

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



MAKALAH

**OPTIMALISASI PERAWATAN SISTEM PENDINGIN
AIR TAWAR GUNA MENINGKATKAN KINEJRJA
MESIN INDUK DI KAPAL MV. MP PERKASA**

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

Oleh :

AFERO KINDANGEN

NIS. 02140/T-I

PROGRAM PENDIDIKAN DIKLAT PELAUT I

JAKARTA

2024

KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
BADAN PENGEMBANGAN SDM PERHUBUNGAN
SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN



TANDA PERSETUJUAN MAKALAH

Nama : AFERO KINDANGEN
NIS : 02140/T-I
Program Pendidikan : Diklat Pelaut - I
Jurusan : TEKNIKA
Judul : OPTIMALISASI PERAWATAN SISTEM PENDINGIN AIR
TAWAR GUNA MENINGKATKAN KINEJRJA MESIN
INDUK DI KAPAL MV. MP PERKASA

Pembimbing I

P. DWIKORA SIMANJUNTA, MM

Pembina Tk. I (IV/b)

NIP.19640906 199903 1001

Jakarta, Agustus 2024

Pembimbing II

Dr. BAMBANG SUMALI, M.Sc

Pembina Muda (IV/c)

NIP. 19601105 198503 1 001

Mengetahui :

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



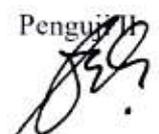
TANDA PENGESAHAN MAKALAH

Nama : AFERO KINDANGEN
NIS : 02140/T-I
Program Pendidikan : DIKLAT PELAUT - I
Jurusan : TEKNIKA
Judul : OPTIMALISASI PERAWATAN SISTEM
PENDINGIN AIR TAWAR GUNA
MENINGKATKAN KINEJRJA MESIN INDUK DI
KAPAL MV. MP PERKASA

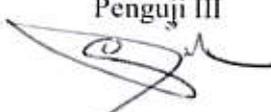
Penguji I


M. Ridwan, M.M
Penata (III/c)
NIP. 19780707 200912 1 005

Penguji II


Capt. Albertus E. K, S.Si.T., M.Mar
Penata TK. I (III/d)
NIP. 19830428 200912 1 005

Penguji III


P. Dwikora Simanjuntak, MM.
Pembina TK. I (IV/b)
NIP. 19640906 199903 1 001

Mengetahui
Ketua Jurusan Teknika


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

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur Penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, karena hanya atas anugerah dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan makalah ini sesuai dengan waktu yang ditentukan, dengan judul :

OPTIMALISASI PERAWATAN SISTEM PENDINGIN AIR TAWAR GUNA MENINGKATKAN KINERJA MESIN INDUK DI KAPAL MV. MP PERKASA

Makalah ini dibuat untuk memenuhi persyaratan Kurikulum Diklat Pelaut Tingkat I Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran, dimana semua pasis diwajibkan untuk membuat atau menulis sebuah makalah yang berdasarkan pengalaman selama bekerja di atas kapal dan ditunjang dengan teori-teori dan informasi yang akurat.

Dalam penyelesaian Diklat dan penulisan makalah ini, penulis banyak memperoleh bantuan baik pengajaran, bimbingan dan arahan dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Untuk itu penulis menyampaikan penghargaan dan terima kasih yang sebesar besarnya kepada Yang Terhormat :

1. 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. Bapak Dr. Markus Yando, S.SiT.,M.M, selaku Ketua Jurusan Teknika Sekolah tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta.
4. Bapak P. Dwikora Simanjuntak.MM selaku dosen pembimbing I, yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran dalam membimbing dan memberikan arahan petunjuk dalam pengerjaan makalah ini sehingga dapat berjalan lancar sampai dengan selesai.
5. Bapak Dr. Bambang Sumali., M.Sc _selaku dosen pembimbing II, yang telah memberikan pengarahan, motivasi, kerja keras dan bimbingan dalam penulisan makalah ini hingga selesai sebagaimana mestinya.
6. Seluruh Dosen dan staf pengajar Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta yang telah memberikan bantuan dan dorongan kepada penulis
7. Istri terkasih Liane, yang selalu mendoakan dan memberikan dukungan

8. Anak-anakku tersayang Rafael dan Abigail, yang menjadi terus menjadi tim penyemangat
9. Orang Tua tercinta, Mama Melin, Mama Erni, juga Alm. Papa Yan & Alm. Papa Bert. Terima Kasih untuk semua cinta dan kasih sayang selama ini kepada Penulis
10. Semua rekan-rekan Pasis Ahli Teknika Tingkat I Angkatan Tujuh Puluh Satu (LXXI) tahun ajaran 2024 yang saling memberikan semangat, sumbangsih dan saran baik secara materil maupun moril sehingga makalah ini akhirnya dapat terselesaikan

Sebagai manusia biasa, Penulis menyadari penyusunan makalah ini masih jauh dari kata sempurna, karena keterbatasan kemampuan, waktu dan pengetahuan yang dimiliki oleh Penulis. Oleh karenanya atas kesalahan dan kekurangan dalam penulisan makalah ini, Penulis memohon maaf dan bersedia menerima kritikan yang membangun.

Terakhir, harapan Penulis semoga makalah ini dapat memberikan manfaat bagi siapa saja yang membacanya.

Jakarta, 29 Agustus 2024

Penulis,



AFERO KINDANGEN

NIS. 02140/T-I

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
TANDA PERSETUJUAN MAKALAH	ii
TANDA PENGESAHAN MAKALAH	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR.....	vii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. LATAR BELAKANG	1
B. IDENTIFIKASI, BATASAN DAN RUMUSAN MASALAH	6
C. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN.....	7
D. METODE PENELITIAN	8
E. WAKTU DAN TEMPAT PENELITIAN.....	9
F. SISTEMATIKA PENULISAN.....	10
BAB II LANDASAN TEORI.....	11
A. TINJAUAN PUSTAKA	11
B. KERANGKA PEMIKIRAN.....	21
BAB III ANALISIS DAN PEMBAHASAN	22
A. DESKRIPSI DATA	22
B. ANALISIS DATA.....	23
BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN	43
A. KESIMPULAN	43
B. SARAN	43
DAFTAR PUSTAKA.....	44
DAFTAR ISTILAH	45

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1.1 Grafik Gas Buang Mesin Induk	4
Gambar 2.1 Diagram Sistem Pendingin Air Tawar	12
Gambar 2.2 Kerangka Pemikiran	21
Gambar 3.1 Planned Maintenance System (PMS) MP Perkasa	24
Gambar 3.2 Planned Maintenance System (PMS) MP Perkasa	27

BAB I

PENDAHULUAN

A. LATAR BELAKANG

Kapal *AHTS (Anchor Handling Towing and Supply)* MP. PERKASA berbendera Indonesia yang beroperasi di alur pelayaran Indonesia. Guna menunjang kegiatan operasional kapal tersebut, keadaan permesinan harus selalu siap dioperasikan setiap saat, seperti motor penggerak utama kapal dan pesawat-pesawat bantu seperti generator, pompa-pompa, purifier dan alat-alat pendukung lainnya. Mesin penggerak utama di atas MV. MP. PERKASA yaitu jenis motor bakar (diesel) dengan Type mesin MAK 9M25C.

Pada kapal yang menggunakan motor diesel dilengkapi dengan beberapa sistem seperti sistem pendingin air. Sistem pendingin air pada motor diesel dilakukan dengan dua sistem, yaitu sistem pendinginan tertutup dan sistem pendinginan terbuka namun di kapal penulis menggunakan sistem pendinginan terbuka (air laut) dan sistem pendingin tertutup (air tawar). Hal ini bertujuan untuk mencegah terjadinya kerusakan pada bahan karena pemanasan berlebihan yang dapat mengakibatkan turunnya daya pada mesin itu. Jika perawatan terhadap sistem pendingin mesin induk tidak dilakukan dengan baik maka dapat berakibat fatal.

Pada saat motor diesel beroperasi, di dalam ruang pembakaran terjadi suhu yang sangat tinggi dan 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.

Pada waktu penulis bekerja di atas kapal MP PERKASA terjadi masalah terkait sistem pendingin yaitu saat kapal berlayar tiba-tiba alarm mesin

induk No.1 berbunyi. Masinis Jaga memeriksa secara visual pada monitor, informasi yang ada pada mesin induk tertulis; “*high temperatur*” dan ada peringatan tertulis “*Slow Down*” 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 Jaga selanjutnya melakukan pemeriksaan secara manual melalui pengambilan temperatur mesin induk No.1 menggunakan *temperature scanner portable* dan diketahuilah bahwa temperatur sudah mencapai 90°C. Bila dilihat pada buku harian kapal temperatur normal mesin pada saat putaran penuh hanya 75°C sampai 80°C. Tekanan pompa air laut yang mendinginkan air tawar kurang dari 2,5 bar yaitu hanya 1.2 bar. Apabila keadaan ini tidak dilakukan tindakan maka temperatur akan bertambah tinggi secara bertahap dan dapat mengakibatkan mesin induk *blackout*.

Disini Penulis melampirkan data-data dari *main engine* No.1 dan No.2 sebagai bahan perbandingan:

Tabel 1.1 Main Engine No.1 Performa Data (Mesin Kondisi Normal)

Main Engine Performa Data									
Description	Cylinder Number								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Exh. Gas Tempt	380	384	386	385	387	380	383	389	382
FW Tempt	81	83	82	83	82	80	81	82	82
L.O Press	4.7								
F.O Press	4.5								
FW Press	3.5								
SW Press	2.5								
SW Temp	29								
L.O Tempt	59								
Bost air press	1.5								
RPM	750								
<ul style="list-style-type: none"> • Untuk unit tekanan menggunakan satuan bar • Untuk unit temperatur menggunakan satuan °C 									

Tabel 1.2 Main Engine no.2 Performa Data (Mesin Kondisi Normal)

Main Engine Performa Data									
Description	Cylinder Number								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Exh. Gas Tempt	370	386	372	379	381	380	383	385	381
FW Tempt	80	82	82	83	80	80	82	83	81
L.O Press	4.7								
F.O Press	4.5								
FW Press	3.8								
SW Press	2.5								
SW Temp	29								
L.O Tempt	59								
Bost air press	1.45								
RPM	750								
<ul style="list-style-type: none"> • Untuk unit tekanan menggunakan satuan bar • Untuk unit temperatur menggunakan satuan °C 									

Data Temperatur Sistem Pendingin Main Engine No.2 (Data pada saat main engine over heat)

Main Engine Performa Data									
Description	Cylinder Number								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Exh. Gas Tempt	370	405	372	379	381	380	383	385	381
FW Tempt	80	90	82	83	80	80	82	83	81
L.O Press	4.7								
F.O Press	4.5								
FW Press	3.8								
SW Press	2.5								
SW Temp	29								
L.O Tempt	59								
Bost air press	1.45								
RPM	750								
<ul style="list-style-type: none"> • Untuk unit tekanan menggunakan satuan bar • Untuk unit temperatur menggunakan satuan °C 									

Data Temperatur Sistem Pendingin (Data pada saat main engine over heat)

RPM 750	Main Engine No.1			Main Engine No.2		
	OKT	NOV	DES	OKT	NOV	DES
FW (°C)	80	80	90	80	79	81
SW in (°C)	29	30	30	29	29	30
SW out (°C)	49	49	58	48	48	50

Dari tabel di atas, diketahui bahwa pada tanggal 12 Desember 2023 terjadi kenaikan temperatur silinder no.2 mesin induk no.1 tinggi melebihi batas normal.

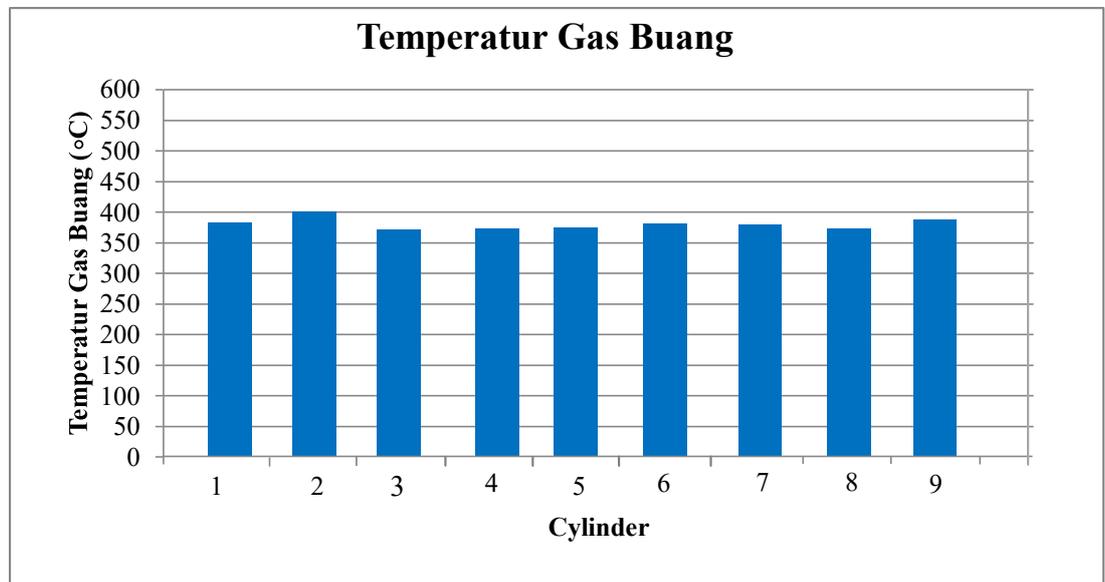
Data dari pompa air laut

Pompa Air Laut No.1		Pompa Air Laut No.2	
Pressure	1,2 bar	Pressure	2,5 bar
Suction	0,35 bar	Suction	0,30 bar

Pada tanggal 12 Desember 2023 saat kapal sedang dalam pelayaran alarm *cooling water high temperature* berbunyi. Temperatur sistem pendingin naik hingga mencapai 90°C, dari temperatur normal maksimal 80°C. Masinis Jaga memeriksa secara visual pada *AMS 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. 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 setelah dicek secara keseluruhan pada sistem pendingin mesin induk, ternyata masalah yang terjadi disebabkan oleh *heat exchanger tube* yang tidak berfungsi dengan baik.

Kemudian pada saat kapal sedang melakukan pelayaran terjadi kenaikan suhu gas buang *Cylinder No.2* mencapai 400°C dimana batas normal rata-rata gas buang antara 350°C - 390°C. Dengan terjadinya kenaikan suhu gas buang

pada *cylinder* No.2 ini mengakibatkan kelancaran pengoperasian mesin induk tidak maksimal, sehingga kelancaran pengoperasian kapal juga terganggu atau tidak optimal sehingga tiba di pelabuhannya jadi terlambat / tidak sesuai jadwal. Adapun data – data mesin induk sebagai berikut :



Gambar 1.1 Grafik Gas Buang Mesin Induk no.1

Tabel 1.1 Temperatur Gas Buang Mesin Induk No.1

RPM	Suhu Gas Buang (°C)								
	Silinder 1	Silinder 2	Silinder 3	Silinder 4	Silinder 5	Silinder 6	Silinder 7	Silinder 8	Silinder 9
600	250	252	250	257	253	251	254	258	250
610	275	272	271	274	275	273	274	275	273
650	350	365	360	345	350	345	364	355	350
700	350	390	350	360	365	370	378	374	379
750	382	405	380	383	385	385	386	383	389

Kemudian pada saat kapal sedang berlayar kembali terjadi penurunan tekanan pada *sea water pump* yang seharusnya tekanan pompa mencapai 2.5 bar Dari beberapa faktor permasalahan diatas salah satu penyebabnya adalah terjadinya kenaikan temperatur pada gas buang, sistem pendingin

mesin induk kurang maksimal dan perawatan mesin induk tidak sesuai rencana / *planing maintenance system (PMS)*, sehingga pada saat pelayaran terjadi gangguan pada mesin induk. Adapun *planing maintenance system* yang diterapkan di kapal sebagai berikut.

Demi untuk menunjang kelancaran mesin penggerak utama hendaknya harus selalu diadakan perawatan serta perbaikan secara rutin dan secara berkala, agar tidak mengalami kegagalan dalam pengoperasian kapal seperti tidak tepat waktu tiba. Berdasarkan kejadian tersebut penulis tertarik untuk membuat makalah dengan judul **“OPTIMALISASI PERAWATAN SISTEM PENDINGIN AIR TAWAR GUNA MENINGKATKAN KINEJRJA MESIN INDUK DI KAPAL MP PERKASA”**

B. IDENTIFIKASI, BATASAN DAN RUMUSAN MASALAH

1. Identifikasi Masalah

Berdasarkan pada latar belakang diatas, maka dapat diidentifikasi beberapa permasalahan yang terjadi di kapal MP Perkasa sebagai berikut :

- a. Tekanan pompa pada *sea water cooling pump* rendah
- b. Tidak berfungsinya *Heat exchanger plate cooler* dengan baik
- c. Temperatur gas buang cylinder No.2 naik melebihi 400°C
- d. Saringan *Sea chest* kotor

2. Batasan Masalah

Berdasarkan uraian identifikasi masalah di atas, maka penulis membatasi pembahasan makalah ini berdasarkan pada pengalaman penulis selama bekerja di kapal MP Perkasa sebagai *Second Engineer*, yaitu membahas tentang :

- a. Tekanan pompa pada *sea water cooling pump* rendah
- b. Tidak berfungsinya *Heat exchanger plate cooler* dengan baik

3. Rumusan Masalah

Berdasarkan batasan masalah yang diambil, agar lebih mudah dalam mencari pemecahan masalahnya, penulis merumuskan penekanan pembahasan pada makalah ini sebagai berikut :

- a. Mengapa tekanan pompa pada *sea water cooling pump* rendah?
- b. Mengapa tidak berfungsinya *heat exchanger plate cooler* dengan baik?

C. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

1. Tujuan Penelitian

- a. Untuk mengetahui dan menganalisis penyebab rendahnya tekanan pompa pada *sea water cooling pump* di atas kapal MP Perkasa
- b. Untuk mengetahui dan menganalisis penyebab tidak berfungsinya *heat exchanger tube* dengan baik di atas kapal MP Perkasa

2. Manfaat Penelitian

a. Manfaat Bagi Dunia Akademis

- 1) Untuk mengembangkan pengetahuan baik penulis maupun pembaca atau rekan seprofesi agar lebih dapat memahami tata cara perawatan berkala terhadap mesin induk.
- 2) Diharapkan hasil penulisan makalah ini dapat berguna bagi Pasis di STIP Jakarta.

b. Manfaat bagi dunia praktisi

- 1) Untuk berbagi pengalaman kepada teman-teman seprofesi dalam mengatasi masalah suhu gas buang mesin induk melampaui batas normal dan sistem pendingin mesin induk kurang maksimal.
- 2) Sebagai sumbang saran untuk perusahaan-perusahaan dan rekan seprofesi yang terkait dalam melakukan perawatan sistem pendingin dan injector mesin induk.

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 alami selama bekerja di atas kapal MP Perkasa

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 MV. MP Perkasa.

b. Studi Dokumentasi

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

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. Selain itu juga ditambah pengetahuan penulis selama mengikuti pendidikan di STIP baik lisan maupun tulisan.

3. Subyek Penelitian

Yang menjadi subyek penelitian dalam makalah ini adalah sistem pendingin mesin induk di atas kapal MV. MP Perkasa.

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 MP PERKASA sebagai *Second Engineer* dari tanggal 09 Oktober 2023 sampai dengan 26 Desember 2023.

2. Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan di atas kapal MV. MP PERKASA.

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.

BAB I PENDAHULUAN

Menjelaskan pendahuluan yang mengutarakan latar belakang, identifikasi, batasan dan rumusan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, metode penelitian, waktu dan tempat penelitian serta sistematika penulisan.

BAB II LANDASAN TEORI

Menjelaskan 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

Data yang diambil dari lapangan berupa fakta-fakta yang penulis alami selama bekerja di atas kapal dan sebagainya termasuk pengolahan data. 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

Menjelaskan 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.

BAB II

LANDASAN TEORI

A. TINJAUAN PUSTAKA

Untuk mempermudah pemahaman dalam makalah ini, maka penulis membuat tinjauan pustaka yang akan memaparkan definisi-definisi dan teori-teori yang terkait dan mendukung pembahasan pada makalah ini. Adapun beberapa sumber yang oleh penulis dijadikan sebagai landasan teori dalam penyusunan makalah ini adalah sebagai berikut:

1. Optimalisasi

Optimalisasi juga diartikan sebagai ukuran dimana semua kebutuhan dapat dipenuhi dari kegiatan-kegiatan yang dilaksanakan. Ukuran yang menyebabkan tercapainya tujuan jika dipandang dari sudut usaha.

Menurut Poerwadarminto (2021:28) optimalisasi adalah hasil yang dicapai sesuai dengan keinginan, jadi optimalisasi merupakan pencapaian hasil sesuai harapan secara efektif dan efisien. Optimalisasi adalah usaha memaksimalkan kegiatan sehingga mewujudkan keuntungan yang diinginkan atau dikehendaki.

Dari definisi tersebut diketahui bahwa optimalisasi sistem pendingin air tawar hanya dapat diwujudkan apabila dilakukan secara efektif dan efisien.

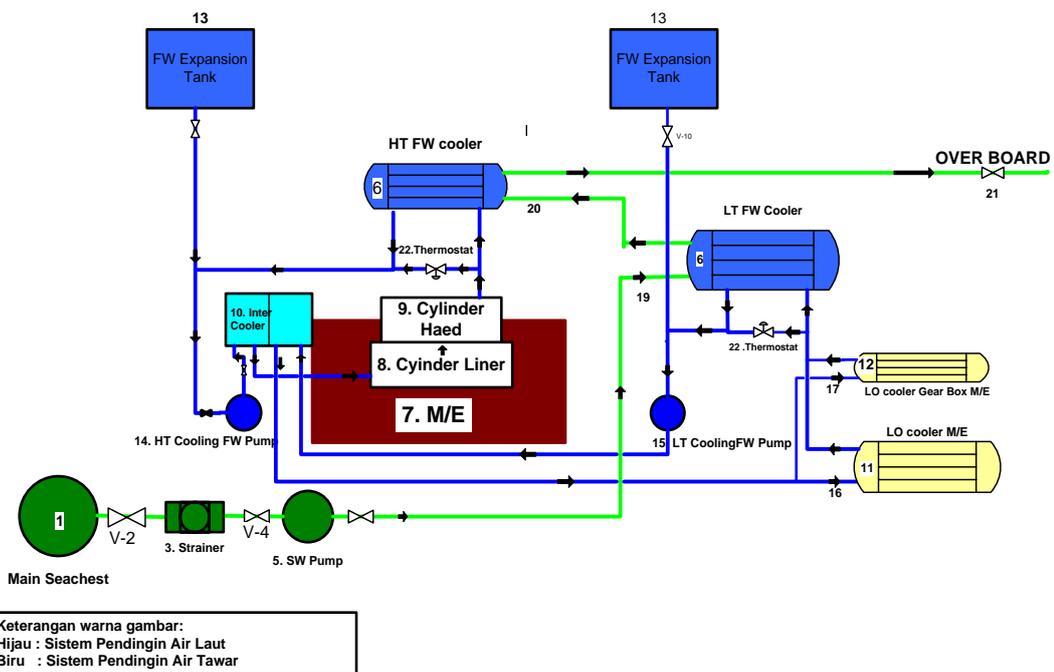
2. Sistem Pendingin Air Tawar

a. Definisi Sistem Pendingin Air Tawar

Hery Sunaryo (2022:90) sistem air tawar atau sistem pendinginan tidak langsung adalah sistem pendinginan yang menggunakan dua media pendingin, yaitu air tawar dan air laut. Air tawar dipergunakan untuk mendinginkan bagian-bagian mesin, sedangkan air laut digunakan untuk mendinginkan air tawar. Air

tawar yang telah mendinginkan *cylinder head* dan *cylinder jacket* akan disirkulasikan secara terus menerus, apabila media pendingin air tawar berkurang di dalam sistem, maka akan ada penambahan secara *gravity* dari *expansion tank* yang berada dilantai atas, atau posisinya lebih tinggi dari mesin induk.

Air tawar yang ditampung pada *expansion tank*, waktu kapal sedang berlayar dan motor induk sedang beroperasi maka suhu disini 55°C , air tawar dialirkan ke tiap-tiap *cylinder jacket* kemudian mendinginkan *cylinder head*, dan keluar menuju *cooler* dengan suhu 85°C , di *fresh water cooler*, air tawar didinginkan oleh air laut dan suhu turun sampai 60°C . Air tawar diisap lagi oleh pompa, seterusnya kembali lagi digunakan untuk mendinginkan mesin induk. Karena pendinginan air tawar terus menerus bersirkulasi, maka dinamakan pendinginan tertutup, maka apabila motor induk sedang berjalan normal setiap masinis yang ingin melakukan tugas jaganya selalu mengecek tangki ekspansi, sebab dari sini dapat diketahui bila ada sistem yang tidak berfungsi secara baik (normal).



Gambar 2.1 Diagram Sistem Pendingin Air Tawar Kapal MP Perkasa

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) *Cylinder jacket*

Sebuah bagian dari mesin pembakaran internal yang mengelilingi silinder dan bertujuan untuk menjaga suhu mesin dalam batas aman dengan membantu mendinginkan dinding silinder.

9) *Cylinder Head*

Salah satu komponen penting dalam mesin pembakaran internal. Komponen ini terletak di atas blok silinder dan berfungsi sebagai penutup ruang bakar.

10) *Inter Cooler*

Perangkat yang di gunakan dalam sistim mesin Turbocharger atau supercharged untuk mendinginkan udara yang telah telah di kompresikan oleh turbochargersebelum udara tersebut masuk ke ruang bakar mesin.

11) *LO cooler*

Alat penukar panas yang digunakan untuk mendinginkan minyak pelumas yang telah di gunakan di dalam mesin sebelum oli tersebut kembali ke system pelumasan.

12) *Gear Box LO cooler*

Alat ini yang berfungsi mendinginkan minyak pelumas yang telah menyerap panas dari dalam gear box dengan menggunakan air (tawar LT cooling)

13) *Expansion Tank*

Untuk menampung kelebihan cairan pendingin yang mengembang akibat peningkatan suhu.

14) *HT cooling pump*

Untuk mensirkulasikan cairan pendingin melalui sistem pendingin suhu tinggi yang umumnya di gunakan untuk mendinginkan bagian-bagin mesin yang beroperasi pada suhu tinggi. Seperti kepala silinder, blok mesin dan area di sekitar ruang bakar.

15) *LT cooling pump*

Untuk mensirkulasikan cairan pendingin ke bagian mesin atau sistem pnyah membutuhkan pendingin suhu rendah. Seperti intercooler dan oil cooler.

16) *Pipe line*

Saluran air tawar pendingin ke pendingin minyak pelumas *LO cooler*.

17) *Pipe line*

Saluran air tawar pendingin *dari Sea water P/P ke LO Cooler gear box*.

18) *Pipe line*

Saluran pendingin air tawar *dari LO Cooler ke FW LT coller*.

19) *Pipe line*

Saluran air laut pendingin *dari Sea water Pump masuk FW LT cooler*.

20) *Pipe line*

Saluran air laut pendingin *dari Sea water keluar dari FW LT coller masuk FW HT Cooler*.

21) *Pipe line*

Saluran air laut pendingin *dari Sea water Pump keluar FW HT coller ke Over Board valve*.

b. *Heat Exchanger*

Menurut Jusak Johan Handoyo (2020:65) *heat exchanger* memiliki arti harfiah alat penukar panas. Pengertian ilmiah dari *heat exchanger* adalah sebuah alat yang berfungsi untuk mentransfer energi panas (*entalpi*) antara dua atau lebih fluida, antara permukaan padat dengan fluida, atau antara partikel padat dengan fluida, pada temperatur yang berbeda serta terjadi kontak termal. Lebih lanjut, *heat exchanger* dapat pula berfungsi sebagai alat pembuang panas, alat sterilisasi, pesteurisasi, pemisahan campuran, distilisasi (pemurnian, ekstraksi), pembentukan

konsentrat, kristalisasi, atau juga untuk mengontrol sebuah proses fluida.

Satu bagian terpenting dari *heat exchanger* adalah permukaan kontak panas. Pada permukaan terjadi perpindahan panas dari satu zat ke zat yang lain. Semakin luas bidang kontak total yang dimiliki oleh *heat exchanger* tersebut, maka akan semakin tinggi nilai efisiensi perpindahan panasnya. Pada kondisi tertentu, ada satu komponen tambahan yang dapat digunakan untuk meningkatkan luas total bidang kontak perpindahan panas. Komponen tersebut adalah sirip.

Alat penukar panas atau *heat exchanger* (HE) adalah alat yang digunakan untuk memindahkan panas dari sistem ke sistem lain tanpa perpindahan massa dan bisa berfungsi sebagai pemanas maupun sebagai pendingin. Biasanya, medium pemanas dipakai adalah air yang dipanaskan sebagai fluida panas dan air biasa sebagai air pendingin (*cooling water*). Penukar panas dirancang sebisa mungkin agar perpindahan panas antar fluida dapat berlangsung secara efisien. Pertukaran panas terjadi karena adanya kontak, baik antara fluida terdapat dinding yang memisahkannya maupun keduanya bercampur langsung (*direct contact*).

3. Kinerja

Pradana Hutamadi (2023:2) bahwa kinerja atau performa mesin adalah prestasi suatu mesin yang erat hubungannya dengan daya mesin yang dihasilkan serta daya guna mesin tersebut. Adapun parameter performa mesin dapat diketahui meliputi anatara lain:

- a. Daya mesin
- b. Putaran mesin
- c. Konsumsi bahan bakar
- d. Emisi gas buang

Daya atau tenaga dihasilkan oleh pengabutan sempurna yang menghasilkan suatu pembakaran yang sempurna pula sebagai pendorong torak ke bawah untuk melakukan usaha mekanik sebagai penghasil daya motor maximum.

Daya motor yang maksimum dipengaruhi oleh :

- 1) Banyak sedikitnya bahan bakar yang disemprotkan oleh *injector*
- 2) Tidak terjadi kebocoran pada ruang pembakaran (kebocoran klep).
- 3) Kompresi motor induk yang tinggi, *ring torak, cylinder liner* masih standard normal.
- 4) Mutu bahan bakar bagus.
- 5) Jumlah udara pembakaran /kg bahan bakar memenuhi standar.

4. Mesin Induk

a. Definisi Mesin Induk

Menurut Jusak Johan Handoyo (2020:34) 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.

Menurut Setyo Nugroho (2022:11) mesin induk adalah tenaga penggerak utama yang berfungsi untuk mengubah tenaga mekanik menjadi tenaga pendorong bagi propeller kapal agar kapal dapat bergerak, dimana dalam pengoperasionalnya mesin induk selalu dalam kondisi *running* secara terus menerus.

b. Klasifikasi Mesin Induk

Menurut P Van Maanen (2021) bahwa mesin induk dapat dibedakan ditinjau dari beberapa faktor sebagai berikut :

- 1) Ditinjau dari proses kerja Motor dibedakan
 - a) Motor diesel 2 tak, dimana dalam siklus 1 kerja dibutuhkan 1 kali putaran poros engkol.
 - b) Motor diesel 4 tak, dimana dalam 1 siklus kerja dibutuhkan 2 kali putaran poros engkol.
- 2) Ditinjau dari jumlah *cylinder*
 - a) Motor dengan *cylinder* tunggal (*single cylinder*).
 - b) Motor dengan *cylinder* banyak (*multy cylinder*).
- 3) Ditinjau dari posisi *cylinder*

Motor dengan *cylinder* sebaris (*in line*) *vertical* maupun *horizontal*.

 - a) Motor *cylinder* menyudut (bentuk V).
 - b) Motor dengan *cylinder* berlawanan.
 - c) Motor dengan *cylinder* berhadapan.
- 4) Ditinjau dari besar putaran dibedakan
 - a) Motor putaran rendah (*low speed*) 100-400 rpm.
 - b) Motor putaran sedang (*medium speed*) 400-1000 rpm.
 - c) Motor putaran tinggi (*hight speed*) lebih dari 1000 rpm.

c. Pembakaran di Dalam Silinder Mesin Induk

Menurut Jusak Johan Handoyo, (2021:138), pembakaran diartikan suatu proses kimia dari pencampuran bahan-bakar dengan zat asam dari udara. Umumnya memakai bahan bakar cair yang mengandung unsur zat arang (C), zat cair (H) dengan sebagian kecil zat belerang (S), biasa disebut *hydro carbon*. Zat asam yang di butuhkan didapat dari udara sebagaimana diketahui udara itu mengandung 23% zat asam dan 77% nitrogen bila dihitung dalam volume atau 21% dengan 79% bila dihitung dalam berat udara. Perlu diingat bahwa pembakaran di dalam silinder tidak berlangsung sederhana, karena molekul-molekul bahan bakar harus dipecah kecil berbentuk kabut halus agar pembakaran berlangsung tuntas.

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

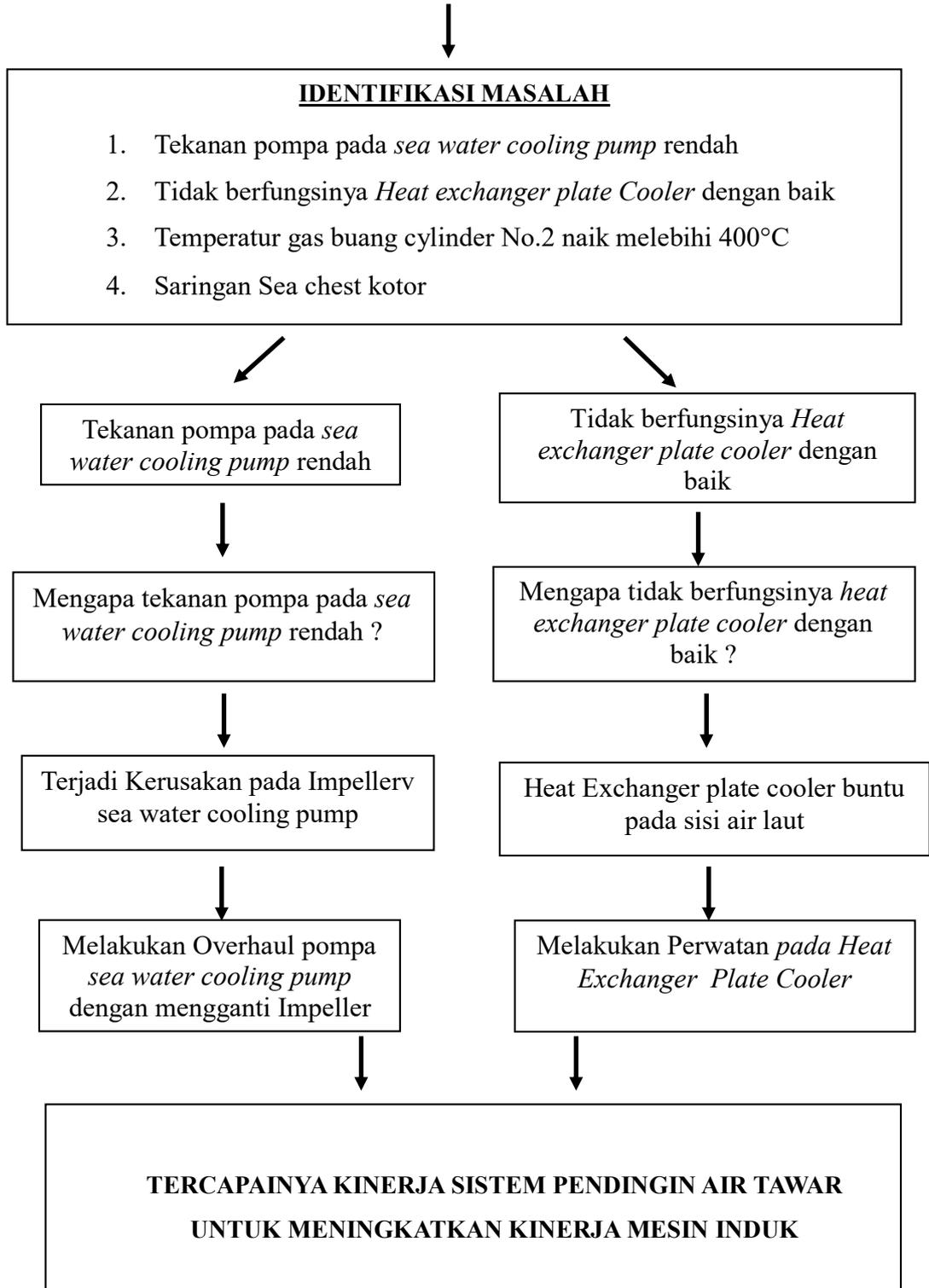
Selain faktor bahan bakar diatas, berikut adalah syarat-syarat proses pembakaran yang sempurna antara lain:

- 1) Perbandingan bahan bakar dengan udara seimbang, dimana 1 kg bahan bakar membutuhkan 15 kg faktor udara.
- 2) Bahan bakar harus berbentuk kabut, sehingga kinerja alat pengabut bahan bakar harus optimal.

- 3) Pencampuran kabut bahan bakar dengan udara harus merata/senyawa.
- 4) Tekanan pengabutan bahan bakar yang cukup tinggi untuk dikabutkan kedalam ruang kompresi.
- 5) Mutu bahan bakar yang digunakan bermutu baik, dimana CO_2 menghasilkan energi 174.480 Btu, $2\text{H}_2\text{O}$ menghasilkan energi 245.950 Btu dan SO_2 menghasilkan energi 12.600 Btu
- 6) Kelambatan penyalaan (*ignition delay*) atau ID harus tepat. Apabila terlalu cepat akan terjadi ketukan atau *knocking*, tetapi bila terlambat maka proses pembakaran terlambat sehingga gas buang akan tinggi.

B. KERANGKA PEMIKIRAN

PERAWATAN SISTEM PENDINGIN AIR TAWAR GUNA MENINGKATKAN KINERJA MESIN INDUK DI KAPAL MP PERKASA



Gambar 2.2 Kerangka Pemikiran

BAB III

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

A. DESKRIPSI DATA

Fakta-fakta yang penulis temui selama bekerja di atas kapal MP Perkasa sebagai *Second Engineer* sejak tanggal 9 October 2023 sampai dengan 26 Desember 2023, khususnya yang berhubungan dengan sistem pendingin diantaranya sebagai berikut:

1. Tekanan *Sea Water Cooling Pump* Rendah

Pada tanggal 12 Desember 2023 terjadi gangguan pada pompa pendingin air laut (*sea water cooling pump*), saat kapal berlayar putaran mesin 750 RPM tiba-tiba alarm mesin induk No.1 berbunyi. Tekanan pompa air laut pendingin yang masuk ke *cooler* turun di bawah tekanan 1,2 bar dari batas normalnya 2,0 bar. 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.

2. *Heat Exchanger Plate Cooler* Tidak Berfungsi Dengan Baik

Pada tanggal 12 Desember 2023 saat kapal sedang dalam pelayaran alarm *cooling water high temperature* berbunyi. Temperatur sistem pendingin naik hingga mencapai 90⁰C, dari temepatur normal maksimal 80⁰C. 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 750 rpm menjadi 600 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 90⁰C. Bila kita lihat buku harian kapal temperatur normal mesin pada saat putaran penuh hanya 80 ⁰C. Apabila keadaan ini tidak dilakukan tindakan maka temperatur akan bertambah tinggi secara bertahap dan akan mengakibatkan berhentinya Mesin Induk secara *automatic*. Hal ini mengakibatkan pihak kantor / perusahaan mendapatkan teguran dari pihak pencharter.

3. Suhu Gas Buang Cylinder No.2 Naik Melebihi 400°C

Terjadi penurunan terjadi kenaikan suhu gas buang *Cylinder No.2* melebihi batas normal. Pada posisi *handle rack* yang sama putaran mesin cenderung turun sehingga mengakibatkan di beberapa *Cylinder No.2* gas buangnya tinggi mencapai 400°C dimana batas normal rata-rata gas buang antara 320°C - 340°C. Dengan terjadinya kenaikan suhu gas buang pada beberapa *Cylinder No.2* ini mengakibatkan kelancaran pengoperasian mesin induk tidak maksimal, sehingga kelancaran pengoperasian kapal juga terganggu atau tidak optimal dikarenakan tiba di pelabuhannya jadi terlambat/tidak sesuai jadwal.

B. ANALISIS DATA

1. Tekanan *Sea Water Cooling Pump* Rendah

Hal ini disebabkan oleh :

a. *Impeller Sea Water Cooling Pump*

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.

Periodical Based Maintenance							
Item	Equipment	Sub Equipment	Maintenance Description	Interval (Days)	Last Done	Next Due	Status
1	No.1 M/E S.W cooling pump	Pressure test	Check operating press	7	12-Dec-23	19-Dec-23	
2		Pump lubrication	Greasing	30	2-Dec-23	1-Jan-24	
3		Pump overhaul	Disassembly/inspect repair if necessary	1825	10-Dec-18	9-Dec-23	Overdue
4		Motor Overhaul	Disassembly/inspect repair if necessary	1825	10-Dec-18	9-Dec-23	Overdue
1	No.2 M/E S.W cooling pump	Pressure test	Check operating press	7	12-Dec-23	19-Dec-23	
2		Pump lubrication	Greasing	30	2-Dec-23	1-Jan-24	
3		Pump overhaul	Disassembly/inspect repair if necessary	1825	10-Dec-18	9-Dec-23	Overdue
4		Motor Overhaul	Disassembly/inspect repair if necessary	1825	10-Dec-18	9-Dec-23	Overdue
1	M/E Standby S.W cooling pump	Pressure test	Check operating press	7	12-Dec-23	19-Dec-23	
2		Pump lubrication	Greasing	30	2-Dec-23	1-Jan-24	
3		Pump overhaul	Disassembly/inspect repair if necessary	1825	10-Dec-18	9-Dec-23	Overdue
4		Motor Overhaul	Disassembly/inspect repair if necessary	1825	10-Dec-18	9-Dec-23	Overdue
1	Liquid Mud pump 1	Pressure test	Check operating press	7	12-Dec-23	19-Dec-23	
2		Pump lubrication	Greasing	30	12-Dec-23	11-Jan-24	
3		Pump overhaul	Disassembly/inspect repair if necessary	1825	2-Nov-23	31-Oct-28	
4		Motor Overhaul	Disassembly/inspect repair if necessary	1825	2-Nov-23	31-Oct-28	
5		Emergency stop	Functional test	7	7-Dec-23	14-Dec-23	

Gambar 3.1 Planned Maintenance System (PMS) MP Perkasa

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 seimbang 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 kopleng 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.

b. Kurangnya Perawatan Pada *Sea Water Cooling Pump*

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 :

- 1) 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.

2) 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 Maintenacne 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.

Pumps				Periodical Based Maintenance			
Item	Equipment	Sub Equipment	Maintenance Description	Interval (Days)	Last Done	Next Due	Status
1	No.1 M/E S.W cooling pump	Pressure test	Check operating press	7	12-Dec-23	19-Dec-23	
2		Pump lubrication	Greasing	30	2-Nov-23	2-Dec-23	Overdue
3		Pump overhaul	Disassembly/inspect repair if necessary	1825	10-Dec-18	9-Dec-23	Overdue
4		Motor Overhaul	Disassembly/inspect repair if necessary	1825	10-Dec-18	9-Dec-23	Overdue
1	No.2 M/E S.W cooling pump	Pressure test	Check operating press	7	12-Dec-23	19-Dec-23	
2		Pump lubrication	Greasing	30	2-Nov-23	2-Dec-23	Overdue
3		Pump overhaul	Disassembly/inspect repair if necessary	1825	10-Dec-18	9-Dec-23	Overdue
4		Motor Overhaul	Disassembly/inspect repair if necessary	1825	10-Dec-18	9-Dec-23	Overdue
1	M/E Standby S.W cooling pump	Pressure test	Check operating press	7	12-Dec-23	19-Dec-23	
2		Pump lubrication	Greasing	30	2-Nov-23	2-Dec-23	Overdue
3		Pump overhaul	Disassembly/inspect repair if necessary	1825	10-Dec-18	9-Dec-23	Overdue
4		Motor Overhaul	Disassembly/inspect repair if necessary	1825	10-Dec-18	9-Dec-23	Overdue
1	Liquid Mud pump 1	Pressure test	Check operating press	7	12-Dec-23	19-Dec-23	
2		Pump lubrication	Greasing	30	12-Dec-23	11-Jan-24	
3		Pump overhaul	Disassembly/inspect repair if necessary	1825	2-Nov-23	31-Oct-28	
4		Motor Overhaul	Disassembly/inspect repair if necessary	1825	2-Nov-23	31-Oct-28	
5		Emergency stop	Functional test	7	7-Dec-23	14-Dec-23	

Gambar 3.2 Planned Maintenance System (PMS) MP Perkasa

2. Heat Exchanger Plate Cooler Tidak Berfungsi Dengan Baik

Hal ini disebabkan oleh :

a. Heat Exchanger Plate Cooler (Fresh Water Cooler) Buntu Pada Sisi Air Laut

Fresh water cooler merupakan suatu pesawat pemindah panas tanpa merubah *fase* dari yang didinginkan, misalnya jika yang masuk *fase* air tawar maka yang keluar *fase* air tawar, yang mana gunanya untuk mendinginkan air tawar yang keluar dari mesin induk. Apabila dalam *heat exchanger tube* terdapat kotoran seperti lumpur atau tersumbat, maka akan mengakibatkan penyerapan panas terhadap air tawar akan berkurang / terhalang sehingga temperatur air tawar yang keluar dari *cooler* tersebut tetap tinggi. Maka hal tersebut dinamakan proses pendinginan tidak sempurna.

Fresh water cooler merupakan bagian yang penting dalam hal untuk kelancaran air pendingin karena sesuai dengan fungsinya yaitu sebagai alat penukar panas. Pendingin dari sistem pendingin mesin induk dan peralatannya dipasang untuk menjamin bahwa temperatur air pendingin yang telah ditentukan dapat diperoleh pada berbagai jenis kondisi. Pada instalasi pipa pendingin dilengkapi dengan jalur by-pass bila mana terjadi gangguan pada *fresh water cooler* untuk menjaga kelangsungan operasi sistem. Pada ujung saluran pipa air tawar sebelum masuk *fresh water cooler* dipasang thermometer dengan skala derajat celcius dan juga pada bagian keluarnya dipasang juga thermometer dengan skala derajat celcius. Maksud dari pemasangan adalah sebagai alat kontrol suhu pada air 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 perusakan atau degradasi material logam akibat bereaksi secara kimia dengan lingkungan.

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.

3. Suhu Gas Buang Cylinder No.2 Naik Melebihi 400°C

Analisis penyebabnya adalah:

a. Exhaust Valve Tidak Berfungsi Dengan Baik

Perawatan sangatlah diperlukan pada setiap benda yang bergerak. Terlebih-lebih pada setiap benda yang sering mendapat tekanan dan temperatur yang cukup tinggi. Demikian juga pada dunia permesinan yang selalu digunakan atau dipakai dengan tidak ada hentinya atau terus menerus. Pada motor diesel terdapat bagian-bagian yang sangat penting dan perlu mendapat perhatian yang ekstra untuk mencegah jangan sampai terjadi kerusakan akibat dari kelalaian para Masinis atau pihak-pihak operator. Proses pembakaran adalah sangat penting diperhatikan dalam perawatan untuk menunjang optimalnya tenaga mesin induk.

Ditambah lagi kurangnya suku cadang pendukung lainnya seperti pada bagian-bagian di katup gas buang ini. Dengan minimnya ketersediaan suku cadang yang tidak mencukupi standar minimum tingkatan perawatan sesuai anjuran pembuat mesin, maka perawatan mesin induk dan permesinan bantu lainnya tidak akan optimal.

Adapun faktor penyebab masalah pada *exhaust valve* diantaranya yaitu :

- 1) Terjadi kerusakan pada *spindle valve* seperti patah / bolong.
- 2) Antara permukaan *spindle valve* dengan *seat valve* tidak kedap atau dudukannya sudah tidak rata.

- 3) *Spindle valve* sudah tidak terbuka dan tertutup dengan sempurna.
- 4) Material *air spring piston* sudah aus
- 5) Silinder udara (*air cylinder*) tergores dan aus. Untuk mengatasi hal ini yang harus diperhatikan adalah diameter dalam dari *air cylinder*.
- 6) Katup pengembalian (*non return valve*) pegas sudah lemah atau putus sehingga tidak bekerja sebagaimana mestinya.

Demikian juga untuk alat-alat bantu lainnya seperti: Katup gas buang, pengabut bahan bakar, saringan-saringan bahan bakar (*Fuel oil Filter*), dan juga alat-alat pendingin lainnya. Padahal untuk menunjang operasi kapal yang sangat padat dan terencana, maka sistem perawatan berencana ini sangatlah diperlukan.

b. Adanya Kerusakan Pada *Spring Injector*

Injector adalah suatu alat yang berfungsi sebagai alat penyemprotan bahan bakar, agar bahan bakar dapat terbakar di dalam *cylinder*, melalui proses pembakaran didalam *cylinder* dengan jalan mengabutkan bahan bakar didalam ruang pembakaran, sehingga bahan bakar dapat terbakar dengan melalui suatu proses pembakaran. pada *injector* bahan bakar mesin induk yang masuk dengan temperatur $\pm 115^{\circ}\text{C}$. Jika pada saat kapal sedang berlayar maka akan terjadi proses pembakaran didalam *cylinder* secara terus menerus dan bergantian karena seringnya bekerja secara terus menerus ini akan mengakibatkan terjadinya gesekan pada bagian *injector* tersebut. Hal ini akan mengakibatkan timbul suatu kerusakan atau keausan pada alat tersebut sehingga mengakibatkan pengabutan tidak sempurna dan membuat temperatur gas buang diluar tingkat normal dan mempengaruhi *injector* tersebut. Kerusakan pada *spring injector* menyebabkan penyemprotan bahan bakar tidak maksimal, sehingga pembakaran di dalam silinder tidak sempurna. Pembakaran yang tidak sempurna akan mengakibatkan performa mesin

induk menurun. Oleh karena itu, *spring injector* yang rusak harus diganti dengan yang baru.

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. Tekanan *Sea Water Cooling Pump* Rendah

Alternatif pemecahan masalahnya sebagai berikut :

1) Melakukan *Overhaul Sea Water Cooling Pump*

Di atas kapal terdapat pompa sirkulasi air tawar yaitu pompa sirkulasi air tawar yang dihubungkan dengan mesin induk (*attached pump*), *auxiliary HT/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 *Auxiliary LT/HT cooling pump* ini dihubungkan dengan mesin induk dengan perantaraan roda gigi, sedangkan untuk *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 $1,6 \text{ kg/cm}^2$, Tekanan pompa yang normal adalah berkisar $3,0 \text{ kg/cm}^2$ 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.

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

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.

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 normal. 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 *Sea Water Cooling Pump* 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.

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

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

b. Heat Exchanger Plate Cooler Tidak Berfungsi Dengan Baik

Alternatif pemecahan masalahnya sbb :

1) Melakukan Perawatan Berkala Pada *Plate Cooler Fresh Water Cooler*

Pembersihan *fresh water cooler tube* dilaksanakan setiap 3 bulan sekali secara rutin. Pembersihan tersebut perlu diperhatikan agar tidak merusak bagian-bagian dari *fresh water cooler tube* tersebut. Perlu diperhatikan tentang cara pengikatan baut dilakukan sesuai dengan ukuran yang telah ditentukan agar tidak

terjadi kerusakan pada *tube* juga untuk menghindari terjadinya kebocoran air pendingin melalui celah-celah *tube*.

Jika kapal sering melewati perairan dangkal, kotoran atau tiram dapat terisap oleh pompa pendingin masuk ke *fresh water cooler*, sebelum 6 bulan kerjanya *fresh water cooler* sudah tidak optimal lagi. Jadi harus dilakukan pembersihan atau disogok dengan *brush tube* pipa-pipa *fresh water cooler*. Cara perawatan dan pembersihan *tube fresh water cooler* adalah:

- a) Buka semua baut dan kedua penutupnya.
- b) Sogok pipa-pipanya menggunakan sikat kawat (*Brush Tubes*).
- c) Semprot dengan air tawar dengan tekanan pipa-pipanya agar lumpur dan kotorannya dapat hilang.
- d) Ganti anti karat (*zinc anode*) yang sudah habis.
- e) Penutup (*cover*) harus dicat anti karat.
- f) Ganti kedua packingnya.
- g) Pasang kembali penutup, pipa dan mur bautnya.

Setelah semuanya terpasang, harus dicek kembali apakah ada kebocoran apa tidak dan harus didrain angin yang berada disistem sehingga *fresh water cooler* siap dioperasikan.

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 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.

c. Suhu Gas Buang Cylinder No.2 Naik Melebihi 400°C

Alternatif pemecahan masalahnya yaitu:

1) Melakukan Perawatan pada *Exhaust Valve* Secara Berkala

Pada saat mesin induk beroperasi, katup gas buang dan dudukan katup mendapat beban yang besar yaitu beban menahan kompresi dan mendapat panas yang tinggi dari proses pembakaran dalam silinder. Dari uraian di atas yang mengacu pada *instruction manual book* bahwa jam kerja katup gas buang adalah 4000 jam kerja dan harus diadakan *overhaul*, itu bisa tercapai bila ditunjang dengan pengoperasian mesin induk yang baik dan benar.

Perawatan yang dilakukan terhadap katup gas buang adalah:

- a) Pemeriksaan kerak karbon, keadaan muka katup dan perubahan warna.
- b) Periksa perubahan warna dan bentuk batang katup, keausan dan kondisi pelumasan.
- c) Periksa kelonggaran dan keausan bagi pemegang katup (*guide bush*).
- d) Periksa pegas katup terhadap kemungkinan patah, aus, korosi dan kekuatannya.
- e) Ukur diameter batang katup.
- f) Lapping/skir katup pada dudukannya pada jam kerja yang telah ditentukan.
- g) Penggantian katup jika muka katup sudah rusak.
- h) Secara berkala adakan penyetelan (pengukuran) dengan memakai feeler (*valve clearance*)

2) Melakuakn Perawatan dan Perbaikan pada *Injector*

Suhu gas buang yang melampaui batas normal dapat disebabkan karena *spring injector* yang rusak, oleh karena itu perlu dilakukan penggantian *spring injector*. Adapun dalam penggantian *spring injector* harus menggunakan *genuine part* agar dapat berfungsi dengan sebagaimana mestinya dan jam kerja sesuai standar *maker*.

Mengingat fungsi injector yang sangat penting untuk kelancaran proses pembakaran di dalam silinder mesin induk maka harus dilakukan perawatan. Berikut hal-hal yang perlu diperhatikan terkait dengan *injector* :

- a) Dilakukan perawatan secara rutin sesuai jam kerjanya pengabut.
- b) Dibersihkan dengan *chemical carbon remover* dan ditest tekananya
- c) Apabila tekanan tidak dapat tercapai sesuai buku petunjuk perlu dilakukan *overhaul* /dibongkar dilakukan *lappingcompound grinding nozzle* sesuai perosedur.
- d) Apabila hal tersebut tidak berhasil maka perlu diganti beberapa bagian komponennya, antara lain *rubber o'ring, thrust foot, spindle valve, thrust spindle, spring, nozzle tip.*

2. Evaluasi Terhadap Alternatif Pemecahan Masalah

a. Tekanan *Sea Water Cooling Pump* Rendah

1) Melakukan *Overhaul Sea Water Cooling Pump*

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 *Sea Water Cooling Pump* 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. Heat Exchanger Plate Cooler Tidak Berfungsi Dengan Baik

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 :

Mebutuhkan 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

c. Suhu Gas Buang Cylinder No.2 Naik Melebihi 400°C

1) Melakukan Perawatan pada Exhaust Valve Secara Berkala

Keuntungannya :

- a) Dapat mencegah terjadinya kebocoran pada *exhaust valve* tersebut. Sehingga katup gas buang dapat berfungsi dengan baik untuk membuang gas-gas sisa hasil pembakaran di dalam silinder.
- b) Proses pembakaran yang sempurna sehingga performa mesin dapat dipertahankan

Kerugiannya :

- a) Membutuhkan suku cadang
- b) Membutuhkan pengawasan dari perwira dan pemahaman dari ABK Mesin dalam pelaksanaannya

2) Melakuakn Peratan dan Perbaikan pada *Injector*

Keuntungannya :

- a) Pengabutan bahan bakar lebih maksimal
- b) Proses pembakaran bahan bakar sempurna

Kerugiannya :

- a) Membutuhkan suku cadang *spring injector* yang baru.
- b) Membutuhkan ketelitian dalam melakukan penggantian *spring injector*

3. Pemecahan Masalah yang Dipilih

a. Tekanan *Sea Water Cooling Pump* Rendah

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. *Heat Exchanger Plate Cooler* Tidak Berfungsi Dengan Baik

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 kapal MP Perkasa, maka penulis dapat menarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Tekanan *sea water cooling pump* rendah disebabkan kerusakan pada komponen pompa yaitu *impeller* terkikis dan kurangnya perawatan pada pompa pendingin air laut menyebabkan kinerja pompa tidak optimal sehingga dapat mengganggu operasi mesin induk.
2. *Heat exchanger Plate Cooler* tidak berfungsi dengan baik disebabkan *Heat exchanger tube* mengalami kebuntuan pada sisi air laut *fresh water cooler* dan perawatan yang belum optimal.

B. SARAN

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

1. Melakukan *overhaul sea water cooling pump* dan mengganti komponen pompa seperti *impeller* yang sudah terkikis dengan suku cadang yang baru sehingga tekanan *sea water cooling pump* normal.
2. Melakukan perawatan pada *fresh water Plate cooler* dengan cara membersihkannya dari kotoran yang masuk setiap tiga bulan sekali dan perbaikan serta penggantian pipa air laut.

DAFTAR PUSTAKA

- Hutamadi, Pradana. (2023). *Diesel Engine Performance - Performa Mesin Diesel*. Jakarta: Salemba Empat
- Jusak Johan Handoyo. (2020). *Sistim Perawatan Permesinan Kapal*, Jakarta : Djangkar ISBN, 978-979-044-623-6.
- Jusak Johan Handoyo. (2021). *Mesin Diesel Pengerak Utama Kapal*, Jakarta : Djangkar ISBN, 978-979-044-621-2
- Maanen, P Van. (2021). *Motor Diesel Kapal, Cetak Ulang*. Jakarta: Nautech
- Nugroho, Setyo. (2022). *Analisa Kondisi Mesin Induk Kapal Dengan Aplikasi Metode Fuzzy Inference System*
- Poerwadarminto. (2021). *Kamus Besar Bahasa Indonesia*. Jakarta: Balai Pustaka
- Sunaryo, Hery. (2022). *Perawatan dan Perbaikan Motor Penggerak Kapal*. Jakarta: Depdikbud

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

IMO CREW LIST

Arrival

Departure

1. Name of Ship : MP PERKASA		2. Port of Arrival: Tg.Wangi Port – Banyuwangi			3. Date: 14rd December 2023	
1a. IMO Number: 9776913						
1b. Call Sign : YDGC2						
4. Nationality of Ship INDONESIA		5. Port of Departure:			6. Passport No.	7. Passport No. Expiry
8. no	9. Family Name Given Names	10. Rank	11. Nationality	12. D.O. B		
1	Rifai Arif	Master	Indonesian	28.01.1981	E 6361596	18.03.2034
2	Arafah	Ch. Off	Indonesian	02.03.1981	E 2600259	28.02.2033
3	Adriansyah Bin Syafaruddin	2 nd Officer	Indonesian	04.09.1983	C 7971150	14.04.2027
4	Ansari Ilyas	2 nd Officer	Indonesian	10.11.1984	C 8609179	21.03.2027
5	Ridwan Mattulia	Ch. Engineer	Indonesian	13.06.1973	X 1036954	23.02.2026
6	Afero Kindangen	2 nd Engineer	Indonesian	16.04.1981	X 1186013	18.02.2027
7	Bobby Frangky Kaihena	3 rd Engineer	Indonesian	21.08.1976	C 6601104	03.06.2025
8	Haris Fadillah	Bosun	Indonesian	18.05.1977	X 2683207	11.12.2033
9	Budi Laksana	AB	Indonesian	25.12.1971	E 3495174	29.05.2033
10	Isnadi Bin Sastro	AB	Indonesian	06.06.1978	C 6656570	11.02.2025
11	Fachrul Zakaria	AB	Indonesian	19.12.1984	C 7934069	18.06.2026
12	Salbi	AB	Indonesian	09.06.1989	C 6585630	16.03.2027
13	Hasbi Genda	Oiler	Indonesian	12.09.1985	C 6584810	07.01.2027
14	Heru Setiyono	Oiler	Indonesian	24.01.1984	C 7172516	07.06.2026
15	Aneas Hardi	Cook	Indonesian	07.05.1983	E 0787105	28.09.2027

Date & Signature by master, authorized agent or officer



Rifai Arif

Master of MP Perkasa

Total crew on board: 15 crew including master



*challenging new frontiers
a voyage beyond excellence*

MP PERKASA

AHTS / 8160 BHP / DP2 / FIFI 1



VESSEL INFORMATION	
Ownership	Marco Polo Shipyard Pte Ltd
Flag	Singapore
Builder	PT Marco Polo Shipyard - Batam
Year Built	2015
Call Sign	9V3420
Official Number	400124
IMO Number	9776913
CLASS	ABS
Notations	✳A1, Towing Vessel, AH, FFV 1, Offshore Support Vessel, Supply, (E), ✳AMS, ✳ACCU, ✳DPS-2, UWILD, SPS, RW

PRINCIPAL PARTICULARS		PROPULSION SYSTEM		DECK MACHINERY	
Length Overall	70.30 m	Main Engine	2 x MAK 9M25, 4080BHP each @750rpm	Anchors	Anchors – 2 x HHP AC-14, 1980kg each
Length (BP)	68.30 m	CPP (Berg Prop.)	2 x 4 bladed CPP in Nozzles	Chain Cables	467.5m ø40mm, Gr.3a
Beam Moulded	16.60 m	Bow Thruster	2 x Kawasaki CPP tunnel thruster, 800KW, 12.0T	Windlass (ZICOM)	1 set electro-hydraulic 11 MT @ 12m/min
Depth Moulded	6.80 m	Stern Thruster	2 x Kawasaki CPP tunnel thruster, 400KW, 6.2T	Tugger Winch	2 x 10 MT @ 15 m/min
Draft (Design)	5.50 m	Rudder	2xhigh-lift type (Becker)	Vert. Capstan	2 x 5 MT @0-15 m/min
Draft (Max)	5.80 m	Steering Gear	Ram type (Jastram)	Rope Reel	Cap.– 1500m x ø64mm
Deadweight at max draft	2300 MT	GENERATORS		Deck Crane	1 x electro-hydraulic, SWL 5 MT @12m
GRT/NRT	2562 / 768	Shaft Alternator	2 x 1800KW, 440V, 3ph, 60Hz	DP SYSTEM	
Deck area	495 m2	Main Genset	2 x CAT C18, each 550KW, 440V, 3ph, 60Hz	DP-2 (MT Marine)	
Deck Strength	7.5 MT per sq.m.	Emergency Genset	1 x CAT C4.4, 238KW, 440V, 3ph, 60Hz	TANK CAPACITIES (100%)	
Deck Carrying Capacity	800 MT minimum	Electrical Sockets:	4x440V,60Hz, 4x415V,50Hz 4x220V,60Hz, 4x215V,50Hz	Fuel Oil	823.6 m3
SPEED		TOWING & ANCHOR HANDLING EQUIPMENT		Potable Water	565 m3
Service Speed	12 knots	Towing/Anchor Handling Winch	ZICOM electro-hydraulic waterfall type double drum Brake Holding – 300 MT Line Pull – 250 MT	Drill/FW/BallastWater	797.3 m3
Maximum Speed	14.0 knots	Towing Drum Cap.	1500m x ø64mm	OBM/Base Oil	367.9 m3 (2314 bbls)
BOLLARD PULL		AH Drum Cap.	1500m x ø64mm	Rig Chain Lockers	156.8 m3
Bollard Pull	120.33 MT	Towing Pins	1 set @ SWL 320 MT (KARMOY)	Brine	367.9 (Mud Tanks) + 156.8 (RCL) = 524.7 m3
ACCOMMODATION		KARM FORK	2 units KARM FORK, SWL 300 MT	Dry Bulk Cargo Tanks	220 m3 (4 x 2000 cu.ft = 8000 cu.ft)
6 x 1-berth cabins	6	Stern Roller	L4.5m x ø1.8m, SWL 450MT	Foam tank	20.5 m3
3 x 2-berth cabins	6	MISCELLANEOUS		Dispersant tank	20.5 m3
6 x 4-berth cabins	24	Oily Water Separator	1 x OWS (Cap. 1 m3/hr)	Bilge Holding tank	6.4 m3
Total:	36 (fully air-con)	Sewage Treatment Plant	1 x STP (Cap. 40 men)	PUMP CAPACITIES	
Complement	14	Water Maker	1 x 8 MT/day	Cargo Fuel Oil Pump	1 x 150 m3/hr @90m
LIFE SAVING EQUIPMENT				Potable Water Pump	1 x 150 m3/hr @90m
Inflatable liferaft	6 x 25-men			Drill Water Pump	1 x 150 m3/hr @90m
Rescue boat	1 x 6-men semi-rigid, c/w 25HP outboard motor, davit-launched			Liquid Mud/Base Oil Pump	2 x 100 m3/hr @80m
FIRE-FIGHTING & ANTI-POLLUTION EQUIPMENT				Cargo Brine Pump	1 x 100 m3/hr @80m
FiFi Class 1 with Water Spray				Dry Bulk Discharge Rate	80 m3/hr @60m
Pump	2 x 1650 m3/hr				
Monitor	2 x 1200 m3/hr, 12 bar, 120m, remote cntrl.				
Oil Dispersant System	2 x 6m spray boom with nozzles				

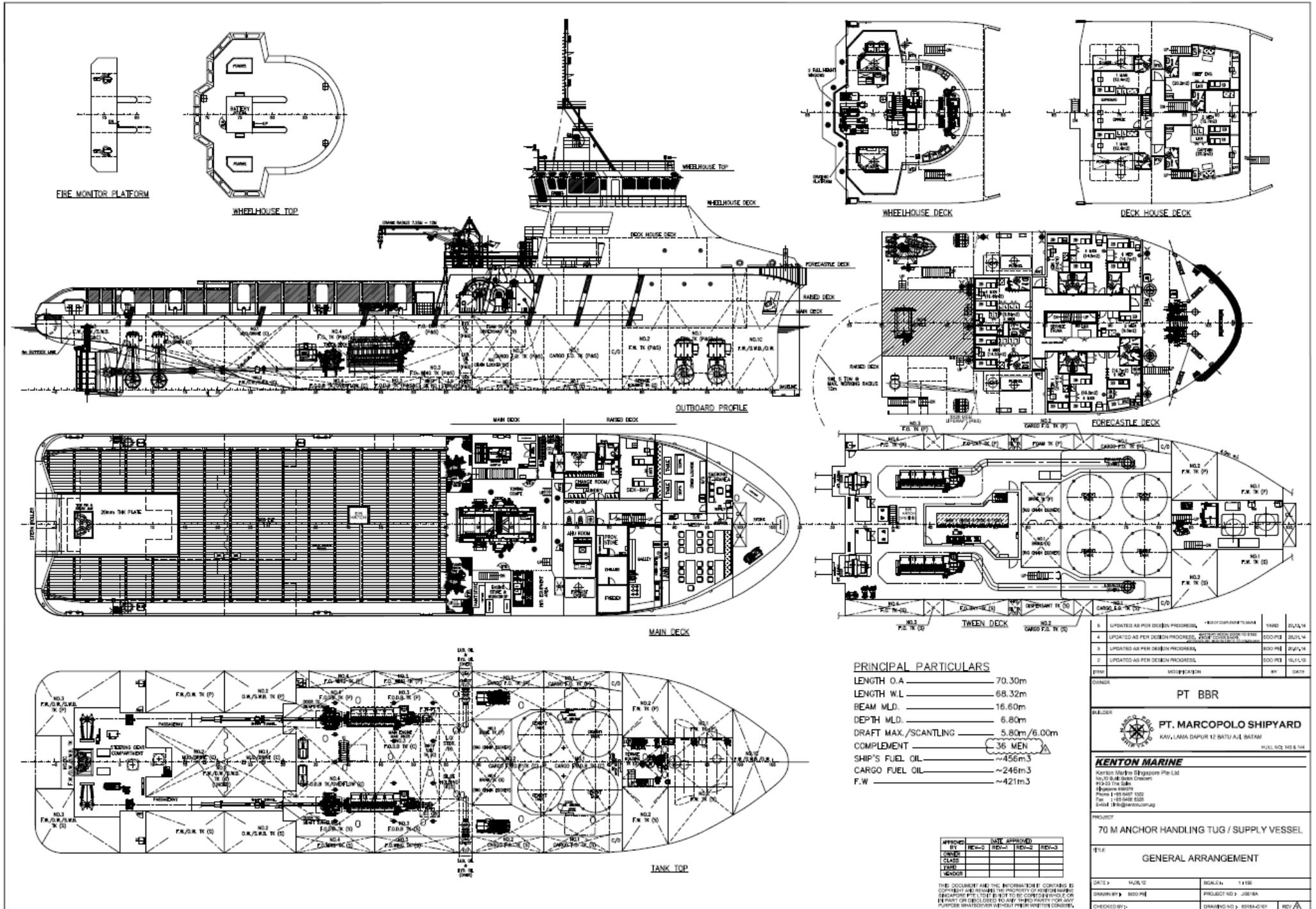
Particulars believed to be correct but not guaranteed. All figures given are approximate only. Owners reserve the right to amend the specifications without notice.

MARCO POLO MARINE LIMITED | 66 Kallang Pudding Road, Hor Kew Business Centre #05-01 Singapore 349324 | Tel: 6741-2545 Fax: 6659-4685 |

www.marcopolomarine.com.sg

For enquiries: ops.offshore@marcopolomarine.com.sg

GENERAL ARRANGEMENT



OWNER	PT BBR	YARD	22/12/14
BUILDER	PT. MARCOPOLO SHIPYARD KAY, LAMA DAPUR 12 BATU AJIL BATAM	DOC NO.	22/12/14
		DOC NO.	22/12/14
KENTON MARINE Kenton Marine Singapore Pte Ltd 40-01 The Arcade #10-01 The Arcade Singapore 048761 Phone: +65 6347 1333 Fax: +65 6348 8333 Email: k@kentonmarine.com.sg		DOC NO.	22/12/14
PROJECT	70 M ANCHOR HANDLING TUG / SUPPLY VESSEL		
FILE	GENERAL ARRANGEMENT		
DATE	14/01/15	SCALE	1:100
DRAWN BY	800-PM	PROJECT NO.	JBB-BA
CHECKED BY		DRAWING NO.	039A-0101