

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



**MAKALAH**

**OPTIMALISASI PERAWATAN MESIN INDUK UNTUK  
MENUNJANG KELANCARAN PENGOPERASIAN KAPAL  
WINNING PIONEER 7**

**Oleh :**

**M SYAIFUL SETIAWAN R**  
**NIS. 02106/T-I**

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

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



**MAKALAH**

**OPTIMALISASI PERAWATAN MESIN INDUK UNTUK  
MENUNJANG KELANCARAN PENGOPERASIAN KAPAL  
WINNING PIONEER 7**

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

**Oleh :**

**M SYAIFUL SETIAWAN R  
NIS. 02106/T-I**

**PROGRAM PENDIDIKAN DIKLAT PELAUT - 1**

**JAKARTA**

**2024**

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



**TANDA PERSETUJUAN MAKALAH**

Nama : M SYAIFUL SETIAWAN R  
No. Induk Siwa : 02106/T-I  
Program Pendidikan : DIKLAT PELAUT - I  
Jurusan : TEKNIKA  
Judul : OPTIMALISASI PERAWATAN MESIN INDUK UNTUK  
MENUNJANG KELANCARAN PENGOPERASIAN  
KAPAL WINNING PIONEER 7

Pembimbing I,

Jakarta, 29 Mei 2024  
Pembimbing II,

**Sursina, S.T., M.T.**  
Penata tingkat 1 (III/d)  
NIP.19720723 199803 2 001

**Titis Ari Wibowo, S. Si.T., M. M. Tr**  
Penata tingkat 1 (III/d)  
NIP. 19820306 200502 1 001

Ketua Jurusan Teknika

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


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



**TANDA PENGESAHAN MAKALAH**

Nama : M SYAIFUL SETIAWAN R  
No. Induk Siwa : 02106/T-I  
Program Pendidikan : DIKLAT PELAUT - I  
Jurusan : TEKNIKA  
Judul : OPTIMALISASI PERAWATAN MESIN INDUK UNTUK  
MENUNJANG KELANCARAN PENGOPERASIAN KAPAL  
WINNING PIONEER 7

Penguji I

  
**Suroyo. S.ST.Pel., MM**  
Penata (III/c)  
NIP.19890820 201503 1 007


Penguji II

  
**I Made Mariasa**  
Penata (III/c)  
NIP.19804162 01402 1 004

Penguji III

  
**Sursina. S.T., M.T.**  
Penata tingkat I (III/d)  
NIP.19720723 199803 2 001

Mengetahui  
Ketua Jurusan Teknika

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

## KATA PENGANTAR

Dengan penuh kerendahan hati, penulis memanjatkan puji serta syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, atas berkat dan rahmatnya serta senantiasa melimpahkan anugerahnya, sehingga penulis mendapat kesempatan untuk mengikuti tugas belajar program upgrading Ahli Teknik Tingkat I yang diselenggarakan di Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran Jakarta. Sehingga penulis dapat menyelesaikan makalah sesuai dengan waktu yang ditentukan dengan judul :

### **“OPTIMALISASI PERAWATAN MESIN INDUK UNTUK MENUNJANG KELANCARAN PENGOPERASIAN KAPAL WINNING PIONEER 7”**

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

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

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

1. Bapak Dr. Capt. Tri Cahyadi,M.H.,M.Mar., selaku Ketua Sekolah tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta.
2. Capt. Suhartini, S.SiT.,M.M.,M.MTr, selaku Kepala Divisi Pengembangan Usaha Sekolah tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta.
3. Dr. Markus Yando, S.SiT., M.M, selaku Ketua Jurusan Teknik Sekolah tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta.
4. Ibu Sursina, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing I yang telah meluangkan waktu untuk memberikan saran dan pikirannya mengarahkan penulis pada sistematika materi yang baik dan benar

5. Bapak Titis Ari Wibowo, S. SI.T T., M. M. Tr., selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan waktunya untuk membimbing proses penulisan makalah.
6. Bapak Tim Penguji Makalah yang telah meluangkan waktu dalam memberi masukan dan saran mengenai isi makalah penulis.
7. Seluruh Dosen dan staf pengajar Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta yang telah memberikan bantuan dan dorongan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan tugas makalah.
8. Orang tua tercinta yang membantu atas doa dan dukungan selama pembuatan makalah.
9. Istri tercinta Ania anggraeny yang membantu atas doa dan dukungan selama pembuatan makalah.
10. Anak tersayang Ansyafatih Radinka dan Zafirah Ansyafika yang telah memberikan waktu dan semangat selama pengerjaan makalah.
11. Semua rekan-rekan Pasis Ahli Teknik Tingkat I Angkatan LXX tahun ajaran 2024 yang telah memberikan bimbingan, sumbangsih dan saran baik secara materil maupun moril sehingga makalah akhirnya dapat terselesaikan.

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

Jakarta, 28 Mei 2024

Penulis,



M SYAIFUL SETIAWAN R  
NIS. 02106/T-I

# DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>TANDA PERSETUJUAN MAKALAH .....</b>	<b>ii</b>
<b>TANDA PENGESAHAN MAKALAH .....</b>	<b>iii</b>
<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>iv</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>viii</b>
 <b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
A. Latar Belakang .....	1
B. Identifikasi, Batasan dan Rumusan Masalah .....	3
C. Tujuan dan Manfaat Penelitian .....	4
D. Metode Penelitian .....	5
E. Waktu dan Tempat Penelitian .....	6
F. Sistematika Penulisan .....	6
 <b>BAB II LANDASAN TEORI</b>	
A. Tinjauan Pustaka .....	9
B. Kerangka Pemikiran .....	28
 <b>BAB III ANALISIS DAN PEMBAHASAN</b>	
A. Deskripsi Data .....	29
B. Analisis Data .....	30
C. Pemecahan Masalah .....	33
 <b>BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
A. Kesimpulan .....	42
B. Saran .....	42
 <b>DAFTAR PUSTAKA</b>	
<b>LAMPIRAN</b>	
<b>DAFTAR ISTILAH</b>	

# DAFTAR GAMBAR

Halaman

## BAB I

Gambar 1.1 Winning Pioneer 7 .....	2
------------------------------------	---

## BAB II

Gambar 2.1 Bagian bagian plate heat exchanger .....	15
Gambar 2.2 Bagian bagian shell and tube fresh water cooler .....	15
Gambar 2.3 Double pipe Heat Exchanger .....	16
Gambar 2.4 Bagian bagian pillow plate heat exchanger .....	16
Gambar 2.5 Aliran fluida pada plate heat exchanger .....	18
Gambar 2.6 Proses pembersihan plate Fresh water cooler .....	19
Gambar 2.7 Seal/ gasket pada plat fresh water cooler .....	21
Gambar 2.8 Perbedaan kurva pada timing supply bahan bakar .....	23
Gambar 2.9 Injector pressure test .....	25
Gambar 2.10 Kerangka pemikiran .....	28

## BAB III

Gambar 3.1 Fresh water cooler .....	31
-------------------------------------	----



## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. *Ship Particular*
- Lampiran 2. *Crew List*
- Lampiran 3. *PMS List*
- Lampiran 4. *Heat exchanger cooling system*

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. LATAR BELAKANG**

Kapal adalah merupakan salah satu bentuk transportasi laut yang mengangkut baik berupa barang, penumpang, bahan tambang dan lain-lain pada semua daerah yang mempunyai wilayah tertentu. Karena sebagian besar  $\frac{2}{3}$  permukaan bumi adalah air. Kapal sejak digunakan manusia sebagai sarana transportasi yang sangat penting untuk hubungan dagang, hubungan diplomatik dan lain sebagainya.

Menurut Sasono (2012:1) kapal adalah kendaraan air dengan bentuk dan jenis tertentu yang digerakkan dengan tenaga angin, tenaga mekanik, atau ditunda, termasuk kendaraan berdaya dukung yang dinamis, kendaraan dibawah permukaan air, serta alat apung dan bangunan terapung yang tidak berpindah-pindah.

Adapun salah satu jenis penggerak mesin yang dipakai adalah mesin diesel yang beroperasi dengan menggunakan minyak gas atau minyak berat, sebagai bahan bakar yang di injeksikan kedalam silinder. Adapun agar mesin induk terpelihara dari tegangan akibat panas, maka panas yang ditimbulkan diturunkan/ diredam dengan media pendingin.

Untuk menjaga operasional kapal maka mesin induk perlu dilakukan perawatan secara teratur dan terencana yang dilaksanakan berdasarkan buku petunjuk operasi mesin (*instruction book*). Dengan pelaksanaan PMS (*Plan Maintenance System*) yang dilakukan untuk mesin induk maka gangguan kerusakan dapat dihindari dengan demikian pengoperasian kapal akan berjalan dengan lancar.



Gambar 1.1

Winning pioneer 7.

Sumber: <https://www.marinetraffic.com>

Winning pioneer 7 (gambar 1.1) adalah kapal AHT milik perusahaan Winning Logistic Africa tempat penulis bekerja sebagai *chief engineer* (Lampiran 2). Untuk menunjang operasional nya kapal tersebut dilengkapi dengan 2 buah mesin induk Cummins dengan type QSK 60-M, 1800 rpm (Lampiran1).

Sebagaimana fakta yang terjadi pada tanggal 16 Februari 2023 saat kapal WINNING PIONEER 7 dalam pelayaran dari pelabuhan Daphilon menuju lokasi *Loading point 2 area*, mesin induk beroperasi dengan RPM 1200. Mesin induk kanan mengalami kenaikan temperatur yang signifikan dari pada *fresh water coolant temperature* yang semula 78°C menjadi 98°C dan *exhaust gas temperature* hingga akhirnya mengambil tindakan untuk

menurunkan *RPM* mesin kapal sebelah kanan ke *RPM* 900 dan melanjutkan perjalanan ke *anchorage Loading point 2* untuk melakukan pemeriksaan. Setelah dilakukan pemeriksaan diketahui terjadi kontaminasi air pendingin *coolant* dan air laut, ini menunjukkan bahwa telah terjadi kebocoran pada *fresh water cooler*. Selanjutnya dilakukan tindakan perbaikan dengan melakukan pengetesan tekanan *injector*, diketahui tekanannya melebihi tekanan normal yaitu  $280 \text{ kg/cm}^2$  dimana tekanan normalnya hanya  $220 \text{ kg/cm}^2$ - $240 \text{ kg/cm}^2$ . Tekanan *injector* mengakibatkan pembakaran di ruang kompresi tidak sempurna sehingga daya mesin yang dihasilkan juga kurang optimal. Ini mengakibatkan kinerja mesin induk tidak optimal, sehingga berpengaruh terhadap kelancaran pengoperasian kapal. Akibatnya kapal diinformasikan untuk kembali ke pelabuhan Daphilon untuk perbaikan.

Demi untuk menunjang kelancaran operasional mesin penggerak utama hendaknya harus dilakukan perawatan secara teratur dan terus menerus agar tidak mengalami kegagalan dalam pengoperasian kapal sehingga pengoperasian kapal berjalan lancar. Berdasarkan hal tersebut diatas, penulis memilih membuat makalah dengan judul:

“OPTIMALISASI PERAWATAN MESIN INDUK UNTUK MENUNJANG PENGOPERASIAN KAPAL WINNING PIONEER 7”

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

### **1. Identifikasi masalah**

Berdasarkan pada latar belakang di atas, maka dapat di identifikasikan beberapa masalah yang terjadi di kapal Winning pioneer 7 sebagai berikut:

- 1) Adanya kebocoran pada *fresh water cooler*.
- 2) Tekanan bahan bakar terlalu tinggi.
- 3) *Temperature* mesin tidak normal
- 4) Kinerja mesin induk tidak optimal
- 5) Pembakaran di ruang kompresi tidak sempurna

## **2. Batasan masalah**

Berdasarkan uraian identifikasi masalah tersebut di atas maka penulis membatasi pembahasan makalah ini berdasarkan pada pengalaman penulis selama bekerja di atas kapal Winning pioneer 7, yaitu membahas tentang:

- 1) Adanya kebocoran pada *fresh water cooler*
- 2) Tekanan bahan bakar terlalu tinggi.

## **3. Rumusan masalah**

Agar lebih mudah dalam mencari pemecahan masalah yang terjadi, penulis merumuskan permasalahan pada makalah ini sebagai berikut:

- 1) Mengapa terjadi kebocoran pada *fresh water cooler*?
- 2) Mengapa tekanan bahan bakar terlalu tinggi?

## **C. TUJUAN DAN MANFAAT PENULISAN**

### **1. Tujuan penulisan**

- 1) Untuk mengetahui dan menganalisis penyebab permasalahan sehubungan dengan belum optimalnya perawatan mesin induk di atas kapal Winning pioneer7, khususnya masalah dalam bocornya *fresh water cooler* dan tekanan bahan bakar terlalu tinggi.
- 2) Untuk mendapatkan pemecahan permasalahan yang ada, terutama dalam meningkatkan perawatan mesin induk di atas kapal Winning pioneer7

### **2. Manfaat penulisan**

#### **a. Manfaat teoritis**

Sebagai sumbangan pemikiran terkait perawatan mesin induk

#### **b. Manfaat praktis.**

Sebagai sumbang pemikiran terkait cara melakukan perawatan mesin induk

## **D. METODE PENELITIAN**

Dalam penyusunan makalah ini penulis memerlukan data yang relevan agar dapat memperoleh hasil penulisan yang baik untuk mengumpulkan data dan penulis menggunakan metode- metode sebagai berikut:

### **1. Metode pendekatan.**

Didalam penulisan makalah ini metode pendekatan sebagai berikut:

- a. Study kasus yaitu menganalisa suatu masalah untuk mencari solusi yang tepat dan dapat digunakan kembali pada persoalan yang sama.
- b. Deskriptif kualitatif yaitu pendekatan penelitian dimana data-data yang dikumpulkan berupa kata-kata, gambar-gambar dan bukan angka. Data-data tersebut dapat diperoleh dari hasil wawancara, catatan lapangan, foto, video, dokumentasi pribadi, catatan, memo dan dokumentasi lainnya.

### **2. Teknik pengumpulan data.**

Untuk memperkuat kebenaran data dan usaha penyelesaian atas masalah yang di angkat maka diperlukan informasi yang lengkap, objektif dan dapat dipertanggung jawabkan berdasarkan data dan fakta yang ada. Kemudian informasi yang diperoleh diolah dan dianalisa menjadi suatu acuan yang mendukung penyajian makalah ini sesuai dengan permasalahan yang akan dibahas. Maka teknik pengumpulan data yang digunakan adalah:

- a. Teknik pengamatan/ observasi.

Penulis melakukan pengamatan/ observasi secara langsung atas fakta yang di jumpai ditempat obyek penelitian pada saat bekerja diatas kapal Winning pioneer 7.

- b. *Study* pustaka

Data-data yang di ambil dari buku-buku yang berkaitan dengan judul makalah dan identifikasi masalah yang ada, dan literatur-literatur ilmiah dari berbagai sumber internet maupun di perpustakaan STIP.

c. Teknik dokumentasi.

Merupakan Teknik pengumpulan data yang dilakukan dengan cara membaca atau melihat dokumen kapal yang berhubungan dengan mesin induk.

**3. Subjek penelitian.**

Dalam penelitian ini yang menjadi subjek penelitian adalah perawatan mesin induk diatas kapal Winning pioneer7 untuk menunjang kelancaran pengoperasian kapal.

**E. WAKTU DAN TEMPAT PENELITIAN**

**1. Waktu penelitian.**

Waktu penelitian ini dilaksanakan berdasarkan pengalaman selama bekerja di atas kapal Winning pioneer7 dari 02 Maret 2022 sampai dengan 04 Maret 2023 yaitu kegiatan yang dilakukan dalam meneliti permasalahan dan perawatan yang terjadi pada mesin induk, juga digunakan untuk melaksanakan tugas dan tanggung jawab sebagai *chief engineer* sesuai dengan jabatan.

**2. Tempat penelitian.**

Penelitian ini dilaksanakan diatas kapal Winning pioneer 7, kapal milik perusahaan Winning Logistic yang beroperasi dialur pelayaran *Guenia, West Africa*.

**F. SISTEMATIKA PENULISAN**

Penulisan makalah ini disajikan sesuai dengan sistematika penulisan makalah yang telah di terapkan dalam buku pedoman penulisan makalah yang dianjurkan oleh STIP Jakarta. Dengan sistematika yang ada maka diharapkan untuk mempermudah penulisan ini dengan 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 membahas mengenai latar belakang tentang informasi umum disertai alasan mengapa penulis memilih judul. Identifikasi masalah untuk mendeskripsikan permasalahan yang terjadi, Batasan masalah untuk menentukan ruang lingkup pembahasan di dalam makalah, dan rumusan masalah yang merupakan perumusan dari batasan masalah 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 merupakan cara metode yang penulis ambil dalam penelitian ini. Waktu dan tempat penelitian dilakukan serta sistematika penulisan dalam penyusunan makalah.

## BAB II LANDASAN TEORI

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

## BAB III ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Data yang di ambil dari lapangan berupa fakta-fakta berdasarkan pengalaman penulis selama bekerja di atas kapal Winning pioneer 7. Dengan digambarkan dalam deskripsi data, kemudian dianalisis mengenai permasalahan yang terjadi dan menjabarkan pemecahan dari permasalahan tersebut sehingga permasalahan yang sama tidak terjadi lagi, dengan kata lain menawarkan solusi terhadap penyelesaian masalah tersebut.



#### BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini membahas tentang penutup yang merupakan kesimpulan dari suatu masalah yang dibahas secara singkat dan tepat berdasarkan dari hasil analisis pemecahan masalah didalam penulisan makalah ini sebagai solusi dari rumusan masalah sebagai masukan dan perbaikan yang akan dicapai.

## BAB II

### LANDASAN TEORI

#### A. TINJAUAN PUSTAKA

Berdasarkan pembahasan di bab sebelumnya maka penulis mencari beberapa landasan teori untuk mencari pemecahan tentang perawatan *fresh water cooler* dan sistem bahan bakar di antaranya adalah sebagai berikut:

##### 1. Perawatan

###### a. Definisi perawatan

Menurut Syamsul Hadi (2019:2) dalam bukunya *perawatan dan perbaikan mesin industry*, perawatan atau *maintenance* merupakan salah satu fungsi utama usaha, dimana fungsi-fungsi lainnya adalah seperti pemasaran, produksi, keuangan dan sumber daya manusia. Fungsi perawatan perlu dijalankan secara baik, karena dengan dilajankannya fungsi tersebut fasilitas- fasilitas produksi akan terjaga kondisinya. Perawatan terhadap peralatan dan mesin sangat penting dalam menunjang beroperasinya suatu industri, sehingga perlu mendapatkan perhatian yang sangat besar. Oleh karena itu aktivitas perawatan merupakan bagian yang sangat vital dari suatu industri untuk produksifitas dan efisiensi.

Menurut Lindley R. Higgs and Keith Mobley (2002:54). 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 penggunanya.

Dengan ini perawatan dapat mencegah terjadinya kerusakan atau bertambahnya kerusakan dan 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 ini telah dibuktikan melalui diskusi dan tukar menukar pengalaman, para peserta dapat menyetujui hal-hal yang praktis dan langkah-langkah organisasi yang akan di jalankan oleh masing-masing pihak.

#### **b. Jenis-jenis perawatan**

Menurut Jusak Johan Handoyo (2017:50) perawatan dihubungkan dengan berbagai kriteria pengendalian dapat di klasifikasikan sebagai berikut:

##### **1) Perawatan insidentil dan perawatan berencana**

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

##### **2) Perawatan pencegahan terhadap perawatan perbaikan**

Dengan perawatan pencegahan kita mencoba untuk mencegah terjadinya kerusakan atau bertambahnya kerusakan atau untuk menemukan kerusakan. Dalam tahap ini berarti kita harus menggunakan metode tertentu untuk mengikuti perkembangan yang terjadi.

Perbedaan antara bentuk perawatan pencegahan dan perawatan insidentil yang di uraikan di atas adalah bahwa kita 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.

### 3) Perawatan periodik terhadap pemantauan kondisi

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

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

### 4) 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 *system alarm*. Dalam hal ini pemantauan kondisi bagaimana pun tujuannya adalah untuk mengukur kondisi ini dan bukan hanya menjaga batas kritis yang sudah dicapai.

Menurut Jusak Johan Handoyo (2017:52) dalam buku *System perawatan permesinan kapal*, perawatan berencana adalah perawatan yang dilakukan secara tetap teratur dan terus menerus pada mesin untuk dioperasikan setiap saat dibutuhkan. Perawatan berencana dibagi menjadi dua jenis bagian, yaitu:

#### a) Perawatan korektif

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

#### b) 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.

#### c. Tujuan perawatan

Menurut Jusak Johan Handoya (2017:52) dalam buku *System perawatan permesinan kapal*, tujuan dilakukannya perawatan terencana (*planned maintenance system*) adalah:

- 1) Untuk memungkinkan kapal dapat beroperasi secara regular dan meningkatkan keselamatan, baik awak kapal maupun peralatan nya.
- 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 manager 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 pekerjaan nya dengan cara paling ekonomis.
- 5) Untuk memberikan kesinambungan perawatan sehingga perwira yang baru naik dapat mengetahui apa yang telah dikerjakan dan apalagi yang harus dikerjakan.
- 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 dipakai oleh kapal yang berbeda walaupun dengan organisasi dan pengawakan yang juga berbeda.
- 8) Memberikan umpan balik informasi yang dapat dipercaya ke kantor pusat untuk meningkatkan dukungan pelayanan, desain kapal, dan lain-lain.

## 2. Mesin induk

### a. Definisi mesin induk

Mesin induk adalah suatu instalasi mesin/ unit penggerak kapal, merupakan mesin utama yang mendukung operasional kapal dengan menghasilkan tenaga pendorong dengan cara mengubah tenaga mekanik/ gerak menjadi tenaga pendorong, dimana tenaga mekanik/ gerak dari hasil pembakaran bahan bakar diesel didalam motor itu sendiri.

Dikutip dari <http://www.maritimworld.web.id>,. 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. Dikapal tempat penulis bekerja menggunakan motor diesel sebagai penggerak utama kapal.

Menurut Peter Boy (2009:21). Mesin penggerak utama disebut juga mesin induk atau bahasa maritimnya *Main Engine*, benda ini yang menggerakkan sebuah kapal dalam operasinya membawa muatan dari pelabuhan ke pelabuhan ( *Port to Port*) baik barang padat, cairan, maupun manusia. Mesin *diesel* adalah sebuah mesin dengan sistem kerja bolak balik pada piston. Panas dan tekanan yang dihasilkan dari silinder dengan pembakaran dalam yang dikonversikan ke energi mekanik oleh gerakan bolak balik dari tenaga *piston*. Gerakan bolak balik dari *piston* dikonversikan menjadi energi putar oleh *crankshaft* dengan pergerakan pergerakan *cylinder crank* terdiri dari *connecting rod* dan *crank* yang tersambung dengan tenaga *piston*.

Proses pembakaran yang terjadi didalam *cylinder liner* pada mesin induk menghasilkan sumber panas. Sumber panas tersebut menyebabkan suhu pada mesin induk meningkat, oleh karena itu dibutuhkan sebuah pendinginan tertutup dalam hal ini pendingin air tawar.

Tugas utama pendinginan air tawar adalah menghilangkan atau mengurangi panas yang dihasilkan dari proses pembakaran bahan bakar dan gesekan antara piston dan *cylinder liner* dalam mesin induk. Proses pendinginan air tawar yang bertugas mendinginkan *cylinder liner* pada mesin induk

menyebabkan temperatur air tawar tersebut mengalami peningkatan, oleh karena itu pendingin air tawar perlu didinginkan oleh air laut.

#### **b. Cara kerja mesin induk**

Dari pembahasan diatas, maka cara kerja mesin induk dapat dijelaskan sebagai berikut:

- 1) bahan bakar diinjeksikan dalam jumlah terkontrol pada tekanan tinggi
- 2) campuran bahan bakar dan udara dikompresi didalam silinder mesin dengan bantuan piston, yang mengakibatkan campuran tersebut meledak ketika diberi tekanan saat kompresi. Akibatnya terjadi pelepasan panas yang meningkatkan tekanan gas yang terbakar.
- 3) Kenaikan piston secara tiba-tiba mendorong piston kebawah dan meneruskan gerak melintang menjadi gerak putar poros engkol dengan menggunakan susunan batang penghubung. Ledakan tersebut diulang terus menerus untuk mempertahankan keluaran tenaga tergantung pada jenis mesin dan kegunaannya.

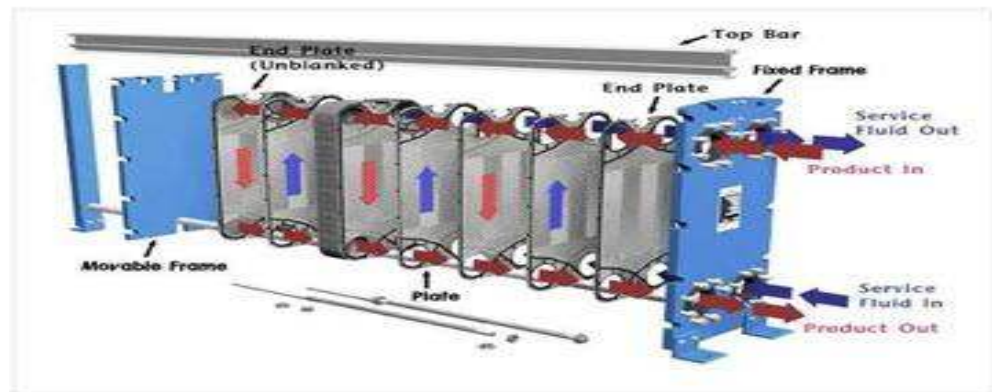
### **3. *Fresh water cooler***

#### **a. Definisi *fresh water cooler***

*Fresh water cooler* adalah alat atau media yang berfungsi untuk mendinginkan air pendingin yang telah menyerap panas dari dalam mesin dengan menggunakan air laut. Adapun jenis-jenis dari *fresh water cooler* (heat exchanger) yang sering digunakan diatas kapal berdasarkan konstruksi sebagai berikut:

##### **1) *Plate fresh water cooler***

*Fresh water cooler* jenis ini konstruksi bentuknya sendiri biasanya adalah plate atau lempengan yang di tumpuk sehingga bentuk nya berlapis-lapis. Bentuk jenis ini menggunakan media untuk pertukaran panas suhu adalah lempengan atau plate itu sendiri dan pada lempengan tersebut terisi dengan fluida panas dan diapit dengan fluida dingin sehingga fluida dapat menghantarkan kalornya.



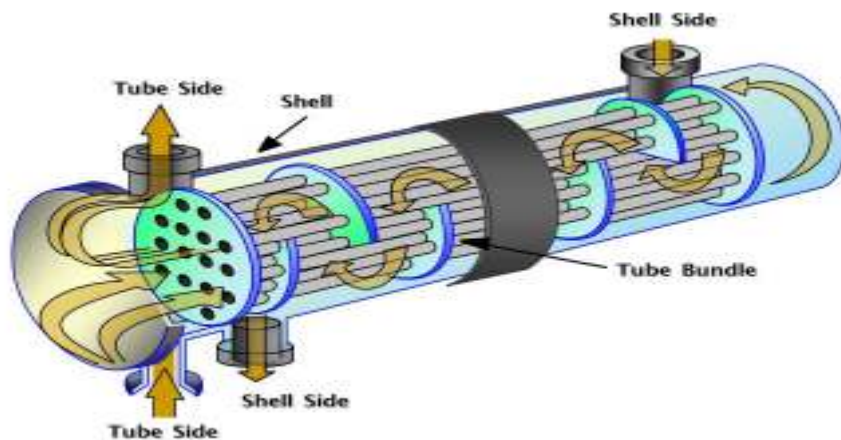
Gambar 2.1

Bagian-bagian *plate heat exchanger*

Sumber: <https://rakhman.net/power-plants-id/heat-exchanger>

2) Shell and tube fresh water cooler

Fresh water cooler jenis ini konstruksinya terlihat pada dua buah bagian utama yaitu pipa tabung kecil dan pipa tabung besar yang membungkusnya. Isi dari tabung besar tersebut adalah fluida panas dan isi dari tabung kecilnya adalah fluida dingin.



Gambar 2.2

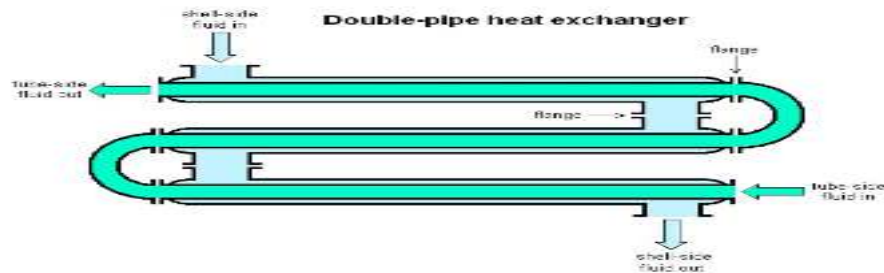
Bagian-bagian shell and tube fresh water cooler

Sumber: <https://rakhman.net/power-plants-id/heat-exchanger>



### 3) Double pipe fresh water cooler

Double pipe fresh water cooler adalah alat penukar panas dengan konstruksi dari bingkainya terdiri dari dua pipa logam standar yang kedua ujungnya dilas menjadi satu atau dihubungkan dengan kotak penyekat. Fluida mengalir kedalam ruang anulus antara pipa luar dengan pipa dalam. Alat penukar panas jenis ini dapat digunakan pada laju air fluida yang kecil dan tekanan operasi yang tinggi.

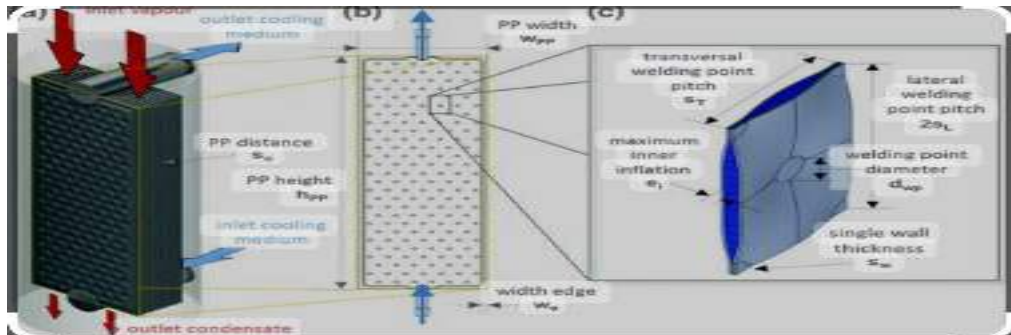


Gambar 2.3

Double pipe heat exchanger

### 4) Pillow plate fresh water cooler

Sebuah pelat penukar bantal umumnya digunakan dalam industry susu untuk susu pendingin dalam jumlah besar langsung ke tangki ekspansi massal stainless steel. Pelat bantal memungkinkan untuk pendinginan di hampir daerah seluruh permukaan tangki, tanpa sela yang akan terjadi antara pipa dilas ke bagian luar tangki. Pelat bantal dibangun menggunakan lembaran tipis dari logam-spot dilas ke permukaan selembat tebal dari logam.



Gambar 2.4

Bagian bagian pillow plate heat exchanger

Adapun jenis *fresh water cooler* yang digunakan di tempat penulis bekerja adalah jenis *fresh water cooler plate*. *Plate heat exchanger* merupakan suatu sistem pemindah panas yang sering dipakai pada bidang industri. Sistem ini menggunakan plat yang permukaannya relatif luas untuk memindahkan panas, hal ini menjadikan *plate heat exchanger* merupakan pemindah panas yang paling efisien dan efektif.

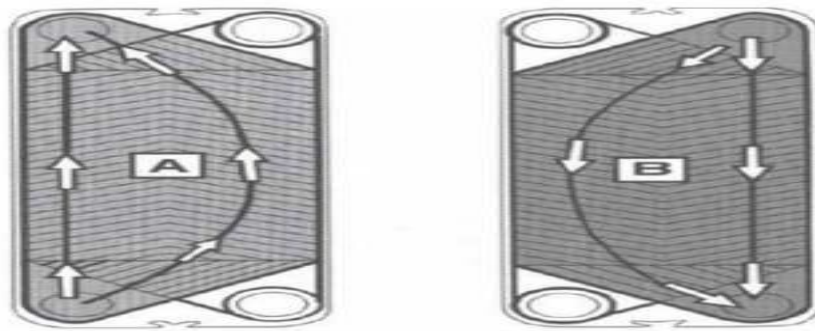
Dalam suatu sistem *plate heat exchanger*, terdapat 3 komponen utama, yaitu:

- 1) *Frame* berfungsi sebagai penyangga unit *plate heat exchanger* yang terletak di tepi unit *plate heat exchanger* yang mana akan mengapit susunan plate di dalamnya. Material *frame* biasanya adalah *carbon steel* yang dilapisi lapisan anti karat. Untuk aplikasi yang ketat, misalnya pada proses pengolahan obat-obatan, pada industri susu atau minuman ringan, maka *stainless steel* digunakan. *Stainless steel* dengan lapisan clad (anti karat) sangat cocok digunakan pada lingkungan yang cenderung korosif.
- 2) *Plate* berfungsi sebagai tempat mengalirnya *fluida* panas dan *fluida* dingin. Bentuk dan pola dari plate sangat menentukan proses perpindahan panas yang terjadi. Setiap plate dibentuk dengan menata/ membuat cekungan sehingga terbentuk pola yang bergelombang pada permukaannya. Pola yang bergelombang (*corrugated pattern*) ini menyebabkan jalur aliran yang berdekatan, berliku, yang dapat meningkatkan perpindahan panas dan mengurangi endapan/ *fouling* yang terjadi dengan meningkatnya tegangan geser dan turbulensi aliran. Pola yang bergelombang ini juga menghasilkan luas permukaan efektif meningkat karena banyaknya kontak yang terjadi antara *fluida* dan permukaan plat yang dapat mempertahankan beda tekanan yang terjadi antar plat yang berdekatan.
- 3) *Seal* atau *gasket* pada *plate heat exchanger* berfungsi untuk mencegah aliran *fluida* agar tidak bocor/ merembes keluar dari sistem dan tercampur *fluida* dalam sistem saat terjadi aliran (beroperasi). Dari semua komponen yang ada pada unit *plate heat exchanger*, *seal* atau *gasket* merupakan komponen yang

sering diganti, karena setiap pembongkaran *plate heat exchanger* sebagian besar *seal* sudah tidak layak digunakan lagi karena mengalami *deformasi* bentuk (gopeng). Material *gasket* harus memiliki ketahanan terhadap *fluida* dan temperatur kerja *seal*, supaya dapat digunakan dalam periode waktu yang relatif lama.

#### b. Cara kerja

Alat penukar panas tipe *plate* ini tersusun atas susunan plat yang ditekan dimana plat mempunyai bentuk bergigi dibagian tengahnya dan mempunyai lubang disetiap sudutnya. *Plate* mempunyai fungsi sebagai alur mengalir nya *fluida* dan juga sebagai media perpindahan panas. *Fluida* akan masuk melalui lubang-lubang dari arah yang berlawanan. *Fluida* yang mengalir pada alat ini adalah air laut dan air tawar (*coolant water*). Air laut akan mengalir dari arah bawah menuju atas kemudian air tawar akan mengalir dari arah atas menuju kebawah. *Plate* disusun dengan pola yang berbeda disetiap barisnya. Dimana apabila plat nomor 1 disusun dengan pola naik kemudian plat-plat akan disusun dengan pola turun dan begitu seterusnya.



Gambar 2.5

#### Aliran *fluida* pada *plate heat exchanger*

*Fluida* yang mengalir melalui plate hanya tinggal mengikuti pola yang terdapat pada plat. Pompa bertekanan berfungsi mengalirkan *fluida* masuk kedalam plat.

**c. Keuntungan dari *plate heat exchanger***

- 1) Mempunyai permukaan perpindahan yang sangat besar pada *volume* alat yang kecil, sehingga terjadi perpindahan panas yang efisien.
- 2) Mudah dirawat dan dibersihkan.
- 3) Mudah dibongkar dan dipasang kembali ketika proses pembersihan.
- 4) Dapat digunakan untuk cairan yang sangat kental.
- 5) *Plate* dan *frame* lebih *flexible*, sehingga dapat dengan mudah menambah jumlah plat nya.
- 6) Ukuran lebih kecil dapat mengurangi biaya dalam segi bahan (*stainless steel*, *titanium* dan logam lainnya).
- 7) Aliran tubelensinya mengurangi peluang terjadinya *fouling* dan *sedimentasi*.

**d. Langkah-langkah perawatan *plate heat exchanger***



Gambar 2.6

Proses pembersihan *plate fresh water cooler*

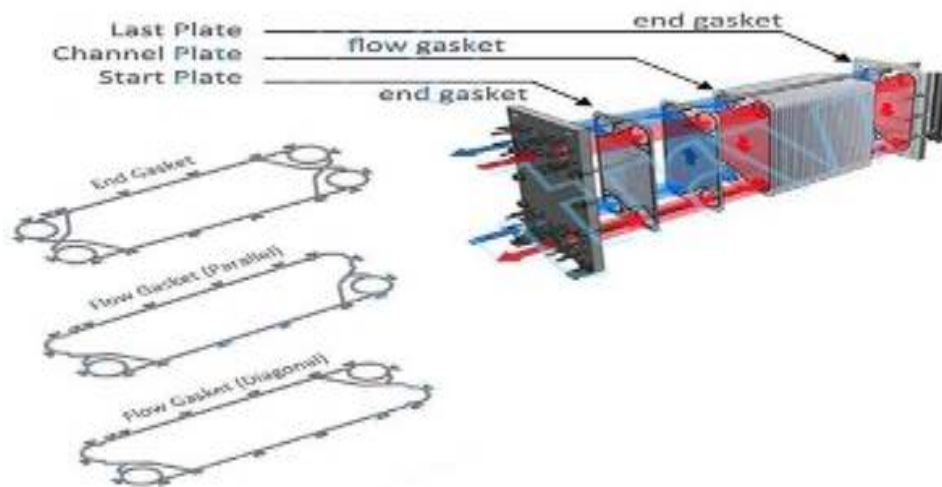
Langkah-langkah dalam melaksanakan perawatan pada *heat exchanger* adalah sebagai berikut:

- a. Untuk menghindari bahaya terluka pada saat melaksanakan perawatan atau perbaikan *fresh water cooler* maka beberapa hal dibawah ini harus diikuti:
  - 1) Baca buku petunjuk mengenai cara perawatan/perbaikan
  - 2) Selalu gunakan pakaian pelindung yang diperlukan sesuai dengan pekerjaan
  - 3) Pastikan pompa sirkulasi air tawar dan pompa air laut dimatikan dan diberi tanda “jangan dihidupkan”
- b. Tutup katup masuk dan keluar pada sisi air tawar dan laut.

- c. Buang air pendingin dari *fresh water cooler*, pastikan tekanannya mencapai tekanan ruangan sebelum melanjutkan pekerjaan.
- d. Bersihkan besi penopang (*guiding rail*) pada bagian atas dan bawah untuk mempermudah menggeser *plate-plate fresh water cooler*.
- e. Bersihkan ulir dan baut-baut pengikat dan olesi minyak lumas
- f. Untuk mempermudah pemasangan ambil ukuran dimensi lebar dari *fresh water cooler* dan buat garis lurus atau miring yang mudah terlihat pada pinggir sisi plate menggunakan cat tipis.
- g. Longgarkan mur pengikat yang dimulai pada bagian tengah kepinggir secara melintang dan bergantian. Buka mur pengikat sedikit demi sedikit dan seimbang pada tiap-tiap sisi baut pengikat. Ini untuk menghindari kelebihan beban tekan pada sisi yang tidak seimbang yang memungkinkan plate penekannya bengkok.
- h. Setelah dilonggarkan, lepaskan baut pengikat satu per satu dan dorong plate penekan ke pinggir.
- i. *Plate-plate fresh water cooler* dapat di bersihkan dengan cara manual atau dengan menggunakan bahan kimia. Cara manual dengan menggunakan bilasan air bertekanan tinggi dan sikat, namun jika banyak kerak yang menempel dan susah untuk lepas maka sebaik nya menggunakan bahan kimia.
- j. Dalam proses pembersihan pastikan plat-plat pendingin air tawar selalu berada pada penopang tengah atas dan bawah untuk menghindari jatuhnya plat yang dapat melukai pekerja.
- k. Cek kondisi *plate fresh water cooler* dan mengganti *plate* yang bocor dengan yang baru.
- l. Setelah itu lakukan pemasangan kembali plat-plat *fresh water cooler*, perhatikan satu per satu gasketnya pastikan semua dalam keadaan baik dan tidak ada kotoran yang menyelip pada sisi *gasket*.
- m. Kencangkan baut pengikat dengan rata pada semua sisi lakukan secara silang yang dimulai dari pinggir ke tengah sampai dimensi ukurannya seperti semula.

- n. Lakukan pengetesan kebocoran pada sisi media air tawar dan air laut dengan membuka katup dari sistem secara bergantian.
- o. Apabila tidak terjadi kebocoran maka *fresh water cooler* dapat dioperasikan kembali.

e. Seal/ gasket pelat *fresh water cooler*



Gambar 2.7

Seal atau gasket pada plat *fresh water cooler*

Dalam melakukan perawatan *plate fresh water cooler*, komponen yang seringkali harus diganti ialah *seal* atau *gasket* dimana dalam suatu unit plat *fresh water cooler* ada 2 macam gasket, yaitu:

1. *Channel flow gasket plate fresh water cooler*

Posisinya berada pada semua plat kecuali yang bersentuhan dengan *frame*. *Flow gasket* berfungsi untuk menjaga agar produk tidak keluar system sekaligus mengatur aliran zig-zag pada system. Jumlah dari *gasket plat fresh water cooler* ini sama banyak nya dengan jumlah plat dalam suatu *system* plat *fresh water cooler*. *Channel gasket* pada dasarnya di desain untuk satukali pakai dan dilakukan penggantian serentak saat perawatan karena gasket plat *fresh water cooler* yang sudah dipakai lama akan mengalami

*deformasi* bentuk yang rawan menyebabkan kebocoran. *Chanel gasket plate fresh water cooler* ada dua tipe, yaitu:

- a) Model *pararel*, kedua ujungnya berlubang sejajar. Model ini dipasang secara bolak-balik untuk mendapatkan aliran secara *zig-zag* antara plat.
- b) Model *diagonal*. Untuk mendapatkan aliran *zig-zag* pemasangan dilakukan dengan cara di putar 180° antar plat.

## 2. *End gasket plate fresh water cooler*

Berada pada *plate* paling ujung yang bersentuhan dengan *frame*. Berfungsi untuk menjaga kebocoran dari celah antara *frame* dan *plate* pertama dan terakhir, sehingga jumlahnya relatif sedikit dalam suatu unit plat *fresh water cooler* (umumnya 2 pcs dalam satu unit *plate fresh water cooler*). *End gasket* seringkali dapat digunakan relatif lebih lama daripada *channel gasket* (lebih dari sekali pakai) karena bidang yang diseal hanya *port ring* saja.

Adapun cara penggantian *gasket plate fresh water cooler* yaitu biasanya berbarengan dengan waktu pembersihan *plate-plate cooler*. Setelah pemasangan selesai harus dicek ada kebocoran apa tidak dan harus *didrain* (mengeluarkan angin) yang berada dalam *system* sehingga *fresh water cooler* siap di operasikan.

Secara pemasangan, *gasket plate fresh water cooler* dapat dibedakan menjadi dua jenis, yaitu:

1. Pertama adalah dengan metode pengeleman (*glue type*), model ini membutuhkan bantuan pelekats/lem untuk menempelkan gasket pada plat.
2. Model klip (*clip type*), gasket jenis ini mempunyai klip, pin, atau knop di bagian pinggiran gasket yang berfungsi untuk mencengkram plat saat instalasi gasket.

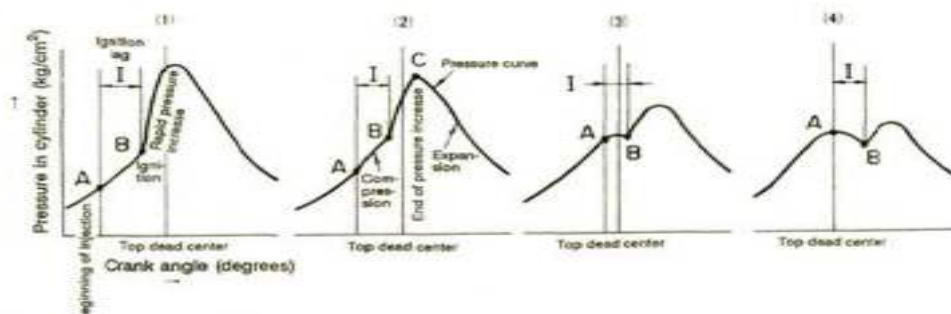
#### 4. Tekanan bahan bakar

##### a. Pengaturan dan waktu pengabutan

Pengaturan waktu injeksi bahan bakar pada saat mengawali pembakaran sangat diperlukan untuk pengoperasian serta penghematan bahan bakar dengan baik serta mendapatkan pembakaran yang sempurna. Jika bahan bakar diinjeksikan terlalu awal, maka penyalanya akan diperlambat karena suhu udara pada titik ini tidak cukup tinggi. Akibatnya adalah borosnya bahan bakar dan asap didalam gas buang. Apabila bahan bakar diinjeksikan terlambat kedalam silinder, maka sebagian dari bahan bakar akan terbakar pada saat torak menjauhi titik mati atas (TMA). Apabila ini terjadi, maka mesin tidak dapat membangkitkan daya maksimumnya, gas buang akan berasap dan pemakaian bahan bakar boros.

Menurut P. Van Maneen (2007:4.1) dalam *motor diesel* mengemukakan pada sebuah motor diesel bahan bakar tercampur cepat dengan udara tekanan tinggi sebelum pembakaran, campuran yang dibentuk akan menyala akibat suhu akhir kompresi yang tinggi ( $550^{\circ}\text{C}$ - $700^{\circ}\text{C}$ ).

Untuk penyetelan waktu pengabutan/ penyemprotan bahan bakar pada mesin induk dikapal dimana penulis bekerja adalah masing-masing silinder yaitu: berkisar  $10^{\circ}$ - $12^{\circ}$  sebelum TMA (Titik Mati Atas) bahan bakar mulai disemprotkan atau dikabutkan pada langkah kompresi. Untuk lebih jelasnya bisa dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 2.8

Perbedaan kurva pada *timing supply* bahan bakar



## **b. Pengabut bahan bakar (*injector*)**

### **1) Definisi**

Menurut E Karyanto (2003:67) bahwa pengabut adalah suatu alat yang gunanya untuk mengabutkan bahan bakar solar dalam bentuk kabut yang sifatnya mudah terbakar pada ruang bakar motor. Jadi tugas dari pengabut untuk mengabutkan atau menyembrotkan bahan bakar dalam bentuk butiran-butiran halus dan terbagi rata pada kecepatan tinggi ke dalam ruang bakar. Pengabutan ini diberikan kepada udara yang terdapat dalam ruang bakar pada akhir langkah kompresi, dihasilkan campuran heterogen antara udara dan bahan bakar.

### **2) Cara kerja injector**

#### **a) Sebelum penginjeksian**

Bahan bakar yang bertekanan tinggi mengalir dari pompa injeksi melalui *oil passage* menuju oil pool pada bagian bawah *nozzle body*.

#### **b) Penginjeksian bahan bakar**

Bila tekanan pada oil pool naik, ini akan menekan permukaan *nozzle needle* (jarum *nozzle*). Bila tekanan ini melebihi tekanan pegas, maka *nozzle needle* terdorong keatas dan menyebabkan *nozzle* menyembrotkan bahan bakar.

#### **c) Akhir penginjeksian**

Bila pompa injeksi berhenti mengalirkan bahan bakar, tekanan bahan bakar turun dan *pressure spring* mengembalikan *nozzle needle* ke posisi semula (menutup saluran bahan bakar). Sebahagian bahan bakar yang tersisa antara *nozzle needle* dan *nozzle body* melumasi semua komponen dan kembali ke *over flow* pipa bahan bakar.

### **3) Fungsi pengabut/ *injector***

Menurut Sukoco dan Zainal Arifin (2003:33) bahwa fungsi *injector* dan pengabut bahan bakar adalah suatu alat yang berguna untuk

menyemprotkan bahan bakar ke dalam ruang bakar silinder. *Injector* dipakai oleh mobil atau mesin yang sudah memakai sistem injeksi sebagai pengganti karburator, sedangkan pasokan angin nya melalui TB (*Throthle Body*) yang besaran nya diatur oleh ECU (*System close loope*). Selain itu juga berfungsi sebagai mengatur bentuk pengabut bahan bakar yang di injeksikan kedalam silinder. Bentuk kabut bahan bakar untuk tujuan atomisasi dan penetrasi, bentuk atomisasi untuk proses penguapan bahan bakar agar dapat bereaksi dengan oksigen, sedangkan penetrasi untuk mendapatkan homogenis campuran yaitu diawali dengan penyebaran bahan bakar yang merata keseluruh ruang pembakaran.



Gambar 2.9

#### *Injector pressure test*

Langkah-langkah yang harus dilakukan dalam perawatan/pengetesan alat pengabut bahan bakar adalah:

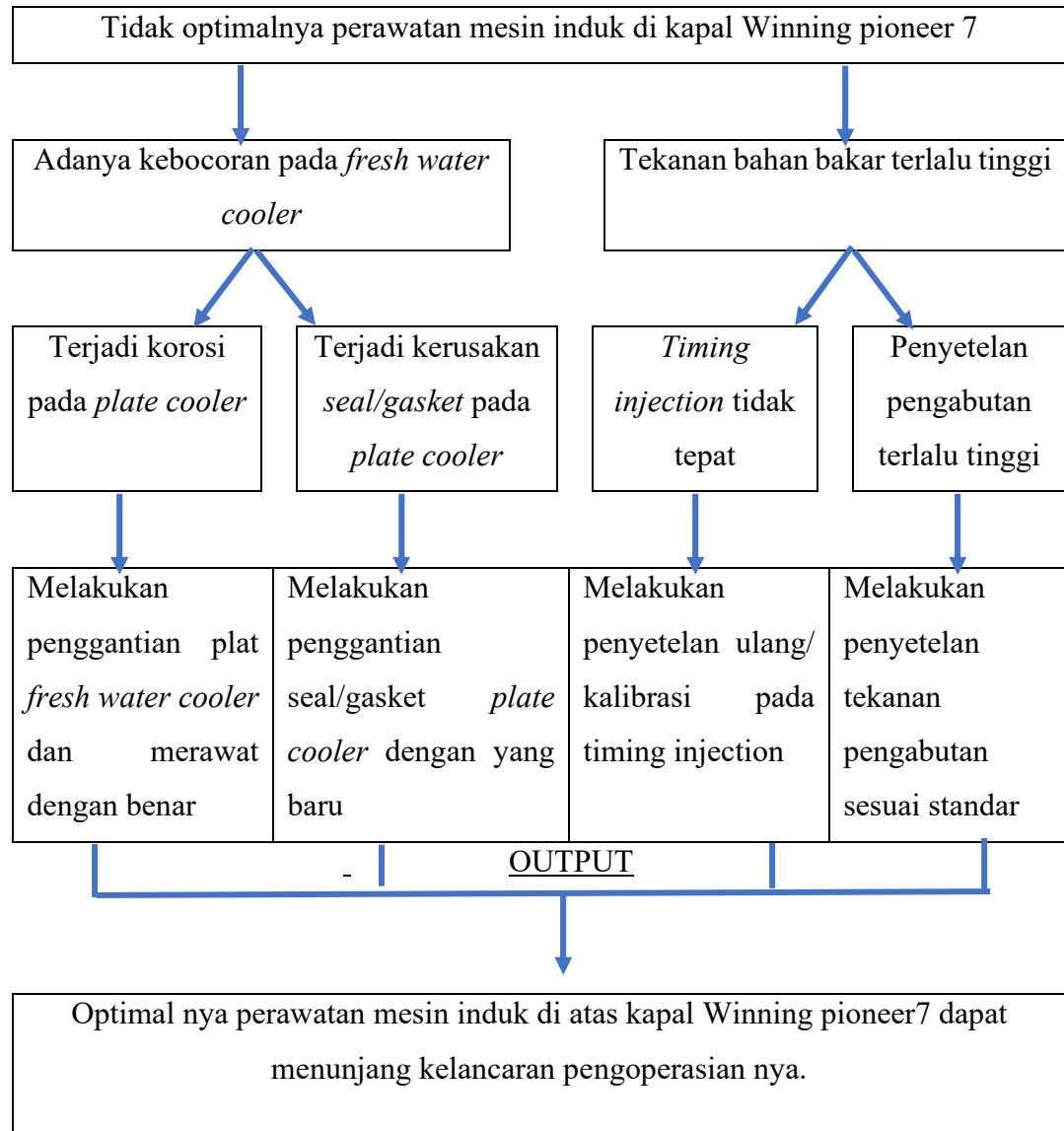
- a. Melepaskan pengabut bahan bakar dari dudukannya pada kepala silinder yang prosesnya sebagai berikut:
  - 1) Tutup semua katup bahan bakar yang masuk dan keluar dari mesin induk

- 2) Buka penutup kepala silinder dan lepaskan pipa tekanan tinggi yang menghubungkan pompa pengabut dan alat pengabut.
  - 3) Dengan menggunakan alat khusus (*special tools*), lepaskan pengabut bahan bakar dariudukan kepala silinder.
  - 4) Bersihkan pengabut bahan bakar terutama pada *nozzle* dari *carbon* sisa pembakaran, cek kondisinya dan lanjutkan pengetesan tekanan.
- b. Melakukan pengetesan tekanan pengabut bahan bakar dengan cara berikut:
- 1) Letakkan pengabut bahan bakar pada alat pengetes yang disediakan.
  - 2) Isi minyak pada alat tabung test.
  - 3) Hubungkan selang dari alat tabung *test* ke pengabut bahan bakar.
  - 4) Aktifkan pengabut dan ikat kencang.
  - 5) Naikkan tekanan sedikit demi sedikit sampai pengabutan bahan bakar terjadi. Hal-hal yang harus di perhatikan adalah:
    - a) Jarum indicator penunjukan tekanannya, pastikan sesuai dengan buku petunjuk yaitu  $220\text{kg/cm}^2$ - $240\text{kg/cm}^2$ .
    - b) Kondisi dari penyemprotan bahan bakar, pastikan berbentuk kabut tipis yang keluar dari semua lubang *nozzle* secara merata.
    - c) Pada ujung *nozzle* pastikan tetap kering/ tidak ada rembesan sisa pengabutan bahan bakar.
  - 6) Bila tekanan pengabutan bahan bakar tidak sesuai dengan ketentuan, lakukan perbaikan dengan membuka mor pengikat dan atur tekanan pengabut dengan memutar baut penyetelan.
  - 7) Jika tekanan pengabutan tidak dapat dicapai dan terjadi kebocoran, lakukan pemeriksaan pada alat pengabut bahan bakar dan ujung *nozzle* nya.
- c. Cara melakukan pemeriksaan pada alat pengabut bahan bakar adalah sebagai berikut:
- 1) Buka mur pengikat dan kurangi tegangan pegas *nozzle* dengan melonggarkan baut penyetel.

- 2) Longgarkan dan lepaskan mur pengikat *nozzle*. Angkat *nozzle* dan jarum nya dengan hati-hati agar tidak menimbulkan goresan pada permukaan *nozzle* dan dudukan, perhatikan pin nya.
- 3) Lepaskan baut pengunci, keluarkan baut penyetel, penekan pegas, pegas dan *seat bolt*, bersihkan bagian-bagian tersebut dengan menggunakan minyak bahan bakar (penggunaan majun dalam proses ini tidak di anjurkan untuk menghindari serabut kain menempel pada bagian-bagian pengabut).
- 4) Periksa keadaan jarum *nozzle* dengan menggunakan minyak bahan bakar, pastikan jarum *nozzle* jatuh dengan tepat dan cepat kedalam *nozzle*, jika jarum *nozzle* tertahan/ sempit masuk nya, maka ganti kedua bagian ini.
- 5) Periksa bagian yang lain, jika terdapat kerusakan/ keausan maka harus diganti.
- 6) Semua *copper ring* yang bekas harus diganti dengan yang baru sebelum melakukan pemasangan kembali, lakukan pemasangan mengikuti urutan berlawanan(c sampai a). perhatikan posisi penekan gas, pastikan lubang untuk baut pengunci pada posisi sejajar.
- 7) Untuk memastikan tekanan pengabutan nya sesuai ketentuan, lakukan pengetesan tekanan dengan mengikuti prosedur pada poin “ b” di atas.

## B. KERANGKA PEMIKIRAN

Berdasarkan penjelasan diatas bahwa perlunya melakukan perawatan dan perbaikan untuk mempertahankan mesin bekerja dengan optimal demi kelancaran operasional kapal, maka penulis menggambarkan suatu kerangka pemikiran dibawah ini:



Gambar 2.10

Kerangka pemikiran

## BAB III

### ANALISIS DAN PEMBAHASAN

#### A. DESKRIPSI DATA

Fakta kondisi yang terjadi dengan tidak optimalnya perawatan mesin induk di atas kapal Winning pioneer 7 dalam kurun waktu 02 Maret 2022 sampai dengan 04 Maret 2023 diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Adanya kebocoran pada fresh water cooler

Sebagaimana fakta yang terjadi pada tanggal 16 Februari 2023 saat kapal WINNING PIONEER 7 dalam pelayaran dari pelabuhan Daphilon menuju lokasi Loading point 2 *area*, mesin induk beroperasi dengan RPM 1200. Mesin induk kanan mengalami kenaikan temperatur yang signifikan dari pada *fresh water coolant temperature* yang semula 78°C menjadi 89°C dan *exhaust gas temperature* hingga akhirnya mengambil tindakan untuk menurunkan RPM mesin kapal sebelah kanan ke RPM 900 dan melanjutkan perjalanan ke *anchorage Loading point 2* untuk melakukan pemeriksaan. Setelah dilakukan pemeriksaan lebih lanjut diketahui terjadi kontaminasi air pendingin *coolant* dan air laut, ini menunjukkan bahwa telah terjadi kebocoran pada *fresh water cooler*.

2. Tekanan bahan bakar terlalu tinggi

Pada saat yang sama yaitu pada tanggal 16 Februari 2023 mesin induk mengalami penurunan kinerja saat beroperasi Selanjutnya dilakukan tindakan perbaikan dengan melakukan pengetesan tekanan *injector*, diketahui tekanannya melebihi tekanan normal yaitu 280 kg/cm<sup>2</sup> dimana tekanan normalnya hanya 220 kg/cm<sup>2</sup>-240 kg/cm<sup>2</sup>. Tekanan tinggi pengabutan *injector* mengakibatkan pembakaran di ruang kompresi tidak sempurna sehingga daya mesin yang dihasilkan juga kurang optimal. Ini mengakibatkan kinerja mesin induk tidak optimal, sehingga berpengaruh terhadap kelancaran pengoperasian kapal.

## B. ANALISIS DATA

Dari deskripsi data diatas, diketahui adanya kebocoran pada *fresh water cooler* dan tekanan injeksi bahan bakar terlalu tinggi menyebabkan kinerja mesin tidak optimal. Analisanya diuraikan sebagai berikut:

### 1. Adanya kebocoran pada *Fresh water cooler*

Penyebabnya adalah:

#### a. Terjadi korosi pada *plate heat exchanger*

Factor penyebab terjadinya kebocoran pada pelat *fresh water cooler* yaitu terjadinya korosi. Dimana penulis bekerja pada saat pengecekan secara *visual* dilakukan dengan membersihkan pelat *cooler* terlebih dahulu agar dapat terlihat dengan jelas kebocoran tersebut dengan juga menggunakan bantuan cahaya/ senter, dan adapun cara kedua untuk mengidentifikasi kebocoran pelat dengan menggunakan campuran air sabun yang di oleskan ke area yang dicurigai adanya kebocoran, jika campuran sabun tersebut bergelembung maka pelat cooler tersebut terjadi kebocoran. Adapun penyebab korosi pada penukar panas pelat antara lain:

- 1) Pelat perpindahan panas *stainless steel* dari *heat exchanger* di tekan secara mekanis untuk mempertahankan sejumlah tegangan sisa permukaan. Untuk pelat baja tahan karat tanpa *molybdenum* sangat sulit atau bahkan tidak mungkin untuk menghilangkan tegangan permukaan sisa. Setelah *heat exchanger* di rakit dengan pelat, struktur multi celah terbentuk. Misalnya celah kontak antara pelat dan dasar alur dapat dengan mudah menyebabkan pengayaan *carbon (C)* dan tingkat pengayaan lokal biasanya jauh melebihi ketahanan baja tahan karat itu sendiri terhadap korosi tegangan.
- 2) Ketika kotoran pada permukaan pelat penukar panas serius, elemen korosif yang tertanam *carbon (C)* dan *sulfur (S)* dapat menempel pada kotoran dalam jumlah yang besar dan terkonsentrasi dicelah bagian bawah.
- 3) Elemen berbahaya dibagian bawah *seal/gasket* pelat *heat exchanger* sering diendapkan karena peningkatan suhu *carbon* dalam perekat.

Dibawah kondisi air dan uap pengendapan *carbon* (*CI*) dan *ion hydrogen* ( $H^+$ ) membentuk asam klorida yang sangat rentan terhadap retak korosi tegangan yang parah di bagian bawah tangki.



Gambar 3.1

Fresh water cooler

b. Terjadi kerusakan *seal* / *gasket* pada *plate cooler*

Faktor kedua adanya kebocoran pada *fresh water cooler* adalah Rusak nya *seal* atau *gasket* pada *plate cooler* sehingga tidak berfungsi dengan baik untuk mencegah aliran *fluida* agar tidak bocor/ merembes keluar dari system dan tercampurnya *fluida* dalam sistem saat terjadi aliran(beroperasi). Rusaknya gasket pelat pendingin terlihat jelas pada saat pembongkaran pelat pendingin, kondisi gasket pada saat pembongkaran retak dan terjadi pembengkakan. Adapun penyebab rusaknya *seal*/ *gasket* pada pelat *heat exchanger* adalah:

- 1) Kegagalan material karena usia
- 2) Pembengkakan gasket karena ketidakcocokan dengan media, atau alur gasket yang berubah bentuk
- 3) Pengikatan pelat yang tidak seimbang atau tidak sesuai prosedur.



- 4) Pada saat pemasangan gasket posisi gasket tidak ditempatkan ditengah alur gasket.
- 5) Klip tidak terpasang dengan kencang/ tidak tepat pada posisi

## 2. Tekanan bahan bakar terlalu tinggi

Penyebabnya adalah:

### a. *Timing injection* tidak tepat

Proses pembakaran mesin diesel pada waktu pengabutan mulai menginjeksikan bahan bakar, maka akan terjadi proses yang disebut dengan keterlambatan antara awalnya penyemprotan dengan mulainya bahan bakar terbakar, atau sepanjang daerah pembakaran tertunda jika dimulainya awal penyemprotan bahan bakar oleh *injector* pada akhir langkah kompresi maka bahan bakar dan udara tidak segera akan terbakar.

Jika waktu pembakaran (*timing injection*) tertunda terlalu Panjang atau jika jumlah penguapan pada saat itu terlalu banyak, maka jumlah campuran yang terbakar pada saat perambatan api terlalu banyak sehingga menyebabkan kenaikan tekanan di dalam silinder sangat tinggi yang dapat menyebabkan naiknya temperatur gas buang, knocking, dan dapat merusak komponen mesin lainnya.

Adapun factor penyebab timing injeksi tidak tepat adalah:

- 1) Sensor yang rusak atau kotor pada bahan bakar
- 2) Kesalahan dalam pengaturan atau kalibrasi timing injeksi
- 3) Gangguan mekanis dalam komponen mesin

### b. Tekanan pengabutan terlalu tinggi

Seperti tertulis dalam buku pedoman bahwa pembukaan katup jarum pengabut pada tekanan melebihi batas normal ( $220\text{kg/cm}^2$ - $240\text{kg/cm}^2$ ) berisiko terjadinya kebocoran pengabutan. Tekanan yang tinggi ini dibutuhkan untuk memperoleh pengabutan bahan bakar yang baik dan supaya jarak pancar dari pengabutan dapat dicapai, sehingga pencampuran udara dan bahan bakar dapat terbakar sempurna. Akan tetapi

jika tekanan pembakaran terlalu tinggi mencapai 280kg/cm<sup>2</sup> dapat berisiko seperti naiknya temperatur mesin dan gas buang yang menyebabkan overheating.

Adapun tekanan pengabutan terlalu tinggi dapat disebabkan oleh beberapa factor, antara lain:

- 1) Terjadinya pengaturan yang salah pada sistem pengabut.
- 2) Kegagalan peralatan pada sistem pengabut
- 3) Ketidakmampuan untuk mengontrol aliran bahan bakar yang benar
- 4) Ketidakseimbangan antara tekanan pengabut dan kebutuhan aplikasi spesifik.

## C. PEMECAHAN MASALAH

### 1. Alternatif pemecahan masalah

- 1) Adanya kebocoran pada *fresh water cooler*
  - a. Terjadi korosi pada *plate cooler*

Pemecahan masalah dalam terjadinya korosi pada pelat *cooler* adalah:

- 1) Melakukan perbaikan dengan cara menambal menggunakan las argon atau asetelin dengan hati-hati dan teliti agar tidak terjadi melebarnya kebocoran tersebut, ini biasanya dilakukan apabila tingkat kebocoran pada pelat tersebut tidak besar atau cuma berbentuk titik- titik kecil.
- 2) Mengganti dengan pelat baru
- b. Terjadinya kerusakan *seal/ gasket* pada *plate cooler*

Pemecahan masalah akibat terjadinya kerusakan *seal* atau gasket pada pelat *cooler* adalah:

- 1) Dengan mengganti gasket pelat *cooler*
- 2) Mengatur ulang posisi gasket dengan menambahkan lem/*epoxy* dan memperkuat lem atau ikatan klip pada gasket

## 2) Tekanan bahan bakar terlalu tinggi

### a. Timing injeksi tidak tepat

Adapun pemecahan alternatif masalah pada timing injektor tidak tepat adalah sebagai berikut:

- 1) Memeriksa sensor yang terlibat dalam pengaturan timing injeksi seperti sensor putaran mesin dan dipastikan sensor tersebut berjalan dengan baik.
- 2) Memeriksa kabel dan penyambung yang terhubung ke sensor dan unit- unit kontrol mesin (ECU) .
- 3) Memeriksa sistem bahan bakar termasuk filternya berfungsi dengan baik dan tidak ada kebocoran maupun penyumbatan pada aliran bahan bakar.
- 4) Melakukan penyetelan ulang/ kalibrasi pada timing injektor.

### b. Tekanan pengabutan terlalu tinggi

Adapun alternatif pemecahan masalah pada tekanan pengabut terlalu tinggi antara lain:

- 1) Memeriksa sistem udara termasuk *filter* udara pada sistem pengabutan dan dipastikan tidak tersumbat atau kotor.
- 2) Memeriksa katup injektor, pastikan katup injektor berfungsi dengan baik
- 3) Memeriksa *regulator* tekanan pada system pengabutan berfungsi dengan baik. *Regulator* yang rusak atau terlalu longgar dapat menyebabkan tekanan pengabut tinggi atau tidak stabil.
- 4) Melakukan penyetelan tekanan pengabutan sesuai standar pada *manual book*.

## 2. Evaluasi pemecahan alternatif masalah

### 1) Adanya kebocoran pada *fresh water cooler*

#### a. Terjadinya korosi pada *plate fresh water cooler*

Evaluasi pemecahan masalah pengelasan pada *plate fresh water cooler* melibatkan beberapa faktor yaitu termasuk kekuatan dan keamanan hasil dari pengelasan, kemampuan untuk menangani

tekanan dan juga suhu yang tinggi, serta kualitas dari penyambungan yang memenuhi standar keselamatan dan kinerja. Adapun keuntungan dari pengelasan plate pendingin adalah:

- 1) Kekuatan struktural pengelasan memungkinkan pelat pendingin untuk menahan tekanan dan suhu yang tinggi dengan lebih baik.
- 2) Pengelasan yang tepat dapat membantu mencegah kebocoran diantara pelat-pelat pendingin, memastikan efisiensi transfer panas dan menghindari kerugian energi.
- 3) Pengelasan dapat memberikan konsistensi dalam kualitas penyambungan diantara pelat-pelat pendingin, memastikan bahwa setiap pelat terhubung dengan baik dan tidak ada kebocoran.
- 4) Proses pengelasan memungkinkan untuk perakitan pelat pendingin secara rapat dan efisien, mempercepat waktu produksi dan instalasi.

Kerugiannya:

- 1) Didaerah sekitar titik pengelasan korosi cenderung lebih rentan terhadap korosi dibandingkan dengan bagian lain dari pelat pendingin, yang akan mengurangi umur pemakaian pendingin secara keseluruhan.
- 2) Pengelasan membatasi fleksibilitas dalam desain pelat pendingin, membatasi kemungkinan modifikasi atau penyesuaian yang akan dilakukan dimasa depan.

Adapun dengan mengganti dengan pelat baru pada pelat *cooler* meliputi analisis biaya, ketersediaan suku cadang, kecocokan material dengan aplikasi yang tepat, dan waktu yang dibutuhkan untuk proses penggantian. Selain itu perlu dipertimbangkan juga dampak terhadap kinerja mesin dan kehandalan *fresh water cooler* setelah pergantian pelat dilakukan. Keuntungan penggantian pelat pendingin adalah:

- 1) Pelat yang baru dapat meningkatkan efisiensi dan kinerja keseluruhan daripada pendingin karena memiliki permukaan yang bersih dan tidak terkorosi.
- 2) Pelat baru dapat meningkatkan transfer panas, menghasilkan penghematan energi dan biaya operasional yang signifikan.

- 3) Dengan memasang pelat baru anda dapat menghindari potensi kebocoran yang mungkin terjadi karena pelat lama yang aus atau rusak.
- 4) Memperpanjang umur pemakaian pendingin dan mengurangi kebutuhan akan perbaikan atau penggantianinya dimasa akan datang.

Kerugiannya adalah:

- 1) Penggantian pelat baru melibatkan biaya yang signifikan.
- 2) Memilih pelat baru yang sesuai dengan spesifikasi pendingin yang sudah cukup tua biasanya sulit untuk didapatkan.
- 3) Instalasi pelat baru harus dilakukan dengan hati-hati agar tidak terjadi kesalahan pada saat pemasangan

b. Terjadi kerusakan pada *seal* gasket pelat *cooler*.

Evaluasi pemecahan masalah terhadap penggantian gasket pelat pendingin melibatkan beberapa faktor, seperti kualitas gasket yang baru, kompatibilitas dengan pelat dan cairan yang mengalir serta kemampuan untuk mencegah kebocoran dan kerusakan pada pendingin. Adapun dengan mengatur ulang dan menambahkan lem menjadi solusi sementara.

Adapun beberapa hal yang harus diperhatikan dalam melakukan pengeleman yaitu: memastikan bahwa jenis lem yang digunakan aman didalam lingkungan pelat pendingin dan tidak menghasilkan bahan beracun atau korosif yang dapat merusak komponen atau kontaminasi fluida. Keuntungannya dijelaskan sebagai berikut:

- 1) Lem dapat memberikan lapisan tambahan penyegelan diantara pelat-pelat pendingin, membantu mencegah kebocoran yang mungkin terjadi akibat keausan atau degradasi gasket.
- 2) Lem dapat membantu memperbaiki atau memulihkan integritas gasket yang rusak atau mengalami kebocoran, memperpanjang umur pakai pendingin tanpa perlu mengganti gasket secara keseluruhan.

- 3) Dengan mengatur ulang gasket menggunakan lem, dapat mengurangi kemungkinan kebocoran yang disebabkan oleh tekanan atau suhu yang tinggi didalam pendingin, meningkatkan keandalan dan efisiensi operasional.
- 4) Proses pengaturan ulang gasket dengan lem mungkin lebih cepat dan lebih efisien dibandingkan dengan penggantian gasket secara keseluruhan, meminimalkan waktu dan gangguan pada operasional kapal.

Kerugiannya:

- 1) Penggunaan lem untuk mengatur ulang gasket kemungkinan kurang andal daripada penggantian gasket secara keseluruhan, karena lem dapat mengalami degradasi atau kegagalan seiring waktu.
- 2) Penggunaan lem dapat meningkatkan resiko kontaminasi pada fluida yang mengalir dalam pendingin, terutama jika lem tidak kompatibel dengan bahan-bahan dan lingkungan operasional yang ada.
- 3) Pemeliharaan dan perbaikan dimasa depan mungkin menjadi lebih sulit jika gasket yang diatur ulang oleh lem harus dihapus atau diganti, karena dapat meninggalkan residua tau menyulitkan proses perawatan.
- 4) Pengaturan ulang gasket dengan lem mungkin tidak efektif untuk situasi dimana diperlukan penyesuaian yang lebih besar pada desain atau kinerja pendingin.

Adapun alternatif pemecahan lainnya dengan dengan melakukan penggantian *seal/gasket plate cooler* dengan yang baru. Keuntungannya adalah:

- 1) Dapat mencegah kebocoran yang lebih baik pada pelat pendingin.
- 2) Gasket yang baru dapat memastikan kontak yang tepat antara pelat, memungkinkan tranfer panas yang optimal antara *fluida* dan meningkatkan efisiensi pelat pendingin.

Kerugiannya adalah:

- 1) Jika proses penggantian gasket tidak dilakukan dengan benar, ada resiko kebocoran yang lebih tinggi, terutama gasket dipasang dengan presisi atau kualitas buruk.
- 2) Adanya potensi ketidakcocokan gasket, terutama jika ada perubahan dalam spesifikasi atau desain gasket.

## **2) Tekanan bahan bakar terlalu tinggi**

### *a. Timing injection* tidak tepat

Dalam mengevaluasi *timing injection* dengan memeriksa masalah seperti pembacaan pada sensor timing yang tidak akurat ataupun kegagalan total. Memeriksa kerusakan fisik seperti keretakan, kotor, dan adanya kabel yang terputus pada sistem sensor dan ECU (unit kontrol mesin). Mengukur dan memeriksa tegangan atau sinyal yang dihasilkan oleh sensor saat mesin beroperasi, dan membandingkan pembacaan dengan spesifikasi produsen untuk memastikan sensor berfungsi dengan benar. Jika ditemukan adanya kerusakan sensor atau tidak berfungsi, sebaiknya dipertimbangkan untuk menggantinya dengan sensor yang baru sesuai dengan spesifikasi sensor yang lama. Adapun keuntungan dari pemeriksaan sensor pada timing injeksi dan unit control mesin (ECU) antara lain:

- 1) Dengan memeriksa sensor secara berkala dapat mendeteksi masalah potensial sebelum sensor tersebut menjadi masalah serius, mengurangi resiko kerusakan lebih lanjut pada system injeksi bahan bakar
- 2) Sensor yang berfungsi dengan baik dapat meningkatkan kinerja mesin dengan memastikan waktu injeksi yang optimal, yang mengarah pada efisiensi bahan bakar yang lebih baik secara keseluruhan.

Adapun kerugiannya:

- 1) Evaluasi dan penggantian sensor secara berkala membutuhkan biaya dan waktu, terutama jika memerlukan bantuan profesional.
- 2) Meskipun pemeriksaan sensor dapat membantu mendeteksi masalah, tidak semua masalah akan terdeteksi hanya dengan memeriksa sensor, dan memerlukan perbaikan lebih mendalam

3) Evaluasi sensor tidak selalu menjamin deteksi masalah dengan akurat. Ada potensi kesalahan dalam pembacaan atau interpretasi data sensor. Adapun pemecahan masalah adalah dengan melakukan penyetelan ulang/ kalibrasi pada *timing injection*. Keuntungannya adalah:

- 1) Penyetelan ulang injeksi dapat membantu meningkatkan efisiensi bahan bakar dengan memastikan bahan bakar tersebut disemprotkan ke ruang bakar pada waktu yang optimal selama siklus pembakaran.
- 2) Dengan menyesuaikan *timing* injeksi dapat meningkatkan kinerja mesin dengan mengoptimalkan pembakaran bahan bakar.
- 3) *Timing* injeksi yang tepat dapat mengurangi emisi dari gas buang dengan memastikan pembakaran yang lebih efisien dan bersih.
- 4) Penyetelan ulang *timing* injeksi memungkinkan untuk menyesuaikan mesin dengan operasional yang berbeda seperti beban mesin, kecepatan, atau suhu/ temperatur, sehingga meningkatkan fleksibilitas penggunaan mesin.

Kerugiannya adalah:

- 1) Penyetelan ulang yang tidak tepat dapat menyebabkan kerusakan pada mesin, seperti *overheating* atau *knocking*.
- 2) Penyetelan ulang yang tidak tepat dapat meningkatkan peningkatan konsumsi bahan bakar.
- 3) Penyetelan ulang *timing* injeksi memerlukan peralatan dan pengetahuan khusus, serta bias menjadi proses yang rumit dan memakan waktu terutama jika tidak dilakukan oleh teknisi ahli.

b. Tekanan pengabutan terlalu tinggi

Evaluasi pemecahan alternatif masalah pada tekanan pengabut terlalu tinggi dengan adanya pemeriksaan system udara, katup injektor dan regulator tekanan. Adapun keuntungan dari pemeriksaan tersebut adalah:

- 1) Dengan melakukan pemeriksaan kita dapat membantu mengidentifikasi masalah seperti kebocoran atau penyumbatan yang dapat mempengaruhi kinerja sistem pengabutan
- 2) Dengan mengetahui kondisi pada system pengabut kita dapat melakukan perawatan dan perbaikan yang diperlukan dengan tepat waktu, mencegah kerusakan lebih lanjut pada system tersebut



Kerugiannya adalah:

- 1) Perbaikan/ penggantian sistem mungkin memerlukan biaya yang signifikan
- 2) Keterbatasan sumber daya dan waktu karena tidak semua perbaikan dan perawatan dapat dilakukan sendiri, dan mungkin memerlukan bantuan profesional yang dapat menambah biaya dan waktu perbaikan.

Adapun pemecahan alternatif masalah lainnya yaitu dengan melakukan penyetelan tekanan pengabutan sesuai standar. Keuntungannya sebagai berikut:

- 1) Penyetelan tekanan injektor dapat meningkatkan efisiensi bahan bakar dengan memastikan penyemprotan bahan bakar yang optimal kedalam ruang bakar sehingga mengoptimalkan pembakaran.
- 2) Penyetelan injektor sesuai standar dapat membantu mengurangi emisi dari gas buang dengan memastikan pembakaran yang lebih bersih dan efisien.
- 3) Pembakaran yang lebih efisien dan bersih berkontribusi pada pengurangan tekanan dan ketegangan pada komponen mesin, yang dapat memperpanjang umur pakai komponen-komponennya.

### **3. Pemecahan masalah yang dipilih**

- 1) Adanya kebocoran pada fresh water cooler
  - a. Terjadi korosi pada pelat *cooler*.

Berdasarkan evaluasi pemecahan alternatif masalah diatas untuk mengatasi terjadinya korosi pelat *fresh water cooler* yang menyebabkan adanya kebocoran pada *fresh water cooler*, maka solusi yang dipilih adalah: melakukan penggantian pelat *fresh water cooler* dengan yang baru demi mengoptimalkan dan memperpanjang umur pemakaian pendingin dan mengurangi kebutuhan akan perbaikan atau pengantiannya dimasa akan datang.

- b. Terjadi kerusakan *seal/ gasket plate cooler*

Berdasarkan evaluasi pemecahan alternatif masalah diatas untuk mengatasi terjadinya kerusakan *seal/gasket* pada *fresh water cooler* yang menyebabkan adanya kebocoran pada *fresh water cooler*, maka solusi

yang dipilih adalah: melakukan penggantian gasket *plate cooler* dengan yang baru karena dapat mencegah kebocoran yang lebih baik pada pelat pendingin

## 2) Tekanan bahan bakar terlalu tinggi

### a. Timing injection tidak tepat.

Berdasarkan *evaluasi* pemecahan alternatif masalah diatas untuk mengatasi *timing* injeksi bahan bakar tidak tepat yang berakibat tekanan bahan bakar terlalu tinggi, maka solusi yang dipilih adalah: melakukan penyetelan ulang/ kalibrasi pada timing injektor. Ini dikarenakan memungkinkan untuk menyesuaikan mesin dengan operasional yang berbeda seperti beban mesin, kecepatan, atau suhu/ temperatur, sehingga meningkatkan fleksibilitas penggunaan mesin.

### b. Tekanan pengabutan terlalu tinggi.

Berdasarkan evaluasi pemecahan alternative masalah diatas untuk tekanan pengabutan terlalu tinggi, maka solusi yang dipilih adalah: melakukan penyetelan ulang tekanan pengabut sesuai standar. Karena dapat meningkatkan efisiensi bahan bakar dengan memastikan penyemprotan bahan bakar yang optimal kedalam ruang bakar sehingga mengoptimalkan pembakaran.

## **BAB IV**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **A. KESIMPULAN**

Berdasarkan uraian dan pembahasan pada bab-bab sebelum nya diatas, maka penulis dapat menarik beberapa kesimpulan bahwa masalah tersebut disebabkan oleh:

1. *Fresh water cooler* bocor disebabkan korosi dan rusaknya gasket pada pelat pendingin, sehingga mempengaruhi proses pendinginan pada mesin induk maka dari itu perlu dilakukan penggantian pada pelat dan gasket pendingin.
2. Tekanan bahan bakar terlalu tinggi disebabkan oleh timing injeksi bahan bakar tidak tepat dan penyetelan pengabutan terlalu tinggi. Sehingga dilakukan penyetelan ulang/ kalibrasi pada *timing injeksi* dan tekanan pengabutnya.

#### **B. SARAN**

Berdasarkan kesimpulan mengenai permasalahan tidak optimalnya perawatan mesin induk menunjang kelancaran operasional kapal, penulis menyarankan hal-hal sebagai berikut:

1. Kru mesin kapal melakukan perawatan *fresh water cooler* dengan benar sehingga tidak terjadi kebocoran yang dapat menyebabkan air tawar dalam *system* bercampur dengan air laut.

2. Kru mesin melakukan penggantian *seal* atau gasket pada *plate cooler* dengan yang baru apabila terjadi deformasi bentuk.
3. Minimal setiap bulan melakukan pengecekan terhadap pelat pendingin
4. Mekanik darat melakukan penyetelan ulang/ kalibrasi pada *timing* injeksi agar waktu pengabutan tepat.
5. Kru mesin melakukan tekanan pengabut sesuai standar dengan *manual book* dan berkoordinasi dengan mekanik darat.
6. Pengecekan *spare part* yang tersedia pada saat ingin melakukan pekerjaan perawatan mesin induk.

## DAFTAR PUSTAKA

Syamsul Hadi (2019:2). *Perawatan dan perbaikan mesin industry*

Higgs, Lindley R. and Keith Mobley. (2002). *Maintenance Engineering Handbook, 3<sup>rd</sup> Edition*.

Handoyo, Jusak Johan (2017) *Motor Diesel Penggerak Utama Kapal*, Edisi 3. Jakarta: Djangkar.

Karyanto, E. (2003). *Teknik-Motor Diesel*. Jakarta : Djangkar

Higgs, Lindley R. and Keith Mobley. (2002). *Maintenance Engineering Handbook, 3<sup>rd</sup> Edition*.

New York: McGraw-hill Companies Inc.

Maanen, P. Van. (2008). *Motor Diesel Kapal*, Jilid 1, perhubungan laut.

<https://www.marinetraffic.com> tentang gambar kapal

<http://www.maritimworld.web.id> tentang mesin induk.

<https://rakhman.net/power-plants-id/heat-exchanger> tentang heat exchanger

*Manual book Cummins QSK 60M*

*Pedoman penulisan makalah* untuk ANT dan ATT tingkat 1, STIP Jakarta.

**AHT.WINNING PIONEER 7****PRINCIPAL PARTICULARS**

Call sign	:	V3ZF2
Imo Number	:	9632648
Port of Registry	:	BELIZE CITY
Length overall	:	37.00M
Length BP	:	32.60M
Beam Moulded	:	11.40M
Depth moulded	:	4.95M
Draft designe	:	4.05M
Gross tonnage	:	472 (est.)
Net tonnage	:	141 (est.)
Hull material	:	Steel
Bollard pull	:	50 t (approx.)
Trial Speed	:	12.0 Knots
Endurance	:	25 days (approx.)
Class notation	:	BV Class*MACH*Anchor Handling Tug".Unrestricted Navigation

**MACHINERY PROPULSION**

Main engine	:	2X2200bhp@1800RPM Cummins QSK60-M
Power Take Off	:	1 P.T.O for one of the m/e
Reduction gear	:	5.76:1
Propeller	:	2 X kaplan type with nozzles
Bow thruster	:	1 X FPP type of approx 3 t thrust
Main generator	:	3 X 250kW Cummins QSM11-DM, 415V/3Ph/4 poles/0.8p.f.
Emergency diesel generator	:	1 X 36kW

**DECK/AHL EQUIPMENT**

Anchors,chain cables & mooring lines	:	2 X stockless bower type,660kg each;12 lengths x27.5M x 30mm dia.U2 steel stud link chains;2 x220M long polypro Pene mooring rope of min.6MT breeking strenght
Anchor windlass	:	1 x hydraulic type of 37.6 Kn@9M/min for 30mm dia,stud Link chain,double gypsies
Hydraulic anchor handling/towing winch	:	waterfall double drum type upper drum c/w spooling devic E lower drum c/w warpinghead of 380mm dia;drum capaci Ty 750M x 50mm dia,(SWR);local & remote control steel Rope Not provided
Storage reel platform	:	1 x 10 t
Shark jaws / Tow Pin	:	1 set xhydraulic type of 200 t
Tugger winches / Capstan	:	2 x hydraulic type of 5 t@ 15M/min each
Provisional Crane	:	1 x 2 t @ 6M

**CARGO CAPACITY**

Deck cargo	:	308.24T
Clear deck area	:	105M <sup>2</sup>
Deckloading	:	2.5t/M <sup>2</sup>
Fuel oil	:	280M <sup>3</sup>
Fresh water	:	70M <sup>3</sup>

**DISCHARGE RATES**

Fuel oil cargo	:	100M <sup>3</sup> /hr@60M head
Fresh water cargo	:	100M <sup>3</sup> /hr@60M head
Bilge & Ballast	:	1 x 36M <sup>3</sup> /hr@30M head

### **SUPPLY & DRAINAGE PLANT**

Freshwater pressure set	:	2 X 0.75Kw, 2800rpm, 220/150 40psi
Seawater pressure set	:	2 X 0.75Kw, 2800rpm, 220/150 40psi
Sewage treatment plant	:	for 15-20 men (per MARPOL)
Oily bilge water separator	:	1 x 0,5M <sup>3</sup> (per IMO)

### **FIRE FIGHTING SYSTEM**

#### External: FiFi-½

Fire Monitor	:	2 x 600M <sup>3</sup> /hr @ 12 bar
Fire Pump	:	1 x 1200M <sup>3</sup> /hr @ 14 bar
Foam capacity	:	10M <sup>3</sup>
Dispersant capacity	:	5M <sup>3</sup>

#### Internal

Emergency fire pump of 300M<sup>3</sup>/hr 60M head  
 Fixed CO<sub>2</sub> system in engine room and paint store  
 Fire smoke detection and alarm system  
 Fire main, portable fire extinguisher, fireman's outfit, fire bucket

### **NAVIGATION EQUIPMENT**

GMDSS A3	:	1 Set
HF/MF radiotelephone	:	1 set
VHF radio telephone	:	2 set
Inmarsat C LR/T built in	:	1 set
EPIRB	:	1 set
Radar transponder	:	1 set
Wizard windspeed	:	1 set
NBDP printer unit	:	1 set
Speed log	:	1 set
Navtex receiver	:	1 set
GPS navigator	:	1 set
AIS	:	1 set
Echo sounder	:	1 set
X-Band Radar	:	1 set
Autopilot	:	1 set



WINNING (GUINEA) SHIP MANAGEMENT SARL

SMI-05-01

# WINNING

## SHIP CREW LIST

: WINNING PIONEER 7			: BELIZE CITY		: 15 P /15 S		Date :		1 February 2023	
: DAPILON			Flag	Ship Phone. : +224 629766098	Master Phone : +224 612815360		Chief Eng. Phone : +224 620683752			
Name	Rank	Nationality	Date of Birth	Passport Number	Exp. Date	Date Joined	Complete Contract	VISA	REMARK	
DNILUS SUYOKO	Master	Indonesia	10 Oct 1972	C 7850460	6-May-2026	28 Mar 2022	28-Oct-22	AT OFFICE	extended	
IADI	Chief Officer	Indonesia	22 Dec 1994	C 8956148	25 Apr 2027	12 Sep 2022	12-Apr-23	AT OFFICE		
LLAH	2 <sup>nd</sup> Officer	Indonesia	22 Aug 1997	E 3309303	10 May 2027	17 Dec 2022	17-May-23	AT OFFICE		
YAFULU SETIAWAN R	Chief Engineer	Indonesia	6 Jul 1984	C 8609591	23 Feb 2027	2 Mar 2022	2-Oct-22	AT OFFICE	extended	
IMING SAPUTRA	2 <sup>nd</sup> Engineer	Indonesia	28 Jul 1990	C 7574544	22 Dec 2025	14 May 2022	14-Dec-22	AT OFFICE	extended	
GGA PRATAMA PUTRA HAMID	3 <sup>rd</sup> Engineer	Indonesia	28 Dec 1994	E 3810019	19 Jun 2027	17 Aug 2022	17-Feb-23	AT OFFICE		
ARMAN	Able Body	Indonesia	9 Jul 1990	C 6581689	13 Jan 2026	2 Mar 2022	2-Oct-22	AT OFFICE	extended	
HMADAMSYAH SITORUS	Able Body	Indonesia	23 Jan 1985	C 7158412	14 Dec 2025	26 Aug 2022	26-Feb-23	AT OFFICE		
AKKR	Able Body	Indonesia	4 Dec 1982	C 7260394	12 Mar 2025	9 Dec 2022	9-Jul-23	AT OFFICE		
SUWARSO	Able Body/Cook	Indonesia	17 Jul 1980	C 7037849	25 Aug 2025	28 Oct 2022	28-May-23	AT OFFICE		
NIN MASSY	Oiler	Indonesia	17 Jun 1989	E 4012359	5 Oct 2027	16 Nov 2022	16-Jun-23	AT OFFICE		
HIDIN KARIMA TAKWA	Oiler	Indonesia	10 December 1992	B 8648021	11-May-26	9-Jan-2023	9-Aug-23	AT OFFICE		

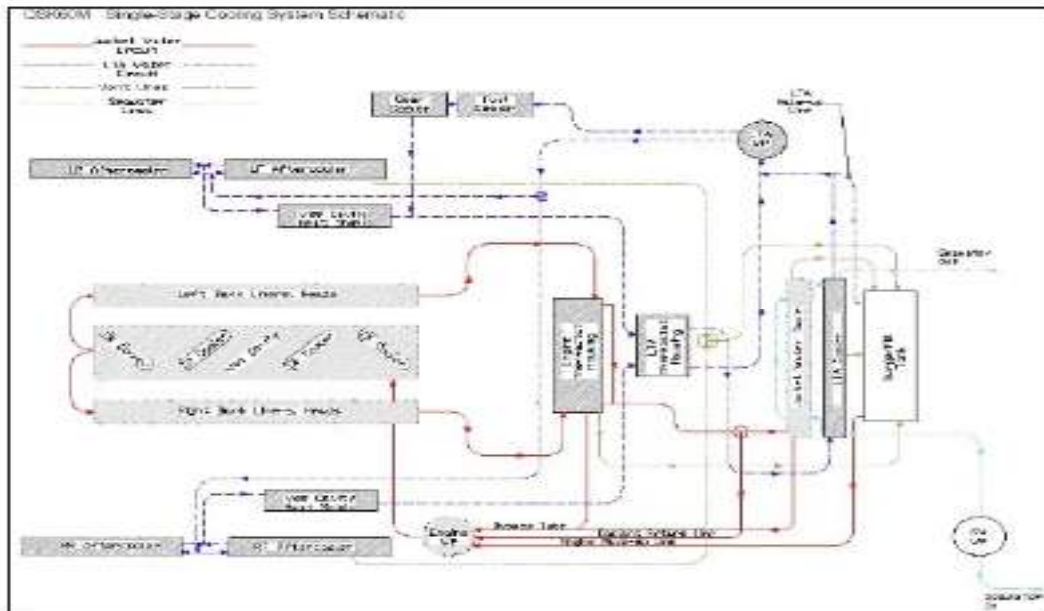


## Winning Logistics (Africa) Company Limited

### Winning Pioneer 7 Maintenance Plan Order 2023-1

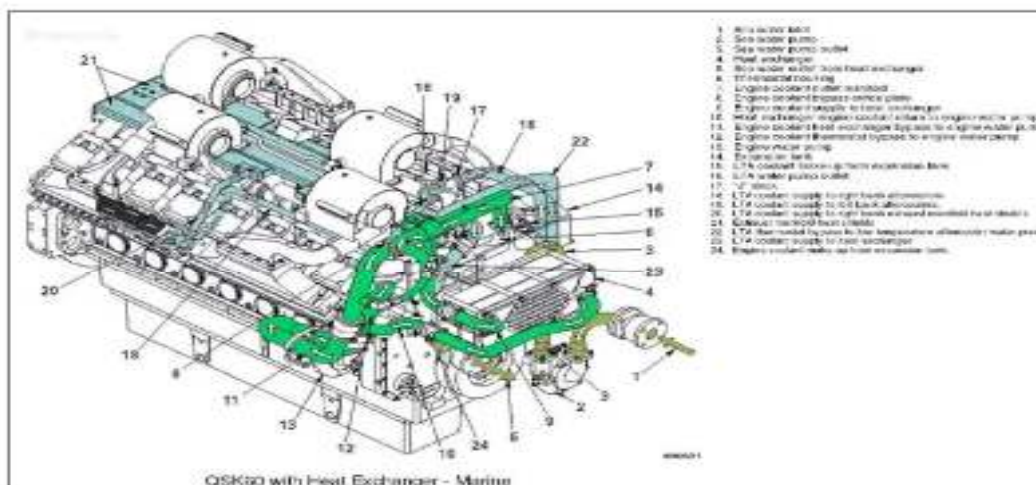
Index	Order NO.	Equipment Supervisor	Equip. Name	Last Completed Time	Cyc	PlanCheckDate	DO	Completed Time	Work Content & Std.	Memo	Overdue	Equip. Update Time
1	X012210110001	Second Engineer	NO.1 ME (PORT SIDE )	5/1/2023	250	2/23/2023	N		1.Change the fuel filter of Cummins engine.(every 250 running hour)		N	
2	X012210110002	Second Engineer	NO.2 ME (SB SIDE )	5/1/2023	250	2/25/2023	N		1.Change the fuel filter of Cummins engine.(every 250 running hour)		N	
3	X012210110003	Thrd Engineer	NO.2 MAIN GENERATORS (SB SIDE )	3/1/2023	250	2/15/2023	N		1.Change the fuel filter of Cummins engine.(every 250 running hour)		N	
4	X012210110004	Thrd Engineer	NO.1 MAIN GENERATORS (PORT SIDE )	1/1/2023	250	2/19/2023	N		1.Change the fuel filter of Cummins engine.(every 250 running hour)		N	
5	X012210110005	Second Engineer	NO.1 ME (PORT SIDE )	11/1/2023	450	11/2/2023	N		1.Renew sump lube oil;2.Renew lube filter		N	
6	X012210110006	Second Engineer	NO.2 ME (SB SIDE )	11/1/2023	450	11/2/2023	N		1.Renew sump lube oil;2.Renew lube filter		N	
7	X012210110007	Thrd Engineer	NO.2 MAIN GENERATORS (SB SIDE )	27/1/2023	300	17/2/2023	N		1.Renew sump lube oil;2.Renew lube filter		N	
8	X012210110008	Thrd Engineer	NO.1 MAIN GENERATORS (PORT SIDE )	28/1/2023	300	21/2/2023	N		1.Renew sump lube oil;2.Renew lube filter		N	
9	X012210110011	Second Engineer	NO.2 ME (SB SIDE )	26/1/2023	1	2/10/2023	N		1.Clean the sea water filter and dredge pipe line.(every month)		N	
10	X012210110009	Second Engineer	Steering Gear System	8/1/2023	1	2/12/2023	N		1.Check for pipeline leakage,Cylinder leakage,Bilge in SG room,water leakage from rudder stock,oil level		N	
11	X012210110010	Second Engineer	NO.1 ME (PORT SIDE )	26/1/2023	1	2/18/2023	N		1.Clean the sea water filter and dredge pipe line.(every month)		N	
12	X012210110015	Thrd Engineer	AUXILIARY ENGINE ALTERNATOR (portside)	22/1/2023	1	2/10/2023	N		1.Clean and check alternator(every 1 year)		N	
13	X012210110014	Thrd Engineer	AUXILIARY ENGINE ALTERNATOR (starside)	21/1/2023	1	2/13/2023	N		1.Clean and check alternator(every 1 year)		N	
14	X012210110013	Thrd Engineer	FIRE and GS PUMP	23/1/2023	1	2/16/2023	N		1.Test the function of GS&FIRE pump(every 1 month)		N	
15	X012210110016	Thrd Engineer	NO.1 MAIN GENERATORS (PORT SIDE )	22/1/2023	1	2/17/2023	N		1.Clean the sea water filter and dredge pipe line.(every month)		N	
16	X012210110012	Thrd Engineer	NO.2 MAIN GENERATORS (SB SIDE )	21/1/2023	1	2/18/2023	N		1.Clean the sea water filter and dredge pipe line.(every month)		N	
17	X012200110287	Second Engineer	NO.1 ME (PORT SIDE )	1/12/2022	700	2/28/2023	N		1.Change the air filter/coolant filter of Cummins engine(every 700 running hour)		N	
18	X012200110288	Second Engineer	NO.2 ME (SB SIDE )	1/12/2022	700	2/28/2023	N		1.Change the air filter/coolant filter of Cummins engine(every 700 running hour)		N	
19	X012200110210	Thrd Engineer	NO.1 MAIN GENERATORS (PORT SIDE )		2000	13/2/2023	N		1.Top clearance adjustment of Cummins engine(every 2000 running hour)		N	
20	X012200110293	Thrd Engineer	NO.1 MAIN GENERATORS (PORT SIDE )	1/11/2022	700	2/28/2023	N		1.Change the air filter/coolant filter of Cummins engine(every 700 running hour)		N	
21	X012200110294	Thrd Engineer	NO.2 MAIN GENERATORS (SB SIDE )	1/12/2022	700	2/4/2023	N		1.Change the air filter/coolant filter of Cummins engine(every 700 running hour)		N	

### QSK60 Heat Exchanged Cooling System



Cronbach's Coefficient

Page 35 of 28



Commons Confidential

Page 26 of 28

## DAFTAR ISTILAH

<i>Plan Maintenance System</i>	:	Sistem perawatan berencana yang di jadwalkan secara teratur, tertata, terdokumentasi dan memenuhi pelaporan secara berkesinambungan kepada manajemen dengan baik.
<i>Manual book</i>	:	Buku petunjuk pengoperasian dan perawatan mesin di atas kapal.
<i>Cylinder</i>	:	Bagian dari komponen mesin induk untuk tempat bergerak nya torak/ <i>piston</i> di dalam nya, dan merupakan tempat berlangsungnya pembakaran.
<i>Crank shaft</i>	:	Bagian dari komponen mesin induk yang menjadi poros penggerak setiap <i>piston</i> .
<i>Connecting rod</i>	:	Bagian dari komponen mesin induk sebagai penghubung antara <i>piston</i> dengan <i>crankshaft</i> .
<i>Dekomposisi</i>	:	Penyatuan bahan bakar yang terjadi pada ruang pembakaran.
<i>Expansion tank</i>	:	Tangki yang gunanya untuk menampung air pendingin kemudian didistribusikan ke dalam mesin
<i>Heat exchanger</i>	:	Alat penukar panas, yang mana jenisnya berupa pipa-pipa kapiler atau plat.
<i>Injector</i>	:	Bagian dari komponen mesin yang berfungsi sebagai pengabut bahan bakar sehingga terjadinya ledakan atau pembakaran didalam ruang silinder.
<i>Pressure</i>	:	Tekanan dari pada pengabut bahan bakar yang berasal dari pompa injeksi
<i>Seating</i>	:	Tempat duduk dari jarum pengabut.
<i>Spring</i>	:	Pegas yang menerima tekanan dari tekanan pengabut bahan bakar.

<i>Thermometer</i>	:	Alat pengukur suhu pada mesin
<i>Stainless steel</i>	:	Material yang mengandung senyawa besi untuk mencegah proses korosi.
<i>Isotermis</i>	:	Perubahan keadaan gas pada suhu yang tetap.
<i>Nozzle</i>	:	Bagian dari pengabut untuk menyalurkan/ menginjeksikan bahan bakar dengan tekanan tinggi.
<i>Valve setting</i>	:	Proses pengaturan dan pengukuran penyesuaian jarak antara katup dan tuas nya.
<i>Coolant</i>	:	Cairan yang digunakan untuk mendinginkan panas suatu mesin.
<i>Fluida</i>	:	Zat yang berubah bentuk secara terus menerus bila terkena tegangan geser
<i>Clino meter</i>	:	Alat untuk mengukur kemiringan kapal.
<i>Indicator</i>	:	alat pengukur untuk mengetahui suatu perubahan yang terjadi pada suatu benda atau zat.
<i>Copper ring</i>	:	Bahan dari tembaga yang berbentuk cincin.
<i>Carbon</i>	:	Bahan kimia zat arang dengan lambang “C”
<i>Hydrogen</i>	:	Gas ringan yang ditemukan dalam air dan hidrokarbon dengan lambang “H”





**PENGAJUAN SINOPSIS MAKALAH**

NAMA : M SYAIFUL SETIAWAN R  
NIS : 02106/T-I  
BIDANG KEAHLIAN : TEKNIKA  
PROGRAM DIKLAT : DIKLAT PELAUT- I

**Mengajukan Sinopsis Makalah sebagai berikut**

**A. Judul**

OPTIMALISASI PERAWATAN MESIN INDUK UNTUK MENUNJANG KELANCA  
PENGOPERASIAN KAPAL WINNING PIONEER 7

**B. Masalah Pokok**

1. Adanya kebocoran pada fresh water cooler
2. Tekanan bahan bakar terlalu tinggi.

**C. Pendekatan Pemecahan Masalah**

1. Memperbaiki/ menambal kebocoran pada fresh water cooler.
2. Melakukan pengetesan dan penyetelan injector.

Menyetujui :

Dosen Pembimbing I

**Sursina S.T., M.T.**

Penata tingkat 1 (III/d)

NIP.19720723 199803 2 001

Dosen Pembimbing II

**Titis Ari Wibowo, S.Si.T., M. M.Tr**

Penata tingkat 1 (III/d)

NIP. 19820306 200502 1 001

Jakarta, 14 Mei 20

Penulis

**M Syaiful Setiawan**

NIS : 02106/T-I

Kepala Divisi Pengembangan Usaha

**Capt. Suhartini, MM., MMT**

Penata TK. I (III/d)

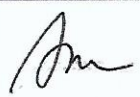





NIP. 19800307 200502 2 002

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

Judul Makalah : OPTIMALISASI PERAWATAN MESIN INDUK UNTUK MENUNJANG  
KELANCARAN PENGOPERASIAN KAPAL WINNING PIONEER 7

Dosen Pembimbing I : Sursina, S.T., M.T.

Bimbingan I :

No.	Tanggal	Uraian	Tanda Tangan Pembimbing
1.	17 Mei 2024	Pengajuan Sinopsis	
2.	20 Mei 2024	Acc bab I, lanjut bab II	
3	21 Mei 2024	Revisi kerangka pemikiran, lanjut bab III	
4	22 Mei	Acc bab II & bab III	
5	27 Mei	Revisi kesimpulan	
6	29 Mei 2024	Acc up diujikan	

Catatan : .....

.....

.....









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

Judul Makalah : OPTIMALISASI PERAWATAN MESIN INDUK UNTUK MENUNJANG  
 KELANCARAN PENGOPERASIAN KAPAL WINNING PIONEER 7

Dosen Pembimbing II : Titis Ari Wibowo, S.Si.T., M. M. Tr.

Bimbingan II :

No.	Tanggal	Uraian	Tanda Tangan Pembimbing
1.	16/05/24	Pengajuan sinopsis makalah	
2.	17/05/24	Pengajuan makalah BAB I	
3.	20/05/24	Pengajuan makalah BAB II	
4.	22/05/24	Pengajuan makalah BAB III	
5.	27/05/24	Pengajuan makalah BAB IV	
6.	28/05/24	acc Skrip - disetujui uph yin makalah	

Catatan : fbs. dr. w. wibowo bimbingan makalah  
 dengan baik pada 28/24