tepat, atau pengabaian terhadap spesifikasi teknis.

Kata Kunci: Heat Exchanger, salah Pasang, kegagalan fungsi pendingin

## ABSTRACT

Ilhamuddin 2024 Increased Main Engine Heat Exchanger Temperature Analysis On Polaris XX supervised by Tony Santiko and Musriady

Cooling system failure can occur due to errors in the installation of the heat exchanger. Heat exchangers play an important role in transferring heat from one medium to another to keep the temperature of the engine and equipment within a safe range. Installation that does not comply with the manual book specifications can result in various problems such as leaks, inefficient coolant flow, and suboptimal heat transfer. This condition can cause decreased cooling system efficiency, overheating, and even serious damage to engine components. The main factors contributing to installation errors include lack of crew training and understanding of the correct procedures, use of inappropriate tools, and neglect of routine inspections and maintenance. To prevent such failures, increased crew training, monitoring of installation quality, and compliance with established standard procedures are needed. This study aims to analyze the impact of heat exchanger installation errors on cooling system performance and mitigation measures that can be taken to improve system reliability.

The location of this incident the author experienced while working on the AHT Polaris XX, owned by Elegancia Marine Offshore Services, WLL the author on this ship worked as 2nd Engineer. This incident occurred when the ship was about to dock at the Nurai Island unloading location. Then presented using a descriptive analysis method. Results Failure of the cooling system function due to incorrect installation of the heat exchanger is a serious problem that can affect the performance and reliability of the system as a whole. The heat exchanger is the main component in the cooling system that functions to transfer heat from a hotter fluid to a cooler fluid, with the aim of maintaining the temperature of the engine or equipment within safe limits. Installation errors can be caused by various factors such as non-compliance in following manual instructions, improper use of tools, or neglect of technical specifications.

Keywords: Heat Exchanger, incorrect installation, cooling failure



**DAFTAR ISI**

HALAMAN SAMPUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN	ii.
PERSETUJUAN SEMINAR	iii
PENGESAHAN	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	6
C. Batasan Masalah	6
D. Tujuan Penelitian	8
E. Manfaat Penelitian	8
F. Hipotesis	10
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
A. Faktor Manusia	11
B. Faktor Organisasi di Atas Kapal	14
C. Pekerjaan dan Lingkungan Kerja	15
D. Faktor Kapal	18
E. Faktor Manajemen Perusahaan	36
F. Faktor Dari Luar Kapal	36
<b>BAB III ANALISIS DAN PEMBAHASAN</b>	
A. Lokasi Kejadian	38
B. Situasi dan Kondisi	39
C. Temuan	40
D. Urutan Kejadian	50
E. Pembahasan	53

**BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN**

A. Kesimpulan

61

B. Saran

61

**DAFTAR PUSTAKA**

**DAFTAR TABEL**

Tabel 3.1 Data-data perawatan sistem pendingin air laut di AHT Polaris XX 39

**DAFTAR GAMBAR**

Gambar 2.1 Sea Water System	32
Gambar 2.2 System pendingin dikapal AHT Polaris XX	33
Gambar 2.3 Central cooling system	34
Gambar 3.1 Lokasi Kejadian	38

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **A. Latar Belakang**

Pada dewasa ini persaingan bisnis jasa angkutan laut sangat ketat dan meningkat. Dalam hal ini jasa angkutan laut merupakan arus perdagangan dan sebagai mobilitas masyarakat serta sebagai penunjang. Transportasi laut akan berhasil bila armada pelayaran baik dan juga dibutuhkan pelaut yang terampil, cakap dan bertanggung jawab dengan didasari kedisiplinan yang tinggi.

Untuk melayarkan kapal pada masa kini kebanyakan dipakai motor diesel baik untuk mesin penggerak utama maupun untuk mesin bantunya. Motor diesel ini sangat efisien dibandingkan dengan mesin uap.

Dalam pengoperasian mesin induk sering terjadi gangguan sistem pendingin air tawar pada mesin induk, dimana pada waktu mesin induk bekerja langkah piston bergerak turun naik didalam silinder akan terjadi panas. Dimana panas itu adalah hasil dari pembakaran didalam silinder, yang digunakan piston untuk memutar poros propeller dengan perantara poros nok dan batang torak. Untuk itu crew mesin di atas kapal dituntut agar tanggap dalam menjaga kelancaran operasinya, sehingga dalam pelayaran kapal tidak mengalami gangguan sistem pendingin pada mesin induk.

Sebagai bahan pendingin pada motor diesel dapat digunakan seperti udara, air dan minyak. Dari ketiga bahan pendingin ini air merupakan bahan

pendingin yang sangat baik untuk menyerap panas. Air laut biasa digunakan dalam sistem pendingin tetapi dapat mengakibatkan timbulnya korosi pada permukaan yang dikenai air pendingin dan juga akan terjadi pembentukan kerak keras pada bagian permukaan yang didinginkan, sehingga mengganggu perpindahan panas dan membuat saluran pendingin yang sempit dan menjadi tersumbat. Oleh karena itu sekarang yang lebih banyak digunakan adalah air tawar sebagai pendingin, sebab memiliki keuntungan yaitu semua permukaan logam yang dikenai air pendingin terhindar dari karat (korosi), material tersebut mempunyai daya tahan lebih lama dan juga tidak mengakibatkan pengendapan kerak pada suatu permukaan logam.

Panas yang ditimbulkan di dalam silinder mesin oleh pembakaran bahan bakar bervariasi dari kira-kira 6.000 sampai 10.000 Btu tiap d.k.-jam. Pengujian menunjukkan bahwa dari 25 sampai 35 persen dari panas ini dalam mesin dengan pendinginan air dan kira-kira 15 sampai 25 persen dalam mesin dengan pendinginan udara, merambat ke dalam dinding silinder dan harus di buang. Kalau tidak di berikan suatu cara untuk membuang panas ini, maka suhu dalam logam akan mulai mendekati suhu gas pembakaran pada saat meninggalkan silinder mesin, yaitu kira-kira 800 sampai 1.200F. Oleh sebab itu, pembuangan panas atau pendinginan ini, masalahnya sedemikian penting sehingga kalau tidak di atasi dengan baik, dapat lebih menyebabkan kerusakan dari pada setiap fasa operasi mesin yang lain. Dan suhu air keluar biasanya tidak dibolehkan lebih dari 140F. Untuk mesin dengan sistim tertutup dibolehkan suhu maksimum 160 sampai 180F.

Sistem pendingin yang ada dikapal tempat penulis bekerja sebagai masinis dan kkm ( Kepala Kamar Mesin ), menggunakan air tawar sebagai bahan pendingin mesin induk dan air laut digunakan sebagai bahan pendingin untuk menyerap panas yang ada pada air tawar. Oleh sebab itu mengingat pentingnya sistem air pendingin dalam pengoperasian motor induk diatas kapal perlu diperhatikan untuk menjaga temperatur air pendingin agar tetap normal.

Air pendingin merupakan salah satu bagian yang sangat penting untuk mendinginkan mesin induk. Kurangnya koordinasi antara awak kapal dengan staf pegawai di kantor, pencharter serta otoritas pelabuhan yang mana terdapat pelabuhan yang memiliki beberapa peraturan khususnya ditujukan untuk mesin induk sehingga timbul permasalahan terkait kurangnya waktu pelaksanaan perawatan.

Salah satu faktor yang kritis dari sistem pendukung motor induk adalah sistem pendingin. Apabila sistem pendingin mengalami kerusakan maka akan mengurangi kinerja mesin induk kapal. Sehingga hal tersebut akan mengakibatkan kerugian yang dialami oleh pihak pemilik kapal dari segi teknis maupun ekonomis.

Tujuan sistem pendingin adalah untuk mempertahankan temperatur operasi mesin induk yang paling efisien pada setiap kecepatan dalam segala kondisi. Sistem pendingin air tawar merupakan salah satu penunjang dari sistem penggerak utama dari sebuah kapal, dimana fungsi dari sistem ini tidak lain hanya untuk mendinginkan mesin induk agar dapat berjalan secara normal.

Di atas kapal tempat penulis bekerja menggunakan sistem pendingin air tawar atau pendingin tertutup dan didinginkan oleh air laut dalam sirkulasi sistem pendingin air tawar, air yang telah mendinginkan mesin akan dihisap oleh pompa sirkulasi kemudian ditekan ke cooler untuk didinginkan oleh air laut yang melewati cooler. Air laut yang telah mendinginkan air tawar tadi akan keluar lagi ke laut sedangkan untuk air tawar yang suhunya sudah turun akan bersirkulasi masuk ke dalam mesin lagi. Dan uraian di atas tersebut, penulis sangat tertarik untuk menulis tentang sistem pendingin pada motor induk. Di dalam sistem pendingin terdapat beberapa komponen yang bekerja secara berhubungan antara lain: cooler, pompa sirkulasi air tawar, pompa air laut, strainer dan sea chest. Kelima komponen tersebut di atas inilah yang sering menyebabkan kurang maksimalnya hasil pendinginan terhadap motor induk. Penulis sering menjumpai tekanan air laut kurang dari 2,5 bar akibat kurangnya air laut yang diisap pompa air laut dari main seachest. Kurangnya tekanan air laut juga sering dipengaruhi oleh kerja pompa sirkulasi yang tidak maksimal.

Untuk meningkatkan kelancaran pengoperasian kapal, maka perawatan harus dilakukan dengan baik sesuai dengan sistem perawatan secara terencana *Planned Maintenance System* (PMS). Akibat kurangnya perawatan pendinginan air tawar di atas kapal, sistem pendingin air tawar tidak dapat bekerja secara normal sehingga menghambat operasional kapal. Kurangnya perawatan juga disebabkan oleh terbatasnya suku cadang di atas kapal dan peralatan penunjang sistem pendingin yang tidak berfungsi secara normal.



Kapal adalah sarana transportasi yang sangat efisien di laut. Mengikuti perkembangan jaman semakin maju dan modern serta canggih, kapal juga dirancang sedemikian rupa sehingga dapat memenuhi kebutuhan yang diinginkan. Untuk menunjang Operasional kapal tersebut, diperlukan pula crew kapal yang terampil dan siap kerja diatas kapal. Lancarnya kinerja dari mesin induk tidak lepas dari peran serta faktor mesin pendingin.

Oleh karena itu perawatan heat exchanger harus selalu dilakukan supaya menjamin kelancaran kinerja dari mesin induk, karena sering terjadi kinerja mesin induk terganggu disebabkan pada kurangnya perawatan heat exchanger. Korosi pada heat exchanger akan menghalangi penyerapan kalor di dalam heat exchanger.

Oleh sebab itu mesin induk harus dirawat dengan baik, agar kinerja *main engine* dapat dioptimalkan. Dari beberapa pengalaman selama penulis diatas kapal dan dari pengamatan penulis selama praktek, ditemukan bahwa kurangnya perawatan *heat exchanger* dapat mengurangi daya tahan dan kinerja dari mesin induk. Dari permasalahan pada system dapat diambil kesimpulan bahwa, apakah perawatan *heat exchanger* mempengaruhi daya tahan mesin induk

Dengan mempertimbangkan hal-hal tersebut diatas, maka dalam KIT ini penulis mencoba mengangkat judul: **"ANALISIS MENINGKATNYA TEMPERATUR MESIN INDUK HEAT EXCHANGER DI KAPAL POLARIS XX"**.

## **B. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah yang penulis ambil adalah: “Apa penyebab meningkatnya temperatur air pendingin pada mesin induk” ?

## **C. Batasan Masalah**

Mengingat luasnya permasalahan yang dapat di kaji tentang sistem air pendingin pada mesin induk, Batasan ini membantu agar penelitian tetap fokus dan terukur. Berikut adalah beberapa batasan umum:

1. Penelitian biasanya terbatas pada jenis heat exchanger tertentu, seperti shell and tube, plate, atau air-cooled heat exchanger. Setiap jenis memiliki karakteristik dan mekanisme perpindahan panas yang berbeda.
2. Jenis Fluida Pendingin: Fokus pada fluida pendingin tertentu (air, air asin, minyak, atau refrigeran) karena masing-masing fluida memiliki sifat termal yang berbeda dan memengaruhi perpindahan panas secara signifikan.
3. Kondisi Operasional: Batasan dalam kondisi operasional, seperti suhu, tekanan, dan laju aliran fluida. Misalnya, penelitian mungkin hanya fokus pada suhu fluida tertentu atau rentang tekanan tertentu yang relevan dengan aplikasi yang dikaji.
4. Desain Geometri Heat Exchanger: Penelitian seringkali terbatas pada geometri tertentu dari heat exchanger, seperti panjang, diameter, atau jumlah pipa pada sistem shell and tube. Variasi desain yang lebih kompleks mungkin tidak dijelajahi secara mendalam.

5. Material Heat Exchanger: Pembatasan pada material pembuatan heat exchanger, misalnya hanya menganalisis bahan logam tertentu (seperti baja tahan karat atau tembaga), tanpa mempertimbangkan material lain yang bisa mempengaruhi efisiensi atau umur alat.
6. Pendekatan Teoritis atau Simulasi: Batasan dalam metodologi, seperti hanya menggunakan model simulasi numerik (CFD) atau pendekatan analitis untuk memprediksi performa, dan tidak melakukan pengujian eksperimental. Hal ini bisa membatasi validasi hasil terhadap kondisi nyata.
7. Skala Sistem: Penelitian sering dibatasi pada skala laboratorium atau simulasi pada skala kecil, sehingga hasil mungkin tidak secara langsung dapat diaplikasikan pada skala industri yang lebih besar tanpa penyesuaian tambahan.
8. Aspek Ekonomi dan Biaya: Fokus lebih pada analisis teknis dan tidak secara mendalam mengkaji aspek ekonomi seperti biaya instalasi, perawatan, atau biaya energi untuk sistem pendingin.
9. Efek Korosi dan Degradasi Material: Jika penelitian tidak fokus pada efek korosi atau degradasi material akibat pendingin, maka faktor-faktor ini tidak dieksplorasi, meskipun dalam jangka panjang, korosi bisa menjadi faktor kritis dalam pemilihan sistem pendingin.
10. Dampak Lingkungan: Dalam beberapa kasus, penelitian bisa tidak mencakup analisis dampak lingkungan dari sistem pendingin (misalnya, penggunaan refrigeran yang ramah lingkungan atau tidak).

maka penulis memberi batasan dengan maksud supaya pembahasan lebih fokus pada masalah yang dialami. Untuk itu penulis memberi batasan masalah yaitu pada permasalahan tidak maksimalnya pendinginan mesin diakibatkan kegagalan fungsi heat exchanger.

#### **D. Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu

1. Untuk mengetahui penyebab meningkatnya temperatur air pendingin pada mesin induk.
2. Sebagai bahan referensi bagi peneliti yang ingin mengkaji adanya penyebab meningkatnya temperatur air pendingin pada mesin induk.
3. Agar penulis dapat lebih memahami dan mengetahui lebih jauh mengenai peranan sistem air pendingin di atas kapal.

Secara spesifik penelitian ini bertujuan untuk mengetahui beberapa hal mengenai gangguan pada sistem pendingin mesin induk dan cara penanganan dan perawatannya sehingga diharapkan dapat menunjang pengoperasian mesin induk lebih optimal. Dan memenuhi persyaratan menyelesaikan pendidikan.

#### **E. Manfaat Penelitian**

1. Manfaat teoritis
  - a. Untuk memberikan gambaran kepada pembaca tentang apa yang menyebabkan meningkatnya temperatur air pendingin pada mesin induk.

- b. Untuk memberi sumbangan pemikiran dan pemecahannya dari masalah yang menyebabkan kinerja dari air pendingin pada mesin induk yang tidak optimal.
- c. Untuk mengembangkan pengetahuan dan menambah ilmu baik penulis maupun pembaca atau rekan seprofesi agar lebih dapat memahami tata cara perawatan yang baik terhadap motor penggerak khususnya pada penurunan tenaga pada mesin dan sistem pendingin.

## 2. Manfaat Praktis

- a. Peningkatan Efisiensi Energi: Dengan memahami cara kerja pendingin pada heat exchanger, penelitian ini dapat membantu meningkatkan efisiensi perpindahan panas, sehingga mengurangi konsumsi energi pada proses industri, HVAC, atau pembangkit listrik.
- b. Pengurangan Biaya Operasional: Penggunaan sistem pendingin yang lebih efisien dan optimal akan mengurangi kebutuhan energi dan biaya perawatan, yang berdampak pada pengurangan total biaya operasional.
- c. Perpanjangan Umur Heat Exchanger: Pemilihan jenis pendingin yang tepat dapat mengurangi korosi atau degradasi material, sehingga memperpanjang umur heat exchanger dan mengurangi frekuensi penggantian atau perbaikan.
- d. Pengendalian Suhu yang Lebih Stabil: Penelitian ini akan membantu dalam menjaga suhu optimal yang dibutuhkan dalam berbagai proses industri, baik untuk pemanasan maupun pendinginan, yang berdampak positif pada kualitas produk atau hasil.

- e. Pengurangan Dampak Lingkungan: Efisiensi yang lebih tinggi dalam penggunaan energi dan pendingin dapat mengurangi emisi gas rumah kaca serta limbah energi, berkontribusi pada upaya keberlanjutan dan ramah lingkungan.
- f. Pengembangan Teknologi Baru: Analisis mendalam dapat memicu inovasi dalam desain heat exchanger dan pemilihan material baru yang lebih efisien dan tahan lama, serta dalam pengembangan pendingin alternatif yang lebih ramah lingkungan.
- g. Optimasi Proses Produksi: Di berbagai industri seperti kimia, farmasi, makanan, dan minyak & gas, penelitian ini membantu dalam optimasi proses produksi melalui pengendalian perpindahan panas yang lebih baik.
- h. Keselamatan Operasional: Sistem pendingin yang lebih efisien dan stabil dapat mengurangi risiko kegagalan sistem atau overheat, yang berpotensi menghindari kecelakaan dan kerugian besar.

## **F. Hipotesis**

Berdasarkan rumusan masalah yang telah diuraikan di atas maka di duga penyebab meningkatnya temperatur air pendingin pada mesin induk adalah :

1. Penyerapan panas yang terjadi pada *heat echanger* kurang optimal.
2. Tekanan pendingin air tawar pada mesin induk menurun.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### A. Faktor Manusia

Memberikan pelatihan-pelatihan keterampilan kepada masinis dan crew kapal mengenai perawatan system pendingin pada mesin, dan prinsip kerjanya. Dimana beberapa penyebab dari tidak optimalnya kinerja Induk yaitu kurangnya pemeliharaan rutin, kesalahan perawatan, *Over heating, over loading*, dan kesalahan operasional yang tidak sesuai.

Berdasarkan *IMO Course 7.02 2014 Chief Engineer Officer And Second Engineer Officer Electronic edition* Sumber daya manusia (SDM) adalah individu produktif yang bekerja sebagai penggerak suatu organisasi, baik itu di dalam institusi maupun perusahaan yang memiliki fungsi sebagai aset sehingga harus dilatih dan dikembangkan kemampuannya. Atau dengan kata lain, Sumber daya manusia (*human resource*) mengandung dua pengertian, pertama, sumber daya manusia (SDM) mengandung pengertian usaha kerja atau jasa yang dapat diberikan dalam proses produksi, kedua, menyangkut manusia yang mampu memberikan jasa atau usaha kerja tersebut

Menurut Handoko, T. Hani (2008:23) “mengatakan bahwa sumber daya manusia dengan keseluruhan penentuan dan pelaksanaan berbagai aktifitas, policy yang bertujuan mendapatkan tenaga kerja, pengembangan dan pemeliharaan dalam usaha meningkatkan dukungannya terhadap peningkatan efektifitas organisasi secara etis sosial dan dapat di pertanggungjawabkan”.

Menurut [www.wikipedia.com](http://www.wikipedia.com) yang diakses 10 september 2024 “menyatakan bahwa manajemen sumber daya manusia adalah perencanaan pengorganisasian, pengarahan, pengendalian dan pengadaan, pengembangan, pengintegrasian pemeliharaan dan pemberhentian karyawan dengan maksud terwujudnya tujuan perusahaan individu, karyawan dan masyarakat”.

## 1. Personality

Dengan berlakunya Amandemen *International Convention STCW* 1995 sebagai penyempurnaan *STCW* 1978, maka Menteri perhubungan menetapkan peraturan dalam bentuk keputusan menteri perhubungan No.70 Th.1998 tanggal 21 Oktober 1998 tentang pengawakan kapal niaga. Pada BAB II pasal 2 ayat (2) bahwa pada setiap kapal niaga yang berlayar harus diawaki seorang nahkoda, sejumlah perwira, sejumlah rating. Susunan awak kapal didasarkan pada daerah pelayaran, tonase kotor (GT) dan ukuran tenaga penggerak kapal dengan ketentuan sebagai berikut:

- a. Bagi nahkoda, mualim atau masinis harus memiliki sertifikat keahlian pelaut yang jenis dan tingkat sertifikatnya sesuai dengan daerah pelayaran, *tonnage* kotor dan tenaga penggerak.
- b. Bagi operator radio harus memiliki sertifikat keahlian pelaut radio yang ada di kapal dan memiliki sertifikat keahlian pelaut
- c. Bagi rating harus memiliki sertifikat keahlian pelaut dan sertifikat keterampilan pelaut yang jenis sertifikatnya sesuai dengan jenis tugas.

## 2. Tugas dan Tanggung Jawab

- a. *International Safety Management Code (ISM CODE)* menguraikan beberapa hal yang berkaitan dengan tugas dan tanggung jawab baik individu maupun perusahaan demi kelancaran operasional kapal.
  - 1) Code 5. Tanggungjawab dan otoritas nahkoda
    - a) Mengimplementasikan kebijaksanaan perusahaan dalam keselamatan dan perlindungan hukum.
    - b) Memotivasi awak kapal mematuhi kebijaksanaan perusahaan.
    - c) Mengeluarkan perintah dan instruksi sesuai dengan cara yang jelas dan sederhana.



2) Code 6. Sumber daya dan personil

- a) Perusahaan harus memastikan bahwa setiap kapal diawaki oleh pelaut-pelaut yang memenuhi syarat yang bersertifikasi.
- b) Perusahaan harus menyusun yang memastikan agar personil baru atau personil yang dipindahkan ke tugas baru yang berhubungan dengan keselamatan dan perlindungan yang diberikan.
- c) Perusahaan harus memastikan agar seluruh personil yang terlibat dalam *Safety Management System* (SMS) perusahaan harus memiliki pengetahuan yang cukup.
- d) Perusahaan harus menyusun dan memelihara prosedur agar dapat ditentukan pada setiap pelatihan.

3) Code 10. Perawatan kapal dan peralatannya

- a) Perusahaan harus menyusun prosedur untuk memastikan bahwa: kapal dipelihara sesuai dengan ketentuan peraturan yang berlaku.
- b) Dalam memenuhi persyaratan tersebut perusahaan harus memastikan bahwa :
  - 1) Inspeksi dilaksanakan pada interval yang sesuai.
  - 2) Tindakan pelaksanaan dilakukan.
  - 3) Catatan dari tindakan tersebut harus disimpan.
- c) Perusahaan harus menyusun prosedur dalam *Safety Management System* (SMS) untuk mengenal sistem peralatan dan tehnik dimana kegagalan operasi mendadak dapat menimbulkan situasi rawan.

- b. Konvensi STCW 1978, termasuk Amandemen Manila 2010 menguraikan sebagai berikut :

1) Seksi A-VI/1.1

Setiap awak kapal harus mendapatkan pelatihan pengenalan dasar sesuai dengan seksi A-VI/I dari peraturan-peraturan STCW dan standar kompetensi.

2) Seksi A-1/12.5

Setiap pelaut yang baru naik kapal milik perusahaan harus mendapatkan familiarisasi sesuai dengan tugasnya, khususnya untuk mengenal dan menguasai kapal secara menyeluruh.

## **B. Faktor Organisasi di Atas Kapal**

Menurut M. Bagus Aditya, Carles Y.A. Nalle:2023 menyebutkan bahwa organisasi di atas kapal dapat menjadi penyebab kurang optimalnya kinerja mesin Induk antara lain:

1. Kurangnya pelatihan personel

Jika awak kapal yang bertanggung jawab atas pengoperasian dan pemeliharaan Mesin Induk tidak memiliki pelatihan yang memadai, mereka mungkin tidak memahami cara mengoperasikan peralatan dengan benar atau mengidentifikasi masalah potensial yang dapat mempengaruhi kinerja pendinginan.

2. Kurangnya perencanaan dan pengawasan pemeliharaan

Jika tidak ada rencana pemeliharaan yang baik atau pengawasan yang memadai terhadap pemeliharaan mesin Induk, maka mesin tersebut mungkin tidak menerima perawatan yang cukup, seperti pembersihan berkala, penggantian komponen yang aus, dan tepat waktu.

3. Kurangnya dokumentasi dan catatan

Jika tidak ada catatan mengenai riwayat perawatan dan pemeliharaan Mesin Induk, akan sulit untuk melacak masalah dan perbaikan yang telah dilakukan sebelumnya. Ini dapat mengakibatkan kesulitan dalam mengidentifikasi penyebab masalah dan memperbaikinya dengan efisien.

4. Ketidaktepatan sistem manajemen keselamatan

Sistem manajemen keselamatan yang buruk atau tidak efektif dapat menyebabkan ketidakcukupan dalam memastikan bahwa Mesin Induk beroperasi sesuai standar keselamatan yang diperlukan, sehingga dapat menyebabkan masalah pada sistem pendingin.

5. Kebijakan dan prosedur yang tidak efisien

Jika kapal tidak memiliki kebijakan atau prosedur yang jelas terkait operasi dan pemeliharaan Induk, maka kemungkinan terjadinya kesalahan manusia atau kelalaian dapat meningkat, yang dapat berdampak pada kinerja pendinginan.

6. Ketidaktepatan pemilihan Komponen Mesin Induk

Pemilihan Mesin Induk yang tidak sesuai dengan kapasitas atau spesifikasi yang dibutuhkan untuk kondisi dan ukuran kapal tertentu juga dapat menyebabkan kinerja operasional Mesin Induk yang tidak optimal.

### **C. Pekerjaan dan Lingkungan Kerja**

Lingkungan kerja di perusahaan membutuhkan banyak perhatian dari manajemen perusahaan. Walaupun lingkungan kerja tidak mewakili proses produksi perusahaan, tetapi secara langsung mempengaruhi karyawan yang melakukan proses produksi tersebut. Lingkungan kerja adalah situasi atau tempat dimana seorang karyawan dapat secara rutin melakukan aktivitas kerjanya. Menurut Munandar (2004), lingkungan kerja meliputi kondisi fisik dan sosial, untuk kondisi fisik seperti lokasi, ruang kerja, ruang alat kerja, dan jenis pekerjaan. Sedangkan sosial seperti budaya perusahaan, pimpinan, mitra kerja, anak buah, pihak luar perusahaan, kebijakan, dan peraturan. Tempat kerja atau lingkungan kerja merupakan sesuatu yang dimiliki sepenuhnya oleh karyawan dan dapat mempengaruhi kinerja karyawan terhadap kewajiban yang dibebankan oleh perusahaan (Siagian & Khair,2018).

Dari beberapa pendapat dan definisi di atas dapat ditarik kesimpulan bahwa lingkungan kerja meliputi lingkungan fisik dan non-fisik memiliki pengaruh langsung dan tidak langsung yang tidak terpisahkan terhadap kinerja karyawan dalam melaksanakan tugasnya. Maka dari itu, suasana dan kondisi lingkungan kerja memberikan pengaruh penting pada kinerja seorang karyawan dalam menjalankan tugas-tugasnya. Semangat kerja karyawan cenderung meningkat ketika lingkungan kerja di perusahaan baik. Sebaliknya, jika lingkungan kerja tidak memenuhi kebutuhan karyawan maka hal ini dapat menimbulkan kebosanan, kelelahan, serta menurunkan semangat kerja karyawan, sehingga pada akhirnya karyawan tidak dapat melaksanakan tugasnya secara efektif dan berujung penurunan dalam kinerja karyawan.

Dalam lingkungan kerja yang melingkupi karyawan, secara lingkungan kerja fisik maupun non-fisik, tentunya terdapat manfaat yang dapat dirasakan oleh karyawan. Menurut Ishak dan Tanjung (2003), lingkungan kerja memiliki manfaat yaitu dapat menciptakan semangat dalam diri karyawan sehingga meningkatkan produktivitas dan efisiensi kerja. Selain itu, meskipun kinerja diawasi oleh individu yang terlibat namun tidak memerlukan pengawasan yang berlebihan karena semangat kerjanya sudah sangat tinggi.

Melalui pengertian tentang lingkungan kerja berdasarkan penjelasan menurut para ahli, diketahui bahwa ruang lingkup lingkungan kerja sangatlah luas. Oleh sebab itu, Sedarmayanti (2017, hlm. 25) membagi jenis lingkungan kerja menjadi dua kategori utama, yaitu lingkungan kerja fisik dan non-fisik yang akan dijelaskan sebagai berikut.

#### 1. Lingkungan Kerja Fisik

Lingkungan kerja fisik mencakup semua kondisi fisik di sekitar tempat kerja baik langsung atau tidak langsung akan mempengaruhi karyawan. Lingkungan kerja fisik dibagi menjadi dua kategori, yaitu:

- a. Lingkungan kerja yang berhubungan langsung dengan pekerja seperti pusat kerja, kursi, meja, dll.
- b. Lingkungan perantara disebut juga lingkungan kerja yang mempengaruhi keadaan manusia yang mempengaruhi kondisi manusia misalnya bau tidak sedap, suhu, sirkulasi udara, tingkat kelembaban, pencahayaan, kebisingan dari getaran mekanik, dll.

## 2. Lingkungan Kerja Non-Fisik

Lingkungan kerja non-fisik adalah seluruh kondisi kejadian yang berhubungan dengan pekerjaan, baik hubungan dengan pimpinan maupun dengan hubungan sesama mitra kerja, ataupun dengan anak buah. Lingkungan kerja non-fisik ini juga tidak bisa diabaikan. Perusahaan harus dapat mencerminkan kondisi yang mendorong kerjasama antara atasan, bawahan serta orang-orang yang berstatus sama di dalam perusahaan. Sehingga akan menciptakan kondisi dengan suasana kekeluargaan, komunikasi yang baik, dan pengendalian diri di perusahaan. Kondisi lingkungan kerja non-fisik terdiri dari:

- a. Faktor lingkungan sosial, misalnya faktor sosial yang sangat memberikan pengaruh terhadap kinerja karyawan adalah latar belakang keluarga, seperti antara status keluarga, jumlah keluarga, tingkat kesejahteraan, dan lain-lain
- b. Faktor status sosial, dimana semakin tinggi status seseorang maka semakin besar otoritas dan keleluasaan dalam pengambilan keputusan
- c. Faktor hubungan industrial di dalam perusahaan, yakni hubungan kerja antara sesama karyawan dan antara karyawan dengan atasan;
- d. Faktor sistem informasi, yang dapat menjamin kecepatan dan kelancaran komunikasi antar anggota melalui penyediaan teknis informasi dan komunikasi, sehingga berjalan lebih nyaman dan cepat.

#### D. Faktor Kapal

Menurut <http://pipaudara.blogspot.com/2010/04/pompa-sentrifugal.html> yang diakses september 2024, Faktor yang terkait dengan kapal yang dapat menyebabkan kurang optimalnya system pendingin pada Mesin Induk di atas kapal antara lain:

1. Kapasitas pendinginan yang tidak sesuai: Pemilihan komponen pendingin pada mesin induk yang kapasitasnya tidak mencukupi untuk memenuhi kebutuhan pendingin pada sistem, misalnya *strainer filter* terlalu kecil, *tube cooler* terlalu kecil, pressure pompa pendingin yang kurang dari standar pabrikan akan menyebabkan mesin harus bekerja terlalu keras, mengakibatkan kinerja Mesin Induk yang kurang optimal.
2. Keausan dan kerusakan pada komponen: Lingkungan yang keras di atas kapal, termasuk getaran dan guncangan, dapat menyebabkan keausan dan kerusakan pada komponen-komponen pendingin. Komponen yang aus atau rusak dapat mengganggu aliran dan sirkulasi aliran pendingin air tawar ,maupun air laut dan mengurangi kemampuan pendinginan pada sistem.

Menurut Wiranto Arismunandar dan Koichi Tsuada (1983), pemeliharaan sistem pendinginan dapat dilakukan dengan cara:

- a. Periksa isi air pendingin apakah masih ada atau tidak.
- b. Supaya proses pendinginan dapat berlangsung dengan baik, bersihkan mesin dari kotoran setiap 250 jam atau dua kali dalam setahun dengan membuka keran pembuangan dan masukkan air yang bersih.

Sistem pendinginan yang tidak terkontrol dengan baik dapat mengganggu kelancaran operasional *engine* / mesin, menurunkan performa dan bisa membuat fatal pada mesin. *Over heating* juga bisa muncul karena kurangnya perhatian pada sistem pendinginan mesin disamping sebab

lainnya yang menstimulasinya. Memperhatikan pembacaan skala dari level air pendingin pada panel kontrol merupakan tindakan *preventif* perawatan mesin bersama-sama pemilihan air pendingin yang bermutu baik.

Menurut Maimun (2004), pemeliharaan pada sistem air pendinginan, bagian yang perlu dicek atau diperiksa :

1. Pompa air pendingin, pemeliharaan yang perlu dilakukan adalah :
  - a. Periksa mekanisasi seal. Pada bagian ini pemeliharaan yang dilakukan selama kurang lebih 2000-3000 jam atau tiap 2 bulan.
  - b. Bongkar, periksa dan ukur bagian besar. pemeliharaan yang dilakukan selama kurang lebih 4000-5000 jam atau tiap tahun.

2. Katup termostatik, pemeliharaan yang dilakukan :

Bongkar dan periksa. Pada bagian ini pemeliharaan yang dilakukan selama kurang lebih 2000 jam atau setengah tahun.

3. *Zinc anti corrosive*, perawatan yang dilakukan :

Bongkar dan tukar bagian-bagian pendingin air laut. Pada bagian ini pemeliharaan yang dilakukan selama kurang lebih tiga bulan sekali.

### **1. Tujuan Pemeliharaan dan Perawatan**

Adapun tujuan dari perawatan dan pemeliharaan menurut maimun (2004) adalah sebagai berikut :

- a. Memperpanjang masa pakai barang (motor/mesin).
- b. Menjamin kesiapan peralatan kerja.
- c. Menjamin keselamatan kerja.
- d. Menjamin kesiapan alat bila sewaktu-waktu diperlukan.
- e. Kemampuan produksi.
- f. Menjaga kualitas.
- g. Biaya diperendah untuk memperoleh keuntungan.

Pendinginan yang dilakukan selain mendinginkan bagian mesin juga sangat berpengaruh terhadap minyak pelumas. Oleh karena itu, pendinginan minyak pelumas sangat diperlukan untuk kerja mesin.

Sistem pendinginan pada kapal dibuat agar kapal dapat bekerja pada temperatur yang normal setelah kapal start, dan menjaga agar kapal dapat bekerja pada temperatur yang normal. Beberapa mesin kapal mempergunakan air laut sebagai fluida pendingin, tetapi pada umumnya air tawar kebanyakan di pakai sebagai media pendingin. Untuk mencegah terjadinya korosi serta endapan-endapan didalam block mesin, maka air pendingin biasanya dicampur dengan "*ethylene glycol*" untuk mencegah pembekuan. Penambahan "*ethylene glycol*" ke dalam air pendingin akan menurunkan titik beku dari fluida pendingin tersebut. Apabila air pendingin sampai membeku, maka volume air akan bertambah sehingga dapat merusak saluran-saluran air pendingin. Maka dalam keadaan dimana dapat diperoleh *ethylene glycol*, sebaiknya air dikeluarkan dari mesin seandainya ada kemungkinan terjadi pembekuan (Saputra, 2010)

Mesin kapal dirancang untuk bekerja dengan efisien karena dioperasikan selama berjam-jam. Hilangnya energi dari mesin adalah dalam bentuk energi panas. Untuk menghilangkan energi panas yang berlebihan harus menggunakan media pendingin untuk menghindari gangguan fungsional mesin atau kerusakan pada mesin. Untuk itu, sistem air pendingin dipasang pada kapal (Suharto, 1991).

Menurut Suharto (1991), beberapa gangguan yang sering terjadi pada mesin yaitu:

- b. Kendornya *V-Belt*
- c. Tersumbatnya pipa-pipa dan saluran-saluran pendinginan (pada mantel-mantel air) oleh kerak-kerak.



- d. Terhambatnya aliran udara yang dihisap oleh fan pada permukaan radiator oleh debu atau kotoran-kotoran.
- e. Berubahnya desain serta pemasangan fan pendingin.
- f. Menurutnya kapasitas pendinginan disebabkan performansi engine yang tidak bisa terimbangi oleh performansi pompa pensirkulasi airnya. Bagi engine telah overhaul berkali-kali sementara pompanya tetap lama.
- g. Kekosongan air pendingin di tangki.
- h. Air pendingin ditangki cepat habis.
- i. Air pendingin di tangki cepat kotor.

Menurut **Jusak Johan Handoyo**, (2015:52) dalam buku Sistem Perawatan Permesinan Kapal, perawatan adalah faktor paling penting dalam mempertahankan keandalan suatu peralatan. Perawatan memerlukan biaya yang besar dan adalah sangat menggiurkan untuk selalu mencoba menunda pekerjaan perawatan agar dapat menghemat biaya, namun jika dituruti hal tersebut, akan segera disadari bahwa sebenarnya penundaan akan mengakibatkan kerusakan yang lebih fatal dan justru membutuhkan biaya perbaikan yang lebih besar dari biaya perawatan yang seharusnya dikeluarkan.

Dengan perawatan pencegahan dapat mencegah terjadinya kerusakan atau bertambahnya kerusakan, kerusakan. Hal tersebut dapat dilakukan dengan menggunakan metode tertentu untuk menelusuri perkembangan yang terjadi. Perencanaan dan persiapan perbaikan merupakan kaitan bersama. Telah dibuktikan melalui diskusi dan tukar- menukar pengalaman, para peserta dapat menyetujui hal praktis dan langkah organisasi yang akan dijalankan oleh masing-masing pihak harus siap.

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

- a. Pemilik kapal berkewajiban atas keselamatan dan kelayakan kapal.
- b. Pengusaha berkepentingan untuk menjaga dan mempertahankan nilai modal dengan cara memperpanjang umur ekonomis serta meningkatkan nilai jual sebagai kapal bekas.
- c. Mempertahankan kinerja kapal sebagai sarana angkutan dengan cara meningkatkan kemampuan dan efisiensi.
- d. Memperhatikan efisiensi berkaitan dengan biaya-biaya operasi kapal yang harus diperhitungkan.
- e. Pengaruh lingkungan di kapal terhadap awak kapal dan kinerjanya.

#### **1. Jenis-Jenis Perawatan**

Dikutip <http://www.scribd.com/doc/27804524/pompa-sentrifugal> yang diakses 10 September 2024 *Manajemen Perawatan dan Perbaikan* perawatan yang dihubungkan dengan berbagai kriteria pengendalian dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

- a. Perawatan Insidentil dan Perawatan Terencana

Pilihan pertama untuk menentukan suatu strategi perawatan adalah antara perawatan insidentil dan perawatan berencana. Perawatan insidentil artinya membiarkan mesin bekerja sampai rusak. Jika ingin menghindarkan agar kapal sering menganggur dengan cara strategi, maka harus menyediakan kapasitas yang berlebihan untuk dapat menampung kapasitas fungsi-fungsi yang kritis, yang sangat mahal, maka beberapa tipe sistem diharapkan dapat memperkecil kerusakan dan beban kerja.

Menurut **Jusak Johan Handoyo** (2015:52) dalam buku Sistem Perawatan Permesinan Kapal, perawatan berencana adalah perawatan yang dilakukan secara tetap teratur dan terus menerus pada mesin. Perawatan berencana dibagi menjadi dua jenis yaitu :

1) Perawatan korektif

Perawatan korektif adalah perawatan yang di tujukan untuk memperbaiki kerusakan yang sudah di perkirakan, tetapi bukan untuk mencegah karena tidak di tujukan untuk alat-alat yang kritis, atau yang penting bagi keselamatan atau penghematan. Strategi tersebut 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. Dapat dilakukan melalui penyetelan secara berkala, rekondisi atau penggantian alat-alat atau berdasarkan pemantauan kondisi.

b. Perawatan Pencegahan Terhadap Perawatan Perbaikan

Dengan perawatan pencegahan mencoba untuk mencegah terjadinya kerusakan atau bertambahnya kerusakan, atau untuk menemukan kerusakan dalam tahap. Oleh karenanya harus menggunakan metode tertentu untuk mengikuti perkembangan yang terjadi.

Perbedaan antara bentuk perawatan pencegahan dan perawatan insidental yang diuraikan diatas adalah, bahwa telah membuat suatu pilihan secara sadar dengan membiarkan adanya kerusakan atau mendekati kerusakan berdasarkan evaluasi biaya yang sering dilakukan serta adanya masalah-masalah yang ditemukan.

c. Perawatan Periodik Terhadap Pemantauan Kondisi

Perawatan pencegahan biasanya terjadi dari pembukaan secara periodik suatu mesin dan perlengkapan untuk menentukan apakah diperlukan penyetelan-penyetelan dan penggantian-penggantian. Jangka waktu inspeksi demikian biasanya didasarkan atas jam kerja mesin sesuai dengan *Planning Maintenance System* (PMS).

Tujuan dari pemantauan kondisi adalah untuk menemukan kembali informasi tentang kondisi dan perkembangannya, sehingga tindakan korektif dapat diambil sebelum terjadi kerusakan.

d. Pengukuran Terus-Menerus Terhadap Pengukuran Periodik

Pemantauan kondisi dilakukan baik dengan pengukuran yang terus menerus dengan pengecekan kondisi secara periodik. Penerapan pengukuran terus menerus dapat disamakan dengan penggunaan sistem alarm. Dalam hal pemantauan kondisi tersebut bagaimanapun tujuannya adalah untuk mengukur kondisi dan bukan hanya menjaga batas kritis yang sudah dicapai.

## 2. Tujuan Perawatan

Menurut **Jusak Johan Handoyo**, (2015:52) dalam buku Sistem Perawatan Permesinan Kapal, tujuan dilakukannya perawatan terencana (*Planned Maintenance System*) adalah:

- 1) Untuk memungkinkan kapal dapat beroperasi secara reguler dan meningkatkan keselamatan, baik awak kapal maupun peralatan.
- 2) Untuk membantu perwira kapal menyusun rencana dan mengatur dengan lebih baik, sehingga meningkatkan kinerja kapal dan mencapai maksud dan tujuan yang sudah ditetapkan oleh para manajer di kantor pusat.

- 3) Untuk memperhatikan pekerjaan-pekerjaan yang membutuhkan pembiayaan mahal berkaitan dengan waktu dan material, sehingga mereka yang terlibat benar-benar meneliti dan dapat meningkatkan metode untuk mengurangi biaya.
- 4) Agar dapat melaksanakan pekerjaan secara sistematis tanpa mengabaikan hal-hal terkait dengan cara paling ekonomis.
- 5) Untuk memberikan kesinambungan perawatan sehingga perwira yang baru naik dapat mengetahui apa yang telah di kerjakan dan apa lagi yang harus di kerjakan.
- 6) Sebagai bahan informasi yang akan di perlukan bagi pelatihan dan agar seseorang dapat melaksanakan tugas secara bertanggung jawab.
- 7) Untuk menghasilkan fleksibilitas sehingga dapat di pakai oleh kapal yang berbeda dengan pengawakan yang juga berbeda.
- 8) Memberikan umpan balik informasi yang dapat di percaya ke kantor pusat untuk meningkatkan dukungan pelayanan, , dan lain- lain

### **3. Mesin Induk**

#### **a. Definisi Mesin Induk**

Dikutip dari <http://www.maritimworld.web.id>, bahwa mesin (*main propulsion engine*) yaitu suatu instalasi mesin yang terdiri dari berbagai unit/sistem pendukung dan berfungsi untuk menghasilkan daya dorong terhadap kapal, sehingga kapal dapat berjalan maju atau mundur. Di kapal tempat penulis bekerja menggunakan motor diesel sebagai mesin penggerak kapal.

Mesin diesel adalah pesawat pembakaran dalam (*Internal Combustion Engine*), karena dalam mendapatkan energi potensial (berupa panas) untuk kerja mekaniknya diperoleh dari pembakaran bahan bakar yang dilaksanakan didalam pesawat sendiri, yaitu di dalam

silindernya. Sebagai Mesin Penggerak Kapal, mesin diesel lebih menonjol dibandingkan jenis Mesin Penggerak Kapal lainnya, terbantu konsumsi bahan bakar lebih hemat dan lebih mudah dalam mengoperasikannya.

Sebagai mesin penggerak kapal, mesin diesel lebih menonjol dibandingkan jenis mesin penggerak kapal lainnya, terbantu untuk rute pelayaran antar pulau (*Interinsulair*), rute pelayaran yang sempit (sungai) dan ramai, karena pada saat olah gerak mesin kapal, mesin mudah dimatikan dan mudah dijalankan kembali.

#### **b. Komponen Bantu Mesin Diesel**

Berbicara tentang komponen mesin diesel (bagian-bagian mesin diesel) merupakan suatu pemahaman dari bagian yang berguna untuk pemahaman sepenuhnya dari seluruh mesin diesel. Setiap bagian atau unit mempunyai fungsi masing-masing yang harus dilakukan dan bekerja sama dengan bagian yang lain membentuk mesin diesel.

Secara garis besar bagian mesin diesel ada 9 (sembilan), yaitu sebagai berikut :

##### 1) Silinder

Jantung mesin diesel adalah silindernya, yaitu tempat bahan bakar dibakar dan daya ditimbulkan. Bagian dalam silinder mesin diesel dibentuk dengan lapisan (*liner*) atau selongsong (*sleeve*). Diameter dalam silinder disebut lubang (*bore*)

##### 2) Kepala silinder (*cylinder head*)

Menutup satu ujung silinder dan sering berisikan katup tempat udara dan bahan bakar diisikan dan gas buang dikeluarkan.

3) Torak (*piston*)

Ujung lain dari ruang kerja silinder ditutup oleh torak yang meneruskan kepada poros daya yang ditimbulkan oleh pembakaran bahan bakar. Cincin torak (*piston ring*) mesin diesel yang dilumasi dengan minyak mesin menghasilkan sil( seal) rapat gas antara torak dan lapisan silinder. Jarak perjalanan torak dari ujung silinder ke ujung yang lain disebut langkah (*stroke*).

4) Batang Engkol (*connecting rod*)

Satu ujung, yang disebut ujung kecil dari batang engkol, dipasangkan kepada pena pergelangan (*wrist pin*) atau pena tora (*piston pin*) yang terletak didalam torak. Ujung yang lain atau ujung besar mempunyai bantalan untuk pen engkol. Batang engkol mengubah dan meneruskangerak ulak-alik (*reciprocating*) dari torak menjadi putaran kontinu pena engkol selama langkah kerja dan sebaliknya selama langkah yang lain.

5) Poros engkol (*crankshaft*)

Poros engkol berputar dibawah aksi torak melalui batang engkol dan pena engkol yang terletak diantara pipi engkol (*crankweb*), dan meneruskan daya dari torak kepada poros yang digerakkan. Bagian dari poros engkol yang di dukung oleh bantalan bantu dan berputar didalamnya di sebut tap (*journal*).

6) Roda Gila (*flywheel*)

Dengan berat yang cukup dikuncikan kepada poros engkol dan menyimpan energi kinetik selama langkah daya dan mengembalikanya selama langkah yang lain. Roda gila membantu menstart mesin dan juga bertugas membuat putaran poros engkol kira-kira seragam.

#### 7) Poros Nok (*camshaft*)

Yang digerakkan oleh poros engkol oleh penggerak rantai atau oleh roda gigi pengatur waktu mengoperasikan katup pemasukan dan katup buang melalui nok, pengikut nok, batang dorong dan lengan ayun. Pegas katup berfungsi menutup katup.

#### 8) Karter (*crankcase*) mesin diesel

Berfungsi menyatukan silinder, torak dan poros engkol, melindungi semua bagian yang bergerak dan bantalanya dan merupakan *reservoir* bagi minyak pelumas. Disebut sebuah blok silinder kalau lapisan silinder disisipkan didalamnya. Bagian bawah dari karter disebut plat landasan.

#### 9) Sistem Bahan Bakar

Bahan bakar dimasukan ke dalam ruang bakar oleh sistem injeksi yang terdiri atas saluran bahan bakar, dan injektor yang juga disebut *nozlle* injeksi bahan bakar atau *nozlle* semprot.

### 4. Pembakaran Di Dalam Silinder

#### a. Proses Pembakaran Di Dalam Silinder

Menurut **Jusak Johan Handoyo**, (2014:138-140) dalam bukunya yang berjudul Mesin Diesel Penggerak Kapal, pembakaran diartikan suatu proses kimia dari pencampuran bahan-bakar dengan zat asam dari udara. Umumnya memakai bahan bakar cair yang mengandung unsur zat arang ( C ), zat cair ( H ) dengan sebagian kecil zat belerang ( S ), biasa di sebut *hydro carbon*. Zat asam yang di butuhkan di dapat dari udara sebagaimana diketahui udara mengandung 23% zat asam dan 77% nitrogen bila dihitung dalam volume atau 21% dengan 79% bila di hitung dalam berat udara. Perlu di ingat bahwa pembakaran di dalam silinder tidak berlangsung



sederhana, karena molekul-molekul bahan bakar harus dipecah kecil berbentuk kabut halus agar pembakaran berlangsung tuntas.

Pembakaran yang tuntas dan sempurna secara kimiawi akan menghasilkan panas, proses reaksinya disebut *exterm*. Bila sejumlah gas atau udara di kompresi atau di *expansi* akan ada perubahan suhu selama proses terjadi, namun bila keadaan suhunya tidak ada perubahan, maka prosesnya disebut *isotermis*. Kemungkinan terjadi apabila selama proses kompresi berlangsung panas yang timbul diambil dan bila prosesnya *ekspansi*, panas yang hilang diganti sehingga suhunya tinggal tetap. Lain halnya bila sejumlah gas saat dilakukan kompresi maupun *expansi* tanpa ada tambahan panas atau kehilangan panas, proses yang demikian disebut *adiabatic*.

#### **b. Syarat Proses Pembakaran Yang Sempurna**

Selain faktor bahan bakar di atas, **Sukoco dan Zainal Arifin**, (2018:97) syarat-syarat proses pembakaran yang sempurna antara lain sebagai berikut :

- 1) Perbandingan bahan bakar dengan udara seimbang, dimana 1 kg bahan bakar membutuhkan 15 kg faktor udara.
- 2) Bahan bakar harus berbentuk kabut, sehingga kinerja alat pengabut bahan bakar harus optimal.
- 3) Pencampuran kabut bahan bakar dengan udara harus merata/senyawa.
- 4) Tekanan pengabutan bahan bakar yang cukup tinggi untuk dikabutkan dalam ruang kompresi.
- 5) Mutu bahan bakar yang di gunakan bermutu baik, yaitu seimbang antara unsur  $CO_2 + 2H_2O + SO_2$ .
- 6) Kelambatan penyalaan (*ignition delay*) atau ID harus tepat.

Apabila terlalu cepat akan terjadi ketukan atau *knocking*, tetapi bila terlambat maka pembakaran pun terlambat sehingga gas buang akan tinggi.

## 5. Pendinginan Di Dalam Silinder

Menurut **P. Van Maanen**, (1997:82) dalam bukunya yang berjudul Motor Diesel Kapal, Pendingin adalah suatu media (zat) yang berfungsi untuk menurunkan 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 : *Fresh water Cooler*, pompa sirkulasi air tawar, pompa air laut, *Strainer* dan *Sea chest*. Dari kelima komponen inilah yang sering menyebabkan kurang maksimalnya hasil pendinginan terhadap mesin induk. Proses pengoperasian motor diesel akan timbul panas. Suhu yang demikian tingginya dipindahkan langsung ke dinding silinder. Jika silinder tidak didinginkan secara optimal, maka bahan-bahan yang dipakai akan kehilangan kekuatan yang diperlukan. Pada mesin induk digunakan fasilitas pendingin yaitu pendingin air tawar yang mana bagian yang didinginkan adalah *cylinder head*, *cylinder jacket* dan klep buang. Pendingin air laut atau *fresh water cooler* hanya berfungsi untuk menyerap panas air tawar yang *high temperature* yang bersirkulasi dari *fresh water cooler* dan *Air cooler* mesin induk. Apabila dinding silinder tidak didinginkan secara terus menerus, maka bahan yang dipakai kehilangan kekuatan yang diperlukan. Timbulnya masalah - masalah pada sistem pendinginan mesin akibat dari tekanan pompa tidak normal, disebabkan oleh kurangnya perawatan terhadap media pendingin dan air pendingin serta peralatan sistem pendingin yang tidak bekerja dengan normal. Dengan demikian suhu (*temperature*) air pendingin sering panas

melewati batas maksimum walaupun dalam putaran mesin minimum (rendah). Air pendingin dalam fungsinya sangat vital untuk menjaga kelancaran pengoperasian mesin. Dalam mempertahankan tujuan pendinginan, perlu dipertahankan pada nilai normalnya yaitu  $75^{\circ}\text{C}$  -  $85^{\circ}\text{C}$  temperatur yang telah ditetapkan dalam buku petunjuk dari buku manual dikapal tempat bekerja penulis.

Agar kondisi mesin dapat normal kembali, hal - hal yang perlu dilaksanakan yaitu perawatan air pendingin, dan perawatan fasilitas sistem pendingin. Tidak sempurnanya fungsi dari sistem pendingin, jelas akan berpengaruh terhadap kerja mesin. Segala sesuatu yang berhubungan dengan sistem perlu dijaga dan dirawat oleh para masinis.

#### **a. Fungsi Pendinginan Di Dalam Silinder**

Adapun fungsi bantu dari pendinginan adalah :

- 1) Mengatur / mempertahankan suhu mesin agar selalu berada pada spesifikasi kerja mesin yang diinginkan.
- 2) Mencegah material dari kerusakan.
- 3) Menjaga struktur dan sifat-sifat dari suatu material agar tidak berubah.
- 4) Membuat material mesin agar bertahan lebih lama.

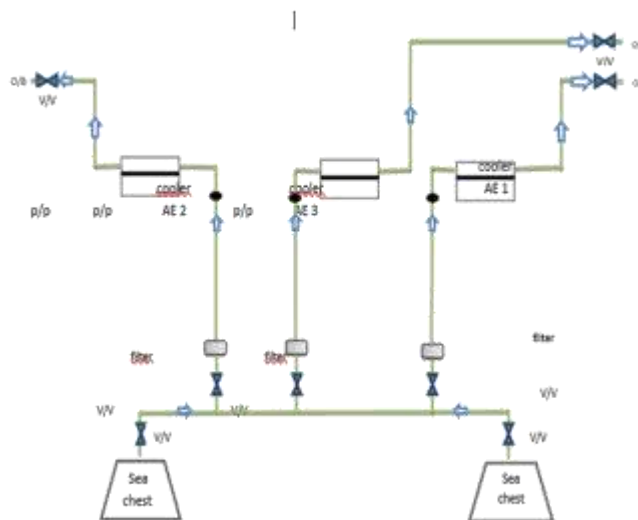
#### **b. Macam-Macam Pendinginan Dalam Silinder**

Mengutip dari Metalindoengineering I. 02 (2011) tentang sistem pendingin diatas kapal (*Online*) V.22 .02 <https://www.maritimeworld.web.id> diakses 10 September 2024. Pada umumnya di kapal ada dua cara untuk mendinginkan mesin maupun mesinnya, yaitu dengan menggunakan sistem pendinginan langsung (terbuka) dan sistem pendinginan tidak langsung (tertutup).

- 1) Sistem Pendinginan Terbuka

Sistem pendinginan terbuka adalah sistem pendinginan yang menggunakan media pendingin air laut untuk mendinginkan media lain. Proses pendinginannya adalah dari air laut diisap dari *sea chest* melalui katup, saringan dengan pompa air laut. Kemudian air laut disirkulasikan ke *LO cooler*, *Fresh water cooler* dan *air cooler* untuk mendinginkan minyak lumas, air tawar dan udara, kemudian air laut dibuang ke luar kapal. Air laut masuk ke *cooler* di *control three way valve* yang diatur dengan alat *temperature indicator control* sehingga air laut yang masuk untuk mendinginkan media lain sesuai / tidak terlalu dingin dan tidak terlalu panas, sehingga *temperature* pendingin mesin tetap stabil.

Gambar 2.1 Sea Water System



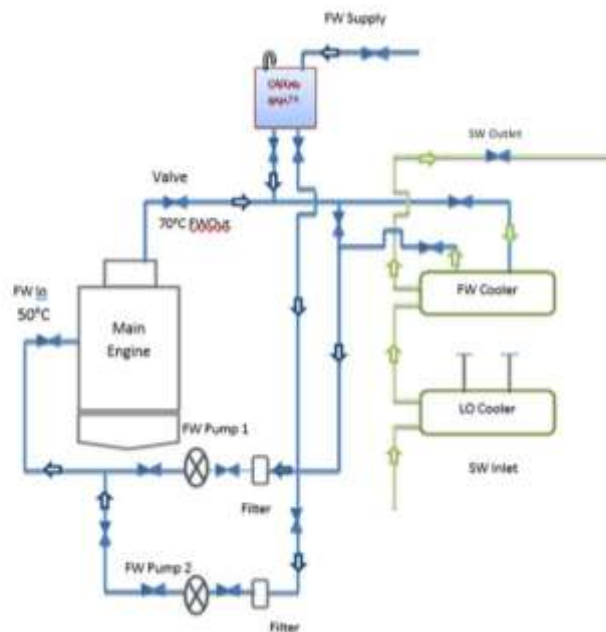
Sumber: <https://www.maritimeworld.web.id>

## 2) Sistem Pendinginan Tertutup

Sistem pendinginan tertutup menggunakan dua media pendingin yang digunakan yaitu air tawar dan air laut. Air tawar digunakan untuk mendinginkan bagian-bagian motor sedangkan air laut digunakan untuk mendinginkan air tawar, selanjutnya air laut dibuang langsung ke luar

kapal. Proses pendinginan tertutup adalah air tawar didinginkan di *fresh water cooler* dengan air laut, kemudian air tawar yang sudah didinginkan diisap oleh *fresh water pump* digunakan untuk mendinginkan mesin. kemudian air tawar sebagian masuk ke tangki ekspansi, masuk ke *fresh water cooler* untuk didinginkan kembali, sehingga dapat disirkulasikan terus menerus untuk mendinginkan mesin. Apabila air tawar berkurang karena adanya kebocoran maka air tawar diisi oleh *expansi fresh water tank*. Air tawar yang masuk mesin suhunya diatur dengan *three way valve* dan *temperature indicator control* sehingga air tawar masuk untuk mendinginkan mesin sesuai kebutuhan pendinginan.

Gambar 2.2 System pendingin dikapal AHT Polaris XX

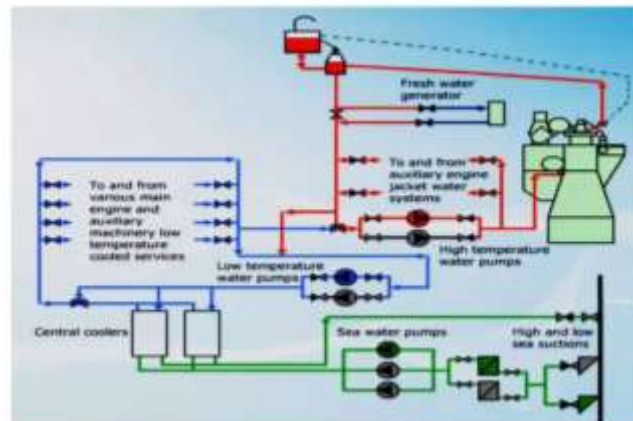


Sumber: <https://www.maritimeworld.web.id>

### 3) Central Cooling System

Central cooling sistem untuk mesin adalah Sistem pendingin yang digunakan untuk menjaga suhu mesin pada tingkat yang optimal. Sistem ini menggunakan air laut dan air tawar sebagai media pendingin.

Gambar 2.3 Central Cooling System



Sumber: <https://www.maritimeworld.web.id>

Sistem pendingin sentral (central cooling system) adalah metode yang digunakan pada kapal atau fasilitas industri untuk mengelola dan mengontrol suhu mesin dan peralatan dengan cara menggunakan satu sistem pendinginan terpusat untuk mendinginkan berbagai komponen. Sistem ini dirancang untuk menyediakan efisiensi yang lebih tinggi dan mengurangi kebutuhan akan beberapa sistem pendingin terpisah untuk setiap komponen.

Central cooling system memiliki prinsip kerja, air laut atau air tawar digunakan sebagai media pendingin utama yang bersirkulasi melalui heat exchanger. Heat exchanger kemudian mentransfer panas dari sistem air pendingin yang mendinginkan berbagai komponen mesin.

Dengan demikian, hanya satu heat exchanger yang bertanggung jawab untuk mentransfer panas dari air tawar ke air laut, menjadikan sistem lebih efisien dan mudah dikelola. Untuk lebih jelasnya berikut ini beberapa Komponen Utama Central Cooling System

- a) Heat Exchanger: Berfungsi untuk mentransfer panas antara air pendingin primer dan sekunder. Panas dari air tawar yang mengalir di sistem sekunder dipindahkan ke air laut pada sistem primer.

- b) Pompa Pendingin: Memastikan sirkulasi air pendingin dalam sistem primer dan sekunder. Pompa ini berperan dalam menjaga aliran air agar tetap stabil dan sesuai dengan kebutuhan.
- c) Katup dan Pengontrol Tekanan: Digunakan untuk mengatur aliran air pendingin dan mengontrol tekanan dalam sistem untuk menjaga efisiensi operasi.
- d) Pipa dan Saluran Aliran: Mengalirkan air pendingin dari heat exchanger ke berbagai komponen mesin yang membutuhkan pendinginan, dan kembali lagi ke heat exchanger.

Sistem pendingin sentral merupakan solusi yang efisien untuk mengelola kebutuhan pendinginan di berbagai aplikasi, baik di kapal laut maupun fasilitas industri. Dengan memanfaatkan satu sistem terpusat, biaya operasional dan perawatan dapat ditekan sambil tetap menjaga efisiensi pendinginan

Menurut Operation and Maintenance Manual Book, Mitsubishi Marine Engines type S6R2 – MPTK2, bahwa perawatan sistem pendinginan dapat di lakukan dengan mengikuti prosedur sesuai dengan buku petunjuk dari pabrik pembuatan mesin itu sendiri.

Perawatan sistem pendinginan dapat dilakukan sebagai berikut :

1. Setiap 500 jam servis, mengganti element filter coolant serta zinc rods dichek kondisinya.
2. Setiap 1000 jam servis, chek kondisi dari sea water pump impeller.
3. Setiap 2000 jam servis, membersihkan fresh water cooler,intercooler dan lub oil cooler.
4. Setiap 8000 jam servis, mengganti coolant ( fresh water ).
5. Setiap 2 tahun jam servis, mengganti coolant

### **E. Faktor Manajemen Perusahaan**

Charisma Budi Prasetyo :2017 menyebutkan bahwa Faktor perusahaan yang dapat menyebabkan kurang optimalnya pendingin pada Mesin induk di atas kapal meliputi:

1. Kualitas dan Pemilihan Mesin Induk : Perusahaan harus memastikan bahwa Mesin induk yang dipilih untuk digunakan di kapal adalah berkualitas tinggi dan sesuai dengan kebutuhan kapal. Jika perusahaan menggunakan Mesin Induk yang kurang berkualitas atau tidak sesuai dengan spesifikasi, kinerja system pendingin bisa menjadi kurang optimal.
2. Kebijakan Pengadaan dan Anggaran: Jika perusahaan tidak mengalokasikan anggaran yang memadai untuk pengadaan *sparepart* berkualitas, maka kemungkinan besar akan mendapatkan mesin dengan performa rendah. Kebijakan perusahaan terkait pengadaan dan anggaran harus diperhatikan agar membeli *sparepart* mesin yang berkualitas tinggi.
3. Kurangnya Pemeliharaan dan Perawatan: Jika perusahaan tidak memiliki rencana pemeliharaan yang baik atau tidak melakukan perawatan secara rutin, maka Mesin induk dapat mengalami masalah yang dapat mempengaruhi kinerja operasional. Pemeliharaan berkala dan perawatan yang tepat sangat penting untuk menjaga optimalitas Kinerja mesin dan operasional kapal.

### **F. Faktor Dari Luar Kapal**

Faktor dari luar kapal yang dapat menyebabkan kurang optimalnya pendinginan pada Mesin Induk di atas kapal meliputi:

1. Kondisi Lingkungan Eksternal: Gelombang laut, cuaca ekstrem, suhu yang berfluktuasi, dan kelembaban tinggi dapat mengganggu proses pendinginan dan menyebabkan suhu di dalam Mesin Induk sulit dipertahankan pada tingkat yang diinginkan.



2. Pencemaran Udara: Pencemaran udara di sekitar kapal, seperti asap dari cerobong kapal atau bahan kimia berbahaya, dapat mempengaruhi kualitas udara di dalam kapal, termasuk pada ruang di mana kapal beroperasi.
3. Tersumbatnya Seachest: Seachest yang tersumbat oleh kotoran atau benda lain dapat menghambat aliran air yang dibutuhkan untuk proses pendinginan mesin
4. Kontaminasi Lingkungan: (PH ) atau Paparan garam laut yang tinggi dan di lingkungan kapal dapat menyebabkan kontaminasi pada sistem pendinginan lebih cepat korosi dan terjadi penyumbatan pada system pendingin (Rahmat Santoso dkk:2023)

## **BAB III**

### **ANALISA DAN PEMBAHASAN**

#### **A. Lokasi Kejadian**

Adapun Lokasi kejadian ini penulis alami saat bekerja di kapal AHT Polaris XX, milik Elegancia Marine Offshore Services, WLL penulis di kapal ini bekerja sebagai 2<sup>nd</sup> Engineer. Kejadian ini terjadi saat kapal akan sandar di lokasi pembongkaran Nurai Island.

Gambar 3.1 Lokasi Kejadian



Sumber : AHT. Polaris XX

## B. Situasi dan Kondisi

Saat kapal berlayar dari Ras Al Kaimah menuju Nurai Island, seperti biasa setiap penggantian jam jaga akan dilakukan pengecekan pada seluruh komponen yang ada di kapal seperti pengambilan kondisi Temperatur, Tekanan, dan Putaran sehingga saat ada permasalahan dengan cepat dapat diketahui dengan cepat. Hal itu dikarenakan sebuah mesin dirancang dan dibuat melalui perhitungan yang akurat dan ketahanannya telah teruji. Dengan demikian mesin tersebut dapat beroperasi dengan kemampuan yang baik dan dapat diandalkan / dioperasikan selama mungkin, dengan adanya gangguan ataupun kerusakan-kerusakan berarti dapat mempengaruhi kelancaran operasional kapal.

Tabel 3.1 Data-data perawatan sistem pendingin air laut di AHT Polaris XX

No	Tanggal	Tekanan Air Laut		Jenis gangguan	Tindakan
		Sebelum	Sesudah		
1	12 Februari 2023	2,1 Bar	2,1 Bar	Pendingin	Pembersihan
2	19 Februari 2023	2,1 Bar	2,1 Bar	<i>Sea chest</i> kotor	Pembersihan
3	26 Februari 2023	2,1 Bar	2,1 Bar	Saringan air laut & <i>sea chest</i> kotor	Pembersihan
4	3 Maret 2023	2,1 Bar	2,1 Bar	Impeller Aus	Penggantian
5	10 Maret 2023	2,1 Bar	2,1 Bar	<i>Sea chest</i> kotor	Pembersihan
6	17 Maret 2023	2,1 Bar	2,1 Bar	<i>Sea chest</i> kotor	Pembersihan
7	24 Maret 2023	2,1 Bar	2,1 Bar	Saringan air laut & <i>sea chest</i> kotor	Pembersihan
8	29 Maret 2023	2,1 Bar	2,1 Bar	<i>Sea chest</i> kotor	Pembersihan
9	6 April 2023	2,1 Bar	2,1 Bar	Pendingin	Pembersihan
10	13 April 2023	2,1 Bar	2,1 Bar	Impeller Aus	Penggantian
11	20 April 2023	2,1 Bar	2,1 Bar	Saringan air laut & <i>sea chest</i> kotor	Pembersihan
12	27 April 2023	2,1 Bar	2,1 Bar	<i>Sea chest</i> kotor	Pembersihan
13	3 May 2023	2,1 Bar	2,1 Bar	Pendingin	Pembersihan
14	10 May 2023	2,1 Bar	2,1 Bar	<i>Sea chest</i> kotor	Pembersihan

Sumber : Data Perawatan AHT Polaris XX

Berdasarkan data perawatan diatas pelaksanaan perawatan dilakukan sesuai dengan prosedur sehingga dapat mengurangi resiko meningkatnya temperature pada sistem pendingin di kapal.

### **C. Temuan**

Kenyataannya penulis sering di jumpai kejadian-kejadian ataupun gangguan-gangguan pada mesin terutama mesin induk kapal yang dapat mengakibatkan keterlambatan kapal yang berpengaruh pada kelancaran operasional kapal dan dapat juga mengancam keselamatan jiwa awak kapal. Dalam sirkulasi sistem pendingin air tawar, air yang telah mendinginkan mesin akan dihisap oleh pompa sirkulasi, kemudian ditekan ke pendingin untuk didinginkan oleh air laut yang melewati pendingin.

Air laut yang telah mendinginkan air tawar tadi akan keluar lagi ke laut. Sedangkan untuk air tawar yang suhunya sudah turun akan bersirkulasi masuk kedalam mesin lagi. Dari uraian tersebut di atas, penulis sangat tertarik untuk menulis tentang sistem pendingin pada mesin Di dalam sistim pendingin terdapat beberapa komponen yang bekerja secara berhubungan antara lain: pendingin, pompa sirkulasi, strainer dan *Sea chest*. Keempat komponen inilah yang sering menyebabkan kurang maksimalnya hasil pendinginan terhadap mesin. Penulis sering menjumpai tekanan air laut kurang dari 2,5 bar akibat kurangnya air laut yang diisap pompa dari main *Sea chest*. Kurangnya tekanan air laut juga sering dipengaruhi oleh kerja pompa sirkulasi yang tidak maksimal.

Dari kejadian yang ada, maka analisa penulis merasa kegagalan fungsi ini disebabkan sumber daya yang kurang kompeten telah diberikan kepercayaan untuk melakukan pekerjaan ini sehingga terjadi kesalahan dalam pemasangan heat exchanger. Hal ini terkait dengan pengetahuan dan pendidikan yang dimiliki oleh Awak kapal, maka dari itu perlu adanya upaya yang dilakukan untuk mengatasi hal tersebut.. Adapun upaya yang harus dilakukan yaitu meningkatkan pengetahuan Masinis agar pada penanganan perawatan dilakukan sesuai Instruksi buku manual.

Yang dimaksud dengan sumber daya manusia disini adalah awak kapal. Awak kapal dalam susunan organisasi kapal adalah sebagai tenaga pelaksana. Tenaga pelaksana adalah faktor yang menunjang keberhasilan atau tidak berhasilnya suatu kinerja anak buah kapal dan tujuan yang akan dicapai dalam organisasi.

Dalam hal ini tujuan organisasi di kapal yang dimaksud adalah terlaksananya pekerjaan yang dibebankan kepada manusia baik dalam hal penanganan bahan bakar, dan pesawat pendukung lainnya serta kapal, maupun waktu kapal beroperasi. Semua harapan dan rencana yang diharapkan diatas tidak akan tercapai jika sumber daya manusianya bersikap apatis dan semaunya.

Menjadi kewajiban bagi manajemen untuk meningkatkan pengetahuan Anak Buah Kapal. Dari berbagai sumber, diketahui bahwa pengetahuan itu dapat diperoleh dari pendidikan formal, pelatihan, akses informasi maupun pengalaman. Untuk itu berbagai upaya yang dapat ditempuh adalah, penerapan program tugas belajar dalam rangka meningkatkan level pendidikan Anak Buah Kapal. Manfaat lainnya bahwa pengetahuan dan ketrampilan yang diperoleh dalam bangku kuliahnya dapat

langsung diaplikasikan dalam pekerjaannya. Atau sebaliknya, bahwa persoalan-persoalan yang mereka jumpai dalam pekerjaan, dapat menjadi bahan diskusi dalam kegiatan kuliah. Terlepas dari apa jenis programnya, maupun sistem pembayaran pendidikannya, menyediakan kesempatan bagi karyawan untuk meningkatkan pendidikannya memberi jalan bagi peningkatan kinerjanya secara individual.

Pelatihan adalah usaha yang direncanakan untuk memfasilitasi ABK untuk belajar sehubungan dengan kompetensi atas pekerjaan yang dilakukannya. Termasuk dalam kompetensi tersebut adalah pengetahuan, ketrampilan, maupun tingkah laku yang penting dan diperlukan untuk mencapai kinerja ABK Mesin dengan baik.

Tujuan pelatihan bagi ABK kapal khususnya ABK mesin untuk menguasai pengetahuan, keterampilan dan tingkah laku yang dititik beratkan dalam program pelatihan, dan sebagai sarana bagi ABK mesin untuk mengaplikasikan aktivitas pekerjaan mereka dalam keseharian. Harus diakui untuk mencapai hasil yang maksimal dalam suatu pekerjaan, pelatihan harus dilibatkan, lebih dari sekedar pengembangan keterampilan dasar. Lebih luas pelatihan harus dilihat sebagai sarana pembentukan modal/sumber daya intelektual (*Intellectual Capital*). Selain keterampilan dasar yang diperlukan untuk melakukan suatu pekerjaan tertentu, yang termasuk dalam keterampilan alami yang biasa disebut *intellectual capital* adalah keterampilan tambahan seperti bagaimana memanfaatkan teknologi yang berkembang di atas kapal sebagaimana perkembangan I.T (Infomasi dan Teknologi) saat ini.

Perhatian yang besar terhadap peran pelatihan dan pengembangan dalam meningkatkan kinerja ABK mesin telah menempatk pelatihan sebagai

aktivitas yang bernilai. Pelatihan dan pengembangan merupakan salah satu kegiatan yang amat penting dilakukan oleh ABK sebagai bentuk pengembangan potensi diri dan kegiatan pelatihan merupakan bagian dari proses pencapaian tujuan.

Pada prinsipnya perawatan sistim pendingin air laut tujuannya untuk meningkatkan pengoptimalan pengoperasian pesawat atau peralatan dan meningkatkan keselamatan kerja. Pada pelaksanaan penanganan perawatan sistim pendingin air laut memerlukan tersedianya kualitas sumber daya manusia yang memadai apalagi dengan banyaknya peraturan-peraturan mengikat yang harus dipenuhi oleh setiap ABK tentang keselamatan.

Untuk mencapai hal tersebut di atas harus dilakukan peningkatan pengetahuan terutama ABK mesin tentang pentingnya perawatan sistim air pendingin. Upaya peningkatan dengan cara pelatihan dan pendidikan sebaiknya di atas kapal, agar dapat langsung pada obyek dari latihan yang dapat dipimpin langsung oleh kepala kerja, dan kalau perlu minta instruktur dari darat.

Dengan meningkatkan pengetahuan ABK mesin berarti meningkatkan sumber daya manusia, secara umum akan meningkatkan aktifitas kerja ABK mesin. Dan jika penanganan perawatan sistim pendingin air laut terlaksana dengan baik tentu akan terjadi perubahan yang signifikan atas peningkatan optimalisasi kerja mesin.

Banyak usaha yang dilakukan untuk meningkatkan pengetahuan SDM, diantaranya melalui kegiatan pelatihan. Kegiatan pelatihan merupakan proses memberikan atau meningkatkan kemampuan dan keterampilan serta menanamkan sikap kepada karyawan dimana proses tersebut akan sangat membantu karyawan dalam mengoreksi kekurangan-kekurangan kerjanya

di masa silam sehingga karyawan tersebut dapat meningkatkan kinerjanya dalam bekerja.

Selain melalui pendidikan formal, peningkatan pengetahuan dapat ditempuh melalui penyelenggaraan pelatihan teknis bagi Anak Buah Kapal, Meningkatkan akses informasi seputar topik pekerjaan Anak Buah Kapal dengan berbagai sarana dan teknologinya, serta memberikan ruang gerak yang lebih luas dan kreatif yang memungkinkan karyawan memperoleh pengalaman langsung dalam menjawab persoalan-persoalan pekerjaan sehari-hari. Banyak kegiatan yang dapat memperkaya pengalaman karyawan, seperti onward out-bond, diskusi mingguan, serta kegiatan-kegiatan rekreatif lainnya. Kesemuanya itu dapat menjadi sumber dan meningkatkan pengetahuan. Yang pada akhirnya nanti dapat meningkatkan motivasi kerja dan kinerja individual karyawan.

Peranan pelatihan terhadap peningkatan kinerja Anak Buah Kapal membuktikan bahwa pelatihan dapat meningkatkan pengetahuan, keterampilan dan sikap karyawan sehingga lebih efektif dalam pencapaian sasaran-sasaran program kerja ataupun tujuan perusahaan yang telah ditetapkan.

Faktor manusia dalam kejadian adalah penyebabnya sehingga suhu pendingin pada mesin mengalami kenaikan dari suhu normal ( $70^{\circ}\text{C}$  -  $80^{\circ}\text{C}$ ) menjadi  $90^{\circ}\text{C}$ , hal ini dikarenakan pelaksanaan prosedur kerja tidak dilakukan sesuai dengan manual book., selain itu pelaksanaan *schedule* perawatan tidak dilakukan sesuai *schedule* yang ada.

Kurangnya pelatihan dan pendidikan bagi awak kapal bagian mesin dapat berdampak signifikan pada kemampuan mereka untuk memasang dan memelihara peralatan dengan benar, termasuk heat exchanger. Jika kru tidak



memiliki pengetahuan yang memadai tentang sistem dan prosedur yang benar, ini dapat mengakibatkan pemasangan yang tidak sesuai dengan manual book. Berikut adalah beberapa aspek yang menunjukkan bagaimana kurangnya pelatihan dapat mempengaruhi pemasangan heat exchanger:

1. Pemahaman yang Kurang terhadap Manual Book dan Spesifikasi Teknis
  - a. Kru yang tidak terlatih mungkin tidak memahami pentingnya mengikuti spesifikasi yang diberikan dalam manual book, seperti nilai torsi pengencangan baut, jenis gasket yang digunakan, atau urutan pemasangan yang benar. Hal ini dapat menyebabkan pemasangan yang tidak sesuai standar.
  - b. Manual book biasanya mencakup instruksi rinci tentang pengoperasian, perawatan, dan perbaikan heat exchanger. Tanpa pemahaman yang tepat, kru bisa mengabaikan detail penting yang mempengaruhi kinerja dan keandalan peralatan.
2. Kesalahan dalam Proses Pemasangan
  - a. Kru yang kurang terlatih mungkin melakukan kesalahan dalam pemasangan, seperti salah mengorientasikan heat exchanger, tidak memasang gasket dengan benar, atau tidak memastikan baut terpasang dengan kencang sesuai spesifikasi. Hal ini dapat menyebabkan kebocoran atau aliran yang tidak efisien.
  - b. Penggunaan alat yang tidak sesuai atau metode yang salah dalam pemasangan juga bisa terjadi karena kru tidak dilatih untuk menggunakan peralatan dengan benar, misalnya alat pengukur torsi atau alat pengangkat berat.

3. Kurangnya Pemahaman tentang Prosedur Keselamatan
  - a. Pendidikan dan pelatihan yang kurang dapat membuat kru tidak menyadari prosedur keselamatan yang penting saat memasang atau memelihara heat exchanger, seperti bagaimana mengisolasi sistem pendingin sebelum bekerja untuk mencegah kontak dengan cairan panas atau bertekanan.
  - b. Hal ini dapat meningkatkan risiko kecelakaan kerja atau kerusakan pada peralatan.
4. Kegagalan dalam Melakukan Inspeksi dan Pemeliharaan Rutin
  - a. Tanpa pengetahuan yang memadai, kru mungkin tidak melakukan inspeksi dan pemeliharaan rutin sesuai prosedur yang disarankan dalam manual book. Misalnya, tidak memeriksa kondisi gasket atau kualitas cairan pendingin secara berkala.
  - b. Kurangnya inspeksi yang benar dapat mengakibatkan masalah yang tidak terdeteksi, seperti kebocoran kecil yang lambat laun berkembang menjadi kegagalan sistem.
5. Dampak Terhadap Kinerja Sistem Pendingin
  - a. Pemasangan yang tidak sesuai dengan manual book dapat mengurangi efisiensi perpindahan panas, sehingga sistem pendingin tidak dapat mencapai suhu yang diinginkan. Hal ini berpotensi menyebabkan overheating pada mesin atau peralatan lain.
  - b. Masalah seperti kebocoran, penurunan aliran, atau penumpukan kerak pada heat exchanger lebih mungkin terjadi jika pemasangan tidak dilakukan dengan benar.

## 6. Solusi untuk Mengatasi Kekurangan Pelatihan dan Pendidikan

- a. Program Pelatihan Reguler: Menyelenggarakan pelatihan berkala bagi awak kapal untuk memastikan mereka selalu diperbarui dengan teknik dan prosedur terbaru, termasuk pemahaman tentang manual book dan standar industri.
- b. Simulasi Pemasangan dan Pemeliharaan: Melakukan latihan simulasi untuk pemasangan dan pemeliharaan heat exchanger guna memberikan pengalaman praktis bagi kru.
- c. Sertifikasi Kompetensi: Menerapkan standar sertifikasi bagi kru bagian mesin yang mencakup pemasangan dan pemeliharaan heat exchanger.
- d. Pengawasan dan Penilaian Rutin: Melakukan evaluasi kinerja dan pengawasan secara rutin untuk memastikan kru mengikuti prosedur sesuai manual book dan standar keselamatan yang berlaku.

Pelatihan yang memadai dan pendidikan berkelanjutan bagi awak kapal bagian mesin sangat penting untuk mencegah masalah yang disebabkan oleh pemasangan yang tidak sesuai. Dengan peningkatan kompetensi, kru dapat memasang heat exchanger dengan benar dan menjaga kinerja sistem pendingin tetap optimal.

Penanganan pada sistem pendingin dapat dilakukan baik sebelum pelaksanaan kerja maupun saat sedang bekerja. Adapun Langkah-langkah penanganan sebagai berikut:

1. Familiarisasi sebelum bekerja di kapal dilakukan agar ABK mesin dapat :
  - a. Menganalisis masalah yang mungkin timbul dalam ruang air pendingin mesin diesel.

- b. Mengevaluasi metode umum pengolahan air pendingin mesin diesel
  - c. Mengetahui pentingnya menjaga efisiensi termal mesin diesel dan mengevaluasi beban termal pada komponen mesin.
  - d. Menjelaskan pemilihan media pendingin dan nyatakan keuntungan dan kerugian dari berbagai metode pendinginan diesel.
  - e. Mengevaluasi pengujian yang digunakan dalam pengendalian pengolahan air pendingin mesin diesel .
  - f. Menghitung batas operasi normal untuk pengolahan air pendingin mesin diesel .
  - g. Menafsirkan implikasi pembacaan di luar batas dari pengujian pengolahan air dan nyatakan prosedur perbaikan yang harus dilakukan.
  - h. Merinci sumber dan jenis kontaminasi air pendingin mesin diesel dan menjelaskan efek kontaminasi ini terhadap cadangan bahan kimia perawatan.
  - i. Membandingkan prosedur yang dapat digunakan untuk melawan kontaminasi air pendingin mesin diesel dan
  - j. Menjelaskan, dengan menggunakan diagram yang relevan dan menyatakan parameter operasi normal, metode khas pendinginan piston engine diesel kecepatan sedang dan lambat, katup buang, silinder, Turbocharger, dan kepala silinder.
2. Pengecekan rutin Sistem pendingin (4 jam)
    - a. Menganalisis masalah yang mungkin timbul dalam ruang air pendingin mesin diesel.

- b. Mengevaluasi metode umum pengolahan air pendingin mesin diesel.
- c. Menyatakan pentingnya menjaga efisiensi termal mesin diesel dan mengevaluasi beban termal pada komponen mesin.
- d. Membenarkan pemilihan media pendingin dan menyatakan keuntungan dan kerugian dari berbagai metode pendinginan diesel.
- e. Mengevaluasi pengujian yang digunakan dalam pengendalian pengolahan air pendingin mesin diesel.
- f. Menyebutkan batas pengoperasian normal untuk pengolahan air pendingin mesin diesel.
- g. Menafsirkan implikasi dari pembacaan di luar batas dari tes pengolahan air dan menyatakan prosedur perbaikan yang harus dilakukan.
- h. Merinci sumber dan jenis kontaminasi air pendingin mesin diesel dan menjelaskan efek kontaminasi terhadap cadangan bahan kimia perawatan.
- i. Membandingkan prosedur yang dapat digunakan untuk melawan kontaminasi air pendingin mesin diesel.
- j. Menjelaskan, menggunakan diagram yang relevan dan menyatakan parameter operasi normal, metode pendinginan yang khas:
  - 1) Piston mesin diesel kecepatan sedang dan lambat
  - 2) Katup buang
  - 3) Silinder
  - 4) Turbocharger
  - 5) Kepala Silinder

#### D. Urutan Kejadian

Adapun urutan kejadian naiknya temperature, pada tanggal 13 Mei 2023 kapal AHT Polaris XX akan berangkat dari Ras Al Kaimah Dubai dengan membawa muatan batu yang akan dibawa ke Nurai Island Abu Dhabi, sebelum berangkat dilakukan beberapa kegiatan pemeliharaan kapal khususnya di kamar mesin, sesuai arahan dari Nakhoda menyampaikan kepada seluruh Awak Kapal terkhusus Kepala Kamar Mesin untuk melakukan persiapan keberangkatan kapal, segala macam persiapan telah dilakukan oleh seluruh ABK Deck Dan Mesin

Pada hari yang sama sekitar jam 15.00 LT kapal berangkat menuju Nurai Island, Kecepatan kapal pada saat kapal sudah keluar dari Ras Alkaimah bervariasi antara 4 sampai 5 Knot Per jam dan sesuai perhitungan mualim dua perjalanan ketempat tujuan kurang lebih 2 sampai 3 hari.

Selama pelayaran tidak terjadi permasalahan yang dapat menghambat pengoperasian kapal semua dilakukan dengan baik sesuai dengan prosedur. Seluruh prosedur selama perjalanan dilakukan dengan baik seluruh awak kapal melaksanakan tugas dengan baik sesuai dengan jadwalnya jaganya melakukan pengambilan Suhu, Putaran, Tekanan pada *Counter* untuk tiap tiap permesinan, untuk mengecek apakah terjadi permasalahan pada mesin di kapal, hal ini berdasarkan data pengecekan yang dilakukan kemudian dilaporkan pada KKM, setelah kurang lebih 2 hari perjalanan yaitu pada tanggal 15 Mei 2023, sore hari kapal tiba di lokasi proyek Nurai Island

Tepat pada tanggal 15 Mei 2023 kapal stand by di lokasi yang telah ditentukan untuk melakukan anchor sampai mendapatkan izin untuk masuk ke lokasi untuk melakukan pembongkaran muatan batu.

Keesokan harinya tanggal 16 Mei 2023 kapal sudah mendapatkan izin untuk melakukan pembongkaran. Nakhoda memerintahkan kepada seluruh awak kapal untuk bersiap dengan melakukan prosedur masuk ke lokasi yaitu melakukan one hour notice, setelah selesai penulis selaku 2<sup>nd</sup> melaporkan pada KKM dan diteruskan ke Nakhoda, penulis menyatakan bahwa pelaksanaan one hour notice telah dilakukan. Setelah mendapat laporan dari bagian deck dan mesin yang telah menyelesaikan pekerjaan, kapal bersiap untuk masuk ke lokasi pembongkaran.

Pada jam 8.00 LT tanggal 16 Mei 2023 kapal mulai bergerak menuju bertolak menuju lokasi yang dapat ditempuh kurang lebih 2 jam perjalanan, saat itu tidak terjadi masalah pada pengoperasian kapal akan tetapi pada jam 10.05 LT saat kapal sudah sampai di lokasi dan akan memposisikan kapal untuk melakukan pembongkaran dengan menarik tongkang menuju posisi yang disepakati Nakhoda meminta untuk menaikkan Rpm menjadi 1500, awalnya tidak terjadi masalah akan tetapi ada kejadian yang tidak terduga terjadi yaitu peningkatan temperature mesin menjadi tidak terkendali, temperature normal mesin saat dioperasikan 80-85°C pada saat itu mencapai 100°C dan menyebabkan alarm yang mengindikasikan terjadi permasalahan pada system pendingin. Kondisi ini dilaporkan pada KKM dan meneruskan ke Nakhoda akan tetapi respon dari Nakhoda menyatakan bahwa proses penyandaran harus tetap dilanjutkan mengingat proses penyandaran sudah hampir selesai dan setelah itu barulah dilakukan pemeriksaan.

Pada jam 13.25 kapal berhasil sandar di lokasi dilanjutkan pembongkaran muatan, Penulis selaku 2<sup>nd</sup> Engineer diperintahkan oleh Nakhoda melalui KKM untuk mengecek masalah yang terjadi. Penulis mengecek satu persatu peralatan yang terkait dengan system pendingin mulai dari pompa, filter, thermostat, plat cooler, pipa pendingin dan bagian lain yang dianggap dapat menjadi penyebab meningkatkan temperature mesin, tetapi tidak mendapat hasil yang diharapkan karena seluruh komponen tersebut dalam kondisi bersih atau belum terlalu kotor.

Hasil yang didapatkan dilaporkan pada KKM bahwa seluruh komponen dalam kondisi yang baik atau tidak kotor. Penulis dan KKM pun turun ke kamar mesin untuk bersama-sama mengecek apa penyebab naiknya temperature mesin. Sama dengan penulis KKM juga tidak dapat mengetahui penyebab naiknya temperature. Setelah itu penulis dan KKM berdiskusi untuk mencari sumber permasalahan, penulis saat itu memberikan masukan pada KKM untuk membongkar heat Exchanger, lalu penulis pun diperintahkan untuk melakukannya setelah melakukan pembongkaran penulis menemukan ada masalah pada pemasangan plat cooler sambil menunjukkan pada KKM, penulis pun diperintahkan untuk mengatur ulang pemasangan plat sesuai manual book. Setelah selesai dan seluruh komponen sudah dipasang, KKM memerintahkan untuk start engine dan melakukan sea trai dengan RPM tinggi, tidak terjadi permasalahan yang sama yaitu naiknya temperature mesin maka penulis pun menyimpulkan bahwa naiknya temperature mesin disebabkan kesalahan dalam pemasangan plat cooler heat exchanger sehingga sirkulasi air di dalam system tidak lancar.

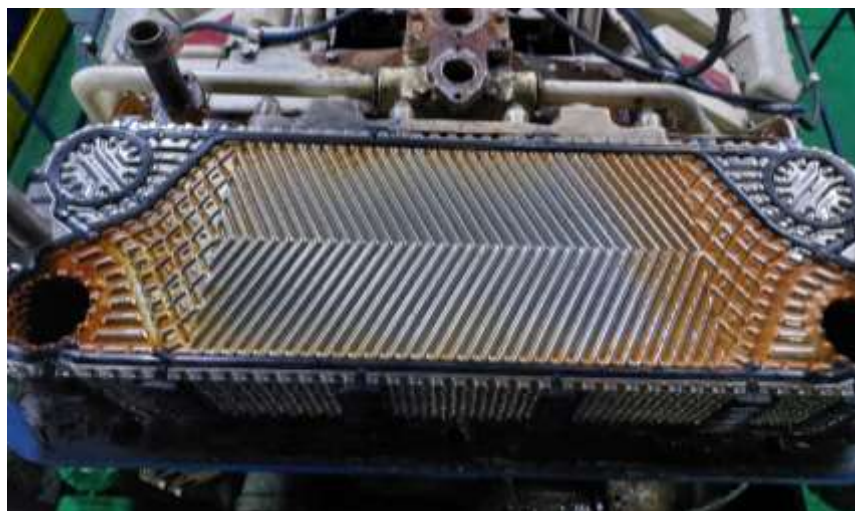


Gambar 3.2 Pemasangan Heat Exchanger



Sumber: AHT. Polaris XX

Gambar 3.3 Kesalahan Pada Pemasangan Heat Exchanger



Sumber: AHT Polaris XX

Gambar 3.4 Pemasangan Heat Exchanger yang benar



Sumber: AHT Polaris

## E. Pembahasan

Fungsi utama heat exchanger dalam sistem pendingin adalah untuk memindahkan panas dari satu medium ke medium lainnya secara efisien, dengan tujuan menurunkan suhu fluida yang lebih panas menggunakan fluida yang lebih dingin. Berikut penjelasan lebih rinci mengenai fungsinya:

### 1. Perpindahan Panas

- a. Heat exchanger memungkinkan perpindahan panas antara dua fluida yang berbeda tanpa mencampurkannya. Dalam sistem pendingin, fluida yang lebih panas (misalnya, refrigeran atau air panas) akan kehilangan panasnya kepada fluida yang lebih dingin (biasanya air atau udara), sehingga suhunya turun.
- b. Prinsip kerjanya adalah dengan memanfaatkan perbedaan suhu antara dua fluida untuk memindahkan panas dari fluida yang lebih panas ke fluida yang lebih dingin.

## 2. Mendinginkan Cairan atau Gas

- a. Heat exchanger berperan dalam mendinginkan fluida yang digunakan dalam berbagai aplikasi, seperti pendinginan mesin, sistem HVAC (pemanas, ventilasi, dan pendingin udara), atau proses industri.
- b. Dalam sistem pendingin mesin, heat exchanger digunakan untuk mendinginkan air atau minyak pelumas agar mesin tidak mengalami overheating.
- c. Pada sistem HVAC, heat exchanger digunakan untuk mendinginkan udara atau cairan pendingin yang bersirkulasi dalam bangunan, membantu menjaga suhu ruangan yang nyaman.

## 3. Mengontrol Suhu Operasional Sistem

- a. Heat exchanger membantu menjaga suhu operasi sistem tetap dalam rentang yang diinginkan untuk mencegah overheating atau kerusakan pada komponen.
- b. Misalnya, dalam sistem pendingin mesin kendaraan, heat exchanger seperti radiator digunakan untuk menjaga suhu mesin tetap stabil dengan menghilangkan panas berlebih dari cairan pendingin.

## 4. Meningkatkan Efisiensi Energi

- a. Dengan memanfaatkan energi panas yang dilepaskan, heat exchanger memungkinkan sistem pendingin bekerja lebih efisien, mengurangi kebutuhan energi tambahan untuk mendinginkan fluida.
- b. Penggunaan heat exchanger juga dapat mengurangi konsumsi energi dengan mendaur ulang panas yang terbuang untuk aplikasi lain, seperti pemanasan air.

## 5. Penghilangan Panas dalam Aplikasi Industri

Di industri, heat exchanger sering digunakan dalam proses produksi yang menghasilkan panas berlebih, seperti di pabrik kimia,

pembangkit listrik, dan kilang minyak, untuk membuang atau mendaur ulang panas yang dihasilkan.

Secara keseluruhan, heat exchanger dalam sistem pendingin berfungsi sebagai alat yang vital untuk mengendalikan suhu, mendinginkan fluida, dan menjaga kinerja peralatan tetap optimal dengan mencegah overheating.

Pemasangan heat exchanger yang tepat sangat penting untuk memastikan sistem pendingin beroperasi secara optimal. Berikut penjelasan mengenai dampak dari pemasangan yang tepat dan akibat dari kesalahan pemasangan heat exchanger terhadap kinerja sistem pendingin:

#### 1. Dampak Pemasangan Heat Exchanger yang Tepat

- a. Efisiensi Pendinginan Maksimal: Heat exchanger yang dipasang dengan benar memungkinkan perpindahan panas berlangsung secara efisien antara cairan pendingin dan fluida yang akan didinginkan. Hal ini memastikan bahwa suhu dapat dikendalikan sesuai kebutuhan, sehingga sistem pendingin dapat berfungsi dengan maksimal.
- b. Aliran Cairan yang Lancar: Pemasangan yang tepat memastikan aliran cairan pendingin tidak terhambat dan berada dalam tekanan yang ideal. Ini penting untuk menjaga sirkulasi fluida tetap stabil dan konsisten, yang berkontribusi pada kinerja pendinginan yang optimal.
- c. Mengurangi Risiko Kebocoran: Pemasangan yang benar melibatkan pengencangan sambungan yang sesuai, pemasangan gasket yang tepat, dan memastikan semua komponen diposisikan dengan baik. Ini membantu mencegah kebocoran cairan pendingin, yang dapat menyebabkan kehilangan kapasitas pendinginan atau kerusakan sistem.

- d. Memperpanjang Umur Pakai Sistem: Pemasangan heat exchanger sesuai dengan spesifikasi pabrikan dapat memperpanjang umur peralatan dengan mengurangi stres mekanis dan termal yang berlebihan. Heat exchanger yang berfungsi dengan baik juga mengurangi risiko kerusakan pada komponen lain dalam sistem.
- e. Penghematan Energi: Sistem pendingin yang beroperasi dengan efisien menggunakan lebih sedikit energi untuk mencapai suhu yang diinginkan. Dengan heat exchanger yang terpasang dengan benar, energi yang dibutuhkan untuk mempertahankan suhu optimal akan lebih sedikit.

## 2. Akibat dari Kesalahan Pemasangan Heat Exchanger

- a. Penurunan Efisiensi Sistem Pendingin: Jika heat exchanger tidak dipasang dengan benar, perpindahan panas dapat terganggu. Misalnya, aliran fluida yang tidak merata atau adanya udara yang terjebak dalam sistem dapat mengurangi efisiensi pendinginan, menyebabkan suhu lebih tinggi dari yang diinginkan.
- b. Kebocoran Cairan Pendingin: Kesalahan pemasangan, seperti pengencangan baut yang tidak sesuai atau pemasangan gasket yang tidak tepat, dapat menyebabkan kebocoran. Cairan pendingin yang bocor akan mengurangi kemampuan sistem untuk menjaga suhu operasi yang optimal dan dapat menyebabkan korosi pada komponen.
- c. Overheating dan Kerusakan Peralatan: Jika pendinginan tidak berfungsi secara maksimal, suhu dalam sistem dapat meningkat hingga ke tingkat yang membahayakan. Overheating dapat menyebabkan kerusakan mekanis pada mesin, seperti keausan yang

lebih cepat, deformasi komponen, atau bahkan kegagalan total peralatan.

- d. Ketidakseimbangan Tekanan: Kesalahan pemasangan dapat menyebabkan aliran cairan pendingin tidak merata, menciptakan ketidakseimbangan tekanan dalam sistem. Ini dapat menghasilkan tegangan berlebihan pada pipa dan sambungan, meningkatkan risiko pecah atau kegagalan mekanis.
- e. Peningkatan Konsumsi Energi: Sistem pendingin yang tidak efisien membutuhkan lebih banyak energi untuk mencapai suhu yang diinginkan. Ketika heat exchanger tidak berfungsi optimal, pompa atau kipas pendingin mungkin harus bekerja lebih keras, sehingga meningkatkan konsumsi energi dan biaya operasional.

Pemasangan heat exchanger yang tepat sangat penting untuk memastikan sistem pendingin bekerja dengan optimal. Ketika pemasangan dilakukan sesuai spesifikasi, efisiensi perpindahan panas meningkat, risiko kebocoran berkurang, dan umur pakai sistem dapat diperpanjang. Sebaliknya, kesalahan pemasangan akan berdampak negatif, termasuk penurunan efisiensi pendinginan, peningkatan risiko kerusakan, dan kenaikan biaya operasional akibat penggunaan energi yang lebih besar.

Oleh karena itu, perhatian pada detail pemasangan dan pemeliharaan heat exchanger sangat penting untuk menjaga kinerja dan keandalan sistem pendingin secara keseluruhan. Adapun langkah-langkah yang dapat dilakukan untuk menjaga agar system pendingin di kapal lebih optimal sebagai berikut:

1. Identifikasi Masalah

- a. Kegagalan Pendingin: Sistem pendingin yang menggunakan heat exchanger tidak berfungsi secara optimal atau gagal sepenuhnya. Hal

ini bisa menyebabkan suhu cairan atau gas yang seharusnya didinginkan tetap tinggi, yang berpotensi merusak peralatan lain dalam sistem.

- b. Kesalahan Pemasangan: Kesalahan dalam prosedur pemasangan heat exchanger dapat mengganggu kinerja alat tersebut, baik karena kebocoran, penurunan efisiensi perpindahan panas, atau masalah struktural lainnya.

## 2. Mencari Penyebab Potensial dari Kesalahan Prosedur Pemasangan

- a. Orientasi Heat Exchanger yang Salah: Jika heat exchanger dipasang dengan orientasi yang tidak sesuai, aliran cairan pendingin atau fluida yang didinginkan mungkin tidak mencapai kontak maksimal, mengurangi efisiensi perpindahan panas.
- b. Sambungan yang Tidak Tepat: Kebocoran pada sambungan (misalnya pipa input/output) bisa terjadi jika pemasangan gasket, pipa, atau fitting tidak dilakukan sesuai spesifikasi. Ini menyebabkan aliran cairan pendingin berkurang atau berhenti sepenuhnya.
- c. Pengencangan Baut yang Tidak Sesuai: Baut yang mengikat bagian-bagian heat exchanger harus dikencangkan sesuai dengan nilai torsi yang direkomendasikan. Pengencangan yang berlebihan atau kurang bisa menyebabkan kebocoran atau kerusakan fisik pada heat exchanger.
- d. Kesalahan dalam Pemasangan Seal atau Gasket: Jika seal atau gasket dipasang dengan tidak benar, kebocoran dapat terjadi dan mengakibatkan kegagalan dalam menjaga aliran dan tekanan cairan yang tepat.

3. Harus mengetahui Dampak dari Kesalahan Pemasangan
  - a. Penurunan Efisiensi Pendinginan: Sistem mungkin tidak mampu mencapai suhu operasi yang diinginkan, yang dapat menyebabkan overheating pada peralatan lain.
  - b. Kebocoran Cairan Pendingin: Kebocoran bisa menyebabkan hilangnya cairan pendingin yang mengarah pada korosi, kerusakan, atau risiko keamanan.
  - c. Peningkatan Tekanan dan Tegangan pada Sistem: Jika aliran cairan pendingin tidak lancar, tekanan dalam sistem dapat meningkat, menimbulkan risiko kegagalan mekanis.
  - d. Kerusakan Peralatan Tambahan: Pendinginan yang tidak memadai dapat menyebabkan kerusakan lebih lanjut pada peralatan lain yang memerlukan pendinginan yang stabil.
4. Metode Analisis untuk Menemukan Akar Masalah
  - a. Inspeksi Visual: Memeriksa heat exchanger dan sambungan untuk melihat adanya kebocoran atau tanda-tanda kerusakan fisik.
  - b. Pengujian Tekanan dan Aliran: Mengecek tekanan dan aliran pada heat exchanger untuk memastikan apakah ada hambatan atau penurunan aliran.
  - c. Pemeriksaan Torsi Pengencangan: Memastikan semua baut dikencangkan sesuai dengan spesifikasi yang ditentukan.
  - d. Analisis Histori Pemeliharaan dan Pemasangan: Melacak catatan pemasangan dan pemeliharaan untuk mencari tahu apakah ada kesalahan prosedur yang pernah terjadi sebelumnya.



5. Tindakan Pencegahan dan Korektif
  - a. Pelatihan untuk Teknisi: Memastikan bahwa semua teknisi memiliki pemahaman yang baik tentang prosedur pemasangan yang benar dan pentingnya mengikuti spesifikasi pabrikan.
  - b. Penyusunan Prosedur Standar Operasional (SOP): SOP yang jelas dan rinci harus disiapkan untuk pemasangan dan pemeliharaan heat exchanger.
  - c. Penggunaan Alat yang Tepat: Menggunakan alat ukur torsi yang sesuai untuk memastikan pengencangan baut dilakukan dengan benar.
  - d. Inspeksi Rutin: Melakukan inspeksi dan pemeliharaan rutin untuk mendeteksi dan memperbaiki kesalahan pemasangan sejak dini.

Kesalahan dalam pemasangan heat exchanger dapat menyebabkan kerugian besar jika tidak segera diidentifikasi dan diperbaiki. Analisis menyeluruh yang mencakup identifikasi masalah, penyebab potensial, dampak, dan tindakan perbaikan merupakan langkah penting untuk memastikan keandalan dan efisiensi sistem pendingin.

## **BAB IV**

### **SIMPULAN DAN SARAN**

#### **A. Simpulan**

Dari uraian pada BAB III berkaitan dengan kurang maksimalnya hasil pendinginan mesin induk. mengambil kesimpulan bahwa naiknya temperature mesin induk disebabkan pelaksanaan perawatan yang tidak sesuai dengan prosedur sehingga terjadi kesalahan pemasangan heatexchanger akibatnya mempengaruhi sirkulasi air di dalam system, yang pada akhirnya mengakibatkan temperature suhu pendingin meningkat. Hal ini disebabkan oleh penanganan sistem pendingin tidak terlaksana sesuai prosedur kerja sehingga mengakibatkan peningkatan suhu pada pendingin mesin

#### **B. Saran**

Berdasarkan kesimpulan di atas, dapat diuraikan saran-saran sebagai berikut

1. Sebaiknya penanganan perawatan pada sistem pendingin sesuai perencanaan sistem pemeliharaan agar komponen sistem pendingin air laut dapat beroperasi dengan maksimal
2. Sebaiknya perawatan dilakukan mengikuti instruksi manual book agar tidak terjadi kesalahan dalam pemasangan heat exchanger yang dapat berakibat pada tidak maksimalnya sirkulasi air di dalam sistem pendingin.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arifin, Zainal, and Sukoco. 2018. Pengendalian Polusi Kendaraan. Bandung: Alfabeta. .
- Arismunandar, Wiranto dan Tsuda, Koichi. 1993, Motor Diesel Putaran Tinggi, PT. Pradnya Pratama, Jakarta.
- .A.S. Munandar dkk. 2004. Peran Budaya Organisasi dalam Peningkatan Untuk Kerja. Perusahaan. Jakarta
- Charisma Budi Prasetyo 2017 tidak optimalnya sistem pendingin air tawar mesin induk di kapal MT Iris Semarang
- Edwin B. Flippo, 2002. Manajemen Personalia, edisi ke enam. Jakarta: Erlangga
- Handoko, T. Hani, 2008. Manajemen Personalia Sumber Daya Manusia< Edisi Kedua, Yogyakarta, Penerbit : BPF
- Handoyo, Jusak Johan. 2014. Mesin Penggerak Utama Motor Diesel. Djangkar Jakarta.
- , 2015 Sistem Perawatan Permesinan Kapal Djangkar Jakarta
- Ishak dan Hendri, Tanjung (2003). Manajemen Sumber Daya Manusia. Jakarta: Universitas Trisakti.
- IMO, 2002, ISM Code and Revised Guidelines on Implementation of ISM Code., London.
- Maimun, 2004, Hukum Ketenagakerjaan Suatu Pengantar, Cetakan I., Pradnya Paramita, Jakarta.
- Maanen, P. Van, 1997, Motor Diesel Kapal Jilid 1 Nautech, PT. Triasko Madra, Jakarta.
- M. Bagus Aditya, Carles Y.A. Nalle 2023 analisa kebocoran katup gas buang pada mesin induk di KM. Tonasa lines XV Jurnal PATRIA BAHARI Vol. 3, No. 1, Mei 2023 eISSN: 2798-0510 Hal 1-6
- Operation and Maintenance Manual Book, Mitsubishi Marine Engines type S6R2 – MPTK2
- PIP-MKS, 2012, *Pedoman Penulisan Skripsi, Makassar*:TimPIP-mks.
- Rahmat Santoso,dkk 2023 Optimalisasi Performa Mesin Pendingin di Kapal MV. Strait Mas Journal Marine Inside Volume 5, Issue. 2, December 2023
- Safety Managemen System Sedarmayanti. (2017). Sumber Daya Manusia dan Produktivitas Kerja. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.
- Siagian, T. S. & Khair, H. (2018). Pengaruh Gaya Kepemimpinan dan Lingkungan Kerja Terhadap Kinerja Karyawan dengan Kepuasan Kerja sebagai Variabel Intervening.
- Standards of Training Certification and Watchkeeping for Seafarer (STCW) 1978 amendment 2010, IMO,London.
- Suharto 1991, *Manajemen Perawatan Mesin*, Jakarta : PT. Rineka Cipta.
- Kementerian Perhubungan Republik Indonesia (1998) Keputusan Menteri Perhubungan No. 70 Th.1998 tanggal 21 Oktober 1998 tentang pengawakan Kapal Niaga.
- <http://pipaudara.blogspot.com/2010/04/pompa-sentrifugal.html> diakses 10 september 2024
- <http://www.maritimworld.web.id>, diakses 10 September 2024
- <http://www.scribd.com/doc/27804524/pompa-sentrifugal#> diakses 10 September 2024

## RIWAYAT HIDUP



**ILHAMUDDIN** dilahirkan di Balabatu, pada tanggal 20 April 1984. Anak dari pasangan Lambi dan Guda anak ke 7 dari 7 bersaudara. Penulis bertempat tinggal di Desa Jambu RT/RW 003/002 Kec. Bajo Kab. Luwu Sul-Sel,

Pendidikan yang pernah ditempuh oleh penulis :

SD ( 1990 – 1996 ) diperoleh di SD Negeri 37 Balabatu

SMP ( 1996 – 1999 ) diperoleh di SMP Negeri 1 Bajo

SMA ( 1999 – 2002 ) diperoleh di SMAN 1 Bajo

ATT-IV ( 2003 – 2008 ) diperoleh di BP2IP Barombong

ATT-III ( 2014 – 2015 ) diperoleh di Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar

ATT-II ( Februari – September 2021 ) diperoleh di Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar

Saat ini dengan penulisan Karya Ilmiah Terapan yang penulis buat sebagai syarat menyelesaikan Program Pendidikan Diklat Pelaut 1 ( ATT-I )