

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



MAKALAH

**OPTIMALISASI SISTEM PENDINGIN AIR TAWAR
UNTUK MENINGKATKAN KINERJA MESIN INDUK
DI KAPAL AHTS. PACIFIC 68**

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

Oleh :

HERY JOIS SINAGA

NIS. 02152/T-I

PROGRAM PENDIDIKAN DIKLAT PELAUT I

JAKARTA


2024


KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
BADAN PENGEMBANGAN SDM PERHUBUNGAN
SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN



TANDA PERSETUJUAN MAKALAH

Nama : HERY JOIS SINAGA
NIS : 02152/T-I
Program Pendidikan : Diklat Pelaut - I
Jurusan : TEKNIKA
Judul : OPTIMALISASI SISTEM PENDINGIN AIR TAWAR UNTUK
MENINGKATKAN KINERJA MESIN INDUK DI KAPAL
AHTS. PACIFIC 68

Pembimbing I

M. YUSUF, S.E., M.M.
Pembina (IV/A)
NIP. 19591212 198403 1 007

Jakarta, 28 Agustus 2024
Pembimbing II

NAFL ALMUZANI, M. M. Tr., M. Mar. E.
Penata TK.I (III/d)
NIP : 19720901 200502 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 : HERY JOIS SINAGA
NIS : 02152/T-I
Program Pendidikan : DIKLAT PELAUT - I
Jurusan : TEKNIKA
Judul : OPTIMALISASI SISTEM PENDINGIN AIR TAWAR UNTUK
MENINGKATKAN KINEJRJA MESIN INDUK DI KAPAL
AHTS. PACIFIC 68

Penguji I

Muhammad Nurdin, SAP., MAP., M. Mar. E
Pembina Utama Muda (IV/c)
NIP. 19660217 199808 1 001

Penguji II

Capt. Pujiningsih, M. M. Tr
Pembina (IV/a)
NIP. 19730810 200212 2 002

Penguji III

M. Yusuf, S. E., M. M
Pembina (IV/a)
NIP. 19591212 198403 1 007D.12544

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 atas karunia- Nya, sehingga penulis mendapat kesempatan untuk mengikuti tugas belajar program upgrading Ahli Teknika Tingkat I yang diselenggarakan di Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran Jakarta. Guna memenuhi persyaratan Kurikulum Program Upgreding ATT-I, maka semua pasis diwajibkan untuk membuat atau menulis sebuah makalah berdasarkan pengalaman selama bekerja di atas kapal dan ditunjang dengan teori-teori serta bimbingan dari pada dosen pembimbing STIP Jakarta. Sehingga penulis dapat menyelesaikan makalah ini sesuai dengan waktu yang ditentukan dengan judul :

OPTIMALISASI SISTEM PENDINGIN AIR TAWAR UNTUK MENINGKATKAN KINERJA MESIN INDUK DI KAPAL AHTS. PACIFIC 68

Penulis menyadari akan keterbatasan kemampuan dalam penyusunan serta penulisan makalah ini, sehingga masih banyak kekurangan-kekurangan dan hasilnya masih belum sempurna oleh sebab itu penulis membukakan diri untuk menerima kritik serta saran- saran yang positif guna menuju keperbaikan makalah ini. Selanjutnya segala rendah hati, bersama ini penulis menyampaikan rasa terima kasih sebesar besarnya kepada yang terhormat 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 skripsi 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 skripsi 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 sehingga dapat menyelesaikan tugas makalah ini.
 7. Istri tercinta yang membantu atas doa dan dukungan selama pembuatan makalah.
 8. Anak-anak tersayang yang telah memberikan Waktu dan semangat selama pengerjaan makalah.
 9. Semua rekan-rekan Pasis Ahli Teknik Tingkat I Angkatan Tujuh Puluh Satu (LXXI) tahun ajaran 2024 yang telah memberikan bimbingan, sumbangsih dan saran baik secara materil maupun moril sehingga makalah ini akhirnya dapat terselesaikan.
- Akhir kata semoga makalah ini dapat memberikan manfaat bagi penulis dan semua pihak yang membutuhkannya.

Jakarta, 30 Agustus 2024

Penulis,



HERY JOIS SINAGA

NIS. 02140/T-I

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
TANDA PERSETUJUAN MAKALAH	ii
TANDA PENGESAHAN MAKALAH	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
BAB I PENDAHULUAN	
A. LATAR BELAKANG	1
B. IDENTIFIKASI, BATASAN DAN RUMUSAN MASALAH	3
C. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN	4
D. METODE PENELITIAN	4
E. WAKTU DAN TERNPAT PENELITIAN	6
F. SISTEMATIKA PENULISAN	6
BAB II LANDASAN TEORI	
A. TINJAUAN PUSTAKA	8
B. KERANGKA PEMIKIRAN	21
BAB III ANALISIS DAN PEMBAHASAN	
A. DESKRIPSI DATA	22
B. ANALISIS DATA	26
C. PEMECAHAN MASALAH	33
BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN	
A. KESIMPULAN	46
B. SARAN	47
DAFTAR PUSTAKA	47
PENJELASAN	
ISTILAH.....	48

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1.1 Grafik Gas Buang Mesin Induk	4
Gambar 2.1 Diagram Sistem Pendingin Air Tawar	11
Gambar 2.2 Plate Heat Exchanger	17
Gambar 3.1 Kerusakan Impeller Pada SW Cooling Pump	27
Gambar 3.2 Plate Heat Exchanger	29
Gambar 3.3 Pengecekan Exh Valve Cylinder Head	31
Gambar 3.4 Kerusakan Spring Injector	32
Gambar 3.5 Spare Part SW Cooling Pump	35
Gambar 3.6 Impeller SW Cooling Pump	35
Gambar 3.7 Plate Head Exchanger Yang Sudah Dibersihkan	37
Gambar 3.8 Perbaikan Exhaust Valve Cylinder Head	40
Gambar 3.9 Perbaikan Injector	41

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Ship Particular

Lampiran 2. Crew List

BAB I

PENDAHULUAN

A. LATAR BELAKANG

Kapal *AHTS (Anchor Handling Towing and Supply)* PACIFIC 68 berbendera Singapore yang beroperasi di alur pelayaran Malaysia. 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 PACIFIC 68 yaitu jenis motor bakar (diesel).

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 PACIFIC 68 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.

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. Dan temperature gas buang cylinder No.2 mencapai 400 °C. Masinis Jaga juga memeriksa tekanan pompa air laut yang mendinginkan air tawar kurang dari 2,0 bar yaitu hanya 1.2 bar dan memeriksa secara visual pada *AMS Monitor* yang berada di *engine control room* bahwa telah terjadi *high temperature* atau *overheating* dan *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* yang tidak berfungsi dengan baik. Apabila keadaan ini tidak dilakukan tindakan maka temperatur akan bertambah tinggi secara bertahap dan dapat mengakibatkan mesin induk *blackout*.

Kemudian terjadinya kenaikan suhu gas buang *Cylinder No.2* mencapai 400°C dimana batas normal rata-rata gas buang antara 330°C - 360°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.

Dari beberapa faktor permasalahan diatas salah satu penyebabnya adalah sistem pendingin mesin induk kurang maksimal, terjadinya kenaikan temperatur pada gas buang dan perawatan mesin induk tidak sesuai rencana / *planing maintenance system (PMS)*, sehingga pada saat pelayaran terjadi gangguan pada mesin induk.

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 SISTEM PENDINGIN AIR TAWAR UNTUK MENINGKATKAN KINERJA MESIN INDUK DI KAPAL AHTS. PACIFIC 68”**.

B. IDENTIFIKASI, BATASAN DAN RUMUSAN MASALAH

1. Identifikasi Masalah

Berdasarkan pada latar belakang diatas, maka dapat diidentifikasi beberapa permasalahan yang terjadi di kapal PACIFIC 68 sebagai berikut :

- a. Tekanan *sea water cooling pump* rendah
- b. *Heat exchanger* tidak berfungsi dengan baik
- c. Suhu gas buang cylinder No.2 naik melebihi 400°C
- d. Strainer sea chest kotor
- e. Strainer sw cooling pump kotor

2. Batasan Masalah

Berdasarkan uraian identifikasi masalah di atas, maka penulis membatasi pembahasan makalah ini berdasarkan pada pengalaman penulis selama bekerja di kapal PACIFIC 68 sebagai *Second Engineer*, yaitu membahas tentang :

- a. Tekanan *sea water cooling pump* rendah
- b. *Heat exchanger* tidak berfungsi dengan baik
- c. Suhu gas buang cylinder No.2 naik melebihi 400°C

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 *sea water cooling pump* rendah?
- b. Mengapa *heat exchanger* tidak berfungsi dengan baik?
- c. Suhu gas buang cylinder No.2 naik melebihi 400°C?

C. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

1. Tujuan Penelitian

- a. Untuk mengetahui dan menganalisis penyebab rendahnya tekanan *sea water cooling pump* di atas kapal PACIFIC 68
- b. Untuk mengetahui dan menganalisis penyebab *heat exchanger* tidak berfungsi dengan baik di atas kapal PACIFIC 68
- c. Untuk mengetahui dan menganalisis penyebab suhu gas buang Main Engine No.1 cylinder No.2 naik melebihi 400°C.

2. Manfaat Penelitian

a. Manfaat Bagi Dunia Akademis

- 1) Untuk menambah wawasan bagi penulis sendiri yang tertuang dalam bentuk Karya Ilmiah Terapan
- 2) Untuk mengembangkan pengetahuan baik penulis maupun pembaca atau rekan seprofesi agar lebih dapat memahami tata cara perawatan berkala terhadap mesin induk.
- 3) Diharapkan hasil penulisan makalah ini dapat berguna bagi Pasis di STIP Jakarta.

b. Manfaat bagi dunia praktisi

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.

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 PACIFIC 68

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 PACIFIC 68

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 PACIFIC 68.

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 PACIFIC 68 sebagai *Second Engineer* dari tanggal 02 November 2023 sampai dengan 20 Mei 2024.

2. Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan di atas kapal PACIFIC 68, milik perusahaan Berlitz Marine Singapore.

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

Menurut Poerwadarminto (2021) optimalisasi adalah hasil yang dicapai sesuai dengan keinginan, jadi optimalisasi merupakan pencapaian hasil sesuai harapan secara efektif dan efisien. 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. 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.

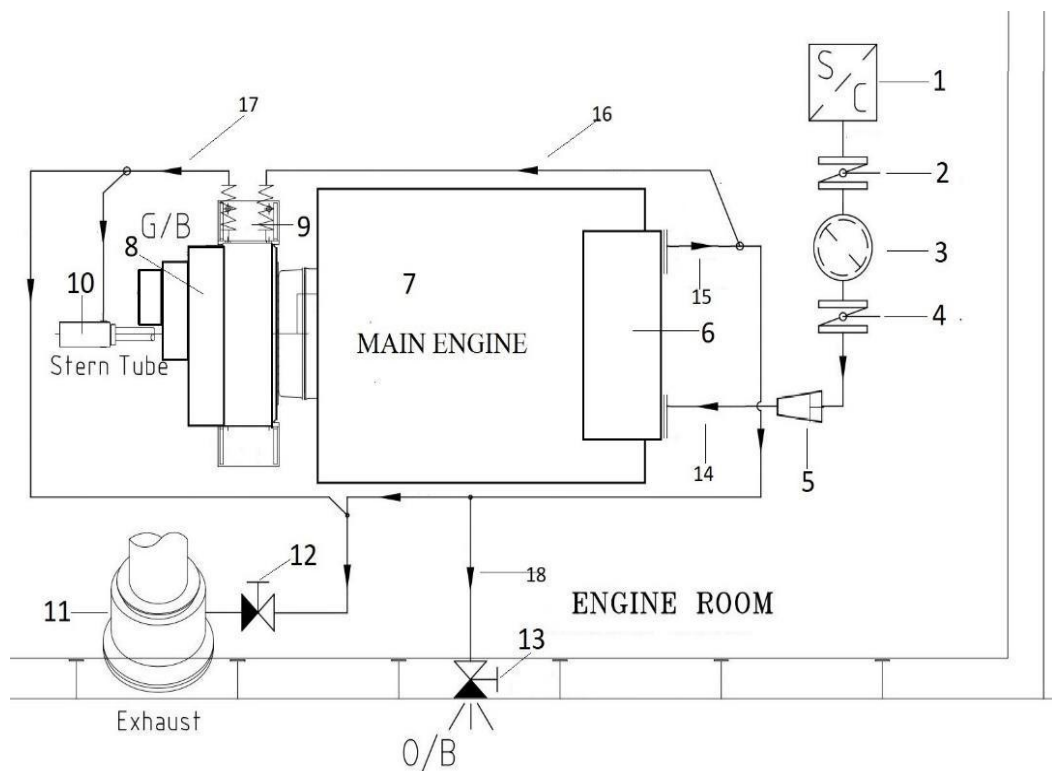
2. Sistem Pendingin Air Tawar

a. Definisi Sistem Pendingin Air Tawar

Hery Sunaryo (2022) 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

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*. Berikut ini adalah beberapa jenis pompa yang paling umum digunakan :

a) Pompa Sentrifugal

Pompa ini bekerja dengan prinsip sentrifugal, di mana impeller berputar untuk menciptakan aliran dan tekanan yang mendorong cairan keluar. Ketika cairan masuk ke dalam pompa melalui saluran masuk (inlet), impeller yang berputar cepat akan memberikan gaya sentrifugal yang mengarahkan cairan ke tepi luar impeller, menciptakan tekanan yang mendorong cairan keluar melalui saluran keluar (outlet).

Keunggulan utama dari pompa sentrifugal adalah kemampuannya untuk menangani volume cairan yang besar dengan biaya operasional yang relatif rendah. Selain itu, desainnya yang sederhana membuatnya mudah dirawat dan dioperasikan. Pompa ini sering digunakan dalam aplikasi seperti pengolahan air, irigasi,

distribusi bahan bakar, dan sistem pendingin. Namun, pompa sentrifugal tidak efektif untuk mengalirkan cairan dengan viskositas tinggi atau cairan yang mengandung partikel padat.

Diatas kapal PACIFIC 68, jenis pompa air laut menggunakan pompa sentrifugal dengan spesifikasi sebagai berikut :

Maker	TECO
Serial No	H6082510007
M.Code	AMB.600EGC
Daya	18,5 KW
Tegangan	380 V
Phase	3 Phase
Frekuensi	50 Hz
Tekanan Maks	3.0 Bar
Kapasitas	60 m ³ /jam

b) Pompa Gear

Pompa gear menggunakan dua roda gigi yang berputar untuk memindahkan cairan. Ketika roda gigi berputar, cairan terjebak di antara gigi-gigi dan casing pompa, lalu dipindahkan ke sisi keluar pompa. Pompa gear sangat efektif untuk mengalirkan cairan dengan viskositas tinggi, seperti oli, resin, dan bahan bakar. Keunggulan utama dari pompa gear adalah kemampuannya untuk memberikan aliran yang konstan dan terkontrol, serta kemampuannya untuk menangani cairan yang kental.

c) Pompa Piston

Pompa piston atau pompa plunger bekerja dengan menggunakan piston atau plunger yang bergerak maju-mundur dalam silinder untuk menciptakan tekanan dan memindahkan cairan. Pompa ini mampu menghasilkan tekanan tinggi dan sangat efektif untuk aplikasi yang memerlukan aliran cairan yang konsisten dan kuat.

Prinsip kerja pompa piston adalah di mana gerakan piston ke atas dan ke bawah akan menarik dan mendorong cairan.

d) Pompa Screw

Pompa screw bekerja dengan menggunakan sekrup berputar untuk memindahkan cairan dalam arah aksial. Pompa ini mampu menangani cairan dengan viskositas tinggi dan partikel padat tanpa masalah. Prinsip kerjanya mirip dengan auger, di mana sekrup yang berputar akan menggerakkan cairan sepanjang sumbu sekrup.

e) Pompa Diaphragm

Pompa diaphragm menggunakan membran fleksibel yang bergerak bolak-balik untuk memindahkan cairan. Pompa ini dapat menangani cairan yang korosif, abrasif, atau mengandung partikel padat tanpa risiko kebocoran, karena tidak ada kontak langsung antara cairan dan bagian-bagian mekanis. Pompa diaphragm bekerja dengan cara memindahkan membran yang fleksibel, menciptakan vakum yang menarik cairan ke dalam ruang pompa, kemudian mendorongnya keluar melalui katup.

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. *Heat Exchanger*

Menurut Jusak Johan Handoyo (2020) *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, pasteurisasi, pemisahan campuran, distilasi (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.

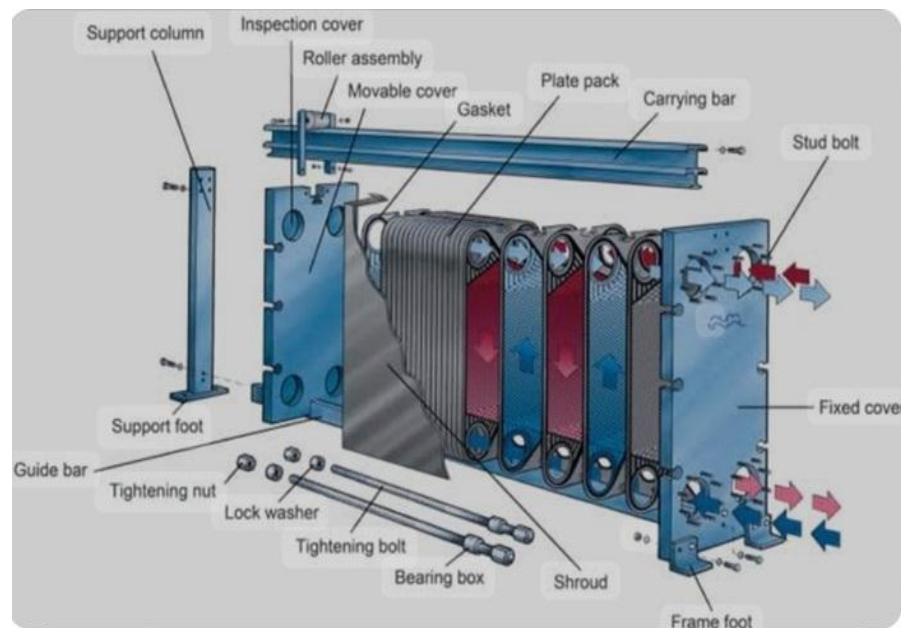
Alat penukar panas atau *heat exchanger* (HE) adalah alat yang digunakan untuk memindahkan panas dari sistem ke sistem lain tanpa perpindahan massa dan bisa berfungsi sebagai pemanas maupun sebagai pendingin. Biasanya, medium pemanas dipakai adalah air yang dipanaskan sebagai fluida panas dan air biasa 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*). Berikut beberapa jenis *heat exchanger* yang sering digunakan yaitu :

1) Plate Heat Exchanger

Plate heat exchanger menggunakan plat logam sebagai permukaan untuk pertukaran panas. Plate ini akan membentuk banyak saluran kecil untuk aliran fluida, serta memaksimalkan efisiensi pertukaran panas. Plate heat exchanger terdiri dari paket plate tegak lurus, bergelombang, atau profil lain. Pemisah antara plate tegak lurus dipasang penyekat lunak (biasanya terbuat dari karet). Pelat -pelat

dan sekat disatukan oleh suatu perangkat penekan yang pada setiap sudut plate terdapat lubang pengalir fluida.

Melalui dua dari lubang ini, fluida dialirkan masuk dan keluar pada sisi yang lain, sedangkan fluida yang lain mengalir melalui lubang dan ruang pada sisi sebelahnya karena ada sekat.



Gambar 2.2 Plate Heat Exchanger

Diatas kapal PACIFIC 68 menggunakan heat exchanger tipe plate head exchanger dengan spesifikasi sebagai berikut :

Manufacturer	Alfa Laval
Type	M15-MFG
Serial No	30111-78-233
Design press	71.5 PSI
Design temp	221 F
Test Pres	90 PSI
Volume	97.5 L

2) Tube Heat exchanger

Tube heat exchanger merupakan jenis yang paling umum digunakan. *Heat exchanger* ini terdiri dari tabung-tabung kecil di dalam suatu selongsong. Fluida yang satu mengalir di dalam tabung-tabung sedangkan fluida yang lain mengalir di sekeliling tabung-

tabung tersebut. Biasanya, fluida panas mengisi tabung besar dan fluida kecil mengisi tabung kecil.

3. Kinerja

Pradana Hutamadi (2023) 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 Setyo Nugroho (2022) 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.

Menurut Jusak Johan Handoyo (2020) 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.

Diatas kapal PACIFIC 68 menggunakan mesin induk dengan mesin diesel Yanmar 8N280M-SV. Data performa mesin saat sea trial terakhir sebagai berikut :

Tabel 2.1 Data Performa Mesin Induk

MAIN ENGINE NO.1				MAIN ENGINE NO.2			
RPM		700		RPM		700	
Coolant Temp (°C)		80		Coolant Temp (°C)		81	
LO Temperature (°C)		83		LO Temperature (°C)		84	
LO Press (Bar)		4.5		LO Press (Bar)		4.54	
Fuel Press (Bar)		3.56		Fuel Press (Bar)		3.42	
Boost Pressure (Bar)		2.42		Boost Pressure (Bar)		2.36	
FW Pressure (Bar)		2.14		FW Pressure (Bar)		2.0	
SW Pressure (Bar)		2.0		SW Pressure (Bar)		2.1	
SW Temp (°C)		29		SW Temp (°C)		29	
Load Speed (%)		100		Load Speed (%)		100	
CYLINDERS EXHAUST TEMPERATURE (°C)				CYLINDERS EXHAUST TEMPERATURE (°C)			
1	365	2	375	1	362	2	366
3	358	4	360	3	365	4	357
5	364	6	357	5	366	6	369
7	359	8	365	7	363	8	359

- 2) Mesin pembakar luar (*external combustion*) adalah pesawat tenaga, dimana pembakarannya dilaksanakan di luar pesawat itu sendiri.
Contoh: turbin uap, mesin uap.

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), 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 dibutuhkan 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.

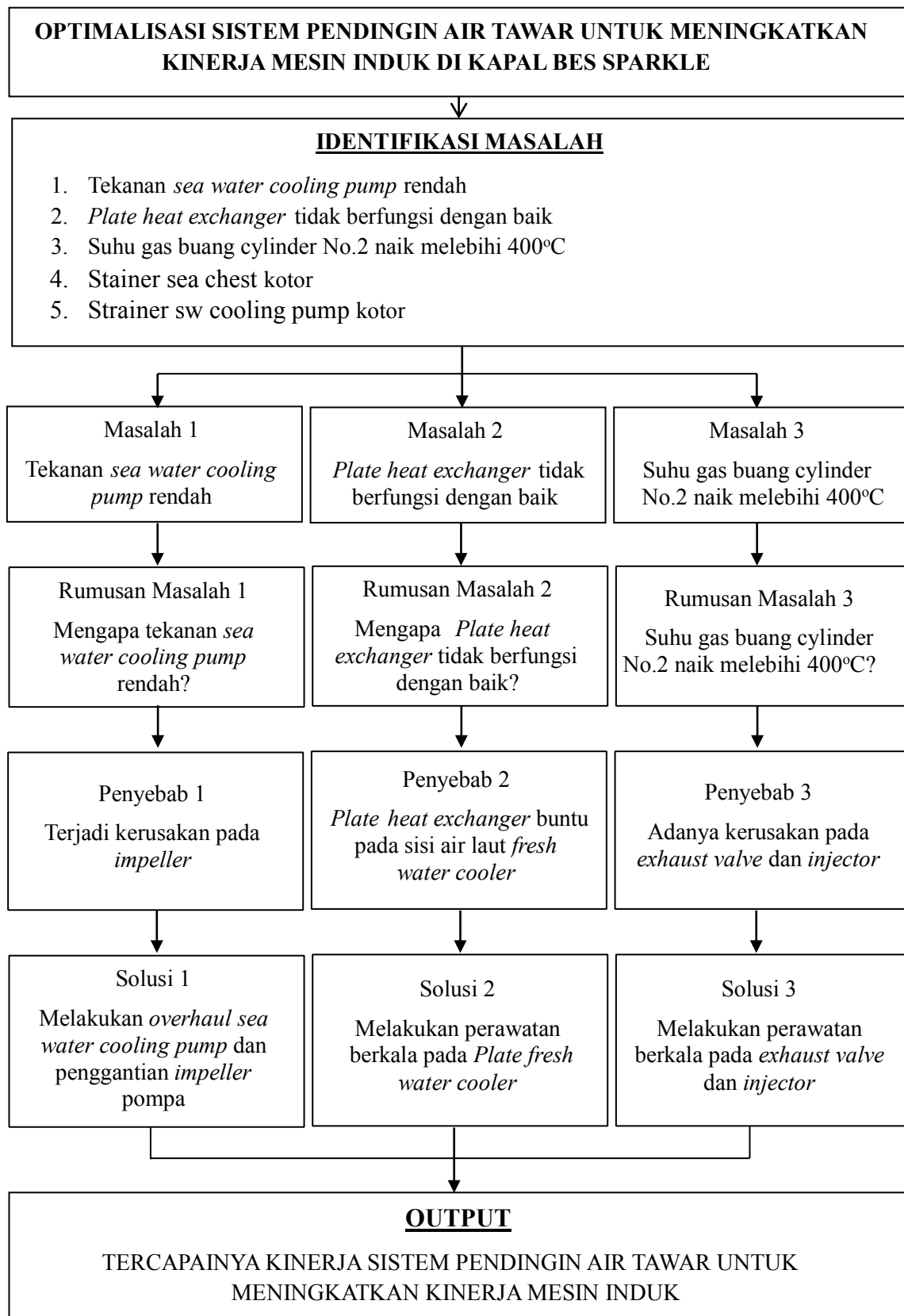
Pembakaran yang tuntas dan sempurna secara kimiawi ini akan menghasilkan panas, proses reaksinya disebut *Exterm*. Bila sejumlah gas atau udara dikompresi atau di *ekspansi* akan ada perubahan suhu selama proses terjadi, namun bila keadaan suhunya tidak ada perubahan, maka prosesnya disebut *isothermis*. 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 *ekspansi* 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



BAB III

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

A. DESKRIPSI DATA

Fakta-fakta yang penulis temui selama bekerja di atas kapal PACIFIC 68 sebagai *Second Engineer* sejak tanggal 02 November 2023 sampai dengan 20 Mei 2024, 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 650 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* 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 temeptratur 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

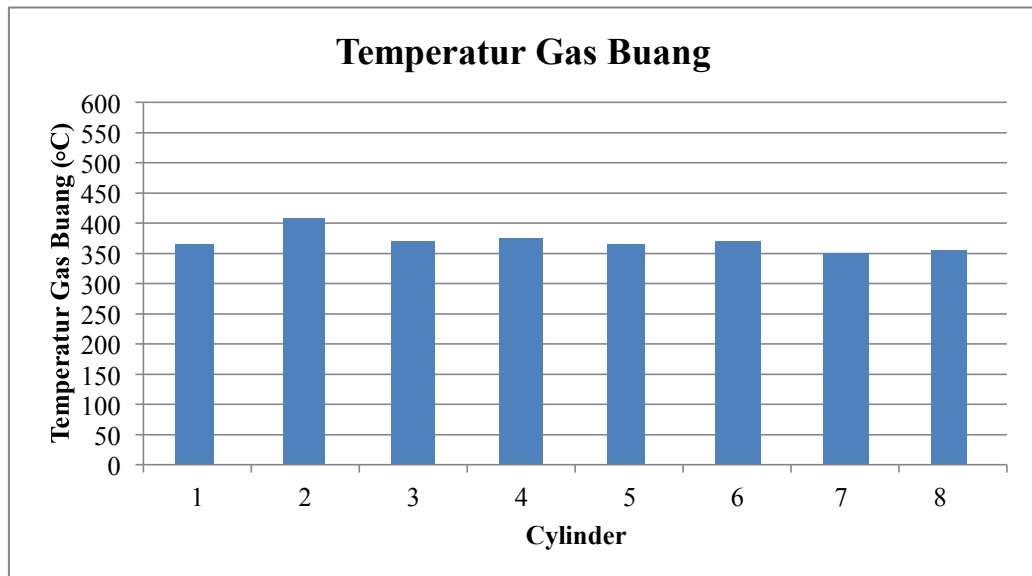
(tindakan sementara). Kemudian putaran mesin induk dikurangi dari 650 rpm menjadi 250 rpm.

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 Iduk 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.

Adapun data – data mesin induk sebagai berikut :



Gambar 3.1 Grafik Gas Buang Mesin Induk No.1

Tabel 3.1 Temperatur Gas Buang

RPM	Suhu Gas Buang (°C)							
	Silinder 1	Silinder 2	Silinder 3	Silinder 4	Silinder 5	Silinder 6	Silinder 7	Silinder 8
300	250	252	250	257	253	251	252	251
350	275	272	271	274	275	273	271	273
400	298	324	301	297	298	296	299	298
500	322	368	329	326	324	331	323	322
650	340	400	355	352	341	365	345	352

Tabel 3.2 Main Engine No.1 Performa Data

Main Engine Performa Data								
Description	Cylinder Number							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Exh. Gas Tempt	340	400	355	352	341	365	345	352

L.O Press	4.2
F.O Press	3.24
FW Press	1.9
SW Press	1.2
SW Temp	29
L.O Tempt	84
RPM	650
<ul style="list-style-type: none"> • Untuk unit tekanan menggunakan satuan bar • Untuk unit temperatur menggunakan satuan °C 	

Tabel 3.3 Main Engine No.2 Performa Data

Main Engine Performa Data								
Description	Cylinder Number							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Exh. Gas Tempt	342	348	351	354	344	355	342	348
L.O Press	4.2							
F.O Press	3.2							
FW Press	1.8							
SW Press	2.0							
SW Temp	29							
L.O Tempt	83							
RPM	650							
<ul style="list-style-type: none">• Untuk unit tekanan menggunakan satuan bar• Untuk unit temperatur menggunakan satuan °C								

Tabel 3.4 Data Temperatur Sistem Pendingin (Data pada saat main engine over heat)

RPM 650	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	59	48	48	50

Tabel 3.5 Data dari pompa air laut

Pompa Air Laut No.1		Pompa Air Laut No.2	
Pressure	1,2 bar	Pressure	2,0 bar
Suction	0,35 bar	Suction	0,36 bar

B. ANALISIS DATA

1. Tekanan *Sea Water Cooling Pump* Rendah

Hal ini disebabkan oleh :

a. *Kerusakan pada 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.

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 dudukkan *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 3.1 Kerusakan Impeller Pada SW Cooling Pump

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 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. Heat Exchanger Tidak Berfungsi Dengan Baik

Hal ini disebabkan oleh :

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

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 plate* 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.



Gambar 3.2 Plate Heat Exchanger

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.

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.

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.



Gambar 3.3 Pengecekan Exh Valve Cylinder Head

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.



Gambar 3.4 Kerusakan Spring Injector

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 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 perantaraan 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 $1,6 \text{ kg/cm}^2$, Tekanan pompa yang normal adalah berkisar $2,0 \text{ kg/cm}^2$ 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.

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.



Gambar 3.5 Spare Part SW Cooling Pump



Gambar 3.6 Impeller SW Cooling Pump

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* Tidak Berfungsi Dengan Baik

Alternatif pemecahan masalahnya sbb :

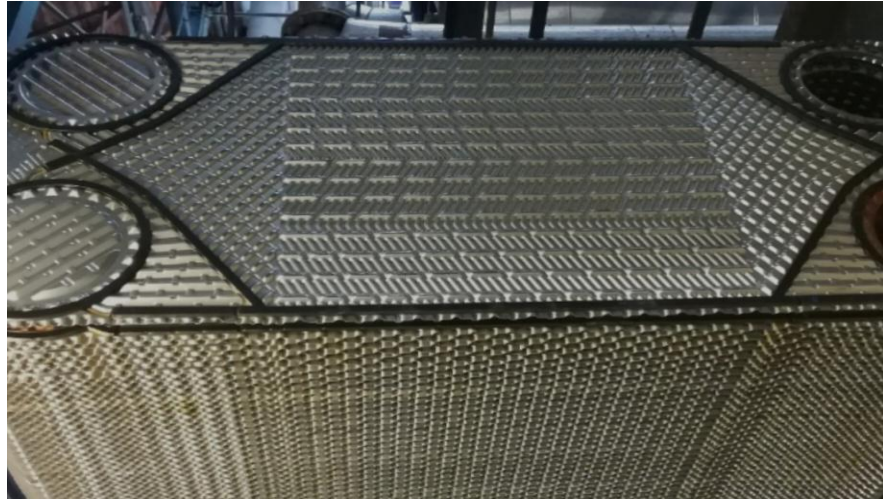
1) Melakukan Perawatan Berkala Pada *Fresh Water Cooler Plate*

Pembersihan *fresh water cooler plate* dilaksanakan setiap 3 bulan sekali secara rutin. Pembersihan tersebut perlu diperhatikan agar tidak merusak bagian-bagian dari *fresh water cooler plate* tersebut. Perlu diperhatikan tentang cara pengikatan baut dilakukan sesuai dengan ukuran yang telah ditentukan agar tidak terjadi kerusakan pada *plate* juga untuk menghindari terjadinya kebocoran air pendingin melalui celah-celah *plate*.

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 dengan *brush dan chemical*. Cara perawatan dan pembersihan *plate fresh water cooler* adalah:

- a) Buka semua baut pada penutupnya.
- b) Bersihkan plate menggunakan brush dan chemical.
- c) Semprot dengan air tawar dengan tekanan agar lumpur dan kotorannya dapat hilang.
- d) Ganti anti karat (*zinc anode*) yang sudah habis.
- e) Penutup (*cover*) harus dicat anti karat.
- f) 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.



Gambar 3.7 Plate Heat Exchanger yang sudah dibersihkan

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:

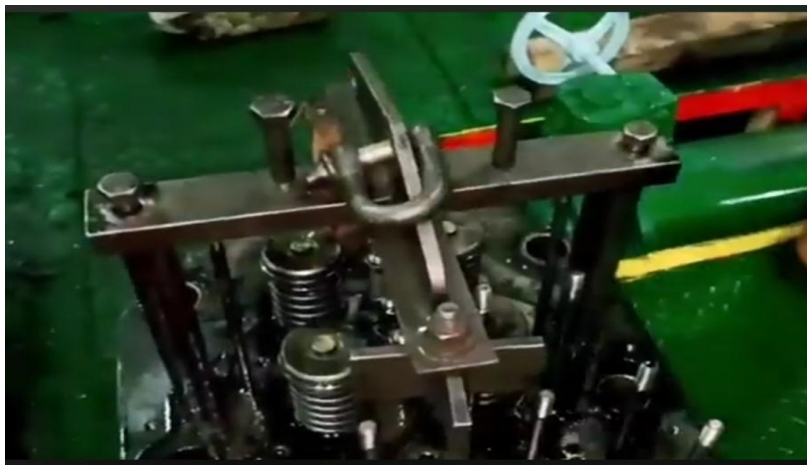
1) Melakukan Perawatan pada *Exhaust Valve* Secara Berkala

Pada saat mesin induk beroperasi, katup gas buang dan kedudukan 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) Lapping/skir katup pada dudukannya pada jam kerja yang telah ditentukan.
- f) Penggantian katup jika muka katup sudah rusak.
- g) Secara berkala adakan penyetelan (pengukuran) dengan memakai feeler (*valve clearance*)



Gambar 3.8 Perbaikan Exh Valve Cylinder Head

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 dites 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*.



Gambar 3.9 Perbaikan Injector

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* 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 :

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

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 Perawatan 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* 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.

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

Pemecahan masalah yang dipilih untuk mengatasi suhu gas buang mesin induk yang melampaui batas yaitu melakukan perawatan pada *exhaust valve* 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 PACIFIC 68 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* tidak berfungsi dengan baik disebabkan *Heat exchanger plate* mengalami kebuntuan pada sisi air laut *fresh water cooler* dan perawatan yang belum optimal.
3. Suhu gas buang mesin induk melampaui batas normal disebabkan karena *exhaust valve* tidak berfungsi dengan baik dan adanya kerusakan pada *spring injector*

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 *plate heat exchanger* dengan cara membersihkannya dari kotoran yang masuk setiap tiga bulan sekali dan perbaikan serta penggantian pipa air laut.

3. Menjaga suhu gas buang mesin induk dalam batas normal dengan cara melakukan perawatan pada *exhaust valve* secara berkala mengikuti *Planned Maintenance System (PMS)* dan mengganti *spring injector* yang patah dengan suku cadang yang baru.

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>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.

Lampiran 1

	BERLITZ OFFSHORE LIMITED 70 Ubi Crescent , #02-11 Ubi Techpark Singapore 408570 Tel : +65-64751928 Fax : +65-67422778 EMAIL: mktg-dept@berlitzmarine.com
---	---




65M 6,000 PS DP-1 Anchor Handling Tug / Supply Vessel

Name of vessel	PACIFIC 68	Towing Anchor/Winch	1 x Brattvagg SL150W-ST
Registry	Singapore		Double Drum, waterfall type
Year of Built	2005		1000M X 52 MM dia wire(Drum Capacity)
Type	Anchor Handling Tug / Supply Vessel	Tugger Winch	2 x 10 tons Brattvagg AKM22.010
Classification	ABS	Towing Pins	Triplex-S-200 SWL 200tons
Notation	+A1,(E), Towing Vessel, + AMS	Sharkjaws	Triplex-H-200 SWL 200tons
	Fire Fighting Vessel Class 1 , DPS 1	Capstans	2 x 5.2 tons Brattvagg CM 2205
Dimensions	64.80M X16.00M X 6.0M	Stern Roller	3.5m x dia1.5m 180 tons SWL
GRT / NRT	1847 MT / 554 MT	Anchor Windlass	1 x 7.1 tons Anchor windlass
Loaded Draft	5.0 M	Anchors	2 x 1590 kg anchors
Clear Deck Space	Approx 450 m2	Main Deck Crane	3.25 Tons @ 24M
Speed	12.5 Knots Approx	Provision Crane	3 Tons @ 10M
Bollard Pull	65 Tons Approx	Dynamic Position	Nautronix ASK6000
Deadweight	2000 tons		1 x Laser Fanbeam
Accommodation	42 men Bunks + 1 Hospital		1 x Acoustic tracking
Lifesaving	As per to Solas		2 x gyro compasses
Firefighting	FiFi 1		1 x control set + 1 UPS
Fuel	749 m3	Radar	2 x Furuno
Fresh water	311 m3	Magnetic Compass	1 x Lilley-Gillie
Drill Water	500 m3	Auto Pilot	1 x Tokimec
Mud	238 m3	SSB	1 Furuno
Base Oil	270 m3	Fleet Broadband	1 x Futuno
Cement Tanks	4 x 1,500 FT3	GPS	1 x Litton Marine
Deck Loading	7.5MT / m3	VHF	2 x Furuno
Deck Loading	950 MT	GMDSS	1 x Furuno
Main Engines	2 x 3000 BHP Yanmar 8N280M-SV	Navtex Receiver	1 x NX-500 Furuno
Gearboxes	Yanmar set	2- way Radio	2 x McMurdo
Generator	2 x 350 kw , 415V/3Phase/50Hz	Inmarsat	1 x Thrane & Thrane
Emergency Genset	1 x 99 KW CAT	Weather Facsimile	1 x Furuno
Shaft Alternator	2 x 450 KW	Echo Sounder	1 x Furuno
Bow Thruster	1 x 7tons thrust Kawasaki CPP	Speed Log	1 x Furuno
Stern Thruster	1 x 4.5tons thrust Kawasaki CPP	Intercom System	1 lot Vingtor
Propulsion	CPP	Sound Power Tel	1 lot Vingtor
External FiFi	Class 1 Fire Fighting Vessel	Public Address	1 lot Vingtor
Fire Monitor	2 x 1200m2/hr @10 bar	Talk Back System	1 lot Vingtor
Fire Pump	2 x 1500m3/hr @ 150m @ 14 bar	Air Horn	1 x Zollner
FO Discharge	2 x 100m3/hr @ 60M head	Aneometer	2 x R.M Young
FW Discharge	2 x 100m3/hr @ 60M head	Radio Direction Finder	1 x Furuno
Mud discharge	2 x 60m3/hr @ 60M head	Satellite Nav	1 x Furuno
Bilge Pumps	2 x 65m3/hr @ 60M head	Liferafts	4 sets for 20 person
Bulk Cement	2 x 25.6m3/min @ 5.6 bar	Rescue Boat	1 x 6 men
Base Oil	2 x 60m3/hr @ 60M head	Fresh Water Maker	1 x Reverse Omosis – 5tons / 24 hrs

SPECIFICATIONS ARE NOT CONTRACTUAL AND SUBJECT TO CHANGE WITHOUT PRIOR NOTICE.
 PARTICULARS GIVEN HEREIN ARE ENTIRELY WITHOUT WARRANTY AS TO CORRECTNESS AND INTERESTED PARTIES MUST SATISFY THEMSELVES
 BY INSPECTION OR OTHER MEANS OF THE DETAILS OF THE VESSEL REFERRED TO

Lampiran 2

 CREW AND PASSENGER LIST												DOCUMENT NO	BERLITZ-SMS-FRM-03.04
												PAGE	1 of 1
												ISSUE NO / REV NO	01 / 00
												EFFECTIVE DATE	1-Nov-22
Note : This Form has to be Filled/Completed by the Master on every crew change and then on monthly basis. Copy to be sent to Operations Dept and Crewing Dept. It will take approx 2 hours to complete in the beginning, thereafter about 10 minutes per crew change.													
Name of Ship: PACIFIC 68						Next Port: RAS TANURA			Arrival <input type="checkbox"/> Departure <input checked="" type="checkbox"/>				
IMO No.: 9324588						Last Port: Ras Tanura			Date of Arrival: TBA				
Call Sign: 9V6473						GT / NT: 1847 / 554			Date of Departure: TBA				
Nationality of ship: Singapore						Agent: Kano							
Sr. No.	Family Name / Given Name:	Nationality	Rank	Date of Birth	Place of Birth	Passport No.	Expiry Date	Seamen' Book no.	Issue Date:	Expiry Date	Date of Arrival	End of Contract:	
1	VALENTINO HERAYANTO KUEN	Indonesian	Master	18-Feb-80	Kendari	E 2262442	12 Apr 33	F 247504	21-Jun-24	21-Jun-26	15-Dec-23	APC	
2	ARIYANTO LUMME	Indonesian	Ch. Mate	08-Jul-89	Makassar	C 8426020	27 Dec 26	F 086823	16-Jan-23	24-Jan-25	20-Jan-24	APC	
3	MUH. NUR AKBAR MULIYADI	Indonesian	2nd Mate	05-Jul-97	Takalar	C 9280647	03-Jun-27	I 037770	14-May-23	14-May-26	10-Feb-24	APC	
4	LAODE MUHAMMAD SYAHRIR	Indonesian	Ch.Engineer	23-Feb-74	Muna	C 8682711	23-Sep-25	G 069213	20-Apr-21	20-Apr-26	28-Oct-23	APC	
5	HERY JOIS SINAGA	Indonesian	2nd Eng	15-Aug-83	Pardomuan	C 7385724	28-May-34	G 060500	01-Dec-21	01-Dec-26	02-Nov-23	APC	
6	YULIARTO PONDA SENE	Indonesian	3rd Eng	16-Jul-92	Ujung pandang	C 6789342	19-Jun-25	G 017594	06-Oct-23	06-Oct-25	02-Nov-23	APC	
7	JAMALUDDIN TATO	Indonesian	AB 1	09-Sep-94	Bontorannu	C 8680248	31-May-27	G 040538	22-Dec-23	22-Dec-25	30-Jan-24	APC	
8	CANDRA MUHAMMAD	Indonesian	AB 2	07-Jul-92	Bandung	E 6917551	07-Mar-34	H 000055	18-Mar-22	18-Mar-25	30-Jan-24	APC	
9	MAHRUM IMBONG	Indonesian	AB 3	01-Jul-79	Palopo	E 6288311	08-Jan-34	J 018859	26-Mar-24	26-Mar-27	30-Jan-24	APC	
10	PARAGUSI LOLANGAN	Indonesian	AB 4	02-Sep-83	Kaskiwang	C 7176231	27-Nov-25	G 120765	10-Dec-21	10-Dec-26	10-Dec-23	APC	
11	MUHAMMAD RIVAIL	Indonesian	OILER 1	12-Mar-89	Palopo	E 0206815	19-Dec-32	F 212386	11-Jan-23	10-Jun-25	07-Mar-24	APC	
12	KHAIRUN SAID	Indonesian	OILER 2	20-Jun-78	Malela	E 0207618	11-Jan-33	F 216899	15-May-22	15-May-26	30-Jan-24	APC	
13	SUNYOTO KARTO JIMAN	Indonesian	COOK	10-Sep-70	Nganjuk	C 9869368	01-Aug-27	I 001581	13-Dec-22	13-Dec-25	30-Jan-24	APC	
Total no. of Crew include. Master:		13	Earliest Crew Change on:			No. of Indians		No. of British					
						No. of Filipinos		No. of Ukrainian					
						No. of Indonesian		13	Others				
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> VESSEL : M.V. PACIFIC 68 OFF NO : 390592 GRT / NRT : 1847/554 CALL SIGN : 9V6473 FLAG : SINGAPORE </div>													
Capt. Valentino Heryanto Kuen 18-Mei-2024													
Date and Signature of Master, authorized agent or officer Place: FREEPORT - ABUDHABI													

