

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



**MAKALAH**

**MENINGKATKAN PERFORMA POMPA DAN SISTEM  
PENDINGIN AIR UNTUK MENINGKATKAN KINERJA  
MOTOR INDUK  
DI FUV. EXPRESS 93**

Oleh :

**EBY PUNTO HARAPAN**  
**NIS. 01788/T-I**

**PROGRAM PENDIDIKAN DIKLAT PELAUT - 1**

**JAKARTA**

**2022**

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



**MAKALAH**

**MENINGKATKAN PERFORMA POMPA DAN SISTEM  
PENDINGIN AIR UNTUK MENINGKATKAN KINERJA  
MOTOR INDUK  
DI FUV. EXPRESS 93**

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

**Oleh :**

**EBY PUNTO HARAPAN**

**NIS. 01788/T-I**

**PROGRAM PENDIDIKAN DIKLAT PELAUT - 1**

**JAKARTA**

**2022**

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



**TANDA PERSETUJUAN MAKALAH**

Nama : EBY PUNTO HARAPAN  
No. Induk Siwa : 01788/T-1  
Program Pendidikan : DIKLAT PELAUT - I  
Jurusan : TEKNIKA  
Judul : MENINGKATKAN PERFORMA POMPA DAN SISTEM  
PENDINGIN AIR UNTUK MENINGKATKAN KINERJA  
MOTOR INDUK DI FUV.EXPRESS 93

Jakarta, Juni 2022

Pembimbing I,

**DR. Abdul Rachman, MM**

Pembina Tk.I (IV/b)

NIP. 19720103 199809 1 001

Pembimbing II,

**Bambang Wahyudi M.Mar.E.,MM.**

Dosen STIP

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknika

**Diah Zakiah, ST, 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 : EBY PUNTO HARAPAN  
No. Induk Siwa : 01788/T-I  
Program Pendidikan : DIKLAT PELAUT - I  
Jurusan : TEKNIKA  
Judul : MENINGKATKAN PERFORMA POMPA DAN SISTEM  
PENDINGIN AIR UNTUK MENINGKATKAN KINERJA  
MOTOR INDUK DI FUV. EXPRESS 93

Penguji I

**Irwansyah, SH., MH**

Pembina Tk.I (IV/b)

NIP. 19500706 198003 1 002

Penguji II

**Bambang Wahyudi M. Mar. E., MM**

Dosen STIP

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknika

**Diah Zakiah, ST, MT**

Penata TK. I (III/d)

NIP. 19790517 200604 2 015

## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur kami panjatkan kehadiran Allah SWT karena atas berkah dan rahmat serta karunia-nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan makalah ini dengan judul :

**“MENINGKATKAN PERFORMA POMPA DAN SISTEM PENDINGIN AIR  
UNTUK MENINGKATKAN KINERJA MOTOR INDUK  
DI FUV. EXPRESS 93”**

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

1. Capt. Sudiono, M.Mar, selaku Ketua Sekolah tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta.
2. Bapak Dr. Ali Muktar Sitompul, MT, selaku Kepala Divisi Pengembangan Usaha Sekolah tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta.
3. Ibu Diah Zakiah, ST, MT, selaku Ketua Jurusan Teknik Sekolah tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta.
4. DR. Abdul Rachman, MM, selaku dosen pembimbing I yang telah meluangkan waktu untuk memberikan saran dan pikirannya mengarahkan penulis pada sistematika materi yang baik dan benar
5. Bapak Bambang Wahyudi M.Mar.E.,MM ,selaku dosen pembimbing II yang telah meberikan waktunya untuk membimbing proses penulisan makalah ini
6. Seluruh Dosen dan staf pengajar Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta yang telah memberikan bantuan dan dorongan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan tugas makalah ini.

7. Seluruh rekan-rekan yang ikut memberikan sumbangsih pikiran dan saran serta keluarga besar, istri dan anak-anak saya yang telah memberikan motivasi selama penyusunan makalah ini.

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

Jakarta, 01 Juli 2022

Penulis,



EBY PUNTO HARAPAN

NIS. 01788/T-I

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>TANDA PERSETUJUAN MAKALAH</b> .....	ii
<b>TANDA PENGESAHAN MAKALAH</b> .....	iii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	iv
<b>DAFTAR ISI</b> .....	vi
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	vii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
A. Latar Belakang .....	1
B. Identifikasi, Batasan dan Rumusan Masalah .....	6
C. Tujuan dan Manfaat Penelitian .....	10
D. Metode Penelitian .....	10
E. Waktu dan Tempat Penelitian .....	12
F. Sistematika Penulisan .....	12
<b>BAB II LANDASAN TEORI</b>	
A. Tinjauan Pustaka .....	14
B. Kerangka Pemikiran .....	29
<b>BAB III ANALISIS DAN PEMBAHASAN</b>	
A. Deskripsi Data .....	30
B. Analisis Data .....	34
C. Pemecahan Masalah .....	40
<b>BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
A. Kesimpulan .....	54
B. Saran .....	55
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	56
<b>LAMPIRAN</b>	
<b>DAFTAR ISTILAH</b>	

## **DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran 1. Ship Particular

Lampiran 2. Crew List



# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. LATAR BELAKANG

Pada masa sekarang umumnya kapal memakai motor diesel, baik untuk mesin penggerak utama maupun untuk mesin bantunya. Pada umumnya motor diesel menggunakan sistem pendingin air. Adapun sistem pendingin pada motor diesel, dilakukan dengan dua sistem, yaitu sistem pendinginan tertutup dan sistem pendinginan terbuka namun dikapal penulis menggunakan sistem pendingin tertutup. Hal ini bertujuan untuk mencegah terjadinya kerusakan pada bahan karena pemanasan berlebihan yang dapat mengakibatkan turunnya daya pada mesin itu. Tidak adanya perawatan terhadap sistem pendingin mesin induk dan pesawat bantu lainnya dapat berakibat fatal.

Dalam menunjang kelancaran pengoperasian, maka kondisi kapal harus selalu siap pakai. Dalam ruang pembakaran sebuah motor diesel terjadi suhu yang sangat tinggi yaitu  $700^{\circ}\text{C}$  -  $750^{\circ}\text{C}$ . Karena proses ini terjadi secara terus menerus di dalam *cylinder*. Dengan demikian pendinginan dibutuhkan untuk menyerap sebagian panas dalam pembakaran untuk mencegah terjadinya kelelahan bahan yang dapat mengakibatkan terjadinya perubahan bentuk pada mesin itu. Proses pendinginan yang tidak sempurna pada motor diesel dapat mengakibatkan fatal dan serius.

Saat bekerja di FUV. EXPRESS 93 penulis pernah mengalami suatu masalah yang disebabkan oleh sistem pendingin yang tidak normal. Pada tanggal 02 Maret 2021 saat kapal berlayar putaran mesin 1500 RPM tiba-tiba alarm mesin induk berbunyi. Masinis Jaga memeriksa secara visual pada Monitor informasi yang ada pada mesin induk tertulis; "*high tempt*" dan ada kedipan peringatan tertulis "*Reduce RPM*" artinya temperatur pada silinder terlalu panas dan harus dikurangi putaran saat ini (tindakan sementara). Mengetahui informasi yang di dapat dari monitor mesin induk tersebut, Masinis selanjutnya melakukan pemeriksaan secara manual melalui pengambilan temperatur dengan memakai *temperature scanner portable* dan diketahuilah bahwa temperatur sudah mencapai  $90^{\circ}\text{C}$ . Bila kita lihat buku harian

kapal temperatur normal mesin pada saat putaran penuh hanya 75°C sampai 80°C. Apabila keadaan ini tidak dilakukan tindakan maka temperatur akan bertambah tinggi secara bertahap dan dapat mengakibatkan mesin induk *blackout*. Bila kejadian seperti ini terjadi maka akan mempengaruhi efisiensi kegiatan pelayaran.

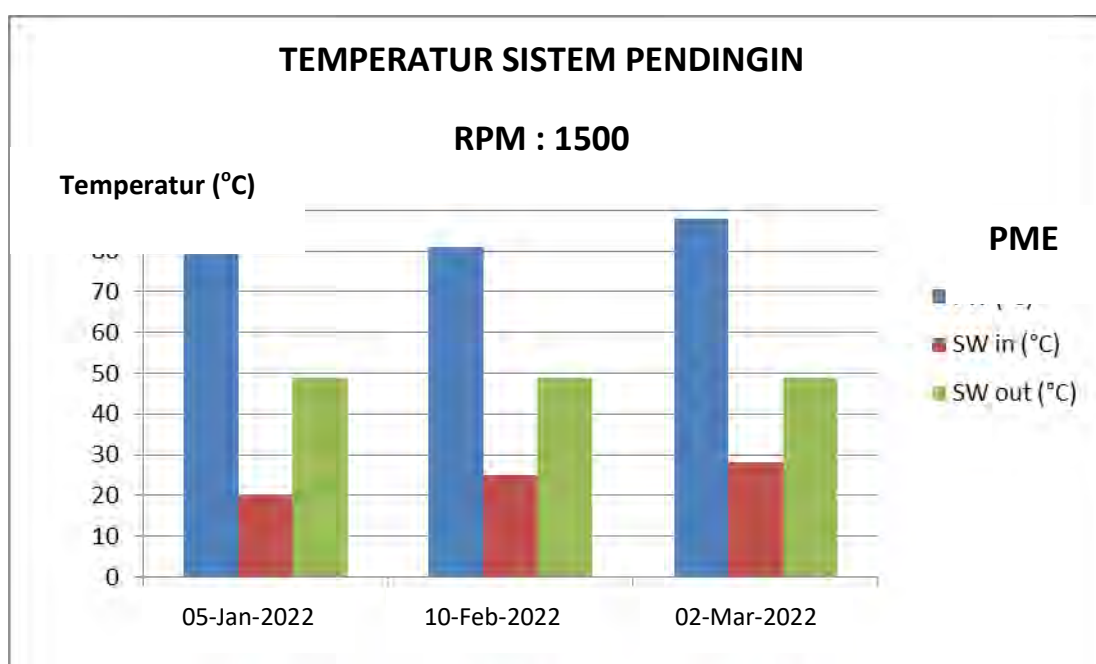
Berdasarkan uraian tersebut di atas, maka penulis tertarik untuk mengangkat judul :  
**“MENINGKATKAN PERFORMA POMPA DAN SISTEM PENDINGIN AIR UNTUK MENINGKATKAN KINERJA MOTOR INDUK DI FUV. EXPRESS 93”**

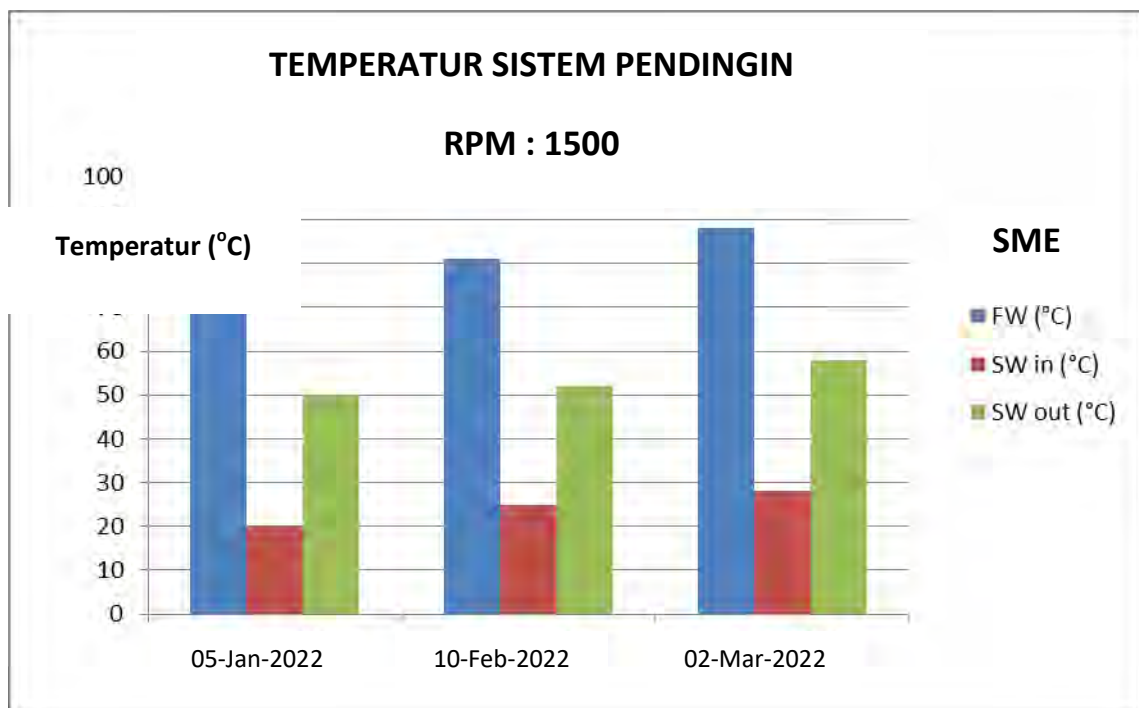
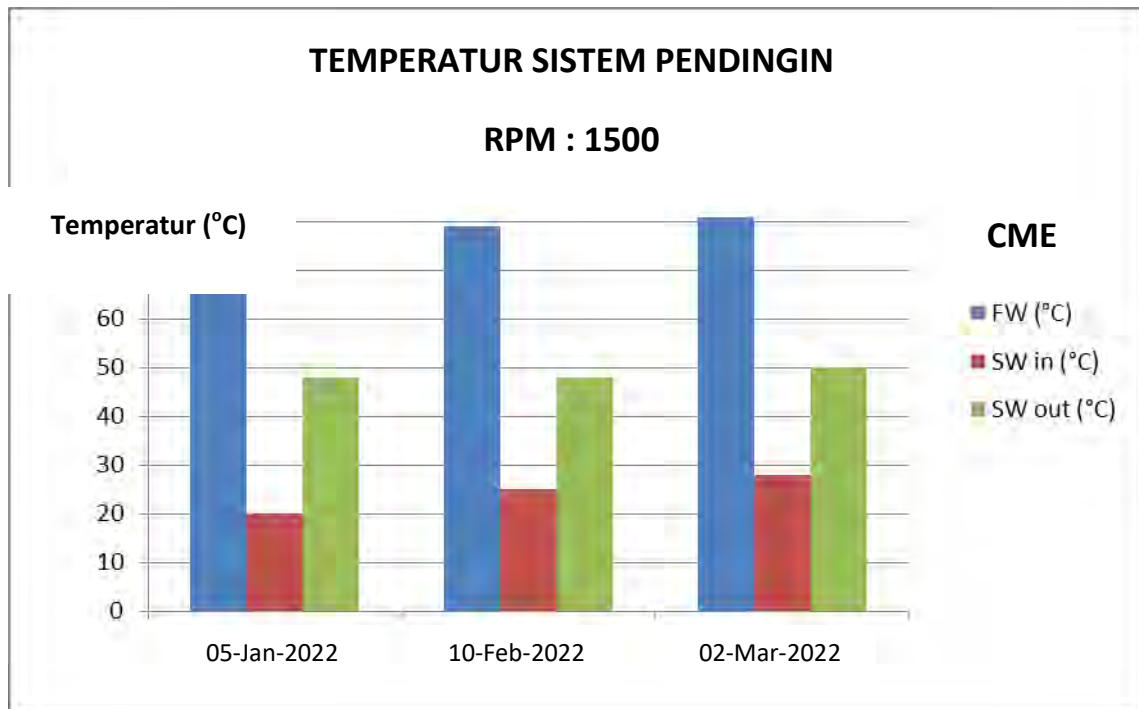
#### DATA TEMPERATUR SISTEM PENDINGIN

Vessel Name : FUV. EXPRESS 93

Date Reported : Januari, Februari, Maret 2022

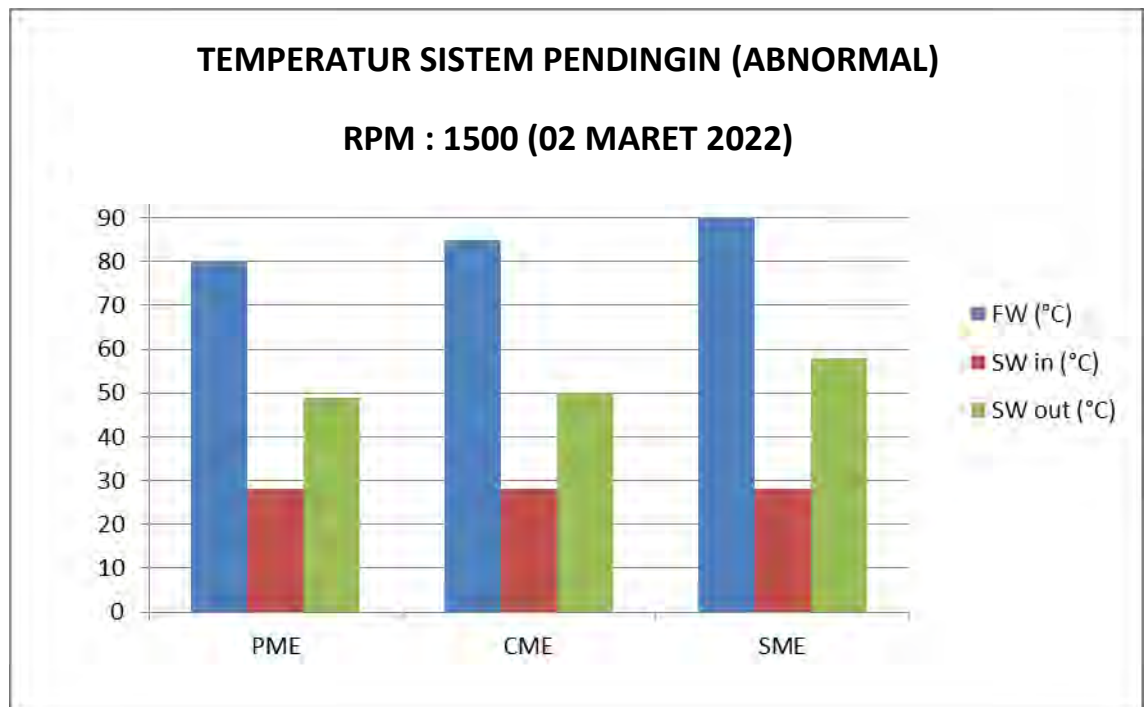
RPM 1500	Port Main Engine (PME)			Centre Main Engine (CME)			Starboard Main Engine (SME)		
	05 JAN	10 FEB	02 MAR	05 JAN	10 FEB	02 MAR	05 JAN	10 FEB	02 MAR
FW (°C)	80	80	80	80	79	81	81	83	88
SW in (°C)	20	25	28	20	25	28	20	25	28
SW out (°C)	49	49	49	48	48	50	50	52	58





DATA TEMPERATUR SISTEM PENDINGIN (ABNORMAL)

RPM 1500	02 MARET 2022		
	PME	CME	SME
FW (°C)	80	85	90
SW in (°C)	28	28	28
SW out (°C)	49	50	58



## ENGINE PERFORMANCE REPORT

Vessel : FUV. EXPRESS 93

Main Engine : 2 X CUMMINS KTA 38M2

Description	Unit	M/E			
		Normal	Up-normal		
			05 JAN 22	10 FEB 22	02 MAR 22
Engine Speed	Rpm	1500	1500	1500	1500
Turbocharger	Rpm	10000	10000	10000	10000
Charge Air Pressure	Mpa	1.5	1.5	1.5	1.5
Charge Air Bef.Cooler	° C	50	50	52	52
Charge Air Aft.Cooler	° C	36	50	45	45
Cyl. No 1	° C	380	400	380	380
Cyl. No 2	° C	380	450	450	450
Cyl. No 3	° C	350	440	450	430
Cyl. No 4	° C	350	450	430	430
Cyl. No 5	° C	380	400	380	380
Cyl. No 6	° C	380	370	380	380
Cyl. No 7	° C	350	360	350	350
Cyl. No 8	° C	370	400	370	370
Cyl. No 9	° C	370	370	380	370
Cyl. No 10	° C	350	350	350	350
Cyl. No 11	° C	390	400	420	390
Cyl. No 12	° C	380	380	370	380
Exh.Temp.After T/C	° C	500	480	500	500
Exh. Temp. Bef. T/C	° C	480	490	480	480
MGO Inlet Temp	° C	40	55	58	60
MGO Pressure	Mpa	1.2	1.2	1.2	1.2
L.O Pressure	Mpa	4.4	2.0	2.0	2.1
L.O Temperature	° C	67	80	85	70
S.W.C Pressure	Bar	2.0	1.5	1.5	1.5
S.W.C Temperature	° C	45	70	70	75
J.C.W Pressure	Bar	2.0	1.4	1.4	1.2
J.C.W Engine Inlet Temp	° C	75	92	93	90
Engine Load in ±	KW	551	550	550	551
Engine Load in ±	%	75	80	80	80

## B. IDENTIFIKASI, BATASAN DAN RUMUSAN MASALAH

### 1. Identifikasi Masalah

Sehubungan dengan fakta yang terjadi di lapangan sebagaimana dijelaskan pada latar belakang di atas, maka penulis sebagai *Second Engineer* mengidentifikasi masalah sebagai berikut:

- a. Pompa pendingin air laut tidak berfungsi dengan baik





- b. Sistem pendingin air tawar tidak bekerja maksimal



- c. Pipa air laut banyak tersumbat teritip



- d. *Inlet ke heat exchanger* banyak tersumbat oleh kerang





- e. Kebocoran pipa pendingin air laut



## **2. Batasan Masalah**

Oleh karena luasnya pembahasan mengenai permasalahan yang terjadi pada sistem pendingin air mesin induk, maka agar pembahasannya lebih fokus penulis akan membatasi pembahasan makalah ini hanya pada masalah yang menjadi prioritas, yaitu berkisar tentang :

- a. Pompa pendingin air laut tidak berfungsi dengan baik
- b. Sistem pendingin air tawar tidak bekerja maksimal

## **3. Rumusan Masalah**

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

- a. Mengapa pompa pendingin air laut tidak berfungsi dengan baik ?
- b. Mengapa sistem pendingin air tawar tidak bekerja maksimal ?

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

### **1. Tujuan Penelitian**

- a. Untuk menganalisis penyebab pompa pendingin air laut tidak berfungsi dengan baik dan mencari alternatif pemecahan masalahnya.
- b. Untuk menganalisis penyebab sistem pendingin air tawar tidak bekerja maksimal dan mencari solusi pemecahan yang tepat agar tidak terjadi masalah yang sama di kemudian hari.

### **2. Manfaat Penelitian**

#### **a. Aspek Teoritis**

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

#### **b. Aspek Praktis**

Memberikan sumbangan pemikiran kepada rekan-rekan seprofesi, agar bila mendapat masalah yang sama dapat digunakan sebagai acuan sebagai upaya pemecahannya, dalam mengatasi akibat yang ditimbulkan dari sistem pendingin.

## **D. METODE PENELITIAN**

Dalam pengumpulan data serta keterangan-keterangan yang diperlukan dapat menggunakan teknik pengumpulan data. Hal ini dimaksudkan untuk mengetahui teknik yang tepat yang digunakan dalam upaya memperoleh data secara benar dan akurat. Dalam menulis makalah ini penulis menggunakan metode penelitian sebagai berikut :

### **1. Metode Pendekatan**

Dalam penulisan makalah ini menggunakan metode pendekatan studi kasus yang dilakukan secara deskriptif kualitatif, yakni berdasarkan pengalaman yang penulis temui selama bekerja di atas FUV. EXPRESS 93 sebagai *Second Engineer*.

## **2. Teknik Pengumpulan Data**

Perolehan data didapat selama penulis bekerja di atas kapal, sehingga dapat diperoleh data yang lebih akurat. Untuk mendapatkan data yang diperlukan, penulis menggunakan beberapa teknik pengumpulan data sebagai berikut :

### **a. Teknik Observasi**

Dalam hal ini penulis melakukan pengamatan atau observasi secara langsung dan telah mengumpulkan data-data dan informasi atas fakta yang dijumpai di tempat objek penelitian pada saat bekerja di atas kapal FUV. EXPRESS 93.

### **b. Studi Dokumentasi**

Dokumentasi yaitu berupa data-data yang diperoleh dari dokumen-dokumen yang penulis dapatkan di atas kapal. Dokumen tersebut merupakan bukti nyata yang berhubungan dengan perawatan sistem pendingin mesin induk.

### **c. Studi Pustaka**

Untuk kelengkapan penulisan makalah ini, penulis menggunakan metode studi pustaka dalam mendukung karya tulis makalah. Metode dengan menggunakan studi perpustakaan adalah pengamatan melalui pengumpulan data dengan memanfaatkan tulisan-tulisan yang ada hubungannya dengan penulisan makalah ini, baik itu buku-buku perpustakaan dan buku-buku pelajaran serta buku instruksi dari kapal untuk melengkapi penulisan makalah ini.

## **3. Subyek Penelitian**

Yang menjadi subyek penelitian dalam makalah ini adalah sistem pendingin mesin induk di atas kapal FUV. EXPRESS 93.

## **4. Teknik Analisis Data**

Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis akar permasalahan.

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

### **1. Waktu Penelitian**

Penelitian dilakukan selama Penulis bekerja di atas kapal FUV. EXPRESS 93 sebagai *Second Engineer* dari tanggal 05 Januari 2022 sampai dengan 05 April 2022.

### **2. Tempat Penelitian**

Penelitian dilakukan di atas kapal FUV. EXPRESS 93 milik perusahaan Miclyn Exspress Offshore yang beroperasi di alur pelayaran Malaysia - Thailand.

## **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**

Pada bab ini dijelaskan tentang pendahuluan yang mengutarakan latar belakang, identifikasi masalah, batasan masalah, rumusan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, metode penelitian dan teknik pengumpulan data, waktu dan tempat penelitian serta sistematika penulisan.

### **BAB II LANDASAN TEORI**

Pada bab ini dijelaskan tentang 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 faktor yang telah diidentifikasi sebagai masalah yang penting.

### BAB III ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini dijelaskan tentang deskripsi data yang diambil dari lapangan berupa fakta-fakta yang terjadi selama penulis bekerja di atas kapal FUV. EXPRESS 93. 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

Pada bab ini dijelaskan tentang penutup yang mengemukakan kesimpulan dari perumusan masalah yang dibahas dan saran yang berasal dari evaluasi pemecahan masalah yang dibahas didalam penulisan makalah ini dan merupakan masukan untuk perbaikan yang akan dicapai.

# LANDASAN TEORI

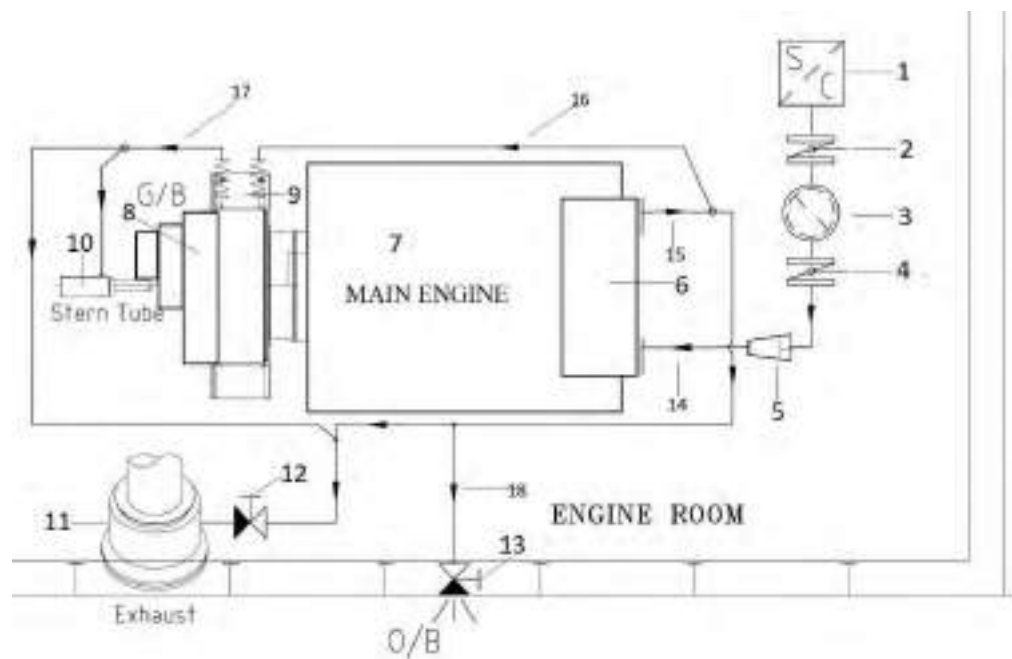
## A. TINJAUAN PUSTAKA

Dalam bab ini penulis memaparkan teori-teori dan istilah-istilah yang berhubungan dan mendukung dari pembahasan permasalahan yang akan dibahas lebih lanjut pada masalah ini yang bersumber dari referensi buku-buku pustaka yang terkait.

## 1. Sistem Pendingin

### a. Sistem Pendingin Di Atas Kapal

Sistem pendingin mesin induk di atas kapal FUV. EXPRESS 93 dapat dilihat pada gambar 2.1 di bawah ini:



Gambar 2.1 Flow Diagram, Cooling System

Keterangan Gambar 2.1:

1. Sea chest

Suatu perangkat yang berhubungan dengan air laut yang menempel pada sisi dalam dari pelat kulit kapal.

2. Butterfly valve inlet strainer

Kran air masuk ke saringan *sea chest*.

3. Sea chest strainer

Saringan yang berfungsi untuk menyaring kotoran yang masuk pada saat proses menghisap air laut, agar tidak masuk ke dalam jalur pompa.

4. Butterfly valve outlet strainer

Kran air keluar dari saringan *sea chest*.

5. Sea water pump

Pompa yang berfungsi untuk memompa air laut menuju ke *heat exchanger*.

6. Heat Exchanger

Suatu alat yang memungkinkan perpindahan panas dan bisa berfungsi sebagai pemanas maupun sebagai pendingin.

7. Main Engine

Mesin induk adalah tenaga penggerak utama yang berfungsi untuk merubah tenaga mekanik menjadi tenaga pendorong bagi propeller kapal.

8. Gear Box

Sebuah komponen yang berperan penting untuk sistem transmisi.

9. Gear Box L.O Cooler

Alat ini yang berfungsi mendinginkan minyak pelumas yang telah menyerap panas dari dalam *gear box* dengan menggunakan air laut.

10. Stern Tube

Tabung poros baling - baling ialah pipa yang dilalui oleh poros baling - baling.

11. Exhaust Mixer

Saluran gas buang yang dirancang untuk mencampur air pendingin dengan benar ke dalam gas buang mesin setelah manifold untuk melindungi saluran pipa gas buang dari suhu ekstra tinggi.

12. Overboard valve

Kran air pembuangan dari mesin induk dan gearbox ke exhaust mixer.

13. Overboard valve

Kran air pembuangan dari mesin induk keluar badan kapal.

14. Pipe line

Saluran air laut pendingin dari *sea water pump* ke *heat exchanger*.

15. Pipe line

Saluran air laut pendingin dari *heat exchanger*.

16. Pipe line

Saluran air laut pendingin ke pendingin minyak pelumas *gear box*.

17. Pipe line

Saluran air laut pendingin dari pendingin *gear box* ke *stern tube* dan *overboard valve*.

18. Pipe line

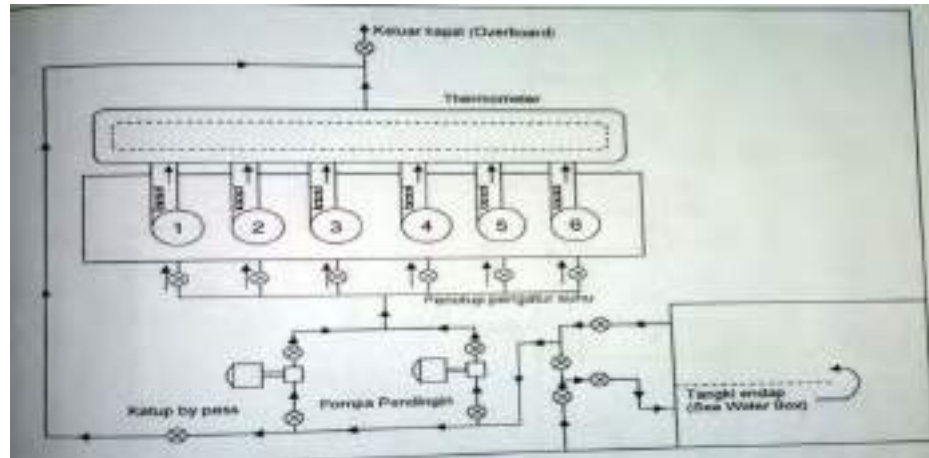
Saluran air laut pendingin dari *heat exchanger* ke *overboard valve*.

**b. Sistem Pendinginan Langsung (Terbuka)**

Menurut Jusak Johan Handoyo (2019:34) bahwa Sistem pendinginan langsung adalah sistem pendinginan yang menggunakan satu media pendingin saja yakni dengan media pendingin air laut. Proses pendinginannya dengan cara air laut diambil dari katup kingstone (sebuah katup kerucut) melalui filter dengan pompa air laut, kemudian air laut disirkulasikan ke seluruh bagian-bagian mesin yang membutuhkan pendinginan melalui pendingin minyak pelumas dan pendingin udara



untuk mendinginkan kepala silinder, dinding silinder dan katup pelepas gas kemudian air laut dibuang keluar kapal.



Gambar 2.2 Diagram sistem pendingin terbuka

Bila ditinjau dari segi konstruksi sistem pendinginan langsung mempunyai keuntungan yaitu lebih sederhana dan daya yang diperlukan untuk sirkulasi air lebih kecil dibandingkan dengan sistem pendinginan tidak langsung. Selain itu dapat menghemat pemakaian peralatan, karena pada sistem ini tidak memerlukan tangki air dan tidak memerlukan banyak pompa untuk mensirkulasikan air pendingin. Adapun kerugian dari sistem pendinginan langsung ini adalah pada instalasi perpipaannya mudah sekali terjadi pengerasan (karat) karena air laut ini bersifat korosif serta air pendingin sangat terpengaruh dengan temperatur air laut.

### c. Peralatan Penunjang Sistem Pendingin

Menurut Jusak Johan Handoyo (2019:38) beberapa komponen yang sering dipakai dalam sistem pendinginan langsung (pendinginan terbuka) diantaranya sebagai berikut:

#### 1) *Sea chest*, hubungan ke laut

Berdasarkan peraturan Biro Klasifikasi Indonesia (BKI) Vol.III sec.11.1 dinyatakan bahwa sekurang-kurangnya 2 *sea chest* harus ada. Bilamana mungkin *sea chest* diletakkan serendah mungkin pada masing-masing sisi kapal. 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.

2) Katup

Katup *sea chest* dipasang sedemikian hingga sehingga dapat dioperasikan dari atas pelat lantai (*floor plates*). Pipa tekan untuk sistem pendingin air laut dipasang suatu katup *shut off* pada *shell plating*.

3) *Strainer*

Sisi hisap pompa air laut dipasang *strainer*. *Strainer* tersebut dapat dibersihkan selama pompa tidak beroperasi. Bilamana air pendingin disedot oleh pompa yang dipasang dengan penyaringnya, maka pemasangan *strainer* dapat diabaikan.

4) Pompa pendingin air laut

Pompa air laut berfungsi untuk menghisap air laut dan menekan air kedalam sistem, selanjutnya disirkulasikan agar dapat melakukan pendinginan. Adapun pompa pendingin dikapal FUV. EXPRESS 93 menggunakan pompa pendingin air laut jenis sentrifugal, yang digerakkan motor listrik (*Electro Motor*), sehingga poros pompa akan berputar dengan arah yang sama.

5) Pipa air pendingin

Saluran air pendingin biasanya menggunakan pipa yang terbuat dari baja, dan bagian di dalamnya digalvanisasi. pipa ini dilalui air pendingin, dimana aliran dan kecepatan sesuai dengan luas penampang pipa untuk kebutuhan pendinginan.

6) Pendingin Minyak Lumas

Minyak pelumas adalah suatu media yang berfungsi untuk mendinginkan bagian-bagian mesin yang bergesekan dan bersirkulasi di dalam sistem pelumasan di dalam motor. Tempat pertukaran panas menggunakan jenis *honeycomb cooling pad* dan tabung (*shell and tube*) untuk pertukaran panas dengan air sebagai media pendingin dimana di dalamnya terdapat pipa-pipa tembaga yang dialiri air laut

sebagai media pendinginnya, sedangkan di sekeliling pipa-pipa mengalir minyak pelumas yang didinginkan.

7) Pendingin air tawar

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 honeycomb cooling plate*. Pada jenis ini air laut mengalir di dalam sela-sela plat yang akan menyerap panas pada air tawar pendingin, dimana prosesnya mengalir secara bersebrangan di dalam sekat plat tersebut.

8) 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.

9) 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.

10) Pengukur suhu

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

#### **d. Fungsi Sistem Pendingin Pada Mesin Induk**

Menurut Jusak Johan Handoyo (2019:67) bahwa fungsi air pendingin adalah untuk mendinginkan mesin agar kondisi mesin selalu optimal, dan dapat bekerja pada temperatur yang normal setelah motor dijalankan. Sistem pendinginan motor menggunakan prinsip pemindahan panas secara konduksi dari metal disekeliling *cylinder*, dari katup dan kepala silinder menuju cairan pendingin. Permukaan logam dengan cairan pendingin terjadi perpindahan panas secara konveksi dan didalam cairan pendingin terjadi sentuhan dan perpindahan panas, sehingga air menjadi panas dalam kantong-kantong air pendingin. Untuk mencapai temperatur yang aman dari komponen tersebut perlu sistem pendinginan yang dapat mengambil panas dari sekeliling ataupun dari dalam komponen itu. Fungsi air pendingin yaitu untuk menyerap panas yang terjadi pada motor akibat dari pembakaran bahan bakar didalam ruang pembakaran untuk menghasilkan tenaga pada mesin diesel.

## **2. Heat Exchanger**

### **a. Definisi Heat Exchanger**

*Heat exchanger* merupakan suatu sistem pemindah panas yang sering dipakai pada bidang industri. Sistem ini menggunakan *plate* yang permukaan-nya relatif luas untuk memindahkan panas, hal ini menjadikan *Plate heat exchanger* merupakan sistem heat transfer yang paling efisien dan efektif. (<https://sumantry.id>)

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

- 1) Frame berfungsi sebagai penyangga unit *plate heat exchanger*. Frame terletak di tepi unit *plate heat exchanger* yang mana akan mengapit susunan *plate* di dalamnya. Material frame biasanya adalah carbon steel yang dilapisi lapisan antikorosi. Untuk aplikasi yang ketat, misalnya pada proses pengolahan obat-obatan, dan pada industri susu atau minuman ringan, maka material stainless steel digunakan. Stainless steel dengan lapisan clad (tahan 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 menatah/membuat cekungan sehingga terbentuk pola yang bergelombang pada permukaannya. Pola yang bergelombang (*corrugated pattern*) ini menyebabkan jalur aliran yang berdekatan, berliku-liku, 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 *plate* yang dapat mempertahankan beda tekanan yang terjadi antar*plate* yang berdekatan.
- 3) *Seal* atau gasket pada *plate heat exchanger* berfungsi untuk mencegah aliran fluida agar tidak bocor/merembes keluar dari sistem dan tercampurnya fluida dalam sistem saat terjadi aliran (beroperasi). Dari semua komponen yang ada pada unit *plate heat exchanger*, *seal* atau gasket merupakan komponen yang paling sering diganti, karena setiap pembongkaran *plate heat exchanger* sebagian besar *seal* sudah tidak dapat digunakan lagi karena mengalami deformasi bentuk (gepeng). Material gasket harus memiliki ketahanan terhadap fluida yang kontak dan temperatur kerja *seal*, supaya dapat digunakan dalam periode waktu yang relatif lama.

#### **b. Cara Kerja *Heat Exchanger***

Alat penukar panas tipe *plate* ini tersusun atas susunan *plate* yang ditekan dimana *plate* mempunyai profil bergerigi dibagian tengahnya dan mempunyai lubang disetiap sudutnya. *Plate* mempunyai fungsi sebagai jalan mengalirnya fluida tetapi juga sebagai media perpindahan panas. Fluida akan masuk melalui lubang dari arah yang berlawanan. Fluida yang mengalir pada alat ini adalah air laut dan *water coolant*. Air laut akan mengalir dari arah bawah menuju ke atas kemudian *water coolant* akan mengalir dari arah atas menuju ke bawah. *Plate* disusun dengan pola yang berbeda disetiap barisnya. Dimana apabila *plate* nomer 1 disusun dengan

pola naik kemudian *plate* 2 akan disusun dengan pola turun dan begitu seterusnya. Fluida yang mengalir melalui *plate* hanya tinggal mengikuti pola yang terdapat pada *plate*. Pompa bertekanan berfungsi mengalirkan fluida masuk ke dalam *plate*.

### **3. Perawatan**

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

Menurut Jusak Johan Handoyo (2019:1) bahwa perawatan adalah sebuah pekerjaan yang dilakukan secara berurutan untuk menjaga atau memperbaiki fasilitas yang ada sehingga sesuai dengan standar fungsional dan kualitas.

Menurut M.S Sehwarat dan J. S Narang, (2020:11) bahwa perawatan adalah sebuah pekerjaan yang dilakukan secara berurutan untuk menjaga atau memperbaiki fasilitas yang ada sehingga sesuai dengan standar (sesuai dengan standar fungsional dan kualitas).

Dari definisi tersebut dapat disimpulkan bahwa kegiatan Perawatan dilakukan untuk merawat ataupun memperbaiki peralatan agar dapat melakukan kegiatan operasional dengan efektif dan efisien sesuai dengan yang diharapkan.

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

Menurut A Daryus (2020:35) menyatakan bahwa jenis-jenis perawatan sebagai berikut:

##### **1) Pemeliharaan pencegahan (*preventive maintenance*)**

Pemeliharaan pencegahan adalah pemeliharaan yang bertujuan untuk mencegah terjadinya kerusakan, atau cara pemeliharaan yang direncanakan untuk pencegahan.

##### **2) Pemeliharaan korektif (*corrective maintenance*)**

Pemeliharaan korektif adalah pekerjaan pemeliharaan yang dilakukan untuk memperbaiki dan meningkatkan kondisi fasilitas / peralatan sehingga mencapai standar yang dapat di terima. Dalam perbaikan dapat dilakukan peningkatan-peningkatan sedemikian rupa, seperti

melakukan perubahan atau modifikasi rancangan agar peralatan menjadi lebih baik.

3) Pemeliharaan berjalan (*running maintenance*)

Pemeliharaan berjalan dilakukan ketika fasilitas atau peralatan dalam keadaan bekerja. Pemeliharaan berjalan diterapkan pada peralatan-peralatan yang harus beroperasi terus dalam melayani proses produksi.

4) Pemeliharaan prediktif (*predictive maintenance*)

Pemeliharaan prediktif ini dilakukan untuk mengetahui terjadinya perubahan atau kelainan dalam kondisi fisik maupun fungsi dari system peralatan. Biasanya pemeliharaan prediktif dilakukan dengan bantuan panca indra atau alat-alat monitor yang canggih.

5) Pemeliharaan setelah terjadi kerusakan (*breakdown maintenance*)

Pekerjaan pemeliharaan ini dilakukan ketika terjadinya kerusakan pada peralatan dan untuk memperbaikinya harus disiapkan suku cadang, alat - alat dan tenaga kerjanya.

6) Perbaikan Darurat (*emergency maintenance*)

Perbaikan darurat adalah pekerjaan pemeliharaan yang harus segera dilakukan karena terjadi kerusakan yang tidak terduga.

7) Pemeliharaan berhenti (*shutdown maintenance*)

Pemeliharaan berhenti adalah pemeliharaan yang hanya dilakukan selama mesin tersebut berhenti beroperasi.

8) Pemeliharaan rutin (*routine maintenance*)

Pemeliharaan rutin adalah pemeliharaan yang dilaksanakan secara rutin atau terus-menerus.

**c. Perawatan Terencana / *Planned Maintenance System (PMS)***

Menurut Jusak Johan Handoyo (2019:1) bahwa perawatan terencana (PMS) adalah sistem perawatan yang dilakukan secara terencana untuk perawatan pesawat-pesawat permesinan dan peralatan lainnya di kapal secara terencana dan berkesinambungan, menurut petunjuk maker masing-masing agar dapat menghindari terjadinya kerusakan (*breakdown*) yang

dapat menghambat kelancaran operasional kapal.

- 1) Yang dimaksud dengan perawatan terencana / *Planned Maintenance System (PMS)* seperti :
  - b) Perawatan setiap hari (*daily maintenance*)
  - c) Perawatan setiap minggu (*weekly maintenance*)
  - d) Perawatan setiap bulan (*monthly maintenance*)
  - e) Perawatan setiap 6 bulan (*semi annual maintenance*)
  - f) Perawatan tahunan/*dock* (*annually maintenance*)
- 2) Keuntungan perawatan terencana yang dilaksanakan dengan baik dan benar, antara lain :
  - a) Memperpanjang waktu kerja (*lifetime*) unit pesawat penggerak utama atau mesin induk dan pesawat bantu seperti pompa pendingin air laut.
  - b) Kondisi material pada pesawat penggerak utama atau mesin induk dapat dipantau setiap saat oleh setiap pengawas atau personil di darat, hanya dengan melihat laporan administrasi perawatan.
  - c) Dengan tersedianya suku cadang yang cukup, maka pada saat ada perawatan dan perbaikan tidak kehilangan waktu operasional (*downtime*).
  - d) Operasi kapal lancar dengan memberikan rasa aman dan tenang pikiran, kepada semua personil kapal dan manajemen darat bahwa mesin induk dan permesinan lainnya 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, paling sedikit ada penghematan biaya.
- 3) Untuk memudahkan pelaksanaan perawatan, maka kegiatan perawatan yang dilakukan sebaiknya berdasarkan:
  - a) Sistem perintah kerja atau *work order system* merupakan kegiatan Perawatan yang dilaksanakan berdasarkan pesanan dari



kepala kerja pada bagian mesin. *Work order* atau perintah kerja memuat tentang:

- (1) Apa yang harus dikerjakan.
  - (2) Siapa yang mengerjakan dan bertanggung jawab.
  - (3) Alat-alat yang dibutuhkan serta macamnya.
  - (4) Suku cadang yang dibutuhkan.
  - (5) Waktu yang dibutuhkan untuk mengerjakan pekerjaan perawatan tersebut dan kapan waktu penyelesaiannya.
- b) *Checklist system* merupakan daftar atau *schedule* yang telah dibuat untuk melakukan kegiatan perawatan dengan cara pemeriksaan terhadap setiap mesin secara berkala.
- c) Rencana kerja bulanan (*monthly maintenance*) atau 3 bulanan (*quarterly maintenance*), yaitu kegiatan maintenance yang dilaksanakan berdasarkan pengalaman atau berdasarkan catatan sejarah mesin, misalnya kapan suatu mesin harus dirawat atau diperbaiki.

#### **4. Mesin Induk**

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

Mesin induk di atas FUV. EXPRESS 93 yaitu menggunakan mesin diesel. Menurut Jusak Johan Handoyo, (2019:34), dalam buku Mesin Diesel Pengerak Utama Kapal menyatakan bahwa Mesin diesel adalah satu pesawat yang mengubah energi potensial panas langsung menjadi energi 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.

**b. Cara kerja Mesin Induk 4 Tak**

Menurut Jusak Johan Handoyo (2019:47) dalam bukunya yang berjudul Mesin Diesel Penggerak Utama Kapal, cara kerja mesin induk 4 tak dapat diuraikan sebagai berikut:

- 1) Langkah hisap

Pada langkah hisap, udara dimasukkan ke dalam silinder. Torak (*piston*) membentuk kevakuman didalam silinder seperti pada motor bensin. Torak bergerak dari TMA ke TMB dan langkah ini hanya katup hisap yang terbuka dan memungkinkan udara masuk ke dalam silinder dan katup tertutup selama langkah hisap ini.

- 2) Langkah kompresi

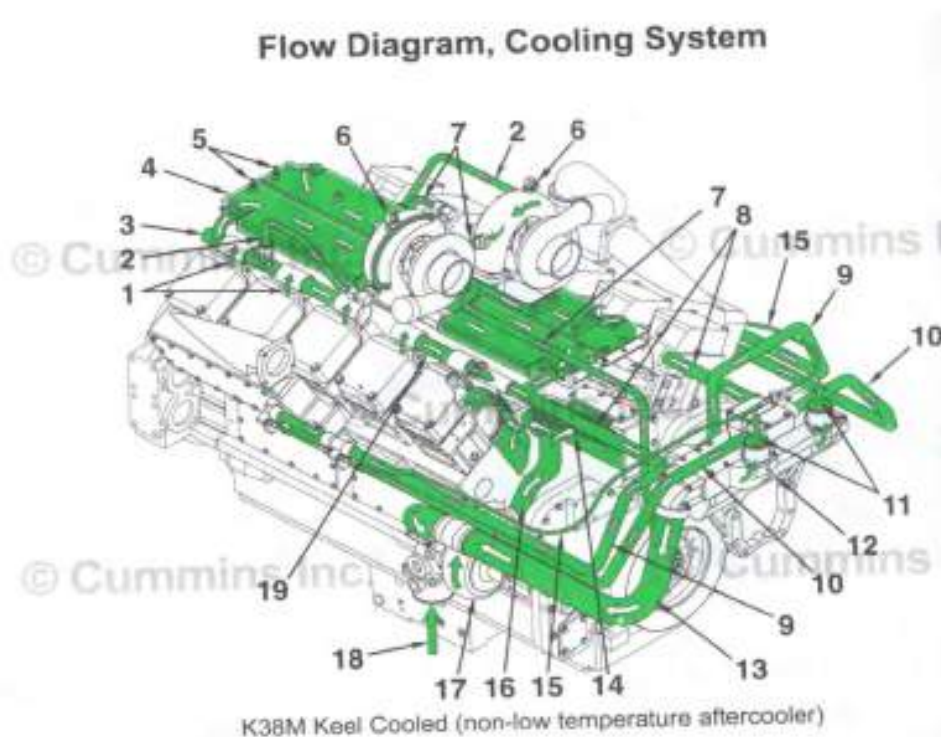
Pada langkah kompresi, torak (*piston*) bergerak dari titik mati bawah menuju titik mati atas dan pada saat langkah kompresi ini kedua katup dalam keadaan tertutup. Udara yang dihisap selama langkah hisap ditekan sampai tekanannya naik dengan temperatur sekitar 600°C sampai 800 °C.

- 3) Langkah pembakaran

Pada langkah pembakaran, udara yang terdapat di dalam silinder didorong oleh torak (*piston*) ke dalam ruang bakar yang terdapat di bagian atas masing-masing silinder, pada saat akhir langkah pembakaran *nozzle* menyembrotkan bahan bakar dan kemudian campuran bahan bakar dan udara selanjutnya terbakar oleh panas yang dibangkitkan oleh tekanan energi pembakaran mengekskspansikan gas dengan sangat cepat dan torak (*piston*) terdorong ke bawah. Gaya yang mendorong torak (*piston*) ke bawah diteruskan ke batang torak (*connecting road*) kemudian diteruskan ke poros engkol (*crankshaft*) dan mengubah dari gerak translasi lurus bolak-balik menjadi gerak putar (*rotasi*) untuk memberi tenaga pada mesin.

#### 4) Langkah buang

Pada langkah buang, torak (*piston*) dari titik mati bawah menuju titik mati atas. Pada langkah buang ini hanya katup buang yang terbuka dan gas pembakaran dikeluarkan melalui katup buang. Gas akan terbangun habis pada saat torak (*piston*) mencapai titik mati atas, setelah proses langkah buang dimulai langkah hisap, begitu seterusnya. Proses ini terjadi berulang-ulang. Selama mesin menyelesaikan empat langkah (langkah hisap, kompresi, pembakaran, buang) poros engkol (*crank shaft*) berputar dua kali dan menghasilkan satu kali pembakaran (tenaga), atau juga disebut motor diesel empat langkah.



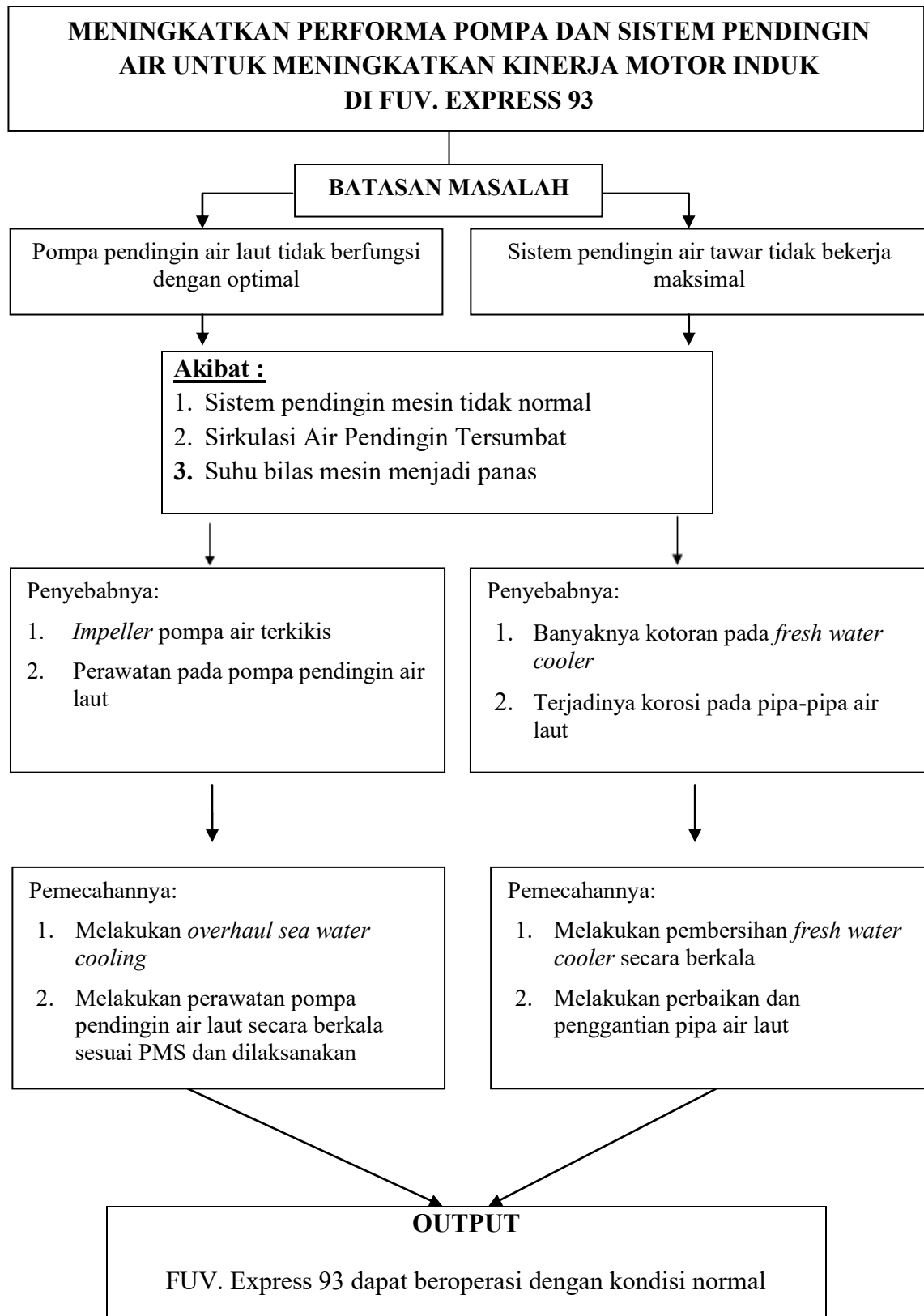
Gambar 2.3 Diagram Sistem Pendingin Cummins KTA38M

Keterangan Gambar 2.3 :

1. Coolant flow from block
2. Turbocharger coolant supply
3. Rear transfer tube

4. Heat shield
5. Heat shield vent
6. Turbocharger vent to expansion tank
7. Turbocharger coolant return to bypass
8. Coolant return to thermostat housing
9. Aftercooler coolant return
10. Aftercooler coolant supply
11. Coolant outlet to keel cooler
12. Thermostat housing
13. Coolant bypass to coolant pump
14. Lubricating oil cooler
15. Aftercooler vent line
16. Coolant supply to block
17. Coolant pump
18. Coolant inlet from keel cooler
19. Front transfer tube.

## B. KERANGKA MAKALAH



## **BAB III**

### **ANALISIS DAN PEMBAHASAN**

#### **A. DESKRIPSI DATA**

Objek penelitian pada makalah ini yaitu FUV. EXPRESS 93 dengan data sebagai berikut :

<i>Type of Vessel</i>	: Fast Utility Vessel/ Crewboat
<i>Flag</i>	: Malaysia
<i>Year Built</i>	: 2015
<i>Length Overall</i>	: 40.00 m
<i>Length BP</i>	: 36.51 m
<i>Breadth Mulded</i>	: 7.60 m
<i>Draft (max)</i>	: 1.90 m
<i>GRT/NRT</i>	: 272.00 T / 81.00 T
<i>Deadweight</i>	: 1277.31 T
<i>Economic Speed</i>	: 25 Knots @ 16 T/24 hrs @ 35 DWT
<i>Main Engine</i>	: 2 x Cummins KTA38M2 & 1 x KTA50M2 (IMO Tier II), 2 x 1350 BHP & 1 x 1800 BHP @ 1900 RPM, Total 4500 BHP
<i>Sea Water Pump</i>	: Merk L/C, Western Union, T/T, marine Engine Sea Water Pump. Type 33993018 KTA38. Flow 75 m <sup>3</sup> /h, Power 20 kW @ 2900 RPM

Fakta-fakta yang penulis temui selama bekerja di atas FUV. EXPRESS 93 sebagai

*Second Engineer* sejak 05 Januari 2022 sampai dengan 02 Maret 2022, khususnya yang berhubungan dengan sistem pendingin diantaranya sebagai berikut:

### **1. Pompa pendingin Air Laut Tidak Berfungsi Dengan Baik**

Pada 02 Maret 2022 terjadi gangguan pada pompa pendingin air laut (*sea water cooling pump*), dimana tiba-tiba tekanan pompa air laut pendingin yang masuk ke *cooler* turun di bawah tekanan  $0.8 \text{ kg/cm}^2$  dari batas normalnya  $1,0 \text{ kg/cm}^2$  sampai  $2,0 \text{ kg/cm}^2$ .

Untuk mengatasi masalah tersebut maka masinis jaga melakukan pemeriksaan pada saringan air laut yaitu saringan hisap sebelum pompa air laut, ternyata ditemukan banyak kotoran didalam saringan air laut tersebut sehingga dilakukan pembersihan saringan. Hal ini sering terjadi karena daerah operasi kapal yang dangkal sehingga saringan induk air laut atau *sea chest* cepat kotor sehingga banyak kotoran dan lumpur yang terisap oleh pompa. Kotoran dan lumpur tersebut menutupi sudu sudu *impeller* dan sebagian masuk ke pipa pipa pendingin dan *fresh water cooler* sehingga penyerapan panas berkurang.

Pompa air laut di atas kapal FUV. EXPRESS 93 ada 3 (tiga) buah yaitu *main engine sea water cooling pump* untuk tiap-tiap mesin induk, pompa air laut *general service pump (G.S Pump)*. Faktor ketidakseimbangan dari kedua sistem pendingin air laut dan air tawar pada saat penyerapan panas oleh mesin penggerak utama, akan mengakibatkan peningkatan temperatur pada sistem pendinginan.



Gambar 3.1 Pompa Pendingin Air Laut

## 2. Sistem Pendingin Air Tawar Tidak Bekerja Maksimal

Pada tanggal 02 Maret 2022 saat kapal sedang dalam pelayaran tiba-tiba alarm *cooling water high temperature* berbunyi. Temperatur sistem pendingin naik hingga mencapai  $90^{\circ}\text{C}$ , normalnya  $80^{\circ}\text{C}$ . Masinis Jaga memeriksa secara visual pada *VMS Monitor* yang berada di *engine control room* bahwa telah terjadi *high temperature* atau *overheating*. Dan juga memeriksa pada *thermometer* yang ada pada mesin artinya temperatur air pendingin pada silinder terlalu panas dan harus dikurangi putaran saat ini (tindakan sementara). Kemudian putaran mesin induk dikurangi dari 1600 rpm menjadi 1200 rpm.

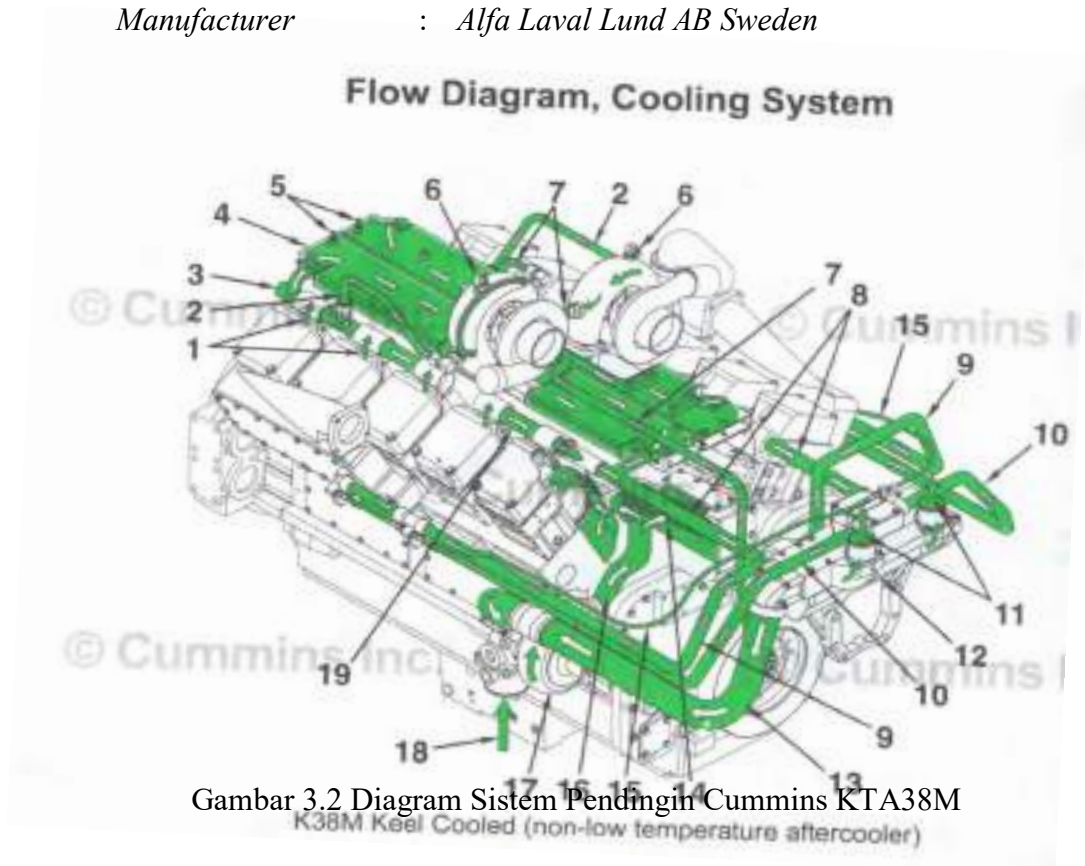
Kemudian dilakukan pemeriksaan secara manual melalui pengambilan temperatur dengan memakai *temperature scanner portable* untuk memastikan bahwa sensor untuk yang ada pada mesin induk berfungsi dengan baik dan diketahuilah bahwa temperatur sudah mencapai  $90^{\circ}\text{C}$ . Bila kita lihat buku harian kapal temperatur normal mesin pada saat putaran penuh hanya  $80^{\circ}\text{C}$ . Apabila keadaan ini tidak dilakukan tindakan maka temperatur akan bertambah tinggi secara bertahap dan akan mengakibatkan berhentinya Mesin Iduk secara



*automatic*. Apabila kejadian seperti ini terjadi maka akan mempengaruhi efisiensi kegiatan pekerjaan di Malaysia (Tok Bali), dimana terjadi keterlambatan operasional sampai beberapa jam. Hal ini mengakibatkan pihak kantor / perusahaan mendapatkan teguran dari pihak pencharter.

Di bawah ini penulis juga menambahkan data-data daripada *fresh water cooler* sesuai yang ada pada *name plate* sebagai berikut:

<i>Type</i>	: M10 - MFM
<i>Serial Number</i>	: 30105 - 46729
<i>Fluid Grup</i>	: 2
<i>Volume</i>	: 10,5 Ltrs
<i>Design Pressure</i>	: 0 - 8.0 bar
<i>Design Temperature</i>	: 0 - 95 °C
<i>Test Pressure</i>	: 12,0 bar
<i>Year</i>	: 2007
<i>Manufacturer</i>	: Alfa Laval Lund AB Sweden



Gambar 3.2 Diagram Sistem Pendingin Cummins KTA38M

Keterangan Gambar 3.2 :

- |                                   |                            |
|-----------------------------------|----------------------------|
| 1. Coolant flow from block        | 13. Coolant bypass to      |
| 2. Turbocharger coolant supply    | coolant pump               |
| 3. Rear transfer tube             | 14. Lubricating oil cooler |
| 4. Heat shield                    | 15. Aftercooler vent line  |
| 5. Heat shield vent               | 16. Coolant supply         |
| 6. Turbocharger vent to expansion | to block                   |
| tank                              | 17. Coolant pump           |
| 7. Turbocharger coolant return to | 18. Coolant inlet from     |
| bypass                            | keel cooler                |
| 8. Coolant return to thermostat   | 19. Front transfer tube.   |
| housing                           |                            |
| 9. Aftercooler coolant            |                            |
| return                            |                            |
| 10. Aftercooler coolant           |                            |
| supply                            |                            |
| 11. Coolant outlet to keel        |                            |
| cooler                            |                            |
| 12. Thermostat housing            |                            |

## B. ANALISIS DATA

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

### 1. Pompa Pendingin Air Laut Tidak Berfungsi Dengan Baik

Hal ini disebabkan oleh :

#### a. *Impeller* Pompa Air Laut Terkikis Permukaan Bagian Atas luar

Banyak faktor yang menyebabkan kinerja pompa pendingin air laut tidak optimal, seperti terjadinya kerusakan pada *impeller* sebagaimana kejadian di atas dan akan dijelaskan pada poin kedua. Kerusakan yang terjadi pada pompa pendingin air laut pada umumnya disebabkan kurangnya perawatan pada pompa tersebut. Perawatan terencana terhadap pompa pendingin air laut tersebut kurang diperhatikan / tidak dilaksanakan sesuai *Planned Maintenance System* (PMS) karena jadwal operasional kapal yang sangat

padat. Dengan tidak dilakukannya perawatan secara berkala maka kinerja pompa pendingin air laut menurun.

*Impeller* adalah salah satu bagian pompa yang berputar dan berfungsi mengalirkan air laut dalam sistem, dimana sistem pendingin dialirkan ke mesin induk dengan tekanan yang dihasilkan dari pompa melalui *impeller*. Kerusakan pada *impeller* dapat mengganggu kurangnya tekanan pada sistem pendingin, kerusakan pada *impeller* sering terjadi adanya keretakan pada kedudukan *impeller* hingga patah. Kebanyakan kerusakan tersebut diakibatkan dari getaran (*Vibration*) dan tidak seimbangya putaran *impeller* pada pompa atau jam kerja pompa sudah melampaui batas yang ditentukan.

Penulis pernah mengalami pada saat pompa dijalankan terdapat bunyi dan putaran yang tidak normal, setelah dicek ternyata sumber dari suara dan getaran tersebut adalah diakibatkan *impeller* terkikis karna gesekan dengan housing *impeller*. Akibat dari kerja *impeller* pada pompa yang dapat mengakibatkan getaran pada pompa sehingga mengakibatkan bagian dari pompa menjadi ikut terpengaruh oleh getaran tersebut, sehingga pompa tidak dapat bekerja secara optimal dan menyebabkan tekanan dari pompa menurun.

Zat cair yang telah masuk kedalam ruang *impeller* akan ditekan keluar oleh pompa dengan tenaga penggerak motor listrik disini zat cair akan ditekan keluar oleh *impeller* akibat gaya sentrifugal dengan dihubungkan satu poros dengan motor listrik melalui saluran keluar yang berbentuk *konis*. Permulaan dari rumah keong adalah bagian yang sempit, kemudian melebar semakin jauh semakin lebar dan akhirnya keluar dari bagian ini adalah bagian yang paling lebar dan cairan itu akan bergerak dan menuju kearah keluar menuju *cooler*.

Pada *impeller* dan kopling yang tidak seimbang (*Balance*) atau salah satu titik pada bagian yang berputar memiliki berat yang tidak seimbang, sehingga pada waktu berputar mengakibatkan putaran mengalami perubahan gaya disalah satu titik putaran, yang lama kelamaan akan merusak *bearing* tersebut.



Gambar 3.3 Impeller pompa rusak

**b. Kurangnya Pengecekan Pada Pompa Pendingin Air Laut**

Banyak faktor yang menyebabkan kinerja pompa pendingin air laut tidak optimal, seperti terjadinya kerusakan pada *impeller* sebagaimana kejadian di atas dan akan dijelaskan pada poin kedua yaitu kerusakan *bearing*. Adapun faktor-faktor menyebabkan kerusakan *bearing* pada pompa pendingin air laut, yaitu :

2. Poros yang tidak lurus

Dimana kedudukan poros pompa tidak lurus dan mengakibatkan getaran yang sangat tinggi (*Vibration*), pemasangan yang tidak lurus tersebut akan menimbulkan getaran pada saat berputar yang dapat merusak *bearing*. Kemiringan dalam pemasangan *bearing* tidak menumpu poros dengan baik, mengakibatkan timbulnya getaran yang akan merusak *bearing* tersebut.

3. Kurangnya pelumasan pada *bearing*

*Bearing* yang berputar harus mendapatkan pelumasan untuk memperkecil gesekan, karena kebocoran pelumasan dari *seal bearing* menyebabkan pelumas atau *stemplet* (*Grease*) terbuang yang mengakibatkan *bearing* kurang atau tidak adanya pelumasan. Dan kebocoran pada *seal* tersebut juga menyebabkan terkontaminasinya

minyak lumas oleh air laut bilamana *mechanic seal* bocor, hal tersebut dapat merusak *bearing* dengan cepat.

Kerusakan yang terjadi pada pompa pendingin air laut pada umumnya disebabkan kurangnya perawatan pada pompa tersebut. Perawatan terencana terhadap pompa pendingin air laut tersebut kurang diperhatikan / tidak dilaksanakan sesuai *Planned Maintenance System (PMS)* dikarenakan :

- a) Jadwal operasional kapal yang sangat padat. Dengan tidak dilakukannya perawatan secara berkala maka kinerja pompa pendingin air laut menurun.
- b) Tidak tersedianya suku cadang yang dibutuhkan di atas kapal, seperti suku cadang *impeller*, *bearing*, *mechanical seal* dan suku cadang pompa lainnya.

## **2. Sistem Pendingin Air Tawar Tidak Bekerja Maksimal**

Hal ini disebabkan oleh :

### **a. Banyaknya Kotoran pada *Fresh Water Cooler***

*Fresh water cooler* merupakan suatu pesawat yang berfungsi menurunkan suhu tanpa merubah *fase* dari yang didinginkan, misalnya jika yang masuk *fase* air laut maka yang keluar *fase* air laut, yang mana gunanya untuk menyerap panas yang terkandung di dalam air pendingin yang keluar dari mesin induk dan masuk mesin induk. Apabila di dalam *cooler* terdapat kotoran seperti adanya kerak yang di akibatkan oleh air laut, atau kotoran yang menyumbat saluran, maka akan mengakibatkan penyerapan panas terhadap air tawar akan berkurang sehingga temperatur air tawar yang keluar dari *cooler* tersebut tetap tinggi. Maka hal ini menyebabkan proses pendinginan tidak optimal.



Gambar 3.4 Plate Cooler yang belum dibersihkan

*Fresh water cooler* merupakan bagian yang penting dalam hal untuk pendinginan air tawar pendingin karena sesuai dengan fungsinya yaitu menurunkan suhu. 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 sebagai pengatur pendingin air bila mana terjadi gangguan pada bekerjanya *cooler* untuk menjaga sistem pendingin mesin induk.

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 terhambatnya aliran pendingin yang masuk, sehingga mengakibatkan tidak maksimalnya sirkulasi pendingin.

#### **b. Terjadinya Korosi pada Pipa-Pipa Air Laut**

Pada pipa-pipa air laut selain memiliki kelemahan-kelemahan oleh karena bawaan material pipa itu sendiri yang menyebabkan pipa bocor adalah terjadinya proses korosi pada pipa.

Pada analisa ini secara garis besarnya atau umum yang dikenal mengenai

korosi yaitu dimana terjadi peristiwa kerusakan 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 pendingin 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 isapan 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 isap pompa. Ini terjadi 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.



Gambar 3.5 Pipa pendingin yang korosi

### C. PEMECAHAN MASALAH

Berdasarkan analisis data di atas, penulis dapat menemukan pemecahan dari masing-masing masalah yang terjadi sebagai berikut :

#### 1. Alternatif Pemecahan Masalah

##### a. Pompa Pendingin Air Laut Tidak Berfungsi Dengan Baik

Alternatif pemecahan masalahnya sbb :

##### 1) Melakukan *Overhaul* Pompa Pendingin Air Laut

Di atas kapal terdapat pompa sirkulasi air tawar yaitu pompa sirkulasi air tawar yang dihubungkan dengan mesin induk (*attached pump*), *auxiliary LT cooling pump* dan *sea water cooling pump*. Dan untuk *Sea water cooling pump* ada 2 (dua) buah dengan kapasitas sama dimana pompa satunya dijadikan *stand by pump*, yang bertujuan jika



pompa yang sedang beroperasi mengalami masalah maka pompa yang *stand by* siap digunakan sewaktu waktu.

Pompa ini dihubungkan dengan mesin induk dengan perantara roda gigi, sedangkan untuk *Auxiliary LT cooling pump* dan *Sea water cooling pump* digerakkan oleh *elektro motor* dengan menggunakan kopling dari poros motor dan poros pompa. Mulut isap dan mulut pompa membentuk satu bagian belahan rumah siput. Pergantian poros dan *impeller* akan diganti dengan sebuah poros dan *impeller* cadangan sangat mudah dengan melepas alat-alatnya. Pada waktu mensirkulasikan airnya pompa harus pada tekanan normal. Tekanan yang ada adalah  $0,8 \text{ kg/cm}^2$ , Tekanan pompa yang normal adalah berkisar  $1,0 - 2,0 \text{ kg/cm}^2$  berdasarkan *manual book*. Oleh karena itu perlu dilakukan perawatan dan perbaikan sebagai berikut :

a) Penggantian *bearing*

*Bearing* ini mempunyai peranan, karena jika *bearing* ini rusak, cepat diganti dengan yang baru, karena dapat merusak pompa serta motornya juga *impeller* gerakannya tidak stabil sehingga mengakibatkan *impeller* bergesek dengan rumah pompanya. Pada *bearing* ada sistem tertutup yang artinya sudah ada *grease* di dalamnya, sehingga tidak perlu diberi *grease* setiap bulannya.

Untuk pengecekan terhadap bahan material *bearing* bisa dilihat dari bentuk *bearing* dan bisa dicek visual dengan cara memutar *bearing* pada *shaft*, apabila masih dalam keadaan bagus, maka *bearing* tersebut akan berputar dengan halus.

Setelah dilakukan pemeriksaan pada *bearing* tidak ditemukan kerusakan, sehingga hanya dibersihkan dan pasang kembali.



Gambar 3.6 Bearing pompa baru

b) Pengecekan terhadap bahan material dari *bearing*

Untuk pengecekan terhadap bahan material *bearing* bisa dilihat dari bentuk *bearing* dan bisa dicek *visual* dengan cara memutar *bearing* pada *shaft*, apabila masih dalam keadaan bagus, maka *bearing* tersebut akan berputar dengan halus, dan untuk *mechanical seal* bisa dicek dari bentuk pegas (*spring*) masih bekerja atau tidak, untuk permukaan karbon yang selalu bergesekan juga dicek ada atau tidaknya karbon yang tidak rata begitu pula dengan karet *sealnya* masih elastis atau tidak.

Setelah dilakukan pemeriksaan pada material *bearing*, sesuai standar (*genuine part*).

c) Pengecekan *impeller*

*Impeller* yang sudah terkikis karena sudah melebihi jam kerja dapat menyebabkan kinerja pompa air laut tidak maksimal, oleh karena itu perlu dilakukan penggantian dengan suku cadang yang baru. Jika tekanan airnya pada sisi tekan di bawah tekanan 0,8 bar maka mesin akan terjadi suhu yang berlebihan, sehingga mesin harus diturunkan putarannya ataupun dengan menghidupkan *stand by pump*, perhatikan tekanan pada *manometer*, apabila rendah maka cepat-cepat harus diatasi karena dapat berakibat fatal

pada mesin.

Apabila hasil pada saluran tekan di bawah normal, dapat dilakukan dengan memeriksa *impeller*, yaitu dengan membuka rumah siputnya pada bagian depannya saja, dengan membuka baut-bautnya. Setelah itu diamati lubang-lubang *impeller*-nya, kemudian sogok dengan memakai kawat, agar batangan-batangan kotoran dapat keluar. Perhatikan juga pada *impellernya* itu sendiri, berputar harus *center* dan apabila berputarnya tidak normal, maka poros *pen* sebagai penyebabnya. Apabila mengalami kejadian diatas perlu untuk penggantian yang baru.



Gambar 3.7 Impeller pompa baru

Pengecekan *impeller* secara visual biasanya dilihat dari bentuk *impeller* apabila *impeller body* terkikis, maka putaran *impeller* tidak seimbang, putaran yang tidak seimbang akan berpengaruh terhadap putaran *bearing* dan poros, *impeller* yang seperti ini sudah tidak dapat dipakai lagi dan harus diganti dengan yang baru.

Setelah diketahui kondisi *impeller* maka dilakukan penggantian dengan *impeller* yang baru.

d) Penggantian *mechanical seal*

*Mechanical seal* yang aus atau rusak harus diganti dengan suku cadang yang baru dan berkualitas agar tidak bocor kembali. Karna yang sering dijumpai di atas kapal adalah kebocoran pada

*mechanical seal*. Dalam penggantian *bearing* dan *mechanical seal*, lepaskan baut pada *flange* yang mengikat pompa dengan pipa-pipa kemudian lepaskan juga baut yang mengikat pada mesin, setelah itu pompa dapat diangkat keluar dari dudukannya pada mesin induk. Setelah itu letakkan pompa pada tempat dimana pompa itu akan di perbaiki. Lepaskan baut penahan rumah pompa setelah itu baut bagian *impeller* dan *shaft* pompa serta *mechanical seal*. Setelah itu kemudian lepas mur pengikat *impeller* dan keluarkan *mechanic seal* beserta *bearing*-nya ganti dengan *spare part* yang ada dikapal lalu pasang kembali.

e) Pengecekan dan pergantian poros pompa

Pada saat melakukan pengecekan poros pompa (*shaft pump*) kadang kita mendapatkan adanya permukaan besi poros tidak baik seperti telah aus karena gesekan pada bagian bearing ataupun adanya lubang-lubang kecil karna korosi air laut pada bagian *mechanical seal* hal ini jika dibiarkan dapat merusak pompa. Pada saat penulis bekerja di atas kapal untuk mencegah hal-hal yang tidak diinginkan kami langsung melakukan penggantian poros pompa dengan suku cadang yang ada dan jika suku cadang tidak tersedia biasanya kami memasang poros yang lama sambil menunggu suku cadang yang baru.

Setelah dilakukan pengecekan, kondisi poros masih bagus sehingga tidak perlu diganti, hanya di bersihkan dan pasang kembali.

f) Penggantian *Packing*

Penyambungan untuk bagian-bagian pipa yang lurus, lengkung dan lain-lain, dilakukan dengan menggunakan *flens* kemudian di ikat dengan menggunakan mur baut. Agar pada sambungan ini air laut tidak bocor, maka di antara *flange* dipasang *packing*. Untuk air laut biasanya digunakan *packing* karet. Apabila setelah diadakan penyetelan mur, baut penekan *packing* masih juga bocor, harus diadakan penggantian *packing* dengan mengeluarkan

*packing* yang lama, kemudian diganti dengan yang baru.

## **2) Melakukan Perawatan Pompa Pendingin Air Laut Secara Berkala**

Setiap permesinan di atas kapal ada batas penggunaannya, artinya setiap berapa jam sekali harus dilakukan perawatan dan perbaikan. Hal ini tercatat dalam jadwal perawatan terencana / *Planned Maintenance System (PMS)*. Seperti halnya pompa pendingin air laut, harus dilakukan perawatan secara berkala untuk menjaga performa pompa, sehingga sistem pendingin mesin induk dapat bekerja maksimal.

Penulis pernah mengalami kejadian dimana pompa pendingin air laut sudah tidak dapat berfungsi secara maksimal. Setelah dilakukan pemeriksaan lebih lanjut dengan melihat riwayat atau laporan perawatan permesinan, ditemukan bahwa jadwal perawatan terhadap pompa pendingin air laut tidak dilaksanakan dengan baik.

Pelaksanaan perawatan atau pemeliharaan secara fisik terhadap pompa air laut beserta instalasinya, pelaksanaannya dengan menggunakan strategi perawatan yang diantaranya :

- a) Pemeriksaan pendahuluan sebelum pompa dijalankan pompa yang baru selesai dipasang atau sudah lama tidak dipakai harus terlebih dahulu diperiksa sebelum dijalankan.

### **(1) Pembersihan pada katup hisap dan pipa hisap**

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

pesawat pompa dan instalasinya dimanapun kapal berada.

(2) Pemeriksaan kelurusan

Kelurusan poros pompa dan motor harus diperiksa. Hal ini diperlukan karena kelurusan dapat berubah oleh berbagai hal sebagai berikut :

(a) Perubahan rumah pompa karena pemuaian dan pengerutan pipa-pipa.

(b) Perubahan bentuk struktur bangunan dan kedudukan ketidak lurusan yang terjadi pada pompa dalam jangka panjang akan menimbulkan keausan yang cepat pada bantalan serta getaran yang besar pada pompa dan motornya.

(3) Pemeriksaan minyak pelumas bantalan

Gemuk dan minyak untuk bantalan harus diperiksa kebersihan dan jumlahnya.

(4) Pemeriksaan dengan memutar poros

Poros harus dapat berputar dengan halus jika diputar dengan tangan.

(5) Pemeriksaan pipa

Semua katup *dan* pipa pendingin harus terbuka penuh, dan tekanan air pendingin harus sesuai dengan persyaratan yang ditetapkan.

(6) Pemeriksaan *Non Return Valve*

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

(7) Pemeriksaan arah putaran

Pemeriksaan arah putaran biasanya dilakukan dengan terlebih dahulu melepas kopling yang menghubungkan pompa dan motor penggerak. Motor dihidupkan sendiri dan diperiksa

putarannya.

(8) Penanganan katup keluar pada waktu start

Pada waktu *start*, katup sorong pada pipa keluar harus dalam keadaan tertutup penuh. Setelah pompa distart, katupnya lalu dibuka pelan-pelan dan manometer diamati terus sampai menunjukkan tekanan normal sebagaimana dinyatakan dalam spesifikasi pompa operasi dalam keadaan katup tertutup tidak boleh berlangsung terlalu lama karena zat cair di dalam pompa akan menjadi panas sehingga dapat menimbulkan berbagai kesulitan dalam keadaan katup tertutup pompa tidak boleh dijalankan lebih dari 5 menit.

b) Perawatan Terencana

Perawatan terencana didasarkan atas *running hours*, hal tersebut dapat dilihat dalam *manual book* dari pompa pendingin, sebagai berikut :

- (1) Cek secara visual kebocoran, kekencangan baut. Dengarkan untuk suara *noise* dari bearing dan getaran setiap bulan
- (2) Lumasi *mechanical seal*, *Ball bearing* dan *bearing bush* setiap 1 bulan. Cek kekencangan dari *baut coupling* setiap 3 bulan.
- (3) Cek *performance* dan *power consumption*. Buka pompa untuk inspeksi setiap 2 tahun.

c) Pemeriksaan pada kondisi operasi

Ada beberapa hal yang perlu diperiksa serta cara penilaian kasar tentang kondisi pompa baik pada waktu uji coba, maupun pada waktu operasi. Pembacaan manometer dan ampermeter yaitu tekanan keluar dan tekanan hisap harus sesuai atau mendekati harga yang telah ditentukan atau diperhitungkan sebelumnya, serta tidak boleh berfluktuasi secara tidak normal. Jika ada benda asing yang menyumbat atau ada udara yang terhisap, maka tekanan akan jatuh atau akan berfluktuasi secara tidak normal.

d) Penanganan pompa cadangan (GS Pump)

- (1) Pompa cadangan (*standby pump*) harus dipersiapkan untuk dapat di *start* setiap saat. Minyak pelumas, packing air pendingin dan air perapat untuk kotak *packing* harus siap dialirkan bila diperlukan. Jenis pompa yang digunakan adalah pompa sentrifugal.
- (2) Pompa cadangan harus dioperasikan secara *periodic* jika tidak pernah dijalankan bagian dalam pompa dapat berkarat sehingga tidak dapat berputar. Dalam hal ini pompa perlu dijalankan sedikitnya sekali sebulan atau sekali seminggu selama kurang lebih 10 menit dalam keadaan normal.
- (3) Penanganan pompa yang tidak dipakai dalam jangka waktu yang lama.

Jika pompa tidak akan dioperasikan dalam jangka waktu lama, zat cair didalam pompa harus dibuang dan pompa dikeringkan. Permukaan-permukaan pada bantalan, poros penekan *packing* dan kopling, harus dilumasi minyak atau zat untuk penahan korosi.

e) Pengelolaan

Ketentuan selanjutnya yang dipakai sebagai dasar untuk melaksanakan pemeriksaan rutin adalah menentukan bagian yang diperiksa beserta jangka waktunya. Atas dasar petunjuk ini kondisi mesin pada saat pemeriksaan dibandingkan dengan harga standar yang diperoleh dari pemeriksaan-pemeriksaan sebelumnya. Adapun frekuensi tersebut sebagai berikut :

(1) Pemeriksaan harian

Hal-hal yang perlu diperiksa setiap hari adalah sebagai berikut :

- (a) *Temperature* permukaan rumah pompa pendingin dapat diukur menggunakan *gun thermometer*.



- (b) Tekanan hisap dan tekanan keluar petunjuk *manometer* dan *vacuum meter* harus dibaca.
- (c) Kebocoran dari kotak *packing* diamati secara cermat.
- f) Pemeriksaan getaran dan bunyi
  - (1) Bila tangan diletakan diatas permukaan rumah pompa pendingin, harus tidak ada getaran-getaran yang berlebihan. Untuk pengukuran yang teliti, getaran dapat diukur dengan *vibrometer* pada rumah bantalan dan pada motor. Nilai getaran yang diukur harus kurang dari 30 mm, pada 3000 rpm dan kurang dari 50 mm pada 1500 rpm.
  - (2) Tidak boleh ada bunyi yang luar biasa karena kavitasi atau sunging maupun bunyi dari bantalan.
  - (3) Pengamanan untuk penghentian pompa pendingin.

#### **b. Sistem Pendingin Air Tawar Tidak Bekerja Maksimal**

Alternatif pemecahan masalahnya sbb :

##### **1) Melakukan Pembersihan Sistem Pendingin Air Tawar**

Untuk mengatasi *fresh water cooler* yang kotor atau buntu, maka perlu dilakukan pembersihan *strainer* setiap 1 bulan sedangkan untuk *sea chest* dan *cooler* dilakukan perawatan setiap 3 bulan, tetapi terkadang perawatan juga dilakukan sesuai dengan kondisi daripada peralatan tersebut. Untuk pengecekan dan pembersihan secara keseluruhan maka setiap 2 tahun kapal dilakukan saat kapal *docking*, dengan prosedur pertama membuat *docking repair list*, untuk pipa dan katup instalasi air laut masuk *fresh water cooler*. Perawatan *fresh water cooler* yaitu dengan membuka tiap lembaran plate-plate *cooler* dan dibersihkan dengan memakai *detergent* dan menggunakan sikat yang bahannya tidak terlalu kasar sehingga tidak merusak seal atau karetnya.

Air laut yang keluar dari *fresh water cooler* suhunya berkisar antara 40°C- 45°C agar suhu yang dikehendaki tercapai maka *fresh water*

*cooler* harus dirawat dengan rutin supaya bersih dan tekanan serta jumlah air yang dibutuhkan selalu mencukupi. Apabila didalam sel-sel yang ada di dalam *fresh water cooler* terdapat kotoran seperti lumpur dan juga kerak yang diakibatkan oleh air laut akan mengakibatkan penyerapan panas pada air tawar berkurang sehingga suhu air tawar yang keluar dari *cooler* masih tinggi. Untuk itu perlu perawatan supaya air tawar yang keluar tetap dibatas normal dengan melakukan perawatan yang teratur pada *cooler* dengan membersihkan plate-plate di dalamnya.

Sebelum membongkar cooler untuk dibersihkan, sebaiknya diberikan tanda (*marking*) dengan menggunakan spidol marking pada sisi atas kanan plat dan baut plat baja (*compression bolt*), untuk memudahkan dalam pemasangan kembali setelah selesai dibersihkan.

Adapun tahap-tahap yang harus dilakukan dalam perawatan dan pembersihan *fresh water cooler* yaitu :

- a) Tutup semua katup katup air tawar dan air laut yang masuk ke *fresh water cooler*
- b) Melakukan pengukuran dahulu jarak antara penutup plat masing-masing dari yang terluar, ambil di enam titik saling berlawanan, kemudian buka bautnya
- c) Lepaskan semua baut yang ada dengan membuka semua baut yang mengikat dengan mengendorkan secara selang-seling agar tekanan pressure platnya berimbang
- d) Jika semua bautnya sudah lepas maka geser ke arah keluar *pressure plate* agar ada celah antara plate-platnya untuk memudahkan pembersihannya
- e) Buka tiap lembaran *plate-plate cooler* dan dibersihkan dengan menggunakan detergent dan menggunakan sikat yang bahannya tidak terlalu kasar sehingga tidak merusak gasket atau karetanya.
- f) Lakukan penyemprotan dengan air tawar, untuk mempercepat kerja penyemprotan selama diatas kapal penulis sering

menggunakan *portable high pressure pump* agar kerak yang ditimbulkan oleh air laut dan kotoran-kotoran serta endapan lumpur bisa cepat terangkat.

- g) Ganti anti karat (*zinc anode*) yang sudah habis pada *strainer*.
- h) Tutup (*cover strainer*) harus dicat anti karat.
- i) Urutkan *plate-plate* yang sudah dibersihkan dan pastikan gasket tidak ada yang rusak/robek
- j) Periksa *rubber seal* di sisi terluar plat.
- k) Kembalikan pressure platnya untuk menekan plate-plate agar mudah memasang bautnya kembali
- l) Pasang kembali semua plat, sesuai dengan ukuran yang telah dicatat sebelumnya.



Gambar 3.8 Plate cooler setelah dibersihkan

Saat pemasangan kembali, yang harus diperhatikan yaitu pengikatan baut dilakukan sesuai dengan ukuran yang telah ditentukan agar tidak terjadi kerusakan pada *seal* juga untuk menghindari terjadinya kebocoran air pendingin melalui celah-celah *seal*.

## 2) Melakukan Perbaikan Dan Penggantian Pipa Air Laut

Pipa-pipa air laut yang sudah korosi dan 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

a) 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.

b) 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.

## 2. Evaluasi Terhadap Alternatif Pemecahan Masalah

**a. Pompa Pendingin Air Laut Tidak Berfungsi Dengan Baik**

**1) Melakukan *Overhaul* Pendingin Air Laut**

Keuntungannya :

Dengan overhaul maka kerja pompa lebih maksimal sehingga tekanan pompa mencapai tekanan yang diharapkan untuk menunjang proses pendinginan pada mesin induk.

Kerugiannya :

Memerlukan waktu, pemahaman ABK mesin dan suku cadang untuk mengganti komponen yang rusak.

**2) Melakukan Perawatan Pompa Pendingin Air Laut Secara Berkala**

Keuntungannya :

Perawatan berkala dapat menjaga kondisi pompa pendingin air laut tetap optimal sehingga indikasi kerusakan dapat diketahui sejak dini, dengan demikian tidak terjadi kerusakan fatal dan mendadak yang menyebabkan performa mesin induk menurun dan membahayakan kapal.

Kerugiannya :

- a) Memerlukan waktu pengerjaan
- b) Memerlukan biaya terkait pemakaian suku cadang
- c) Memerlukan manajemen yang baik antara kantor dan kapal agar perawatan dapat dilaksanakan sesuai PMS, waktu schedulnya padat

**b. Sistem Pendingin Air Tawar Tidak Bekerja Maksimal**

**1) Melakukan Pembersihan Sistem Pendingin Air Tawar Secara Berkala**

Keuntungannya :

Sistem pendingin air tawar bekerja maksimal sehingga dapat mencegah terjadinya *overheating* pada mesin induk.

Kerugiannya :

Membutuhkan waktu dan pemahaman ABK Mesin untuk pembersihan sistem pendingin air tawar

## **2) Melakukan Perbaikan Dan Penggantian Pipa Air Laut**

Keuntungannya :

Sirkulasi air yang dibutuhkan untuk pendinginan lancar dan mesin induk dapat beroperasi dengan normal

Kerugiannya :

- a) Membutuhkan waktu untuk perbaikan
- b) Membutuhkan biaya untuk pipa air laut yang baru

## **3. Pemecahan Masalah yang Dipilih**

### **a. Pompa Pendingin Air Laut Tidak Berfungsi Dengan Baik**

Berdasarkan evaluasi terhadap alternatif pemecahan masalah di atas maka solusi yang dipilih untuk mengatasi *sea water pump* yang rusak yaitu dengan melakukan *overhaul* pendingin air laut.

### **b. Sistem Pendingin Air Tawar Tidak Bekerja Maksimal**

Berdasarkan evaluasi terhadap alternatif pemecahan masalah di atas maka solusi yang dipilih untuk mengatasi *fresh water cooler* yang kotor, mengganti pipa yang bocor dan melakukan pembersihan *fresh water cooler* secara berkala.

## **BAB IV**

## **KESIMPULAN DAN SARAN**

### **A. KESIMPULAN**

Dari hasil pembahasan pada bab-bab sebelumnya tentang optimalisasi perawatan

sistem pendingin untuk menunjang kinerja mesin induk di FUV. EXPRESS 93, maka penulis dapat menarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Pompa pendingin air laut tidak berfungsi dengan baik disebabkan
  - a. *Impeller* pompa air Terkikis sehingga kerja tekanan *sea water cooling pump* rendah yaitu  $0,8 \text{ kg/cm}^2$  dari batas normalnya  $1,0 \text{ kg/cm}^2$  sampai  $2,0 \text{ kg/cm}^2$ .
  - b. Kurangnya perawatan pada pompa pendingin air laut menyebabkan kinerja pompa tidak optimal sehingga dapat mengganggu operasi mesin induk.

Oleh karena itu perlu dilakukan *overhaul sea water cooling pump*.

2. Sistem pendingin air tawar tidak bekerja maksimal disebabkan
  - a. Banyaknya kotoran pada *fresh water cooler* sehingga menyebabkan *fresh water cooler* tidak dapat bekerja secara normal.
  - b. Terjadinya korosi pada pipa-pipa air laut sehingga menyebabkan sirkulasi air laut tidak lancar dan juga pipa bocor, akibatnya *fresh water cooler* tidak bekerja secara normal.

Oleh karena itu perlu dilakukan pembersihan *fresh water cooler* secara berkala.

## B. SARAN

Berdasarkan kesimpulan di atas, untuk mengoptimalkan sistem pendingin sehingga dapat menunjang kinerja mesin induk, penulis memberikan saran- saran sebagai berikut:

1. Untuk mengatasi pompa pendingin air laut tidak berfungsi dengan baik disarankan

- a. Mengganti baru *impeller* pompa air laut yang sudah terkikis dengan suku cadang yang baru agar dapat berfungsi dengan baik, sehingga tekanan *sea water cooling pump* normal ( $1,0 \text{ kg/cm}^2$  sampai  $2,0 \text{ kg/cm}^2$ ).
  - b. Melakukan perawatan pompa air laut sesuai dengan *Planned Maintenance System* (PMS) dan juga disesuaikan dengan perairan operasi kapal, agar pompa dapat bekerja normal.
2. Untuk sistem pendingin air tawar tidak bekerja maksimal disarankan
- a. Melakukan pembersihan *fresh water cooler* setiap 3 bulan sekali dan *sea water strainer* mengikuti petunjuk *manual book* dan juga disesuaikan dengan perairan operasi kapal, agar dapat bekerja secara optimal.
  - b. Melakukan pemeriksaan secara rutin terhadap pipa-pipa pendingin air laut dan melakukan perbaikan serta penggantian pipa yang sudah korosi.

## DAFTAR PUSTAKA

Daryus, A. (2020). *Manajemen Pemeliharaan Mesin*. Jakarta : Universitas Darma

Jusak Johan Handoyo. (2019). *Sistim Perawatan Permesinan Kapal*, Jakarta : Djangkar

ISBN, 978-979-044-623-6.



Jusak Johan Handoyo. (2020). *Mesin Diesel Pengerak Utama Kapal*, Jakarta : Djangkar

ISBN, 978-979-044-621-2

M.S Sehwarat dan J.S Narang. (2011). *Productions Management*. Nai Sarak :  
Dhanpahat RAI Co.

\_\_\_\_\_Alfa Laval Plate Heat Exchangers Instruction Manual Book

\_\_\_\_\_ <https://sumantry.id> tentang *Plate Heat Exchanger*. Diakses pada tanggal 3 Juni  
2022, Jam 20:00 WIB

# Lampiran 1

## SHIP PARTICULAR

**MEO**  
MALAYSIAN EXPRESS OFFSHORE

## EKSPRES 93

Fast Utility Craft/ Crewboat

### PRINCIPAL PARTICULARS

Year Built	2013
Port of Call	Selangor, Indonesia
Design	Flow - ABS, Pongali Shipyard Ltd
Flag	Malaysia
Length Overall	46.00 m
Length BP	36.31 m
Breadth Moulded	7.60 m
Depth Moulded	3.65 m
Draft (max)	1.90 m
Freeboard (D/L)	5.75 m
Class	BY
Notation	C, Hull, Black, Crewboat, Sea Area 3, Max significant wave ht = 3.0 m
IMO NRT	272.08 T / 61.90 T
Deadweight	127.31 T

### DECK PARTICULARS

Deck Area	100.00 m <sup>2</sup>
Deck Carrying Load	60.00 T
Deck Strength	2.00 T/m <sup>2</sup>

### PERFORMANCE

Maximum Speed	28 Knts @ 30 T/24 hrs @ 25 DWT
Economic Speed	25 Knts @ 30 T/24 hrs @ 25 DWT

### PROPULSION SYSTEM

Main Engines	2 x Cummins KTA19M2 & 1 x KTA19M2 (IMO Tier II), 2 x 5100 SHP & 1 x 1000 SHP @ 1800 RPM, Total 4500 SHP
Auxiliary Engines	2 x Cummins 4CTE-33M3, 90 kW @ 1800 RPM
Portable Generator	Daimler KDE1360, 3 kW @ 50 Hz/230V
Emergency Generator	Nil
Bow Thruster	Electro Hydraulic, @ 100 KW, 1.4 T Thrust
Propellers	3 x Fixed Pitch Propellers, 5-blade
Steering Gear System	Electrohydraulic RAR
Rudder	2 x Balanced Rudder

### TANK CAPACITIES

Fuel Oil	67.76 m <sup>3</sup>
Fresh Water	28.00 m <sup>3</sup>

### CARGO DISCHARGE CAPACITIES

Fuel Oil Pump	23.00 m <sup>3</sup> /hr
Fresh Water Pump	Nil
Shovel	Nil

### DECK EQUIPMENT

Anchor Winches c/w Bow	Hydra Electro Hydraulic Winch c/w Wire Rope Chain & Snipe Anchor
Crate	Palfinger PK460L, 4.5 T @ 6 m radius

### ACCOMMODATION

Passenger Seats	030
Crew	2 x 3, 4 x 2 = 10

### EXTERNAL FIRE-FIGHTING EQUIPMENT

Fire Station	Equivalent to 1.4 FIRE System c/w Water Spray
Fire Hose	600 m/hr @ 100 m head
Fire Pump	400 m/hr @ 100m head
Oil Dispenser System	1 x Oil Nozzles (PSI), 200 L

### INTERNAL FIRE-FIGHTING & ANTI-POLLUTION EQUIPMENT

Emergency Fire Pump	Katsuka/Mitsui, 30m/hr @ 25 m head
CO2 FIRE System	Fixed CO2 System for Engine Room
Fire Detection & Alarm	Apcon

### LIFE-SAVING EQUIPMENT

Life Rafts	8 x 25, 2 x 10 met, SOLAS Compliant
Rescue Boat c/w Davit	1 x 6 met, 25 HP/20, Non-SOLAS Compliant

## Lampiran 2 CREW LIST

### E93 IMO Crew List

Name of Vessel : EKSPRES 93  
Flag : MALAYSIA  
Port : SONGKILA

Call Sign/Official No : 9MWS2 / 336754  
GRT/NRT : 272 T / 81 T  
Date : 05<sup>th</sup> April 2022

No	Name	Rank	Nationality	Date of Birth	Travel Document	Expiry of Travel Doc	Date Joined
1	MALIKUL MULK	MASTER	INDONESIAN	28-05-78	C 0673025	12-Sep-23	16/11/2021
2	TUAN AZLIN BIN TUAN CHIK	Chief Officer	MALAYSIAN	01-Jun-71	A 54428705	29-Jun-25	30/03/2022
3	TAWA WALIM	2 <sup>nd</sup> Officer	INDONESIAN	16-Jun-86	C 1976765	05-Dec-23	15/02/2022
4	DAMMAR	Chief ENGINEER	INDONESIAN	14-Apr-74	C 7141273	10-Nov-26	01/03/2022
5	EBI PUNTO HARAPAN	2ND ENGINEER	INDONESIAN	03-Jan-80	C 5794544	10-Dec-24	16/11/2021
6	MOHD REDHA FAHMI MOHD RIZAL	3 <sup>rd</sup> Engineer	MALAYSIAN	11-Sept-92	K 54298417	10-Jan-26	19/12/2021
7	JOEL JOK DISUN	Oiler	MALAYSIAN	03-Mar-94	K 54438181	02-Apr-26	15/02/2022
8	ABDULLAH BIN AHMAD	AB	MALAYSIAN	02-June-92	A 54643496	19-Aug-25	02/12/2021
9	MOHD SYHOMAIR BIN ABDUL RAZAK	AB	MALAYSIAN	06-Nov-88	A 41429210	22-Jan-23	15/03/2022
10	JUMARDI BIN LATIF	AB	MALAYSIAN	21-Mar-74	H 54492611	21-Mar-23	15/03/2022
11	LAMPONG BIN BIDIN	COOK	MALAYSIAN	06-Jan-63	K 54424449	05-Apr-26	17/01/2022

Total no. of crew =11 including Master

EXPRESS 93  
MALIKUL MULK  
MASTER EKSPRES 93

## DAFTAR ISTILAH

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

merubah atau mengkonversikan energi cairan menjadi energi tekanan statis.

- Sea Chest* : Tempat isapan air laut sebelum diisap oleh pompa.
- Strainer* : Saringan pencegah kotoran agar tidak masuk ke dalam sistem.
- Overheating* : Suhu mesin yang melebihi batas normal sehingga mengakibatkan panas berlebihan.
- Overload* : Kelebihan beban
- Turbocharger* Suatu bagian dari komponen mesin untuk meningkatkan tenaga mesin dengan memanfaatkan dari gas buang.
- Thermostat* : Katup yang bisa membuka dan menutup secara Otomatis sesuai dengan perubahan temperatur Pada mesin.
- Zink Anode* : Batang zink yang gunanya menyerap mengurangi ion atau unsur garam.