

**KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
BADAN PENGEMBANGAN
SUMBER DAYA MANUSIA PERHUBUNGAN**

SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN



SKRIPSI

**MANAJEMEN PERAWATAN SISTEM PENDINGIN AIR
TAWAR UNTUK MENINGKATKAN KINERJA MESIN
INDUK DI MT. KEI**

Oleh:

RAIHAN ALFIANSYAH
NRP. 706250071

**PROGRAM PENDIDIKAN DIPLOMA IV
JURUSAN TEKNIKA
JAKARTA
2026**

**KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
BADAN PENGEMBANGAN
SUMBER DAYA MANUSIA PERHUBUNGAN
SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN**



**MANAJEMEN PERAWATAN SISTEM PENDINGIN AIR
TAWAR UNTUK MENINGKATKAN KINERJA MESIN
INDUK DI MT. KEI**

**Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan
Untuk Penyelesaian Program Pendidikan Diploma IV**

Oleh:

**RAIHAN ALFIANSYAH
NRP. 706250071**

**PROGRAM PENDIDIKAN DIPLOMA IV
JURUSAN TEKNIKA
JAKARTA
2026**

**KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
BADAN PENGEMBANGAN
SUMBER DAYA MANUSIA PERHUBUNGAN**

SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN



HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama	: Raihan Alfiansyah
NRP	: 706250071
Program Pendidikan	: Diploma IV
Jurusan	: Teknika
Judul	: Manajemen Perawatan Sistem Pendingin Air Tawar Untuk Meningkatkan Kinerja Mesin Induk Di MT. Kei

Jakarta, 18 Februari 2026

Penulis



Raihan Alfiansyah

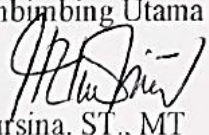
**KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
BADAN PENGEMBANGAN
SUMBER DAYA MANUSIA PERHUBUNGAN**

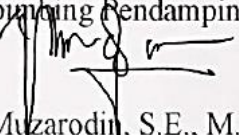
SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN



TANDA PERSETUJUAN SKRIPSI

Nama	: Raihan Alfiansyah
NRP	: 706250071
Program Pendidikan	: Diploma IV
Jurusan	: Teknika
Judul	: Manajemen Perawatan Sistem Pendingin Air Tawar Untuk Meningkatkan Kinerja Mesin Induk Di MT. Kei

Pembimbing Utama

Sursina. ST., MT
Penata Tk. I (III/d)
NIP.197207231998032001

Jakarta, 18-Mei-2026
Pembimbing Pendamping

Ihrof Muzarodin, S.E., M.Si.
Penata (III/C)
NIP.198108122010121002

Mengetahui;
Ketua Jurusan Teknika

Dr. Markus Yando, S.Si.T., M.M.
Penata Tk. I (III/d)
NIP. 198006052008121001

**KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
BADAN PENGEMBANGAN
SUMBER DAYA MANUSIA PERHUBUNGAN**

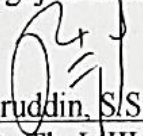
SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN



TANDA PENGESAHAN SKRIPSI

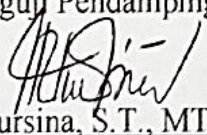
Nama	: Raihan Alfiansyah
NRP	: 706250071
Program Pendidikan	: Diploma IV
Jurusan	: Teknika
Judul	: Manajemen Perawatan Sistem Pendingin Air Tawar Untuk Meningkatkan Kinerja Mesin Induk Di MT. Kei

Penguji Utama


Imam Fahcruddin, S.Si., M.Sc.
Penata Tk. I (III/d)
NIP. 198811202015031001

Jakarta, 08 - Juli - 2026

Penguji Pendamping I


Sursina, S.T., MT
Penata Tk. I (III/d)
NIP. 197207231998032001

Mengetahui;
Ketua Jurusan Teknika


Dr. Markus Yando, S.Si.T., M.M.
Penata Tk. I (III/d)
NIP. 198006052008121001

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat, taufik serta hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini sesuai dengan waktu yang telah ditentukan dengan judul:

MANAJEMEN PERAWATAN SISTEM PENDINGIN AIR TAWAR UNTUK MENINGKATKAN KINERJA MESIN INDUK DI MT. KEI

Penulisan skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan di Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta. Dalam penyusunan skripsi ini, penulis menyadari bahwa tanpa bantuan, bimbingan, serta dukungan dari berbagai pihak, skripsi ini tidak akan dapat terselesaikan dengan baik.

Pada kesempatan ini, penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. Capt. Tri Cahyadi, M.H., M.Mar., selaku Ketua Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta.
2. Bapak Dr. Markus Yando, S.Si.T., M.M., selaku Ketua Jurusan Teknik STIP Jakarta.
3. Ibu Sursina, ST., MT, selaku Pembimbing Utama yang telah memberikan arahan, bimbingan, serta masukan dalam penyusunan skripsi ini.
4. Bapak Ihrof Muzarodin, S.E., M.Si., selaku Pembimbing Pendamping yang telah memberikan bimbingan dan koreksi dalam penulisan skripsi ini.
5. Seluruh dosen Program Studi Teknik STIP Jakarta yang telah memberikan ilmu, bimbingan, serta pengalaman selama penulis menempuh pendidikan di Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran.
6. Perusahaan pelayaran nasional PT Waruna Nusa Sentana (Waruna Group) beserta seluruh awak kapal MT. Kei, yang telah memberikan kesempatan, data, serta pengalaman selama penulis melaksanakan praktik laut dan penelitian.
7. Rekan-rekan RPL Teknik 8A yang telah memberikan dukungan, semangat, serta kebersamaan selama masa pendidikan di STIP Jakarta.
8. Orang tua dan keluarga penulis yang selalu memberikan doa, dukungan moral

maupun material, serta motivasi tanpa henti sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.

9. Teman-teman penulis yang tidak dapat disebutkan satu per satu, yang telah memberikan bantuan, kerja sama, dan semangat selama masa perkuliahan hingga penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan demi perbaikan di masa yang akan datang.

Akhir kata, penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis sendiri maupun bagi pembaca, khususnya dalam bidang permesinan kapal.

Jakarta, 18 Mei 2026
Penulis



Raihan Alfiansyah

DAFTAR ISI

	Halaman
SAMPUL DALAM.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
TANDA PERSETUJUAN SKRIPSI	iv
TANDA PENGESAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR SINGKATAN	xii
DAFTAR ISTILAH DAN SIMBOL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
ABSTRAK.....	xv
BAB I : PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang.....	1
B. Identifikasi Masalah	4
C. Batasan Masalah.....	5
D. Rumusan Masalah	5
E. Tujuan dan Manfaat.....	5
F. Sistematika Penulisan Skripsi.....	6
BAB II : LANDASAN TEORI	
A. Tinjauan Pustaka	7
B. Penelitian Terdahulu.....	18
C. Kerangka Pemikiran	22
BAB III : METODE PENELITIAN	
A. Waktu dan Tempat Penelitian	24
B. Metode Pendekatan	25

C. Sumber Data	25
D. Teknik Pengumpulan Data	28
E. Teknik Analisis Data	31
 BAB IV : ANALISIS DAN PEMBAHASAN	
A. Deskripsi Data	33
B. Analisis Data	35
C. Alternatif Pemecahan Masalah.....	41
D. Evaluasi Terhadap Alternatif Pemecahan Masalah.....	49
E. Pemecahan Masalah yang Dipilih	52
 BAB V : PENUTUP	
A. Kesimpulan.....	54
B. Saran.....	55
 DAFTAR PUSTAKA	56
LAMPIRAN.....	

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1	Sistem pendingin terbuka 14
Gambar 2.2	Sistem pendingin tertutup..... 16
Gambar 2.3	Kerangka Penelitian.....23
Gambar 3.1	Kondisi <i>sea water strainer</i> yang kotor saat dilakukan pembersihan ...26
Gambar 3.2	Tampilan tekanan <i>sea water pump</i> kurang dari 1 bar.....26
Gambar 3.3	Kondisi <i>plate heat exchanger</i> sebelum dilakukan pembersihan.....27
Gambar 3.4	Standar temperatur normal dari manual <i>book</i>27
Gambar 3.5	Temperatur <i>CW</i> mesin induk mencapai 90°C28
Gambar 4.1	Perbandingan temperatur normal dan temperatur aktual <i>CW</i>33
Gambar 4.2	Kondisi <i>Sea Water Strainer</i> Sebelum dan Sesudah Pembersihan36
Gambar 4.3	Tekanan <i>Sea Water Pump</i> saat beroperasi sebesar ± 1 bar37
Gambar 4.4	Kondisi impeller <i>Sea Water Pump</i> yang mengalami keausan38
Gambar 4.5	<i>Plate heat exchanger</i> sebelum dan sesudah dibersihkan39
Gambar 4.6	<i>Gland Packing</i>43
Gambar 4.7	<i>Ball Bearing Pump</i>43
Gambar 4.8	<i>Impeller</i>44

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Perawatan Berencana.....	11
Tabel 2.2 Penelitian Terdahulu	18
Tabel 3.1 Instrumen Wawancara	30

DAFTAR SINGKATAN

AC	<i>Air Conditioner</i> (jika digunakan di konteks kapal)
DWT	<i>Deadweight Tonnage</i> (daya angkut kapal)
FWC	<i>Fresh Water Cooling</i>
GT	<i>Gross Tonnage</i> (tonase kotor kapal)
HE	<i>Heat Exchanger</i> (alat penukar panas)
LOA	<i>Length Overall</i> (panjang keseluruhan kapal)
MT	Motor Tanker / <i>Marine Tanker</i> (MT. Kei)
PMS	<i>Planned Maintenance System</i>
RPM	<i>Revolution Per Minute</i>
SWC	<i>Sea Water Cooling</i>
WITA	Waktu Indonesia Tengah

DAFTAR ISTILAH DAN SIMBOL

Simbol	Keterangan	Satuan
°C	Derajat Celcius (satuan temperatur)	°C
bar	Satuan tekanan	bar
±	Kurang lebih / estimasi nilai	

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Pengajuan Sinopsis Skripsi
Lampiran 2	Dokumentasi Penelitian
Lampiran 3	Transkrip Wawancara

ABSTRAK

Alfiansyah, Raihan. 2026. *“Manajemen Perawatan Sistem Pendingin Air Tawar Untuk Meningkatkan Kinerja Mesin Induk Di Mt. Kei”*

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh pentingnya sistem pendingin air tawar dalam menjaga kestabilan temperatur kerja mesin induk agar tetap berada pada kondisi optimal. Permasalahan yang terjadi di MT. Kei adalah meningkatnya temperatur air pendingin hingga mencapai $\pm 90^{\circ}\text{C}$, yang melebihi batas normal operasional sebesar 75°C – 80°C . Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penyebab tidak optimalnya sistem pendingin air tawar serta menentukan upaya pemecahan masalah yang tepat. Metode penelitian yang digunakan adalah deskriptif kualitatif dengan teknik pengumpulan data berupa observasi, wawancara, studi kepustakaan, dan dokumentasi. Data diperoleh secara langsung selama penulis bekerja sebagai Masinis IV di atas kapal MT. Kei pada periode 03 Februari 2025 sampai dengan 25 Desember 2025. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat dua permasalahan utama pada sistem pendingin mesin induk. Pertama, *sea water system* tidak bekerja secara optimal akibat tersumbatnya *sea water strainer* oleh lumpur, plastik, dan lumut serta rendahnya tekanan pompa air laut yang hanya mencapai ± 1 bar akibat keausan *impeller*. Selain itu, fungsi *temperature controller* juga belum bekerja secara optimal dalam mengatur sirkulasi temperatur pendingin. Kedua, *heat exchanger plate* tidak berfungsi dengan baik akibat terjadinya *fouling* pada permukaan *plate* yang menghambat proses perpindahan panas serta belum optimalnya penerapan *Planned Maintenance System* (PMS) pada *heat exchanger*. Upaya pemecahan masalah dilakukan melalui pembersihan rutin *sea water strainer*, pemeriksaan dan penggantian *impeller* pompa, perawatan *temperature controller*, *cleaning heat exchanger (removal fouling)*, serta penerapan *Planned Maintenance System* (PMS) secara konsisten. Hasil perbaikan menunjukkan bahwa temperatur air pendingin kembali normal pada kisaran 75°C – 85°C sehingga kinerja mesin induk meningkat dan risiko kerusakan dapat diminimalkan.

Kata Kunci: *heat exchanger, impeller, manajemen perawatan, sea water system, sistem pendingin*

ABSTRACT

Alfiansyah, Raihan. 2026. *“Freshwater Cooling System Maintenance Management to Improve Main Engine Performance on MT. Kei”*

This research was motivated by the importance of the freshwater cooling system in maintaining the stability of the main engine operating temperature under optimal conditions. The problem that occurred on board MT. Kei was the increase in cooling water temperature reaching approximately $\pm 90^{\circ}\text{C}$, exceeding the normal operational limit of 75°C – 85°C . This study aimed to analyse the causes of the non-optimal freshwater cooling system and determine corrective actions. The research method used was descriptive qualitative with data collection techniques consisting of observation, interviews, literature study, and documentation. The data were obtained directly while the researcher worked as a Fourth Engineer on board MT. Kei from 03 February 2025 to 25 December 2025. The results showed two main problems in the cooling system. First, the sea water system did not operate optimally due to blockage of the sea water strainer by mud, plastic waste, and moss, as well as low seawater pump pressure of only ± 1 bar caused by impeller wear. In addition, the temperature controller did not function optimally in regulating cooling circulation. Second, the heat exchanger plate did not function properly due to fouling on the plate surface and the non-optimal implementation of the Planned Maintenance System (PMS). Corrective actions included routine cleaning of the sea water strainer, maintenance of the temperature controller, cleaning of the heat exchanger, and consistent implementation of PMS. As a result, the cooling water temperature returned to the normal range of 75°C – 85°C , improving main engine performance and minimizing the risk of damage.

Keywords: heat exchanger, impeller, maintenance management, sea water system, cooling system

BAB I

PENDAHULUAN

A. LATAR BELAKANG

Kapal merupakan salah satu alat transportasi laut yang mempunyai peran strategis dalam mendukung berbagai kegiatan manusia, baik di bidang ekonomi, pertahanan, sosial, maupun hubungan antar wilayah (Handojo et al., 2022). Kapal laut juga merupakan sarana transportasi angkutan laut yang penting dan mempunyai berbagai jenis sesuai dengan kegunaannya masing-masing, seperti kapal tanker, kapal penumpang, kapal suplai, kapal tunda, dan jenis kapal lainnya. Selain itu, kapal laut dikenal efisien dan efektif karena bisa mengangkut muatan dalam kapasitas besar dengan biaya yang relatif rendah dibandingkan dengan moda transportasi lainnya.

Seiring dengan perkembangan zaman yang semakin maju, modern, dan canggih, kapal laut terus dirancang dan dikembangkan sesuai dengan visi mis operasionalnya. Pada umumnya, kapal menggunakan motor diesel baik sebagai mesin penggerak utama (*main engine*) maupun sebagai mesin bantu (*auxiliary engine*). Kinerja mesin penggerak utama merupakan salah satu elemen yang sangat penting dalam mendukung kelancaran operasional kapal (Wibowo & Astriawati, 2021). Dalam pengoperasiannya, mesin kapal bekerja dengan terus-menerus selama pelayaran.

Pada praktik operasional di atas kapal, kinerja mesin induk tidak selalu berada pada kondisi ideal. Berbagai gangguan teknis bisa saja terjadi pada sistem pendukung mesin, khususnya sistem pendingin air tawar yang berdampak langsung pada kestabilan temperatur kerja mesin. Ketidakteraturan perawatan, kualitas air pendingin yang kurang baik, serta kondisi komponen pendingin yang menurun dapat menyebabkan sistem pendingin tidak bekerja secara optimal. Kondisi ini sering dijumpai pada kapal yang beroperasi secara *continue* dengan jadwal pelayaran padat, termasuk kapal tanker, sehingga berpotensi menurunkan performa mesin induk dan meningkatkan risiko kerusakan.

Ketika mesin diesel beroperasi, torak bergerak di dalam silinder dan menyebabkan panas sebagai akibat dari proses pembakaran bahan bakar yang berlangsung secara *continue*, sehingga menyebabkan blok mesin dan komponen-komponennya mengalami peningkatan temperatur. Terciptanya panas hasil pembakaran bahan bakar pada mesin bisa menyebabkan terjadinya kenaikan temperatur, terutama pada bagian-bagian yang bersentuhan langsung dengan ruang bakar. Apabila panas tersebut dibiarkan, maka temperatur akan semakin meningkat dan berdampak pada material komponen yang menjadi lemah akibat ketidakmampuan menahan panas, serta memperbesar risiko terjadinya keretakan bahan. Kondisi tersebut dapat menurunkan kinerja mesin induk dan memicu kerusakan komponen.

Oleh karena itu, maka diperlukan sistem pendukung yang bisa menjaga kestabilan kinerja mesin, salah satunya adalah sistem pendingin (Wibowo & Astriawati, 2021). Sistem pendingin merupakan komponen penting pada sebuah kapal dan memerlukan perhatian yang cukup, karena lancar tidaknya pengoperasian kapal sangat bergantung pada hasil kerja mesin induk. Apabila sistem pendingin mendapati kerusakan maka akan mengurangi kerja mesin induk kapal, sehingga hal tersebut akan menciptakan kerugian yang dialami oleh pihak pemilik kapal dari segi teknis maupun ekonomis. Adapun tujuan sistem pendingin adalah guna mempertahankan temperatur operasi mesin yang paling efisien pada setiap kecepatan dalam segala kondisi. Ketidakhadiran sistem pendinginan yang optimal menyebabkan kenaikan suhu kerja mesin di atas batas normal, yang berdampak pada percepatan keausan, penurunan efisiensi pembakaran, kerusakan komponen, hingga terjadinya kegagalan mesin secara mendadak (Wibowo et al., 2025). Berdasarkan penjelasan tersebut, dapat diketahui bahwa sistem pendingin air tawar merupakan salah satu sistem penunjang pada sistem penggerak utama kapal yang berfungsi untuk menjaga temperatur kerja mesin induk agar tetap berada pada kondisi normal sehingga mesin dapat beroperasi secara optimal.

Berdasarkan uraian mengenai pentingnya sistem pendingin mesin induk di atas, penulis mengaitkannya dengan kondisi nyata yang dialami selama pelaksanaan praktik laut. Salah satu kejadian yang penulis alami adalah saat bekerja di atas kapal MT. Kei berkaitan dengan gangguan pada sistem pendingin mesin induk, yaitu sistem pendingin air tawar (*fresh water cooling system*) merupakan sistem pendingin tertutup. Gangguan tersebut ditunjukkan dengan tidak optimalnya proses pendinginan pada mesin induk, yang kemudian berdampak langsung pada kenaikan temperatur kerja mesin.

Dalam memperhatikan sistem pendingin air tawar pada mesin induk di kapal. Kapal bisa beroperasi dengan baik, dan mampu berlayar dalam jangka waktu yang lama. Pada saat kapal beroperasi, temperatur air pendingin yang normal adalah 75-85°C berdasarkan hal tersebut, maka perlu dilakukan penanganan terhadap gangguan yang muncul pada sistem pendingin air tawar.

Pada saat kapal MT.Kei melakukan pelayaran di perairan tropis, kapal berlayar dari Balikpapan menuju Bau, temperatur air pendingin di kapal MT.Kei meningkat temperatur air pendingin yang normalnya 75-85°C, pada saat itu temperatur air pendingin mesin induk mencapai 90°C.

Gejala awal permasalahan ditandai dengan meningkatnya suhu air pendingin (*jacket cooling water*) secara bertahap di atas batas normal. Meskipun *alarm* belum aktif, indikator pada panel kontrol menunjukkan adanya kenaikan suhu yang signifikan sehingga memerlukan tindakan segera.

Berdasarkan hasil pemeriksaan awal oleh kru mesin, ditemukan adanya kemungkinan gangguan pada aliran air laut sebagai media pendingin. Pemeriksaan difokuskan pada *sea water strainer*, yang berguna menyaring kotoran sebelum air laut masuk ke sistem pendingin. Setelah dilakukan pembongkaran, ditemukan adanya penumpukan kotoran seperti lumut, plastik dan partikel lainnya yang menghambat aliran air laut, kondisi tersebut menyebabkan aliran air laut tidak maksimal, sehingga proses pendinginan di dalam *heat exchanger* menjadi terganggu. Air laut yang membawa partikel kotoran juga menyebabkan terjadinya penumpukan deposit pada permukaan *plate heat exchanger*, yang mengakibatkan penurunan efektivitas perpindahan panas.

Pembersihan terhadap *sea water strainer* telah dilakukan, namun hasilnya belum optimal karena suhu masih berada di atas batas normal. Oleh karena itu, dilakukan pemeriksaan lanjutan pada pompa pendingin air laut. Dari hasil inspeksi, diketahui bahwa *impeller* pompa mengalami keausan, sehingga tidak mampu menghasilkan tekanan dan debit aliran yang memadai. Akibat dari kondisi tersebut, proses pendinginan tidak berjalan secara efektif.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, dilakukan penggantian *impeller* dengan suku cadang yang tersedia di kapal. Setelah proses penggantian selesai dan sistem dioperasikan kembali, suhu air pendingin berangsur-angsur kembali ke kondisi normal.

Sejalan dengan pentingnya tanggung jawab tersebut serta relevansi kajian terhadap kondisi nyata di lapangan, berdasarkan pengalaman penulis selama bekerja sebagai Masinis IV di atas kapal MT. Kei, ditemukan beberapa permasalahan pada sistem pendingin air tawar yang menyebabkan kinerja pendinginan tidak optimal, di antaranya sistem air laut tidak bekerja secara maksimal dan (*plate*) *heat exchanger* mengalami penurunan fungsi akibat penumpukan deposit. Tekanan pompa air laut yang seharusnya berada di atas 2,0 bar hanya mencapai sekitar 1 bar, sehingga proses pendinginan air tawar menjadi tidak efektif. Kondisi tersebut menyebabkan temperatur mesin induk meningkat hingga mencapai 90°C, melebihi batas normal operasional yaitu 75°C (*low*) sampai 85°C (*high*). Keadaan ini menunjukkan bahwa manajemen perawatan sistem pendingin belum berjalan optimal dan berpotensi menurunkan kinerja mesin induk serta meningkatkan risiko kerusakan komponen mesin.

Berdasarkan latar belakang di atas dan mengingat pentingnya peranan sistem pendingin dalam menjaga temperatur mesin induk agar tetap berada pada kondisi kerja normal serta mencegah terjadinya kerusakan komponen mesin maka penulis tertarik meneliti dengan tema penelitian skripsi yaitu: **“MANAJEMEN PERAWATAN SISTEM PENDINGIN AIR TAWAR UNTUK MENINGKATKAN KINERJA MESIN INDUK DI MT. KEI”**.

B. IDENTIFIKASI MASALAH

Berdasarkan latar belakang di atas, maka penulis mendapatkan beberapa identifikasi masalah yang terjadi yaitu:

1. *Sea water system* *Sea water system* tidak bekerja secara optimal.
2. *Heat exchanger tube* tidak berfungsi dengan baik.
3. Rendahnya tekanan pompa pendingin air laut.
4. Keterbatasan penyediaan suku cadang/tidak sesuai dengan *inventory list*.
5. *Impeller* pompa mengalami kerusakan atau keausan.
6. Sistem pendinginan tidak berjalan secara efektif.

C. BATASAN MASALAH

Mengingat luasnya cakupan masalah yang terjadi terhadap sistem pendingin air tawar, maka peneliti membatasi pembahasan dalam skripsi ini atas permasalahan yang terjadi di MT. KEI. Pembahasan skripsi ini difokuskan pada:

1. *Sea water system* tidak bekerja dengan optimal.
2. *Heat exchanger plate* tidak berfungsi dengan baik.

D. RUMUSAN MASALAH

Berdasarkan data yang terjadi pada latar belakang sebelumnya, maka penulis memutuskan rumusan masalah sebagai berikut ini:

1. Apa yang menyebabkan *sea water system* tidak bekerja secara optimal dan bagaimana cara mengatasinya?
2. Mengapa *heat exchanger plate* tidak berfungsi dengan baik dan bagaimana cara mengatasinya?

E. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

1. Tujuan Penelitian

- a. Untuk menganalisis penyebab *sea water system* tidak beroperasi secara optimal dan mencari pemecahan masalahnya.
- b. Untuk menganalisis penyebab *heat exchanger tube* tidak berfungsi dengan baik dan mencari pemecahan masalahnya.

2. Manfaat Penelitian

- a. Manfaat Teoritis

Sebagai sumbangan pemikiran terkait manajemen perawatan sistem pendingin air tawar di atas kapal dengan cara mencermati karakteristik dan dinamika gangguan terhadap sistem pendingin air tawar sehingga dapat menjadi landasan dalam pengembangan teori perawatan *preventif* di atas kapal.

b. Manfaat Praktisi

Memberikan sumbangan pemikiran dalam melakukan manajemen perawatan sehingga jika mendapat masalah yang serupa bisa digunakan sebagai acuan upaya pemecahannya dalam mengatasi sistem pendingin air tawar di atas kapal.

F. SISTEMATIKA PENULISAN SKRIPSI

Skripsi ini disusun secara sistematis ke dalam lima bab, dengan susunan dan cakupan pembahasan yaitu:

Bab I Pendahuluan berisikan uraian mengenai latar belakang permasalahan yang melandasi dilakukannya penelitian, identifikasi masalah, batasan masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, serta sistematika penulisan skripsi sebagai gambaran umum alur pembahasan.

Bab II Tinjauan Pustaka berisikan landasan teori yang diimplementasikan dalam penelitian, meliputi hasil-hasil penelitian terdahulu yang relevan, uraian konsep, prinsip, dan teori yang bersumber dari berbagai pustaka, serta kerangka pemikiran yang mendukung analisis permasalahan yang diteliti.

Bab III Metodologi Penelitian mempresentasikan tentang waktu dan lokasi penelitian, pendekatan penelitian yang digunakan, teknik pengumpulan data, komponen atau objek yang menjadi subjek penelitian, serta metode analisis data yang digunakan, yaitu metode deskriptif kualitatif dalam mengkaji permasalahan yang diteliti.

Bab IV Analisis dan Pembahasan menyajikan hasil penelitian berupa data dan fakta yang didapatkan dari lapangan terkait dengan komponen penelitian. Bab ini juga memuat analisis terhadap penyebab timbulnya permasalahan, pembahasan alternatif pemecahan masalah yang dapat diterapkan, serta evaluasi terhadap alternatif solusi tersebut untuk menentukan pemecahan masalah yang paling tepat.

Bab V Penutup berisi kesimpulan yang menguraikan rangkuman jawaban atas permasalahan penelitian berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, serta saran-saran yang diharapkan dapat memberikan kontribusi dan menjadi bahan pertimbangan bagi penelitian selanjutnya.

BAB II

LANDASAN TEORI

A. TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini peneliti menguraikan teori-teori yang berkaitan dengan sistem pendingin air tawar untuk mempertahankan temperatur pendingin mesin induk. Adapun teori yang peneliti ambil yaitu:

1. Perawatan

a. Definisi Perawatan

Menurut Handoyo (2016) dalam buku Manajemen perawatan kapal (Edisi ke-3) bahwa sistem perawatan terencana adalah sistem perawatan permesinan kapal yang direncanakan, secara teratur, terdata, terdokumentasi dan memenuhi pelaporan secara berkesinambungan kepada manajemen dengan baik. Perawatan dan perbaikan secara berkala dan berkesinambungan dengan mengacu kepada jadwal perawatan yang sudah ditentukan oleh *maker* atau pabrik mesin tersebut yang umumnya disebut sebagai buku instruksi manual / *manual instruction book*.

b. Tujuan Perawatan

Handoyo (2016) dalam bukunya juga menjelaskan bahwa secara umum tujuan dari dilakukannya perawatan antara lain sebagai berikut:

- 1) Mencegah terjadinya kerusakan mesin secara tiba-tiba yang tidak terkontrol, sehingga menimbulkan kondisi darurat (*emergency repair*) Memelihara setiap permesinan secara berkala, berkesinambungan, setiap komponen tercatat dengan jelas jam kerjanya (*running hours*).
- 2) Memelihara setiap permesinan secara berkala, berkesinambungan, setiap komponen tercatat dengan jelas jam kerjanya (*running hours*).

- 3) Mempertahankan dan memperpanjang usia komponen dan usia kerja permesinan (*life time*).
- 4) Memudahkan rencana anggaran pemeliharaan dan *overhaul* setiap tahunnya (*cost maintenance*).

c. Jenis-Jenis Perawatan

Selanjutnya Handoyo (2016) juga menjelaskan bahwa jenis-jenis perawatan dapat di bedakan menjadi beberapa jenis yaitu:

1) Perawatan terencana (*planned maintenance*)

Perawatan terencana bertujuan untuk mengurangi kemungkinan mesin cepat rusak supaya kondisi mesin selalu siap pakai. Perawatan terencana (*plan maintenance*) artinya kita sudah menentukan dan mempercayakan seluruh prosedur perawatan yang dibuat oleh "*maker*" melalui *manual instruction book*, untuk dilaksanakan dengan benar, tepat waktu dan berapa pun biaya perawatan (*maintenance cost*) yang akan dikeluarkan tidak menjadi masalah, demi mempertahankan operasi kapal dan memperkecil/mencegah kerusakan yang terjadi (*life time*).

a) Perawatan pencegahan

Pencegahan (*prevention maintenance*) lebih baik daripada menunggu kerusakan yang lebih berat, merupakan suatu pemahaman yang harus tertanam pada setiap orang yang bertanggung jawab atas suatu perawatan. Untuk itu, setiap pesawat/mesin kapal perlu dilakukan perawatan pencegahan sehingga setiap tanda kerusakan dapat diatasi dan diperbaiki lebih dini.

b) Perawatan dan perbaikan

Perawatan dan perbaikan (*maintenance & repair*) adalah bagian dari pelaksanaan pekerjaan perawatan terencana yang bertujuan untuk:

- (1) Memperbaiki setiap kerusakan yang terpantau, walaupun belum waktunya dilaksanakan perbaikan.
- (2) Mencegah kerusakan atau bertambahnya kerusakan yang lebih besar.
- (3) Tugas yang perlu dilakukan agar dapat mempertahankan kondisi pesawat atau mesin terhadap nilai keselamatan dan nilai ekonomis.

c) Perawatan periodik

Perawatan periodik (*period maintenance*) adalah bagian dari pelaksanaan pekerjaan perawatan pencegahan yang dilakukan secara periodik berdasarkan waktu kalender atau jam kerja (*running hours*) dengan mengacu kepada *Manual Instruction Book*, yaitu:

- (1) Perawatan yang dilakukan berdasarkan waktu kalender: perawatan harian (*daily*), mingguan (*weekly*), bulanan (*monthly*), tiga bulanan (*quarterly*), tahunan (*yearly/annual survey*), dan lima tahunan (*special survey*)
- (2) Perawatan yang dilaksanakan berdasarkan jam kerja: Perawatan setiap 250 jam sekali, setiap 500 jam, setiap 1000 jam, 2000 jam, 4000 jam, 8000 jam, 10000 jam, dan 24000 jam, seterusnya, terhitung setelah selesai perbaikan (*overhaul*).

Dalam kenyataannya perawatan periodik ini juga disesuaikan dengan waktu keberadaan kapal, dengan pertimbangan tidak mengganggu operasi kapal. Perawatan periodik merupakan salah satu sistem perawatan yang banyak dilakukan oleh perusahaan pelayaran yang sudah "maju/ modern" dan dengan tetap mengutamakan optimasi operasi kapal.

2) Perawatan tak terencana (*unplanned maintenance*)

Perawatan tak terencana adalah perawatan darurat yang di definisikan sebagai perawatan yang perlu segera dilaksanakan untuk mencegah akibat yang lebih serius. Misalnya hilangnya produksi, kerusakan besar pada peralatan, atau untuk keselamatan kerja.

a) Perawatan insidentil (*breakdown repair*)

Handoyo (2016) juga menjelaskan bahwa perawatan insidentil artinya kita membiarkan mesin bekerja terus menerus sampai rusak (*down time*), baru kemudian dilaksanakan perawatan dan perbaikan. Aktivitas perawatan jenis ini adalah mudah untuk dipahami semua orang. Jenis perawatan ini memungkinkan peralatan- peralatan untuk beroperasi hingga rusak total. Kegiatan ini tidak bisa ditentukan atau direncanakan sebelumnya, maka aktivitas ini juga dikenal dengan sebutan *unscheduled maintenance*. Ciri-

ciri jenis perawatan ini adalah alat-alat mesin dioperasikan sampai rusak dan ketika rusak barulah tenaga kerja dikerahkan untuk memperbaiki dengan cara penggantian.

b) Kelemahan dari perawatan insidentil (*breakdown repair*) adalah :

- (1) Karena tidak bisa diketahui kapan akan terjadi kerusakan, maka jika waktu terjadi kerusakan adalah pada saat kapal beroperasi, maka akan mengakibatkan operasional kapal terganggu. Jika suku cadang untuk perbaikan ternyata sukar untuk terpenuhi berarti dibutuhkan waktu tambahan untuk membeli atau memperoleh dengan cara lain suku cadang tersebut.
- (2) Karena perbaikan seperti ini sifatnya mendadak, maka ABK mesin bekerja di bawah tekanan, maka akan berakibat :
 - (a) Rendahnya efisiensi dan efektivitas pekerja.
 - (b) Tidak optimalnya mutu hasil pekerjaan perbaikan atau Perawatan.
 - (c) Biaya relatif lebih besar.

c) Penambahan biaya anggaran perbaikan

Dalam prakteknya perawatan ini tidak dapat menekan biaya, bahkan sering terjadi pembengkakan anggaran biaya perbaikan (*total maintenance cost*). Strategi perawatan ini dalam teorinya tidak disarankan, namun dalam kenyataannya sering terjadi di kapal, karena berbagai alasan antara lain:

- (1) Kronologi perawatan tidak dicatat secara sistematis, sehingga tidak terdapat kesinambungan dalam kegiatan perawatan selanjutnya.
- (2) Tidak mengacu standar perawatan dan perbaikan kapal (PMS) sesuai dengan *Manual Instruction Book*.
- (3) Tidak ada kepedulian atau kepekaan para pengawas terhadap ketidak teraturan pelaksanaan pekerjaan perawatan.
- (4) Tidak adanya bukti-bukti terjadi kerusakan-kerusakan, kekurangan sebelumnya, kapal menganggur (*delay/down time*) dan kerugian-kerugian lainnya.

- (5) Tidak tersedianya suku cadang yang cukup untuk setiap pesawat atau mesin, sehingga menghambat waktu operasi kapal pada saat menunggu pengadaan suku cadang tersebut.
- (6) Banyak data-data yang dilaporkan dari kapal ke darat (kantor), namun sedikit saja yang di proses untuk manfaat perawatan dan perbaikan kapal.
- (7) Nahkoda dan anak buah kapal yang tidak berkualitas dan tidak profesional di bidangnya

Tabel 2.1 Perawatan Berencana
Sumber : *Engine Log Book* Kapal MT. KEI

No	Komponen	Kegiatan Perawatan	Frekuensi	Manfaat
1	Pemeriksaan <i>Level</i> air	Memeriksa <i>level</i> air pada tangki ekspansi dan menambah jika diperlukan	Harian	Untuk mengetahui <i>level</i> air pada radiator
2	Pemeriksaan Temperatur	Memastikan temperatur air pendingin berada dalam batas normal	Harian	Untuk menjaga agar temperatur mesin induk dalam batas normal
3	<i>Strainer</i>	Membersihkan saringan dari kotoran dan endapan	Mingguan	Untuk mencegah kotoran agar tidak masuk ke dalam komponen mesin
4	Pompa Air Tawar	• Memeriksa kebocoran dan kinerja pompa • Membersihkan saringan	Mingguan	Agar tekanan pompa tetap dalam batas normal yaitu diatas $2,0 \text{ kg/cm}^2$
5	Pipa Sistem Pendingin	• Memeriksa kebocoran dan kondisi pipa • Membersihkan kerak dan kotoran	Bulanan	Memastikan pipa agar tidak ada kebocoran
6	Katup Termostatis	• Memeriksa kondisi dan fungsi katup • Membersihkan katup dari	Tiga Bulanan	Memastikan Termostatis berfungsi dengan normal

		kerak dan kotoran		
7	Pemeriksaan Korosi	Memeriksa korosi pada pipa dan komponen lainnya serta melakukan tindakan pencegahan	Setiap 2 Tahun	Agar mengetahui komponen yang sudah korosi untuk segera diganti

2. Sistem Pendingin

a. Definisi Sistem Pendingin

Menurut Van Maanen (2001) dalam buku Motor diesel kapal (Jilid I) bahwa mesin yang dipasang pada kapal dirancang untuk bekerja dengan efisien semaksimal mungkin dan berjalan selama berjam-jam berjalan lamanya. Hilangnya energi paling sering dan maksimum dari mesin adalah dalam bentuk energi panas. Untuk menghilangkan energi panas yang berlebihan harus menggunakan media pendingin (*cooller*) untuk menghindari gangguan fungsional mesin atau kerusakan pada mesin. Untuk itu, sistem air pendingin dipasang pada kapal.

Pendingin adalah suatu media yang berfungsi untuk menyerap panas. Panas tersebut didapat dari hasil pembakaran bahan bakar di dalam silinder. Di dalam sistem pendingin terdapat beberapa komponen yang bekerja secara berhubungan antara lain: *sea chest*, *strainer*, *cooler*, pompa air laut dan pompa sirkulasi air tawar. Dari kelima komponen inilah yang menyebabkan kurang maksimal hasil pendinginan terhadap motor induk. Air pendingin fungsinya vital dalam menjaga kelancaran pengoperasian motor induk. (Handoyo, 2016)

Agar motor diesel terpelihara dari perubahan bentuk dari pembakaran di dalam ruang pembakaran dan dari getaran akibat getaran mesin, maka panas yang timbul harus dapat dikendalikan. Keadaan tersebut hanya bisa diatasi dengan cara mengalirkan (mensirkulasi) media pendingin dengan tekanan yang konstan ke seluruh komponen motor induk. Sistem ini harus menjadi pengawasan bagi para ABK mesin agar aliran pendingin selalu lancar.

b. Peralatan Penunjang Sistem Pendingin Mesin Induk

Menurut Handoyo (2016) bahwa peralatan pendingin meliputi perlengkapan yang diperlukan untuk pendinginan yang efektif dari mesin diesel. Pada sistem pendingin memerlukan peralatan terdiri atas :

- 1) Pompa sirkulasi air tawar beserta alat ukur tekanannya (isap dan tekan)
- 2) Saluran pipa untuk sirkulasi air tawar
- 3) Tangki ekspansi untuk air tawar
- 4) Alat pemindah panas (*heat exchanger*)
- 5) *Termometer* untuk alat pengukur temperatur ataupun suhu air tawar masuk dan keluar mesin
- 6) Pengatur suhu (*thermostat / regulator control valve*) untuk mengatur suhu air tawar pendingin keluar mesin yang diinginkan
- 7) Alat pengaman (*safety device*) untuk melindungi mesin terhadap suhu *air jacket silinder* yang berlebihan atau terhadap kemacetan sirkulasi air pendingin (air tawar dan air laut)
- 8) Pompa sirkulasi air laut beserta alat ukur tekanannya (isap dan tekan)
- 9) Saluran pipa air laut yang dilengkapi dengan *bypass*
- 10) Termometer untuk pengukur temperatur ataupun suhu pendingin air laut masuk dan keluar pada *cooler*
- 11) *Safety device* alat keamanan untuk menghentikan mesin

Adapun bagian-bagian motor induk yang menerima panas dan harus mendapatkan pendinginan yaitu *cylinder liner*, *cylinder head*, dan *turbo charger*. Timbulnya masalah-masalah pada sistem pendinginan mesin induk akibat dari tekanan pompa tidak normal, disebabkan oleh kurangnya perawatan terhadap media pendingin serta peralatan sistem pendingin yang tidak bekerja dengan normal, sehingga suhu (*temperature*) air pendingin sering panas melewati batas maksimum walaupun dalam putaran mesin minimum (rendah). Sistem penunjang aliran pendingin mesin induk apabila tidak diperhatikan perawatannya dapat menimbulkan permasalahan yang pada kurun waktu tertentu akan menimbulkan masalah yang serius bila tidak diperbaiki.

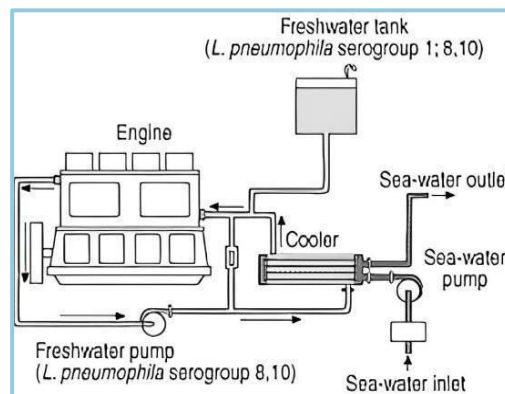
c. Macam-Macam Sistem Pendingin

Menurut Handoyo (2016) dalam bukunya, bahwa sistem pendingin mesin induk ada 2 (dua) macam yaitu :

1) Sistem pendingin terbuka

Sistem pendinginan terbuka adalah sistem media air laut sebagai media pendinginnya setelah melakukan fungsi pendinginan, selanjutnya air laut tersebut langsung dibuang ke luar, umumnya media pendingin yang di pakai adalah air laut, sistem media terbuka ini mempunyai dampak negatif terhadap material yang bersentuhan langsung dengan air laut, akan mudah berkarat, kotor, penyempitan saluran pipa-pipa pendingin dan lainnya. Air laut langsung digunakan dalam sistem mesin sebagai media pendingin untuk penyerapan panas. Pendingin air laut sistemnya hanya lewat untuk menyerap panas dan akan terbuang kembali ke laut maka dikatakan sistem pendinginan terbuka.

Keuntungan dari sistem pendingin air laut (sistem terbuka) yaitu lebih sederhana dan daya yang diperlukan untuk sirkulasi air lebih kecil dibandingkan dengan sistem pendinginan air tawar (tertutup). Selain itu dapat menghemat pemakaian peralatan, karena pada sistem ini tidak memerlukan tangki air dan tidak memerlukan banyak pompa untuk mensirkulasikan air pendingin. Sedangkan kerugian dari sistem pendinginan air laut ini adalah pada instalasi perpipaannya mudah sekali terjadi pengerakan (karat) karena air laut ini bersifat korosif serta air pendingin sangat terpengaruh dengan temperatur air laut.



Gambar 2.1 Sistem pendingin terbuka

Sumber: Hadi (2023)

Gambar 2.1 menunjukkan skema sistem pendingin terbuka pada mesin kapal, di mana air laut dihisap melalui *sea chest* oleh pompa, kemudian dialirkan menuju *cooler* untuk menyerap panas dari mesin. Setelah proses pertukaran panas terjadi, air laut yang telah menyerap panas tersebut langsung dibuang kembali ke laut melalui saluran pembuangan (*overboard*). Sistem ini tidak

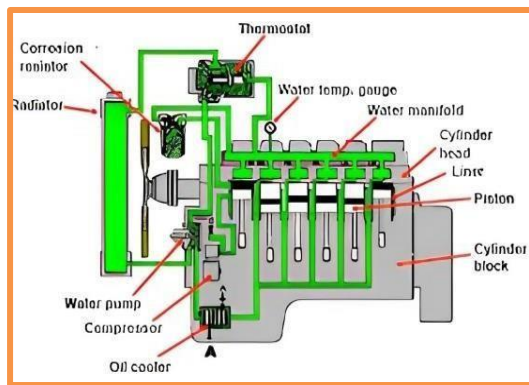
menggunakan sirkulasi ulang, sehingga aliran air laut selalu bersifat sekali pakai (*once-through*), yang menjadi ciri utama dari sistem pendingin terbuka.

2) Sistem pendingin tertutup

Sistem pendingin dengan media pendinginnya menggunakan air tawar yang digunakan terus menerus bersirkulasi untuk mendinginkan mesin. Jadi sebelum dimasukan kembali ke dalam mesin, air tawar pendingin dimasukan ke dalam alat pemindah panas (*fresh water cooler*) untuk menurunkan media air tawar di suhu 75°C-85°C. Sedangkan alat pemindah panas yang dipergunakan untuk menyerapnya panas air tawar adalah air laut yang setelah mendinginkan air tawar langsung di buang ke laut. Air tawar digunakan dalam rangkaian sistem tertutup untuk mendinginkan mesin yang ada di kamar mesin.

Air tawar kembali dari *cooler* setelah pendinginan mesin yang selanjutnya didinginkan oleh air laut pada pendingin air laut. Pada sistem pendingin tertutup ini air tawar yang telah mendinginkan mesin akan disirkulasikan secara terus menerus. Apabila media pendingin air tawar berkurang didalam sistem, maka akan ada penambahan secara *gravity* dari *expansi tank* yang berada dilantai atas, atau posisinya lebih tinggi dari mesin induk. Pada waktu kapal sedang berlayar dan mesin induk sedang beroperasi maka air tawar ini dialirkan ke tiap-tiap *cylinder* dan keluar menuju *cooler* dengan suhu 75°C - 85°C, di dalam *fresh water cooler* air tawar didinginkan oleh air laut dan suhu turun sampai 75°C.

Air tawar ini 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 masinis yang bertugas harus melakukan pengecekan pada *expansi tank*, sehingga bila ada sistem pendingin yang tidak normal (terjadi kebocoran) dapat segera diketahui. Sistem pendinginan tertutup menggunakan dua media pendingin yang digunakan adalah air tawar dan air laut, air tawar digunakan untuk mendinginkan bagian-bagian mesin sedangkan air laut untuk mendinginkan air tawar melewati *fresh water cooler*. Setelah itu air laut langsung dibuang keluar kapal dan air tawar tersirkulasi secara terus menerus mendinginkan mesin secara merata.



Gambar 2.2 Sistem pendingin tertutup

Sumber: Hadi (2023)

Gambar 2.2 memperlihatkan skema sistem pendingin tertutup pada mesin kapal, di mana air tawar bersirkulasi secara terus-menerus melalui komponen mesin seperti silinder dan *jacket water* untuk menyerap panas. Air tawar yang telah panas kemudian dialirkan menuju *fresh water cooler* untuk di dinginkan oleh air laut melalui proses pertukaran panas. Selanjutnya, air tawar yang telah mengalami penurunan suhu dipompa kembali ke mesin, sehingga membentuk siklus tertutup. Sementara itu, air laut hanya berfungsi sebagai media pendingin sekunder yang setelah digunakan langsung dibuang ke laut.

d. Heat Exchanger

Menurut Istopo (2010) *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.

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*).

e. *Fresh Water Cooler*

Menurut Arismunandar dan Tsuda (2013) bahwa di atas kapal dengan mesin diesel terdapat jenis-jenis pendingin yang bisa digunakan untuk mendinginkan mesin, yaitu :

1) *Shell dan tube cooler*

Pada *cooler* jenis ini, proses pendinginan fraksi dilakukan dengan cara mengalirkan fraksi panas melalui pipa, sedangkan air pendingin dialirkan melalui *shell* sehingga akan mengalami kontak langsung dengan permukaan pipa yang berisi fraksi panas dan panas dari fraksi tersebut akan diserap oleh aliran air.

2) *Box cooler*

Jenis *cooler* ini sangat efisien karena prosesnya yang cukup mudah, di dalam alat ini terdapat *coil* (sejenis pipa tetapi memiliki banyak lubang-lubang kecil) yang digunakan untuk mengalirkan *fluida* panas, sedangkan air pendingin akan mengisi *box cooler* dan menutupi *coil* tersebut, maka akan terjadi penyerapan panas oleh air pendingin, sehingga fraksi yang keluar dari *box cooler* telah sesuai dengan panas yang diinginkan.

3) *Plate cooler*

Jenis ini di gunakan di MT.Kei pada jenis *cooler* ini terletak di dalam *cooler*, yang berfungsi sebagi tempat masuknya air tawar, yang berguna untuk berjalanya sirkulasi air tawar. Untuk mendinginkan air tawar dengan media air laut yang ada di *plate cooler* agar suhu air tawar stabil.

B. PENELITIAN TERDAHULU

Penelitian terdahulu merupakan salah satu bagian penting dalam penyusunan karya ilmiah yang berfungsi sebagai landasan untuk memperkuat penelitian yang akan dilakukan. Melalui kajian terhadap penelitian-penelitian sebelumnya, penulis dapat mengetahui perkembangan penelitian yang relevan, serta mengidentifikasi persamaan dan perbedaan dengan penelitian yang akan dilakukan. Selain itu, penelitian terdahulu juga digunakan untuk menemukan celah penelitian (*research gap*) sehingga penelitian ini memiliki kebaruan dan kontribusi ilmiah yang jelas. Berikut disajikan beberapa penelitian terdahulu yang relevan dengan penelitian ini:

Tabel 2.2
Penelitian Terdahulu

No.	Judul	Penulis & Tahun	Hasil
1	<i>Optimization of Main Engine Cooling System Maintenance for Mitsubishi 6UEC52LS on MT. Princess Naomi</i>	Wibowo et al. (2025)	Hasil penelitian menunjukkan bahwa optimalisasi perawatan sistem pendingin mesin induk mampu meningkatkan kinerja sistem pendingin hingga rata-rata 83,75%. Sistem pendingin bekerja optimal setelah dilakukan perawatan pada komponen seperti <i>expansion tank</i> , <i>centrifugal pump</i> , <i>fresh water cooler</i> , dan <i>sea chest</i> . Metode yang digunakan adalah deskriptif kualitatif dengan teknik observasi, wawancara, dokumentasi, dan triangulasi data.
2	<i>Fouling in Industrial Heat Exchangers: Formation, Detection and Mitigation</i>	Jradi et al. (2022)	Hasil penelitian menunjukkan bahwa <i>fouling</i> pada <i>heat exchanger</i> disebabkan oleh akumulasi kotoran dan impurities yang menghambat perpindahan panas. <i>Fouling</i> menyebabkan penurunan efisiensi sistem pendingin sehingga diperlukan perawatan, pembersihan, dan pengoperasian yang tepat untuk menjaga kinerja <i>heat exchanger</i> .

3	Efektivitas <i>Keel Cooler</i> pada Sistem Pendingin Mesin Penggerak Utama Kapal	Faizal (2022)	Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai efektivitas <i>keel cooler</i> berada pada kisaran 79,839% hingga 79,985% pada berbagai kondisi <i>power/torque</i> kapal. Nilai perpindahan panas terbesar sebesar $5,599 \times 10^5$ W pada kondisi 100% <i>power</i> dan terendah sebesar $5,055 \times 10^5$ W pada 10% <i>power</i> . Penggunaan <i>keel cooler</i> dinyatakan memenuhi standar efektivitas <i>heat exchanger</i> yaitu di atas 50%.
4	Optimalisasi Perawatan <i>Heat Exchanger Type Plate</i> untuk Menunjang Efektivitas Kinerja <i>Cooling Fresh Water</i> Mesin <i>Generator</i> di Kapal MV. DK 02	Rizqiansyah (2021)	Penurunan kinerja <i>heat exchanger</i> disebabkan oleh <i>sea chest</i> kotor, kerusakan <i>seal</i> , dan penggunaan suhu tinggi dalam jangka panjang. Upaya perbaikan dilakukan melalui pembersihan rutin <i>sea chest</i> , pengecekan <i>zink anode</i> , perawatan <i>seal</i> , serta penggantian komponen sesuai <i>running hours</i> .
5	Optimalisasi Kinerja <i>Sea Water Service Pump</i> di Kapal MV. Perkasa	Ingwar et al. (2023)	Kinerja <i>sea water service pump</i> tidak optimal disebabkan kurangnya penerapan PMS, <i>filter sea chest</i> kotor, penurunan kinerja <i>impeller</i> , dan kebocoran <i>gland packing</i> . Dampaknya adalah tekanan isap menurun dan sistem pendingin tidak bekerja sempurna. Upaya perbaikan dilakukan dengan perawatan sesuai PMS, pembersihan <i>filter</i> dan <i>sea chest</i> , serta perbaikan komponen pompa.

Sumber: Diolah oleh Peneliti (2026)

Berdasarkan hasil kajian terhadap penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Wibowo et al. (2025), Jradi et al. (2022), Faizal (2022), Rizqiansyah (2021), dan Ingwar et al. (2023), dapat diketahui bahwa seluruh penelitian tersebut memiliki keterkaitan yang erat dengan penelitian yang akan dilakukan. Keterkaitan tersebut dapat dilihat dari kesamaan variabel yang diteliti, indikator yang digunakan, serta metode analisis yang diterapkan.

Secara umum, penelitian terdahulu memiliki kesamaan variabel dengan penelitian ini, yaitu berkaitan dengan sistem pendingin mesin kapal, perawatan (*maintenance*), serta kinerja sistem pendingin yang berdampak pada kinerja mesin induk. Penelitian yang dilakukan oleh Wibowo et al. (2025) menunjukkan bahwa optimalisasi perawatan sistem pendingin mampu meningkatkan kinerja sistem secara signifikan, yang sejalan dengan fokus penelitian ini dalam mengkaji pentingnya manajemen perawatan. Selain itu, penelitian oleh Rizqiansyah (2021) dan Ingwar et al. (2023) juga memiliki kesamaan dalam membahas perawatan komponen sistem pendingin, khususnya *heat exchanger* dan *sea water system*, yang menjadi bagian penting dalam penelitian ini.

Di sisi lain, penelitian oleh Jradi et al. (2022) dan Faizal (2022) memberikan kontribusi dalam aspek teoritis terkait kinerja *heat exchanger*. Jradi et al. (2022) menjelaskan bahwa *fouling* atau penumpukan deposit merupakan salah satu penyebab utama penurunan efisiensi perpindahan panas, sedangkan Faizal (2022) menunjukkan bahwa efektivitas alat penukar panas sangat menentukan keberhasilan sistem pendingin. Kedua penelitian tersebut dapat memperkuat dan memperkaya landasan teori dalam penelitian ini, khususnya terkait hubungan antara kondisi *heat exchanger* dan kinerja sistem pendingin.

Meskipun memiliki kesamaan, terdapat perbedaan yang menjadi dasar kebaruan penelitian ini. Penelitian terdahulu umumnya hanya berfokus pada satu aspek tertentu, seperti optimalisasi perawatan sistem pendingin secara umum, analisis penumpukan deposit pada *heat exchanger*, atau kinerja *sea water service pump* secara terpisah. Sementara itu, penelitian ini mengkaji secara lebih spesifik dan terintegrasi hubungan antara kinerja *sea water system* yang tidak optimal dengan penurunan fungsi *heat exchanger plate* akibat penumpukan deposit, serta dampaknya terhadap kinerja sistem pendingin air tawar pada mesin induk kapal.

Selain itu, perbedaan juga terletak pada objek penelitian. Penelitian terdahulu dilakukan pada berbagai jenis kapal, seperti MT. Princess Naomi dan MV. Perkasa, serta sebagian penelitian dilakukan pada sistem industri secara umum. Sedangkan penelitian ini dilakukan secara khusus pada kapal MT. Kei, sehingga hasil penelitian diharapkan lebih mencerminkan kondisi nyata yang terjadi pada objek tersebut.

Perbedaan juga terlihat pada indikator yang digunakan. Penelitian terdahulu cenderung menggunakan indikator yang bersifat umum, seperti efektivitas sistem pendingin, efisiensi perpindahan panas, serta kondisi komponen. Sedangkan penelitian ini menggunakan indikator yang lebih spesifik dan operasional di lapangan, seperti temperatur air pendingin dalam kisaran 75–85°C, tekanan pompa air laut minimal 2 bar, kelancaran aliran *sea water system*, serta tingkat penumpukan deposit pada *heat exchanger plate*. Penggunaan indikator tersebut diharapkan mampu memberikan gambaran yang lebih nyata terhadap kondisi sistem pendingin di kapal.

Dari segi metode analisis, sebagian besar penelitian terdahulu menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif, sedangkan penelitian oleh Jradi et al. (2022) lebih bersifat konseptual dan Faizal (2022) menggunakan pendekatan kuantitatif. Adapun penelitian ini menggunakan metode deskriptif kualitatif dengan pendekatan studi kasus lapangan, yang berfokus pada identifikasi masalah secara langsung, analisis penyebab, serta penentuan upaya perbaikan yang dapat diterapkan secara praktis di kapal.

Berdasarkan uraian tersebut, dapat di simpulkan bahwa penelitian terdahulu memiliki tingkat relevansi yang tinggi terhadap penelitian ini karena memiliki kesamaan variabel utama. Namun, penelitian ini memiliki kebaruan dengan mengkaji secara lebih mendalam dan terintegrasi mengenai manajemen perawatan *sea water system* dan kondisi *heat exchanger plate* terhadap sistem pendingin air tawar pada kapal MT. Kei. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat melengkapi penelitian sebelumnya serta memberikan kontribusi yang lebih aplikatif dalam upaya meningkatkan kinerja sistem pendingin mesin kapal melalui manajemen perawatan yang tepat.

C. KERANGKA PEMIKIRAN

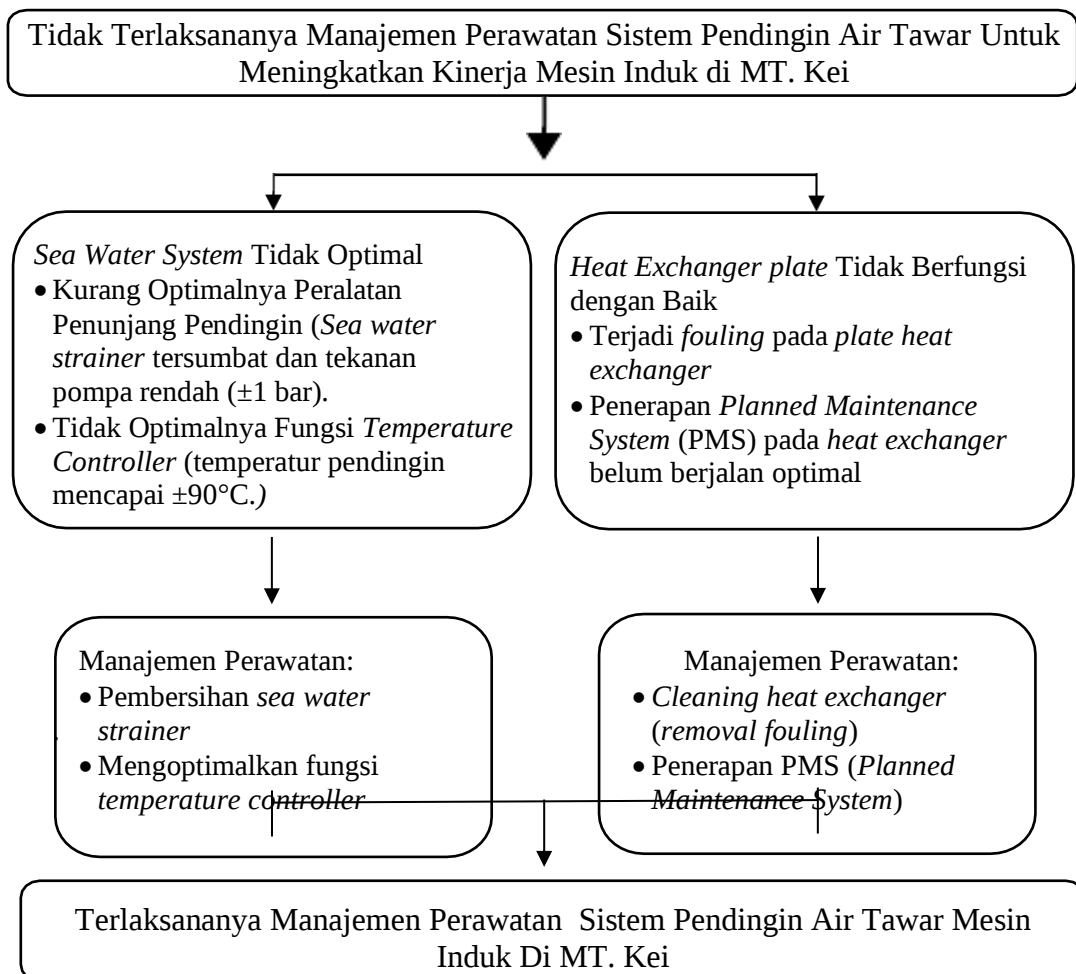
Penelitian ini dilatarbelakangi oleh adanya permasalahan pada sistem pendingin air tawar mesin induk di MT. Kei, yaitu terjadinya peningkatan temperatur air pendingin hingga mencapai $\pm 90^{\circ}\text{C}$ yang melebihi batas normal $75\text{--}85^{\circ}\text{C}$. Kondisi ini menunjukkan bahwa sistem pendingin tidak bekerja secara optimal dan berpotensi menurunkan kinerja mesin induk.

Berdasarkan hasil observasi di lapangan, permasalahan tersebut disebabkan oleh tidak optimalnya kinerja sea water system dan menurunnya fungsi *heat exchanger plate*. Sea water system yang tidak optimal ditandai dengan tersumbatnya sea water strainer oleh kotoran seperti lumpur, plastik, dan lumut, serta rendahnya tekanan pompa air laut yang hanya mencapai ± 1 bar akibat keausan *impeller*. Kondisi ini menyebabkan aliran air laut sebagai media pendingin menjadi tidak maksimal.

Menurut teori sistem pendingin (Handoyo, 2016), kelancaran aliran media pendingin sangat menentukan keberhasilan proses perpindahan panas. Apabila aliran air laut terganggu, maka proses pendinginan pada *heat exchanger* tidak dapat berlangsung secara efektif. Hal ini diperkuat oleh teori *heat exchanger* (Istopo, 2010) yang menyatakan bahwa efektivitas perpindahan panas sangat dipengaruhi oleh kondisi permukaan kontak dan kelancaran aliran fluida.

Selain itu, berdasarkan penelitian Jradi et al. (2022), penumpukan *deposit* pada permukaan *heat exchanger* merupakan salah satu faktor utama yang menyebabkan penurunan efisiensi perpindahan panas. *Deposit* tersebut dapat berupa lumpur, kerak mineral, produk korosi, maupun kotoran lain yang terbawa oleh *fluida* pendingin. Dalam penelitian ini, penumpukan *deposit* terjadi akibat masuknya kotoran dari air laut yang tidak tersaring secara optimal sehingga menempel pada permukaan *plate heat exchanger* dan menghambat proses perpindahan panas. Akibat dari kombinasi antara aliran air laut yang tidak optimal dan adanya penumpukan *deposit* pada *plate heat exchanger*, proses pendinginan air tawar tidak berlangsung secara efektif. Kondisi tersebut menyebabkan panas dari air tawar tidak dapat dilepaskan secara maksimal ke air laut sehingga temperatur air pendingin meningkat melebihi batas normal operasi. Akibatnya, temperatur *cooling water* mencapai $\pm 90^{\circ}\text{C}$ dan berpotensi menyebabkan *overheating* serta penurunan kinerja mesin induk.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, diperlukan penerapan manajemen perawatan yang sesuai dengan teori perawatan (Handoyo, 2016), yaitu melalui perawatan terencana (*planned maintenance*) seperti pembersihan *sea water strainer*, perawatan dan penggantian *impeller* pompa, serta pembersihan *heat exchanger* secara berkala. Dengan dilakukannya perawatan yang tepat, diharapkan sistem pendingin dapat bekerja secara optimal, temperatur mesin kembali stabil, dan kinerja mesin induk dapat meningkat.



Gambar 2.3 Kerangka Pemikiran

BAB V

PENUTUP

A. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, analisis data, dan pembahasan mengenai manajemen perawatan sistem pendingin air tawar untuk meningkatkan kinerja mesin induk di MT. KEI, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. *Sea water system* tidak bekerja secara optimal disebabkan oleh terganggunya aliran air laut menuju sistem pendingin akibat *sea water strainer* yang kotor, penurunan performa pompa karena keausan komponen, serta kondisi sistem perpipaan yang kurang baik. Kondisi tersebut menyebabkan tekanan air laut menurun sehingga proses pendinginan pada *heat exchanger* tidak berjalan maksimal dan temperatur mesin induk meningkat. Upaya perbaikan dilakukan dengan pembersihan *sea water strainer* secara rutin, pemeriksaan sistem perpipaan, serta perawatan dan penggantian komponen pompa agar aliran air laut kembali normal dan sistem pendingin dapat bekerja lebih optimal.
2. *Heat exchanger plate* tidak berfungsi dengan baik disebabkan oleh adanya penumpukan *deposit* berupa lumpur, lumut, kerak garam, dan kotoran lainnya pada permukaan *plate* yang menghambat proses perpindahan panas. Selain itu, penerapan *Planned Maintenance System* (PMS) yang belum optimal menyebabkan perawatan tidak dilakukan secara terjadwal sehingga penumpukan *deposit* semakin menumpuk dan efektivitas pendinginan menurun. Upaya perbaikan dilakukan dengan pembersihan *heat exchanger* menggunakan metode pembersihan *deposit* serta penerapan *Planned Maintenance System* (PMS) secara teratur agar proses perpindahan panas tetap optimal dan risiko *overheating* pada mesin induk dapat diminimalkan.

B. SARAN

Berdasarkan hasil penelitian dan kesimpulan yang telah diperoleh mengenai manajemen perawatan sistem pendingin air tawar mesin induk di atas kapal MT. KEI, penulis memberikan beberapa saran sebagai berikut:

1. Untuk menjaga *sea water system* agar tetap bekerja secara optimal, perawatan pada *sea water strainer*, pompa pendingin air laut, *temperature controller*, dan sistem perpipaan sebaiknya dilakukan secara rutin dan terjadwal guna mencegah terjadinya penyumbatan serta penurunan tekanan aliran air laut menuju sistem pendingin. Selain itu, *crew* mesin perlu melakukan monitoring temperatur pendingin dan tekanan pompa secara berkala agar gangguan pada sistem pendingin dapat segera diketahui dan ditangani sehingga kinerja mesin induk tetap terjaga.
2. Untuk menjaga kinerja *heat exchanger* agar tetap optimal, pembersihan *heat exchanger* dan pemeriksaan kondisi *plate*, gasket, serta *zinc anode* perlu dilakukan secara berkala guna mencegah penumpukan kotoran, korosi, dan kebocoran pada sistem pendingin. Selain itu, penerapan *Planned Maintenance System* (PMS) harus dilakukan secara konsisten disertai monitoring *temperatur heat exchanger* dan pengontrolan kualitas air pendingin agar proses perpindahan panas tetap efektif dan risiko *overheating* pada mesin induk dapat diminimalkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Arismunandar, W., & Tsuda, K. (2013). Motor diesel putaran tinggi. Pradnya Paramita.
- Faizal, M. (2022). *Efektivitas Keel Cooler pada Sistem Pendingin Mesin Penggerak Utama Kapal*. Skripsi. Departemen Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin, Gowa.
- Hadi, B. D. (2023). *Optimalisasi Perawatan Sistem Pendingin Air Tawar untuk Meningkatkan Kinerja Motor Induk di TB. WISE 203*. Skripsi, Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran, Jakarta.
- Handoyo, J. J. (2016). Manajemen perawatan kapal (Edisi ke-3). Diangkar.
- Handojo, B., Purnomo, C., Astriawati, N., Dekanawati, V., & Artanti, S. N. A. (2022). Penilaian kelaiklautan kapal dalam rangka penerbitan surat persetujuan berlayar. *Meteor STIP Marunda*, 15(2), 517–527.
- Ingwar, R., Yatno, L. D., & Kurniawan, M. (2023). Optimalisasi kinerja *sea water service pump* di kapal MV. Perkasa. *Jurnal Cakrawala Bahari*, 6(1), 7–12.
- Istopo. (2010). Kapal dan muatannya (Edisi ke-2). Koperasi Karyawan BP3IP.
- Jradi, R., Marvillet, C., & Jeday, M. R. (2022). *Fouling in industrial heat exchangers: Formation, detection and mitigation*. In S. N. Kazi (Ed.), *Heat transfer: Fundamentals, enhancement and applications (Chapter 14)*. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.102487>
- Poltak, H., & Widjaja, R. R. (2024). Pendekatan metode studi kasus dalam riset kualitatif. *Local Engineering*, 2(1), 31–34.
- Rizqiansyah, M. R. (2021). *Optimalisasi Perawatan Heat Exchanger Type Plate untuk Menunjang Efektivitas Kinerja Cooling Fresh Water Mesin Generator di Kapal MV. DK 02*. Skripsi, Program Studi Teknik Diploma IV, Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.
- Sugiyono. (2018). Metode penelitian kuantitatif, kualitatif, dan R&D. Alfabeta.
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 17 Tahun 2008 tentang Pelayaran. (2008). Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2008 Nomor 64.
- Van Maanen, P. (2001). Motor diesel kapal (Jilid I). PT Triasko Madra.
- Wibowo, W., & Astriawati, N. (2021). Sistem pendingin tertutup pada mesin diesel tipe Diesel Mak 8M32 sebagai penggerak utama Kapal Motor Lit Enterprise. *Jurnal Polimesin*, 19(1), 28–34.
- Wibowo, W., Astriawati, N., & Primagani, A. (2025). Optimasi perawatan sistem pendingin mesin utama tipe Mitsubishi 6UEC52LS pada kapal MT. Princess Naomi. *Machine: Jurnal Teknik Mesin*, 11(1), 8–15.

LAMPIRAN 1

Dokumentasi Penelitian



LAMPIRAN 2

Transkrip Wawancara

Narasumber 1

Nama : Ferry Setiadi
Jabatan : Chief Engineer

Narasumber 2

Nama : Tahir Rachman
Jabatan : Second Engineer

Lokasi : *Engine Room* MT. Kei
Tanggal Wawancara : 15 November 2025

1. Seberapa sering dilakukan perawatan *sea water system*?

Peneliti : “Seberapa sering dilakukan perawatan pada *sea water system* di kapal?”

Narasumber 1 : “Untuk perawatan *sea water system* itu kita mengacu pada *Planned Maintenance System (PMS)*, jadi semua sudah terjadwal. Misalnya pembersihan *sea water strainer* dilakukan secara rutin, lalu *heat exchanger* biasanya dibersihkan setiap 3 sampai 6 bulan sekali tergantung kondisi operasional.

Untuk *sea chest* biasanya sekitar 6 bulan sekali, sedangkan pompa air laut, khususnya *impeller*, umumnya diganti satu tahun sekali. Tapi kalau performanya menurun, pemeriksaan bisa dilakukan lebih sering. Dengan perawatan seperti ini, sistem pendingin diharapkan tetap bekerja optimal dan suhu mesin tetap stabil.”

Narasumber 2 : “Kalau dari pelaksanaan di lapangan, memang perawatan dilakukan secara berkala sesuai PMS. Tapi biasanya kami juga menyesuaikan dengan kondisi. Misalnya kalau air laut sedang kotor, *strainer* bisa lebih sering dibersihkan. *Heat exchanger* juga kadang dibersihkan lebih cepat dari jadwal kalau performa pendinginan mulai menurun.”

2. Seberapa sering dilakukan perawatan *sea water system*?

- Peneliti : “Apakah perawatan yang dilakukan sudah sesuai dengan PMS?”
- Narasumber 1 : “Ya, perawatan yang dilakukan sudah mengikuti PMS. Semua kegiatan dicatat dan dilakukan sesuai jadwal, mulai dari harian, mingguan, bulanan, sampai tahunan. Tujuannya supaya peralatan tetap dalam kondisi baik, meningkatkan keselamatan, dan menghindari kerusakan mendadak saat kapal beroperasi.”
- Narasumber 2 : “Secara umum sudah sesuai PMS, karena setiap pekerjaan ada jadwalnya dan ada pencatatannya. Tapi di lapangan kadang ada penyesuaian, terutama kalau ada indikasi penurunan kinerja. Jadi selain PMS, kita juga pakai pendekatan kondisi (*condition based*).”

3. Apa kendala yang sering terjadi pada *sea water system*?

- Peneliti : “Apa saja kendala yang biasanya terjadi pada *sea water system*?”
- Narasumber 1 : “Sistem pendingin itu terdiri dari beberapa komponen seperti *sea chest*, *strainer*, *cooler*, pompa air laut, dan pompa air tawar. Masalah yang sering terjadi biasanya karena *sea water system* tidak bekerja optimal dan *heat exchanger* mengalami penurunan fungsi. Biasanya ditandai *strainer* tersumbat kotoran seperti lumpur, plastik, dan lumut. Selain itu tekanan pompa juga sering turun, hanya sekitar 1 bar, padahal normalnya di atas 2 bar karena *impeller* sudah aus.”
- Narasumber 2 : “Kalau dari pengalaman saya, kendala paling sering itu di aliran air laut. Biasanya karena *strainer* kotor atau tekanan pompa turun. Kalau aliran tidak lancar, otomatis pendinginan di *heat exchanger* juga terganggu, jadi efeknya langsung ke kenaikan suhu mesin.

4. Bagaimana kondisi tekanan pompa air laut saat beroperasi?

- Peneliti : “Bagaimana kondisi tekanan pompa air laut saat kapal beroperasi?”
- Narasumber 1 : “Kalau dari pengalaman saya, kendala paling sering itu di aliran air laut. Biasanya karena *strainer* kotor atau tekanan pompa turun.
- Kalau aliran tidak lancar, otomatis pendinginan di *heat exchanger* juga terganggu, jadi efeknya langsung ke kenaikan suhu mesin.”
- Narasumber 2 : “Yang saya lihat di indikator juga memang tekanannya turun, sekitar 1 bar. Biasanya kalau sudah seperti itu, pendinginan langsung terasa tidak optimal dan suhu mesin mulai naik.”

5. Apakah pernah terjadi penyumbatan pada *sea water strainer*?

- Peneliti : “Apakah pernah terjadi penyumbatan pada *sea water strainer*?”
- Narasumber 1 : “Ya, sering terjadi. Dari hasil pemeriksaan awal yang dilakukan oleh kru mesin, biasanya memang sudah terlihat ada indikasi gangguan pada aliran air laut sebagai media pendingin.
- Pemeriksaan biasanya langsung difokuskan ke *sea water strainer*, karena komponen ini berfungsi untuk menyaring kotoran sebelum air laut masuk ke sistem pendingin.
- Setelah dilakukan pembongkaran, memang ditemukan adanya penumpukan kotoran seperti lumut, plastik, dan partikel lainnya. Nah, kotoran-kotoran inilah yang menghambat aliran air laut, sehingga alirannya jadi tidak maksimal. ”

Narasumber 2 : “Iya, saya juga sering temukan kondisi seperti itu. Biasanya kalau kapal beroperasi di perairan yang banyak kotoran, *strainer* cepat sekali penuh.

Kalau sudah tersumbat, aliran air laut langsung terganggu, dan itu berdampak ke sistem pendingin secara keseluruhan. Jadi memang harus rutin dibersihkan.”

6. Bagaimana kondisi *impeller* pompa saat pemeriksaan?

Peneliti : “Selain dari *strainer*, bagaimana dengan kondisi pompa, khususnya *impeller* saat diperiksa?”

Narasumber 1 : “Dari hasil inspeksi yang kita lakukan, *impeller* pompa itu sudah mengalami keausan. Kondisi ini menyebabkan pompa tidak mampu menghasilkan tekanan dan debit aliran yang memadai. Akibatnya, aliran air laut menjadi tidak maksimal dan proses pendinginan tidak berjalan secara efektif.

Untuk mengatasi hal tersebut, kita melakukan penggantian *impeller* menggunakan suku cadang yang tersedia di kapal. Setelah penggantian selesai dan sistem dioperasikan kembali, suhu air pendingin berangsur-angsur kembali ke kondisi normal.”

Narasumber 2 : “Waktu dibongkar memang terlihat *impellernya* sudah aus, jadi wajar kalau tekanannya turun. Setelah diganti, biasanya langsung terasa perbedaannya, aliran air laut jadi lebih lancar dan pendinginan kembali normal.”

7. Apakah *heat exchanger* sering mengalami penumpukan deposit?

- Peneliti : “Kalau untuk *heat exchanger* sendiri, apakah sering mengalami penumpukan deposit, Pak?”
- Narasumber 1 : “Ya, sangat sering. *Heat exchanger* atau penukar panas itu memang sangat rentan mengalami *fouling* atau penumpukan kotoran seiring waktu penggunaan. penumpukan deposit ini merupakan salah satu masalah paling umum, karena bisa menyebabkan penurunan kinerja, penyumbatan aliran, dan berkurangnya laju perpindahan panas akibat adanya lapisan pengotor di permukaan alat. Dalam kasus yang kita alami, *fouling* terjadi karena air laut yang masuk tidak tersaring secara optimal, sehingga kotoran ikut masuk dan menempel pada permukaan *plate heat exchanger*. Akibat dari kombinasi antara aliran air laut yang tidak optimal dan penumpukan deposit pada *plate*, proses pendinginan air tawar jadi tidak berjalan dengan baik, dan akhirnya temperatur meningkat melebihi batas normal.”
- Narasumber 2 : “Tya benar, *fouling* itu memang hampir pasti terjadi kalau tidak dirawat. Kalau kotoran sudah menempel di *plate*, perpindahan panas jadi terganggu, jadi walaupun air mengalir, pendinginannya tetap tidak maksimal.”

8. Bagaimana proses pembersihan *heat exchanger* dilakukan?

- Peneliti : “Kalau untuk mengatasi *fouling* itu, biasanya bagaimana proses pembersihan *heat exchanger* dilakukan?”

Narasumber 1 : “Prosesnya cukup panjang dan harus sesuai prosedur. Pertama dilakukan pemeriksaan awal untuk melihat kondisi fisik *heat exchanger*, apakah ada kerusakan, kebocoran, atau tingkat *fouling*-nya. Setelah itu sistem dimatikan, *valve* ditutup, dan seluruh cairan dikuras dari bagian *plate*. Biasanya juga dilakukan tag-out untuk keamanan. Untuk pembersihan, bisa menggunakan metode kimia dengan larutan asam (*descaler*) atau alkali untuk melarutkan kerak dan kotoran. Cairan tersebut disirkulasikan menggunakan pompa selama beberapa jam. Selain itu, bisa juga dilakukan pembersihan mekanis. Untuk tipe *plate*, biasanya dibongkar satu per satu, kemudian dibersihkan menggunakan sikat nylon dan air bertekanan. Untuk kotoran yang keras bisa menggunakan *water jetting*. Setelah itu, seluruh sistem dibilas sampai bersih hingga pH kembali normal, kemudian dirakit kembali dan dilakukan *hydrotest* untuk memastikan tidak ada kebocoran.”

Narasumber 2 : “Kalau di lapangan, biasanya kita juga lakukan perawatan rutin *freshwater cooler*. Langkahnya mulai dari membuka *cover*, membersihkan *plate* pakai sikat nylon, lalu *flushing* dengan air tawar bertekanan. Kemudian dilakukan inspeksi kondisi *plate*, mengganti *zinc anode* kalau sudah habis, mengganti *gasket*, dan memastikan semua komponen terpasang dengan baik. Setelah itu dilakukan pengecekan kebocoran dan air venting sebelum dioperasikan kembali. Biasanya perawatan ini dilakukan sekitar 3 bulan sekali, tergantung kondisi.”

9. Apa dampak jika sistem pendingin tidak optimal?

Peneliti : “Kalau kondisi seperti itu dibiarkan, dampaknya ke mesin induk seperti apa, Pak?”

Narasumber 1 : “Dampaknya cukup serius. Kalau aliran air laut tidak optimal dan *heat exchanger* mengalami *fouling*, maka proses pendinginan tidak berjalan dengan baik.

Akibatnya temperatur air pendingin meningkat melebihi batas normal, bahkan bisa mencapai sekitar 90°C.

Kondisi ini dapat menyebabkan mesin induk mengalami *overheating*, kinerja mesin menurun, dan jika dibiarkan dalam jangka panjang bisa merusak komponen mesin.”

Narasumber 2 : “Iya, yang paling terasa itu mesin cepat panas.

Kalau sudah *overheating*, performa mesin langsung turun, dan kalau tidak segera ditangani bisa menyebabkan kerusakan yang lebih serius.”

10. Apa upaya yang dilakukan untuk mengatasi masalah

Peneliti : “Lalu upaya apa saja yang biasanya dilakukan untuk mengatasi kondisi tersebut?”

Narasumber 1 : “Upaya yang dilakukan antara lain melakukan pembersihan rutin pada *sea water strainer* dan *heat exchanger* secara berkala dan disesuaikan dengan kondisi operasi.

Kemudian dilakukan penggantian *impeller* pompa air laut untuk mengembalikan tekanan dan debit aliran ke kondisi normal.

Selain itu, dilakukan juga perawatan pompa secara berkala, termasuk pemeriksaan *gland packing*, *bearing*, dan *alignment*.

Yang tidak kalah penting adalah menerapkan *Planned Maintenance System* (PMS) serta pendekatan *condition-based maintenance* agar perawatan lebih efektif.”

Narasumber 2 : Kalau dari pelaksanaan di lapangan, kita fokus ke perawatan rutin dan pengecekan kondisi.

Kalau ada penurunan performa langsung ditindak, supaya aliran air laut kembali normal dan sistem pendingin bisa bekerja optimal lagi.