

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



**MAKALAH**

**OPTIMALISASI PERAWATAN SISTEM PENDINGIN GUNA  
MENINGKATKAN KINERJA MESIN PENGGERAK UTAMA DI  
KAPAL MT CORAL SIDEREA**

**Oleh :**

**ERWIN KUSMAYADI**

**NIS. 01790/ T-I**

**PROGRAM PENDIDIKAN DIKLAT PELAUT - 1**

**JAKARTA**

**2022**

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



**OPTIMALISASI PERAWATAN SISTEM PENDINGIN GUNA  
MENINGKATKAN KINERJA MESIN PENGGERAK UTAMA DI  
KAPAL MT. CORAL SIDEREA**

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

**Oleh :**

**ERWIN KUSMAYADI**

**NIS. 01790 / T-I**

**PROGRAM PENDIDIKAN DIKLAT PELAUT - I**

**JAKARTA**

**2022**

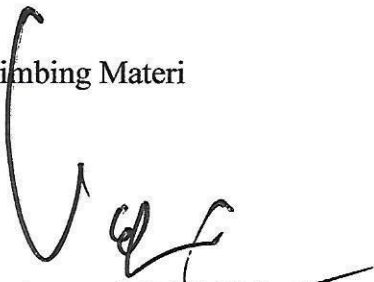
**KEMENTERIAN PERHUBUNGAN  
BADAN PENGEMBANGAN SDM PERHUBUNGAN  
SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN**



**TANDA PERSETUJUAN MAKALAH**

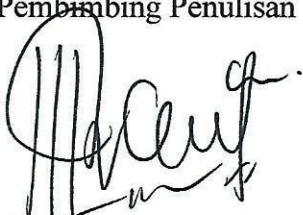
Nama : ERWIN KUSMAYADI  
NIS : 01790/T-1  
Program Pendidikan : Diklat Pelaut - I  
Jurusan : TEKNIKA  
Judul : Optimalisasi Perawatan Sistem Pendingin Guna  
Meningkatkan Kinerja Mesin Penggerak Utama Di Kapal  
MT. CORAL SIDEREA

Pembimbing Materi

  
**Drs. Ridwan Setiawan, MT., M.Mar.E**  
Pembina Utama (IV/e)  
NIP. 19570612 198203 1 002


Jakarta, 06 Juni 2022

Pembimbing Penulisan

  
**R. M. Yusuf, ST., M.Mar.E**  
Penata Muda Tk.II (III/c)  
NIP. 19760622 200312 1 002

Mengetahui :

Ketua Jurusan Teknika

  
**Diah Zakiah, S.T., MT.**  
Penata Tk.I (III/d)  
NIP. 19790517 200604 2 015

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

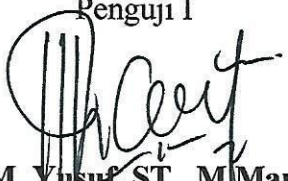


**TANDA PENGESAHAN MAKALAH**

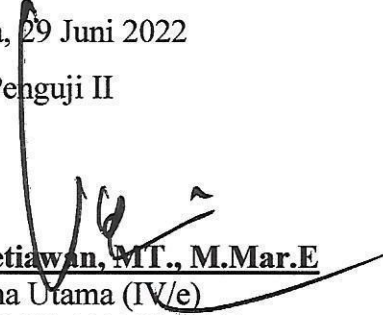
Nama : ERWIN KUSMAYADI  
NIS : 01790/T-1  
Program Pendidikan : Diklat Pelaut - I  
Jurusan : TEKNIKA  
Judul : Optimalisasi Perawatan Sistem Pendingin Guna  
Meningkatkan Kinerja Mesin Penggerak Utama Di Kapal  
MT. CORAL SIDEREA

Jakarta, 29 Juni 2022

Penguji I


  
**R. M. Yusuf, ST., M.Mar.E**  
Penata Muda Tk.II (III/c)  
NIP. 19760622 200312 1 002

Penguji II

  
**Drs. Ridwan Setiawan, MT., M.Mar.E**  
Pembina Utama (IV/e)  
NIP. 19570612 198203 1 002

Mengetahui :

Ketua Program Studi Teknika

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



## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia yang telah dilimpahkan sehingga penulis dapat menyelesaikan makalah ini dengan judul :

### **OPTIMALISASI PERAWATAN SISTEM PENDINGIN GUNA MENINGKATKAN KINERJA MESIN PENGGERAK UTAMA DI KAPAL MT. CORAL SIDEREA**

Sebagai persyaratan untuk memenuhi Kurikulum Program Upgrading ATT-I yang diselenggarakan di Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta.

Penulis menyadari akan keterbatasan waktu dan kemampuan di dalam penyusunan makalah ini, sehingga masih banyak kekurangan dan hasilnya belum sempurna. Oleh karena itu penulis membukakan diri untuk menerima kritik dan saran yang bersifat positif guna perbaikan makalah ini.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu, sehingga makalah ini dapat terwujud terutama kepada yang terhormat :

1. Capt. Sudiono, M.Mar, selaku Ketua Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta.
2. Diah Zakiah, ST., MT, selaku Ketua Program Studi Teknika Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran Jakarta.
3. Dr. Ali Muktar Sitompul, MT, selaku Kepala Divisi Pengembangan Usaha.
4. Drs. Ridwan Setiawan, MT., M.Mar.E selaku Dosen Pembimbing Materi
5. RM. Yusuf, ST., M.Mar.E selaku Pembimbing Penulisan
6. Seluruh rekan-rekan Perwira Siswa ATT-I angkatan LXII dan semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu.

Akhir kata, semoga makalah ini dapat membawa manfaat bagi penulis dan para pembaca yang berkenan membacanya.

Jakarta, 28 Juni 2022

Penulis

  
ERWIN KUSMAYADI  
NIS. 01790 / T-I

# DAFTAR ISI

|  | Halaman |
|--|---------|
| <b>HALAMAN JUDUL</b> .....                         | i       |
| <b>HALAMAN PERSETUJUAN</b> .....                   | ii      |
| <b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....                    | iii     |
| <b>KATA PENGANTAR</b> .....                        | iv      |
| <b>DAFTAR ISI</b> .....                            | v       |
| <b>BAB I PENDAHULUAN</b>                           |         |
| A. LATAR BELAKANG .....                            | 1       |
| B. IDENTIFIKASI, BATASAN DAN RUMUSAN MASALAH ..... | 3       |
| C. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN .....             | 3       |
| D. METODE PENELITIAN .....                         | 4       |
| E. WAKTU DAN TEMPAT PENELITIAN .....               | 5       |
| F. SISTEMATIKA PENULISAN .....                     | 5       |
| <b>BAB II LANDASAN TEORI</b>                       |         |
| A. TINJAUAN PUSTAKA .....                          | 7       |
| B. KERANGKA PEMIKIRAN .....                        | 19      |
| <b>BAB III ANALISIS DAN PEMBAHASAN</b>             |         |
| A. DESKRIPSI DATA .....                            | 20      |
| B. ANALISIS DATA .....                             | 21      |
| C. PEMECAHAN MASALAH .....                         | 26      |
| <b>BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN</b>                 |         |
| A. KESIMPULAN .....                                | 29      |
| B. SARAN .....                                     | 29      |
| <b>DAFTAR PUSTAKA</b>                              |         |

# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. LATAR BELAKANG

Kapal merupakan sarana angkutan laut yang banyak digunakan di berbagai negara, yang membutuhkan sarana transportasi laut untuk menggalakkan mobilitas penduduk dan pengangkutan barang-barang guna menunjang pembangunan. Untuk menunjang transportasi di laut digunakan kapal-kapal berbagai jenis dan ukuran yang sesuai dengan kondisi daerah demi kelancaran pengoperasian kapal. Peranan mesin penggerak utama, sangat diperlukan untuk menunjang dalam pengoperasian kapal khususnya kapal laut.

Daya yang diberikan Mesin Penggerak Utama disesuaikan dengan kinerja yang optimal dan petunjuk dari buku manual dari mesin induk itu sendiri. Dengan tidak lancarnya atau seringnya mengalami gangguan kerusakan pada mesin penggerak utama maka ini dapat menghambat pengoperasian kapal. Demi untuk menunjang kelancaran mesin penggerak utama hendaknya harus selalu diadakan perawatan serta perbaikan secara rutin dan secara berkala, agar tidak mengalami kegagalan dalam pengoperasian kapal seperti tidak tepat waktunya

*Planned Maintenance System (PMS)* terhadap permesinan secara sistematis dan berkelanjutan merupakan salah satu unsur yang sangat penting dalam menunjang pengoperasian kapal tersebut seperti setiap hari (*daily maintenance*), setiap minggu (*weekly maintenance*), setiap bulan (*monthly maintenance*), setiap 6 bulan (*semi annual maintenance*) dan dock 2 tahunan (*annually maintenance*) merupakan keharusan yang dilakukan oleh pengusaha (*shipowner*) dan *crew* kapal.

Untuk mencegah terjadinya kerusakan yang fatal pada permesinan yang diakibatkan oleh pengoperasian yang sudah melebihi dari jam kerja yang telah ditentukan oleh pembuat mesin (*maker*) maka diadakanlah Perawatan berencana sesuai dengan jadwal berdasarkan hasil monitoring, investigasi dan inspeksi serta ditunjang pula oleh suku cadang yang cukup, sehingga mesin induk kapal selalu siap beroperasi apabila dibutuhkan. Dalam mendukung pengoperasian kapal ini sangat dibutuhkan penanganan yang baik dalam sebuah sistem yaitu *Planned Maintenance System (PMS)*.



Namun pelaksanaan *Planned Maintenance System* (PMS) harus ditangani oleh Sumber Daya Manusia yang berkualitas, berpengalaman serta terlatih dalam hal manajemen, agar perencanaan, perawatan, perbaikan mesin dapat berjalan sesuai apa yang telah direncanakan oleh pihak kapal dan pihak perusahaan dan juga terhindar dari biaya besar akibat kerusakan yang fatal. Akan tetapi kenyataannya di lapangan bahwa pelaksanaan perawatan permesinan tidak terimplementasi dengan baik disebabkan keterbatasan waktu di pelabuhan bongkar maupun muat untuk melakukan perawatan permesinan kapal, dan juga pengadaan suku cadang yang tidak dapat dikirim pada pelabuhan-pelabuhan tertentu yang sangat jauh dari pelabuhan tempat kapal sandar.

Kejadian yang pernah penulis alami saat bekerja di atas kapal MT. Coral Siderea pada tanggal 09 Juni 2021, yaitu terjadi kenaikan suhu air tawar pendingin. Hal tersebut diketahui dari *high temperatur alarm indicator* mesin induk di kamar mesin yaitu pada sistem pendingin air tawar dimana pada saat itu suhu air pendingin menunjukkan 90°C, sedangkan suhu normal 65°C (*low*) dan maksimum 85°C (*high*) sesuai dengan buku panduan.

Kejadian tersebut terjadi ketika kapal akan berolah gerak di pelabuhan Sarroch, Italia dari pelayaran pelabuhan Stenungsund, Swedia. Saat kapal akan sampai ke pelabuhan untuk berolah gerak ditemukan bahwa *cylinder* no. 6 mengalami retak sehingga demi alasan keselamatan seketika kapal tidak bisa melanjutkan untuk berolah gerak dan mencari tempat untuk turun jangkar dan melakukan perbaikan pada mesin penggerak utama. Dalam proses perbaikan tersebut telah terjadi keterlambatan selama 28 jam, dan kejadian ini menjadi sangat mengganggu pengoperasian kapal dan merugikan pihak perusahaan.

Berdasarkan fakta dan pengamatan dari kejadian yang penulis amati, serta dengan merujuk pada latar belakang tersebut diatas, maka penulis tertarik menuangkan hal tersebut dan membahasnya kedalam makalah dengan berjudul **“OPTIMALISASI PERAWATAN SISTEM PENDINGIN GUNA MENINGKATKAN KINERJA MESIN PENGGERAK UTAMA DI KAPAL MT. CORAL SIDEREA”**

## **B. IDENTIFIKASI, BATASAN DAN RUMUSAN MASALAH**

### **1. Identifikasi Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah disusun di atas, maka dapat ditarik sebuah permasalahan yang timbul ialah peningkatan suhu air tawar pendingin yang melampaui batas normal.

### **2. Batasan Masalah**

Mengingat luasnya permasalahan mengenai perawatan mesin induk, maka penulis membatasi pembahasan makalah ini dengan masalah adanya peningkatan suhu air tawar pendingin yang melampaui batas normal.

### **3. Rumusan Masalah**

Berdasarkan uraian identifikasi masalah dan batasan masalah yang telah dijelaskan diatas, maka penulis mengambil rumusan masalah yaitu; Mengapa suhu air tawar pendingin terlalu tinggi?

## **C. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN**

### **1. Tujuan Penelitian**

- a. Untuk mengetahui permasalahan utama yang berkaitan dengan perawatan dan perbaikan motor diesel sebagai penggerak utama kapal.
- b. Untuk mencari pemecahan permasalahan dan mengatasi penyebab dari permasalahan.
- c. Untuk mencari penyebab masalah dalam melakukan proses perawatan yang sesuai prosedur.

### **2. Manfaat Penelitian**

#### **a. Bagi dunia akademik**

- 1) Sebagai bahan tambahan referensi di perpustakaan STIP mengenai pelaksanaan prosedur perawatan yang direncanakan sesuai *Planned Maintenance System (PMS)*.
- 2) Untuk menambah pengetahuan bagi perwira siswa Diklat STIP tentang prosedur dan Perawatan kapal.



**b. Bagi dunia praktisi**

Sebagai bahan masukan dan sebagai bahan acuan bagi para masinis dalam hal pelaksanaan perawatan yang direncanakan guna menunjang kinerja permesinan dan lancarnya pengoperasian kapal secara keseluruhan.

**D. METODE PENELITIAN**

Metode penelitian yang digunakan dalam penyusunan makalah ini diantaranya yaitu :

**1. Metode Penelitian**

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

**2. Teknik pengumpulan data**

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

**3. Subjek Penelitian**

Subjek penelitian penyusunan penulisan makalah ini berdasarkan penelitian terlebih dahulu yang dilakukan saat penulis bekerja dan melakukan aktivitas sebagai seorang *Second Engineer* di atas MT. Coral Siderea.

**4. Teknik Analisis Data**

Dalam pengambilan Teknik Analisis Data yang di gunakan penulis dalam penyusunan penulisan makalah ini adalah analisis data akan akar permasalahan yang diuraikan/dibahas berdasarkan data dari pengalaman maupun dari buku-buku referensi yang berkaitan dengan permasalahan yang sedang dibahas.

## **E. WAKTU DAN TEMPAT PENELITIAN**

### **1. Waktu Penelitian**

Waktu penelitian dalam penyusunan makalah ini dilakukan saat penulis bekerja di atas MT. Coral Siderea sebagai *Second Engineer* sejak bulan Mei 2021 sampai Agustus 2021

### **2. Tempat Penelitian**

Penelitian dilakukan di atas MT. Coral Siderea yaitu kapal LPG tanker berbendera Belanda dengan berat kotor (GRT) 4.054 T.

## **F. SISTEMATIKA PENULISAN**

Penulisan makalah ini disajikan sesuai dengan sistematika penulisan makalah yang telah ditetapkan dalam buku pedoman penulisan makalah yang dianjurkan oleh STIP Jakarta. Dengan sistematika yang ada maka diharapkan untuk mempermudah penulisan makalah ini secara benar dan terperinci. Makalah ini terbagi dalam 4 (empat) bab sesuai dengan urutan penelitian ini. Adapun sistematika penulisan makalah ini adalah sebagai berikut:

### **BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini menjelaskan tentang informasi umum yaitu latar belakang penelitian, identifikasi masalah, batasan masalah, rumusan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, sistematika penulisan. Latar belakang sebagai alasan penulis memilih judul tersebut dan mendeskripsikan permasalahan suhu air tawar pendingin terlalu tinggi. Identifikasi masalah yang menyebutkan poin permasalahan diatas kapal. Batasan masalah, menetapkan batas-batas permasalahan dengan jelas dan menentukan ruang lingkup pembahasan didalam makalah. Rumusan masalah merupakan permasalahan yang paling dominan terjadi di atas kapal dalam bentuk kalimat tanya. Tujuan dan manfaat penelitian merupakan sasaran yang akan dicapai atau diperoleh beserta gambaran kontribusi dari hasil penulisan makalah ini. Metode penelitian yang diambil dalam penyusunan makalah. Waktu dan tempat penelitian serta Sistematika penulisan.

## BAB II LANDASAN TEORI

Bab ini berisikan tinjauan pustaka, yang diambil dari beberapa kutipan buku dan kerangka pemikiran. Tinjauan pustaka membahas beberapa teori yang berkaitan dengan rumusan masalah dan dapat membantu untuk mencari solusi atau pemecahan yang tepat. Kerangka pemikiran merupakan skema atau alur inti dari makalah ini yang bersifat argumentatif, logis dan analitis berdasarkan kajian teoritis, terkait dengan objek yang akan dikaji.

## BAB III ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisikan deskripsi data yang merupakan data yang diambil dari lapangan berupa spesifikasi kapal dan pekerjaannya, pengamatan pada fakta yang terjadi di atas kapal sesuai dengan permasalahan yang dibahas. Fakta dan kondisi disini meliputi waktu kejadian dan tempat kejadian yang sebenarnya terjadi di atas kapal berdasarkan pengalaman penulis. Analisis data adalah hasil analisa faktor-faktor yang menjadi penyebab rumusan masalah, pemecahan masalah di dalam penulisan makalah ini mendeskripsikan solusi yang tepat dengan menganalisis unsur-unsur positif dari penyebab masalah.

## BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisikan kesimpulan yang merupakan pernyataan singkat dan tepat berdasarkan hasil analisis dan sehubungan dengan faktor penyebab pada rumusan masalah. Serta saran yang merupakan pertanyaan singkat dan tepat berdasarkan hasil pembahasan sebagai solusi dari rumusan masalah yang merupakan masukan untuk perbaikan yang akan dicapai.



## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **A. TINJAUAN PUSTAKA**

Untuk mempermudah pemahaman dalam makalah ini, maka penulis membuat tinjauan pustaka yang akan memaparkan definisi-definisi dan teori-teori yang terkait dan mendukung pembahasan pada makalah ini. Adapun beberapa sumber yang oleh penulis dijadikan sebagai landasan teori dalam penyusunan makalah ini adalah sebagai berikut ; Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia Optimalisasi adalah berasal dari kata dasar optimal yang berarti terbaik, tertinggi, paling menguntungkan, menjadikan paling baik, menjadikan paling tinggi, pengoptimalan proses, cara, perbuatan mengoptimalkan (menjadikan paling baik, paling tinggi, dan sebagainya) sehingga optimalisasi adalah suatu tindakan, proses, atau metodologi untuk membuat sesuatu (sebagai sebuah desain, sistem, atau keputusan) menjadi lebih/sepenuhnya sempurna, fungsional, atau lebih efektif.

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

#### **1. Perawatan (*Maintenance*)**

##### **a. Definisi Perawatan**

Menurut Lindley R.Higgs and Keith Mobley (2002) dalam *Maintenance engineering handbook, sixth edition*, Perawatan adalah suatu kegiatan yang dilakukan secara berulang-ulang dengan tujuan agar peralatan selalu memiliki kondisi yang sama dengan keadaan awalnya. *Maintenance* atau Perawatan juga dilakukan untuk menjaga agar peralatan tetap berada dalam kondisi yang dapat diterima oleh penggunaannya.

Menurut M.S Sehwarat dan J.S Narang (2001) dalam bukunya "*Production Management*" pemeliharaan (*maintenance*) adalah sebuah pekerjaan yang dilakukan secara berurutan untuk menjaga atau

memperbaiki fasilitas yang ada sehingga sesuai dengan standar fungsional dan kualitas.

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

Menurut Goenawan Danoeasmoro, M.Mar.E (2003:5) dalam buku Manajemen Perawatan menjelaskan bahwa perawatan adalah faktor paling penting dalam mempertahankan keandalan suatu peralatan. Semua tahu bahwa perawatan memerlukan biaya yang besar sehingga seringkali pekerjaan perawatan ditunda-tunda agar dapat menghemat biaya. Namun jika dituruti godaan itu akan segera disadari bahwa sebenarnya penundaan itu akan mengakibatkan kerusakan dan justru membutuhkan biaya perbaikan yang lebih besar dari biaya perawatan yang seharusnya dikeluarkan.

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

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

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



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

#### **b. Jenis-jenis Perawatan**

Dalam menentukan kebijaksanaan Perawatan, umumnya terdapat 2 (dua) jenis Perawatan yaitu sebagai berikut :

##### **1) Perawatan terencana (*planned maintenance*)**

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

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

- a) Memperpanjang waktu kerja (*life time*) unit pesawat atau mesin dan mempertahankan nilai penyusutan pada kapal.
- b) Kondisi material pada pesawat atau mesin dapat di pantau setiap saat oleh setiap pengawas atau personil di darat, hanya dengan melihat pelaporan administrasi perawatan.
- c) Dengan tersedianya suku cadang yang cukup, maka pada saat ada perawatan dan perbaikan tidak kehilangan waktu operasi (*down time*).
- d) Operasi kapal lancar dengan memberikan rasa aman dan tenang pikiran kepada semua personil kapal dan manajemen darat bahwa semua permesinan bekerja secara optimal, normal dan terkontrol dengan benar.

- e) Walaupun biaya perawatan sangat besar, namun semuanya itu dapat diperhitungkan (*accountable*) sesuai dengan anggaran biaya perawatan dan diperkirakan paling sedikit ada penghematan biaya sebesar 20%.

## 2) Perawatan tak terencana (*unplanned maintenance*)

Perawatan tak terencana adalah perawatan darurat yang didefinisikan sebagai Perawatan yang perlu segera dilaksanakan untuk mencegah akibat yang lebih serius.

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

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

Kelemahan dari sistem ini adalah :

- a) Karena tidak bisa diketahui kapan akan terjadi kerusakan, maka jika waktu terjadi kerusakan adalah pada saat kapal beroperasi, maka akan mengakibatkan tidak tercapainya target waktu pengiriman barang.
- b) Jika suku cadang untuk perbaikan ternyata sukar untuk terpenuhi berarti dibutuhkan waktu tambahan untuk membeli atau memperoleh dengan cara lain suku cadang tersebut.
- c) Karena perbaikan seperti ini sifatnya mendadak, maka kru kapal mesin bekerja di bawah tekanan, maka akan berakibat :

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

Dalam prakteknya perawatan ini tidak dapat menekan biaya, bahkan sering terjadi pembengkakan anggaran biaya perbaikan (*total maintenance cost*). Menurut Jusak Johan Handoyo, S.E., M.Min., M.Mar.E (2015:53) dalam buku Sistem Perawatan Permesinan Kapal, bahwa strategi perawatan ini dalam teorinya tidak disarankan, namun dalam kenyataannya sering terjadi di kapal, karena berbagai alasan antara lain :

- a) Kronologi perawatan tidak dicatat dan terdata secara sistematis, sehingga tidak terdapat kesinambungan dalam kegiatan perawatan selanjutnya.
- b) Tidak mengacu standar perawatan dan perbaikan kapal (PMS) sesuai dengan *Manual Instruction Book*.
- c) Tidak ada kepedulian atau kepekaan para pengawas terhadap ketidak teraturan pelaksanaan pekerjaan perawatan.
- d) Tidak adanya bukti-bukti terjadi kerusakan-kerusakan, kekurangan sebelumnya, kapal menganggur (*delay/down time*) dan kerugian-kerugian lainnya.
- e) Tidak tersedianya suku cadang yang cukup untuk setiap pesawat atau mesin, sehingga menghambat waktu operasi kapal pada saat menunggu pengadaan suku cadang tersebut.
- f) Banyak data-data yang dilaporkan dari kapal ke darat (kantor), namun sedikit saja yang diproses untuk manfaat perawatan dan perbaikan kapal.
- g) Nahkoda dan Anak Buah Kapal (ABK) yang tidak berkualitas dan tidak profesional di bidangnya.



### c. Tujuan Perawatan

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

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

## 2. Mesin Induk

Mesin Induk (*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 utama kapal.

Mesin diesel adalah pesawat pembakaran dalam (*Internal Combustion Engine*), karena di dalam mendapatkan energi potensial (berupa panas) untuk kerja mekaniknya diperoleh dari pembakaran bahan bakar yang dilaksanakan didalam pesawat itu sendiri, yaitu didalam silindernya. Sebagai mesin induk, mesin diesel lebih menonjol dibandingkan jenis mesin induk kapal lainnya, terutama konsumsi bahan bakar lebih hemat dan lebih mudah dalam mengoperasikannya.

Menurut Jusak johan Handoyo, (2015:34), dalam buku Mesin diesel penggerak utama kapal, menyatakan bahwa mesin diesel adalah satu pesawat yang mengubah energy potensial panas langsung menjadi energy mekanik, atau juga disebut *Combustion Engine System*. Pembakaran (*Combustion Engine*) dibagi dua yaitu:

1. Mesin pembakaran dalam (*internal combustion*) adalah pesawat tenaga, yang pembakarannya dilaksanakan di dalam pesawat itu sendiri. Contoh : mesin diesel, mesin bensin, turbin gas, ketel uap dan lain lainnya.
2. Mesin pembakar luar (*external combustion*) adalah pesawat tenaga, dimana pembakarannya dilaksanakan di luar pesawat itu sendiri. Contoh: turbin uap, mesin uap.

### 3. Pendinginan Di Dalam Silinder

#### a. Definisi Pendinginan Di Dalam Silinder

Menurut P. Van Maanen, (2001:82) 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 motor 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. Oleh karena itu 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 - bahan yang dipakai akan kehilangan kekuatan yang diperlukan. Timbulnya masalah - masalah pada sistem pendinginan motor induk 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 induk. Dalam mempertahankan tujuan pendinginan, perlu dipertahankan pada nilai normalnya yaitu 75°C - 85°C temperatur yang telah ditetapkan dalam buku petunjuk dari buku manual di kapal tempat bekerja penulis.

Perlunya pendinginan pada motor induk dalam bekerja, sering mengalami gangguan sehingga pendinginan tidak optimal mengakibatkan naiknya suhu air tawar. Hal ini salah satunya disebabkan oleh adanya kebocoran, sehingga air yang ada di tangki ekspansi berkurang. Selain itu agar kondisi motor induk dapat normal kembali, hal - hal yang perlu dilaksanakan antara lain perawatan air pendingin, dan perawatan fasilitas sistem pendingin. Tidak sempurnanya fungsi dari sistem pendingin, jelas akan berpengaruh terhadap kinerja motor induk. Segala sesuatu yang berhubungan dengan sistem perlu dijaga dan dirawat oleh para masinis.

Selain itu agar kondisi motor induk dapat normal kembali, hal - hal yang perlu dilaksanakan antara lain perawatan air pendingin, dan perawatan fasilitas sistem pendingin. Tidak sempurnanya fungsi dari sistem pendingin, jelas akan berpengaruh terhadap kerja motor induk. Segala sesuatu yang berhubungan dengan sistem perlu dijaga dan di rawat oleh para masinis.

b. Fungsi Pendinginan Di Dalam Silinder

Adapun fungsi utama 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.

c. Macam-macam Pendinginan Dalam Silinder

Pada umumnya di kapal ada dua cara untuk mendinginkan mesin utama maupun motor bantunya, yaitu dengan menggunakan sistem pendinginan secara langsung (terbuka) dan sistem pendinginan secara 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 *Cooler* Minyak Lumas, *Cooler* Air Tawar dan *Cooler* Udara yang berguna 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 suhu pendingin mesin induk tetap stabil.

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, setelah itu air laut dibuang langsung ke luar kapal. Proses pendinginan tertutup adalah air tawar didinginkan di *Cooler* air tawar dengan air laut, kemudian air tawar yang sudah didinginkan diisap oleh pompa pendingin air tawar digunakan untuk

mendinginkan mesin induk. Kemudian air tawar sebagian masuk ke tangki ekspansi, sebagian masuk ke *Cooler* air tawar untuk didinginkan kembali, sehingga dapat disirkulasikan terus menerus untuk mendinginkan mesin induk. Apabila air tawar berkurang karena adanya kebocoran maka air tawar diisi di Tanki Ekspansi air tawar pendingin. Air tawar yang masuk mesin induk suhunya diatur dengan *three way valve* dan *temperature indicator control* sehingga air tawar masuk untuk mendinginkan mesin induk sesuai dengan kebutuhan pendinginan.

d. Peralatan Pendingin dan Fungsinya

Untuk memperlancar pengoperasian motor induk diatas kapal, maka beberapa hal yang perlu diperhatikan diantaranya adalah pendingin sebagaimana dalam pembahasan ini bahwa media pendingin yang dipakai untuk mendinginkan motor induk di atas kapal adalah air tawar. Maka untuk kelancaran proses pendinginan diperlukan peralatan atau komponen pendukung seperti yang dijelaskan sebagai berikut:

1) *Sea Chest*

Sekurang-kurangnya posisi *Sea Chest* ada 2, *Sea Chest* pada posisi *high side* dan *low side*. Untuk daerah pelayaran yang dangkal, disarankan bahwa harus terdapat sisi pengisapan air laut yang lebih tinggi, untuk mencegah terhisapnya lumpur atau pasir yang ada di perairan dangkal tersebut. Tiap *Sea Chest* dilengkapi dengan suatu ventilasi yang efektif.

2) Saringan pada Cooler pendingin

Alat yang berfungsi untuk menyaring kotoran-kotoran yang terbawa masuk oleh air laut agar tidak mudah menyumbat pada plat-plat pada cooler pendingin.

3) Pompa Air Laut

Pompa ini berfungsi untuk menghisap air laut dari *Sea Chest* kemudian didistribusikan ke *Cooler Air Tawar* untuk mengambil panas



dari Air tawar pendingin yang keluar dari mesin penggerak utama. Pompa air laut ini digerakkan dengan menggunakan motor listrik.

4) Instalasi pipa-pipa

Instalasi pipa di atas kapal adalah suatu alat yang ditempati air pendingin untuk bersirkulasi di dalam pipa tersebut. Pada setiap pipa membiarkan tahanan tertentu kepada aliran air yang disalurkan untuk itu bentuk pipa dan ukuran pipa akan mempengaruhi kenaikan tahanan aliran. Tahanan aliran air juga dapat meningkat pada setiap belokan dan katup yang dilalui oleh air tersebut.

5) *Cooler* air Tawar Pendingin

Alat ini berfungsi mendinginkan air tawar pendingin yang telah menyerap panas dari dalam mesin dengan menggunakan media air laut. Di kapal tempat penulis bekerja jenis penukar kalornya menggunakan jenis *heat exchanger type tube*. Pada jenis ini air laut mengalir di dalam pipa pipa yang akan menyerap panas pada air tawar pendingin, akan mengalir di dalam tabung.

6) Tangki ekspansi

Tangki ekspansi berfungsi sebagai tangki penampungan air tawar dan untuk menambah bila ada kekurangan di dalam sistem. Tangki ini ditempatkan pada tempat yang lebih tinggi dari saluran pipa. Sehingga bisa memelihara tekanan konstan dalam sistem dan mencegah adanya udara atau uap didalamnya dan ukurannya tergantung pada kapasitas air. Juga sistem keseluruhan, termasuk ruang air dalam ruang pendingin motor induk.

7) Pompa sirkulasi air tawar

Pompa ini berfungsi untuk mensirkulasikan air pendingin di dalam sistem, atau suatu pesawat yang bisa memindahkan cairan dari suatu tempat ketempat lain berdasarkan perbedaan tekanan. Sebagian besar mesin diesel menggunakan pompa sentrifugal untuk sirkulasi air tawar

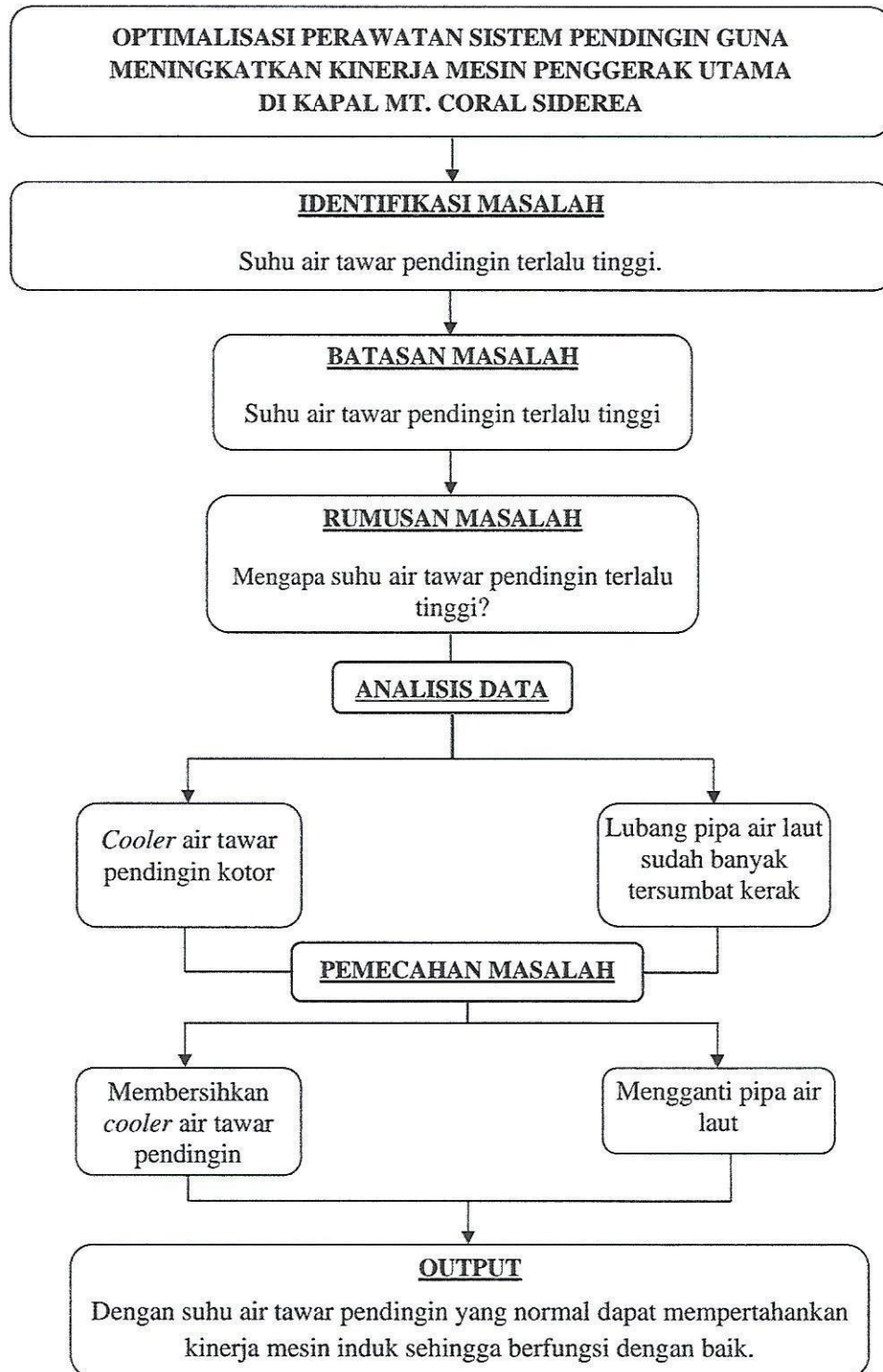
pendingin pada motor induk diatas kapal, dimana pompa tersebut digerakkan dengan motor listrik.

8) Pengukur suhu

Alat ini berfungsi untuk mengukur suhu air pendingin yang masuk dan keluar dari motor induk. Umumnya suhu air pendingin diukur dengan thermometer jenis - jenis air raksa gelas biasa yang dibungkus dengan plat logam untuk melindungi kaca agar tidak mudah pecah.



## B. KERANGKA PEMIKIRAN



## BAB III

### ANALISIS DAN PEMBAHASAN

#### A. DESKRIPSI DATA

Penulis melakukan pengamatan selama bekerja di atas MT. Coral Siderea sebagai *Second Engineer*, periode bulan Mei 2021 sampai Agustus 2021, Berikut data mengenai Kapal :

|                      |                     |
|----------------------|---------------------|
| <i>Ships name</i>    | : MT. Coral Siderea |
| <i>Call sign</i>     | : PDWH              |
| <i>Flag</i>          | : Belanda           |
| <i>IMO number</i>    | : 9480409           |
| <i>Gross tonnage</i> | : 4761              |
| <i>Dead weight</i>   | : 5312              |

Selama bekerja di kapal MT. Coral Siderea, penulis melakukan pengamatan dan pengumpulan data yang berhubungan dengan masalah sistem pendingin. Berdasarkan pengalaman yang penulis alami selama bekerja di atas kapal MT. Coral Siderea pada tanggal 09 Juni 2021 ditemukan bahwa terjadi kenaikan suhu air tawar pendingin. Hal tersebut diketahui dari *high temperatur alarm indicator* mesin induk di kamar mesin yaitu pada sistem pendingin air tawar dimana pada saat itu suhu air pendingin menunjukkan 90<sup>0</sup>C, sedangkan suhu normal 65<sup>0</sup>C (*low*) dan maksimum 85<sup>0</sup>C (*high*) sesuai dengan buku panduan.

Terjadi kenaikan suhu (*temperature*) pada *jacket cooling*, hal ini terjadi pada semua *cylinder*, sehingga putaran mesin perlahan-lahan diturunkan hingga dimatikan, setelah diperiksa ternyata terjadi kebocoran pada *cylinder head* no 6, kemudian di *overhaul*, dan diganti dengan *cylinder head* lainnya (*spare parts*) lainnya. Ini disebabkan karena tidak normalnya *temperature* mesin sebagai akibat dari gangguan sistem pendingin mesin induk.

## B. ANALISIS DATA

### Suhu Air Tawar Pendingin Terlalu Tinggi

Penyebabnya suhu air tawar pendingin terlalu tinggi sebagai berikut:

#### a. *Cooler* Air Tawar Pendingin Kotor atau terdapat Fouling

Kebanyakan aliran fluida kerja yang mengalir secara terus menerus di dalam alat penukar kalor atau *Cooler*, setelah melampaui waktu operasi tertentu akan mengotori permukaan perpindahan panasnya. Deposit yang terbentuk di permukaan kebanyakan akan mempunyai konduktivitas termal yang cukup rendah sehingga akan mengakibatkan menurunkan besarnya koefisien global perpindahan panas di dalam alat penukar kalor, akibatnya laju pertukaran energi panas di dalam menjadi lebih rendah.

Fouling dapat terjadi ketika lapisan deposit terbentuk di permukaan *Cooler* oleh partikel-partikel yang terangkut oleh fluida kerja atau oleh fluida itu sendiri yang membentuk suatu lapisan di permukaan penukar panas. Fenomena ini dapat terjadi dengan dua cara, yaitu oleh karakteristik adhesif permukaan deposit yang terbentuk atau oleh elemen asing yang menempel di permukaan pipa karena adanya gradien temperatur antara permukaan dengan komponen/elemen asing tersebut sehingga komponen tersebut berubah fasa ketika berkontak dengan permukaan dan menghasilkan efek penempelan. Lapisan deposit yang terbentuk ini akan menjadi tahanan termal tambahan bagi aliran energi panas yang terjadi di dalam *Cooler*.

Secara umum fouling merupakan fenomena yang sangat kompleks sehingga sukar sekali dianalisa secara analitik. Mekanisme pembentukannya sangat beragam, dan metoda-metoda pendekatannya juga berbeda-beda. Namun demikian, apabila diteliti menurut jenis proses pembentukannya yang dominan, fouling dapat diklasifikasikan menjadi beberapa jenis sebagai berikut:

- 1) Fouling partikel atau sedimentasi, fouling jenis ini dapat juga berkombinasi dengan fouling yang berasal dari senyawa-senyawa kimia.
- 2) Biofouling, yaitu terbentuknya lapisan deposit yang berasal dari bakteri dan/atau mikroorganisme lainnya yang terangkut di dalam aliran fluida.



- 3) Scaling adalah lapisan crystalline padat yang terbentuk pada permukaan padat di mana temperatur disekitarnya cukup tinggi. Apabila temperatur batas pelarutan dari sebuah larutan yang mengandung garam (misalnya calcium sulfate, gypsum) dilalui maka lapisan kristal padat akan terbentuk.
- 4) Fouling oleh reaksi kimia, dalam hal ini deposit yang terbentuk berasal dari hasil-hasil reaksi kimia antara senyawa-senyawa yang bukan berasal dari permukaan.
- 5) Korosi, hasil dari reaksi kimia antara senyawa senyawa yang terdapat pada fluida kerja dengan yang ada di permukaan.

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

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

Dalam sebuah pemeriksaan, penulis juga melakukan analisis persamaan dengan menggunakan rumus perpindahan kalor pada cooler untuk mengetahui adanya sumbatan berdasarkan data yang didapat.

Laju perpindahan panas dapat ditentukan dengan;

$$Q_{in} = Q_{out}$$

$$Q_h = Q_c$$

$$m_h \cdot C_p \cdot (T_{h,i} - T_{h,o}) = m_c \cdot C_p \cdot (T_{c,i} - T_{c,o})$$

dimana;

$Q$  = Laju perpindahan panas

$m$  = Laju aliran massa (kg/dtk atau lbm/h)

$T$  = Enthalpi fluida panas pada sisi alir masuk (J/kg. °C atau Btu/h. Lb °F)

$h ; c$  = Fluida panas dan fluida dingin

$i ; o$  = Aliran masuk dan aliran keluar

Dari persamaan tersebut, penulis mengumpulkan data-data yang didapatkan saat di atas kapal.

**Fluida panas :**

$$T_{h,in} = 90^{\circ}\text{C}$$

$$T_{h,out} = 86^{\circ}\text{C}$$

$$C_{p,air\ tawar} = 4200\ \text{J/kg }^{\circ}\text{C}$$

$$m_{air\ tawar} = 15\ \text{kg/dtk}$$

**Fluida dingin :**

$$T_{c,in} = 25^{\circ}\text{C}$$

$$T_{c,out} = 29^{\circ}\text{C}$$

$$C_{p,air\ laut} = 4000\ \text{J/kg }^{\circ}\text{C}$$

$$m_{air\ laut} = 20\ \text{kg/dtk}$$

Maka;

Laju perpindahan kalor

$$Q = Q_{air\ tawar} = Q_{air\ laut}$$

$$Q = m_{air\ tawar} \cdot C_{p,air\ tawar} (h_{h,in} - h_{h,out})$$

$$= m_{air\ laut} \cdot C_{p,air\ laut} (T_{c,out} - T_{c,in})$$

$$Q = 15 \cdot 4200 \cdot (90^{\circ}\text{C} - 86^{\circ}\text{C}) = 20 \cdot 4000 \cdot (29^{\circ}\text{C} - 25^{\circ}\text{C})$$

$$Q = 252000\ \text{W} = 320.000\ \text{W}$$

$$Q = 252\ \text{kW} \neq 320\ \text{kW}$$

Dari hasil persamaan diatas, didapatkan laju perpindahan panas air tawar dan laju perpindahan panas air laut tidak sama. Hal ini dapat dilihat dari perubahan nilai kalor yang penulis dapatkan pada saat pemeriksaan. Dimana seharusnya menurut hukum kekekalan energi kalor ialah “Banyaknya kalor yang diberikan sama dengan banyaknya kalor yang diterima”. Dengan demikian penulis mengambil kesimpulan bahwa, nilai kalor air laut yang lebih tinggi menandakan adanya sumbatan atau fouling pada sisi *Cooler* bagian air laut.

Kemudian pada pemeriksaan berikutnya, pada ujung saluran pipa air tawar sebelum masuk *Cooler* dipasang *thermometer* dengan skala derajat celcius dan juga pada bagian keluarnya dipasang juga *thermometer* dengan skala derajat celcius. Maksud dari pemasangan ini adalah sebagai alat kontrol suhu pada air pendingin. Apabila kotoran yang ada di dalam *Cooler* tidak dibersihkan akan menyebabkan rusaknya pipa kapiler yang terkandung di dalam *water Cooler* tersebut. Kerusakan pada pipa kapiler ini dapat berupa perubahan bentuk hingga retaknya pipa kapiler akibat tekanan yang tinggi karena banyaknya kotoran atau lumpur.

*Thermostat* adalah suatu control yang digunakan untuk mengendalikan kerja sistem pendingin motor induk pada suatu ambang suhu tertentu. *Thermostat* berfungsi untuk mempertahankan suhu kerja mesin untuk membuka dan menutup saluran air pendingin. *Thermostat* bekerja dengan cara beralih dari pemanasan atau pendingin suatu alat atau mengatur aliran perpindahan panas fluida yang diperlukan, untuk menjaga suhu yang benar sehingga dapat menjadi pengontrol sistem pendingin motor induk. *Thermostat* tidak dapat bekerja dengan baik ditandai dengan naiknya suhu mesin dari suhu normal berkisar antara 70°C- 90°C. Hal ini dapat disebabkan karena *thermostat* sudah lama tidak diganti sehingga mengalami kerusakan dan tidak dapat bekerja dengan baik.

#### **b. Lubang Pipa Air Laut Sudah Banyak Tersumbat Kerak**

Pada pipa-pipa air laut selain memiliki kelemahan-kelemahan oleh karena bawaan material pipa itu sendiri yang cacat produksi faktor lain yang menyebabkan pipa bocor adalah terjadinya proses korosi pada pipa. Untuk memahami lebih jauh tentang jenis-jenis korosi, mekanisme terjadinya proses korosi suatu logam dapat di pelajari di ilmu-ilmu kimia dan metalurgi.

Pada analisa ini secara garis besarnya atau umum yang dikenal mengenai korosi yaitu dimana terjadi peristiwa perusakan atau degradasi material logam akibat bereaksi secara kimia dengan lingkungan. Sesuai pengamatan di lapangan dimana korosi terjadi pada bagian dalam pipa pendingin air laut, maka dari beberapa jenis korosi yang diklasifikasi



menurut bentuknya yang perlu dipahami dan yang terjadi di pipa-pipa pendinginan air laut antara lain;

- 1) Korosi merata (*uniform corrosion*) yaitu korosi yang terjadi pada suatu permukaan logam yang bersentuhan dengan elektrolit dengan intensitas sama.
- 2) *Erosion corrosion* yaitu korosi yang ditimbulkan gerakan cairan atau paduan antara bahan kimia yang terkandung pada air laut dan gesekan mekanis fluida.
- 3) *Galvanic corrosion* terjadi bila dua logam yang berbeda berada dalam satu larutan elektrolit.
- 4) *Crevice corrosion* adalah korosi yang terjadi pada celah-celah yang sempit.
- 5) *Pitting corrosion* merupakan korosi yang terlokalisasi pada suatu atau beberapa titik dan mengakibatkan lubang kecil yang dalam.

Kebocoran akibat *erosion corrosion* sering ditemukan pada pipa-pipa setelah pompa air laut sedangkan kebocoran pada pipa hisapan pompa air laut adalah karat bakteri atau karat yang disebabkan adanya bakteri di dalam rongga-rongga pipa. Karat bakteri atau karat akibat mikroorganisme laut yang terdapat pada pipa yaitu keberadaan bakteri tertentu yang hidup dalam kondisi tanpa zat asam akan mengubah garam sulfat menjadi asam yang reaktif dan menyebabkan karat, namun secara umum jika terdapat zat asam maka laju pengkaratan pada besi relatif lambat namun pada kondisi seperti di atas pengkaratan masih terjadi dan dalam kasus ini sering terjadi pada pipa-pipa air laut khususnya pipa hisap pompa. Kejadian ini sesuai dengan penulis alami yaitu apabila rongga rongga pipa dibersihkan dari karat dan kotoran yang ada di dalam maka timbul bau busuk dari pipa sehingga disimpulkan bahwa karat dan kotoran yang menyatu pada bagian dalam pipa mengandung bakteri yang merusak pipa, sebab setelah pipa bersih maka kondisi pipa semakin menipis dan kadang-kadang kalau membersihkannya dengan benda tajam seperti *wire brush* maka pipa dapat bocor dengan mudah tanpa ada tekanan pada permukaan yang dibersihkan.

## C. PEMECAHAN MASALAH

### Suhu Air Tawar Pendingin Terlalu Tinggi

Kotornya *cooler* air tawar dapat mengakibatkan penyerapan panas terhadap air tawar akan berkurang sehingga temperatur air tawar yang keluar dari *cooler* tersebut tetap tinggi. Maka penanganan yang harus dilakukan adalah :

#### a. Sogok *Cooler* Air Tawar Pendingin

Untuk mengatasi *Cooler* air tawar yang kotor atau tersumbat, maka perlu dilakukan pembersihan saringan *Sea Chest* setiap satu bulan dan *Cooler* dilakukan perawatan setiap 3 bulan, disesuaikan dengan kondisi kinerja *Cooler* tersebut. Untuk pengecekan dan pembersihan secara keseluruhan maka setiap 2 tahun MT. Coral Siderea dilakukan saat kapal *docking*, dengan prosedur pertama membuat *repair list docking*, untuk pipa dan katup instalasi air laut masuk *Cooler* air tawar. *Cooler* air tawar pendingin harus diminta *pressure test* untuk mengetahui kekuatan pipa-pipa dan kebocoran dalam tekanan kerja  $7 \text{ kg/cm}^2$  selama 24 jam tidak ada kebocoran pada paking dan sambungan pipa-pipa pendinginnya.

Air laut yang keluar dari *Cooler* air tawar pendingin suhunya berkisar antara  $25^{\circ}\text{C}$ -  $30^{\circ}\text{C}$  agar suhu yang dikehendaki tercapai maka *Cooler* air tawar pendingin harus dirawat dengan rutin supaya bersih dan tekanan serta jumlah air yang dibutuhkan selalu mencukupi. Apabila didalam pipa kapiler yang terkandung di dalam *Cooler* air tawar pendingin terdapat kotoran seperti lumpur akan mengakibatkan penyerapan panas pada air tawar berkurang sehingga suhu air tawar yang keluar dari *Cooler* masih tinggi. Untuk itu perlu perawatan supaya air tawar yang keluar tetap dibatas normal dengan melakukan perawatan yang teratur pada *Cooler* dengan membersihkan pipa-pipa kapiler di bagian dalamnya dengan menggunakan *tube brush*, yang mana terbuat dari batang pipa kecil yang ujungnya di kasih sikat khusus dan bisa juga digunakan rotan sebagai pengganti.

Setelah itu, lalu disemprot dengan air tawar supaya kotoran dan endapan-endapan terlepas dari pipa kapiler dan sisa gesekan-gesekan halus dari kawat pembersih atau rotan akan keluar hingga bersih. Kemudian yang perlu diperhatikan lagi adalah *packing* karet di kedua ujung penutup *Cooler* harus keadaan baik. Setelah semua siap dan bersih kemudian dipasang kembali.

Pemeriksaan juga harus dilakukan pada *zinc anode* yang berfungsi sebagai pelindung permukaan logam pada bagian dalam *Cooler*. Pemeriksaan ini perlu dilakukan karena *zinc anode* bisa rapuh kondisinya karena reaksi kimia air tawar yang salinitasnya tinggi. Apabila diketahui kondisi dari *zinc anode* sudah rapuh akibat reaksi kimia tersebut, maka perlu dilakukan penggantian dengan yang baru. Pergantian *zinc anode* dianjurkan apabila kondisinya sudah sekitar 75% rapuh agar dalam proses penggantianannya lebih mudah pada saat akan dilepaskan.

Cara perawatan dan pembersihan *Cooler* adalah:

- 1) Buka semua baut dan kedua tutupnya.
- 2) Sogok pipa-pipanya menggunakan sikat kawat (*Brush Tubes*).
- 3) Semprot dengan air tawar pipa-pipanya sehingga lumpur dan kotorannya keluar.
- 4) Ganti anti karat (*zinc anode*) yang sudah habis.
- 5) Tutup (*cover*) harus dicat anti karat.
- 6) Ganti kedua packingnya.
- 7) Pasang kembali tutup, pipa dan mur bautnya.

Setelah semuanya terpasang harus dicek ada kebocoran apa tidak dan harus didrain angin yang berada disistem sehingga *Cooler* air tawar pendingin siap dioperasikan.

#### **b. Ganti Pipa Air Laut**

Pipa-pipa air laut yang sudah banyak tersumbat kerak harus diganti dengan pipa yang baru, sehingga sirkulasi air laut ke dalam pompa lancar. Apabila terdapat pipa air laut yang bocor maka dapat dilakukan perbaikan pada pipa-pipa tersebut dengan cara dilakukan pengecekan, dilihat dari sisi yang bocor, apabila pipa yang bocor masih dalam batas aman dan kapal dalam keadaan operasi, maka hanya dilakukan pembalutan (*Bleeding*) pada pipa yang bocor sampai dengan kapal tiba di pelabuhan untuk melakukan pengelasan atau penggantian pada pipa air laut yang bocor.

Seperti diketahui bahwa pipa air laut bocor dapat diakibatkan oleh korosi. Untuk mengurangi laju korosi pada pipa-pipa pendingin air laut adalah dengan menggunakan metode-metode pengendalian korosi antara lain



1) Perlindungan mekanis

Perlindungan mekanis atau pengendalian korosi dengan lapisan penghalang dengan di cat menggunakan cat *anti fouling* (*anti foulant paint*) pada pipa yang baru diganti, untuk mencegah agar permukaan logam tidak bersentuhan dengan udara dan air laut sehingga reaksi kimia reduksi untuk terjadinya pembentukan korosi dapat dihindari.

2) Menggunakan *sacrificial zink anode* yang ada sertifikatnya

Telah disebutkan juga sebelumnya fungsi penggunaan *zinkanode*. Penggunaan logam aluminium yang lebih aktif akan bertindak sebagai *anode* yang teroksidasi dan besi pipa akan menjadi katode (*cathode*) dimana reduksi oksigen berlangsung, bahan ini sengaja dikorbankan (habis termakan korosi) untuk melindungi besi pipa yang dilalui air laut yang korosif.

Selain kedua metode tersebut masih banyak metode-metode lain seperti penggunaan *chemical anti foulant* yang dibuat oleh ahli-ahli kimia dan metalurgi tentang perlindungan terhadap bahan logam. Salah satunya telah disebutkan juga bahwa *Marine Growth Prevention System* (MGPS) juga dapat mengurangi laju korosi pada pipa-pipa air laut.

## **BAB IV**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **A. KESIMPULAN**

Dalam upaya optimalisasi kinerja mesin induk mengalami berbagai kendala. Sesuai uraian dan penjelasan pada bab sebelumnya yaitu penulis mengalami kejadian *Cylinder head* Mesin Induk Retak yang mana penyebabnya sebagai berikut:

1. *Cooler* air tawar pendingin mengalami pengotoran atau fouling yang mengakibatkan penyerapan panas terhadap air tawar berkurang sehingga temperatur air tawar yang keluar dari *Cooler* tetap tinggi.
2. Lubang pipa air laut sudah banyak tersumbat kerak menyebabkan sirkulasi air tidak lancar sehingga menyebabkan suhu air tawar pendingin tinggi.

#### **B. SARAN**

Berdasarkan kesimpulan-kesimpulan di atas, maka penulis memberikan saran-saran kepada Perwira-Perwira mesin, sebagai berikut :

1. *Cooler* air tawar pendingin yang kotor harus dibersihkan dengan cara disogok untuk menghilangkan kotoran-kotoran yang menyumbat agar suhu air tawar pendingin dapat normal. Setelah itu dilakukan pendataan untuk perencanaan jadwal perawatan berikutnya guna menghindari terjadinya kembali masalah pada sistem pendingin.
2. Lubang pipa air laut yang sudah banyak tersumbat kerak harus diganti dengan pipa air laut yang baru sehingga sirkulasi air laut lancar dan dapat maksimal dalam pendinginan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Danuasmoro, Gunawan, (2003), Manajemen Perawatan, Jakarta, Yayasan Bina Citra Samudera.
- J.E. Habibie, (2010), Manajemen Perawatan Dan Perbaikan, Jakarta, Direktorat Jenderal Perhubungan Laut.
- Jusak, Johan Handoyo (2015) Sistim Perawatan Permesinan Kapal, Ahli Teknik Tingkat III, Ed.3, Jakarta ; EGC
- Jusak, Johan Handoyo (2014) Mesin Diesel Penggerak Utama Kapal, Jakarta ; EGC
- Jusak, Johan Handoyo (2015), Manajemen Perawatan Dan Perbaikan Kapal, Jakarta, Deepublish.
- Lindley R.Higgs and Keith Mobley (2002) *Maintenance engineering handbook, sixth edition*, McGraw-hill
- M.S Sehwarat dan J.S Narang, (2001), Production Manajemen, Jakarta, Erlangga
- P.Van maanen (2001) Motor diesel kapal, Nautech
- Sukoco, Mpd, Zainal Arifin.M.T (2003) Teknologi Motor Diesel, Bandung Alfabeta.