

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



SKRIPSI

**UPAYA OPTIMALISASI SISTEM *FRESH WATER*
COOLER (FWC) TERHADAP KESTABILAN
TEMPERATUR AIR PENDINGIN MESIN INDUK DI
KAPAL MV. PUSRI INDONESIA 1**

Oleh:
ANINDYA YESI APRIANA
NRP. 565221594

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

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



**UPAYA OPTIMALISASI SISTEM *FRESH WATER
COOLER* (FWC) TERHADAP KESTABILAN
TEMPERATUR AIR PENDINGIN MESIN INDUK DI
KAPAL MV. PUSRI INDONESIA 1**

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

Oleh:

**ANINDYA YESI APRIANA
NRP. 565221594**

**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	: Anindya Yesi Apriana
NRP	: 565221594
Program Pendidikan	: Diploma IV
Jurusan	: Teknika
Judul	: Upaya Optimalisasi Sistem <i>Fresh Water Cooler</i> (FWC) Terhadap Kestabilan Temperatur Air Pendingin Mesin Induk Di Kapal MV. Pusri Indonesia 1

Jakarta, 03 Maret 2026
Penulis


Anindya Yesi Apriana

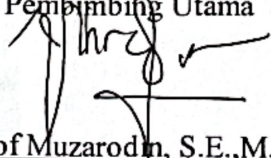
**KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
BADAN PENGEMBANGAN
SUMBER DAYA MANUSIA PERHUBUNGAN
SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN**



TANDA PERSETUJUAN SKRIPSI

Nama	: Anindya Yesi Apriana
NRP	: 565221594
Program Pendidikan	: Diploma IV
Jurusan	: Teknika
Judul	: Upaya Optimalisasi Sistem <i>Fresh Water Cooler</i> (FWC) Terhadap Kestabilan Temperatur Air Pendingin Mesin Induk Di Kapal MV. Pusri Indonesia 1

Pembimbing Utama


Ihrof Muzarodin, S.E., M.Si
Penata Muda Tk.1 (III/b)
NIP. 198108122010121002

Jakarta, 03 Maret 2026
Pembimbing Pendamping


Ihsan Ahda Tanjung, S.T., M.T.
Pembina (IV/a)
NIP. 196811241997031003

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 TANGAN PENGESAHAN SKRIPSI

Nama	: Anindya Yesi Apriana
NRP	: 565221594
Program Pendidikan	: Diploma IV
Jurusan	: Teknika
Judul	: Upaya Optimalisasi Sistem <i>Fresh Water Cooler</i> (FWC) Terhadap Kestabilan Temperatur Air Pendingin Mesin Induk Di Kapal MV. Pusri Indonesia 1

Ketua Penguji

P. Dwikora Simanjuntak, M.M
Pembina Utama Muda (IV/c)
NIP. 196409061999031 001

Anggota Penguji

Achmad Bashori, S.Si., M.T
Pembina (IV/a)
NIP. 197702012006041019

Anggota Penguji

Ihrof Muzarodin, S.E., M.Si
Penata Muda Tk.1 (III/b)
NIP. 198108122010121002

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 Tuhan Yang Maha Esa atas karunia, rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini tepat pada waktunya. Skripsi ini merupakan kewajiban bagi taruna dan taruni prodi Teknik guna memenuhi persyaratan kelulusan program D-IV di Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran tahun ajaran 2026. Penyusunan skripsi ini didasarkan atas pengalaman yang penulis dapatkan selama praktik berlayar di MV. PUSRI INDONESIA 1. Skripsi ini ditulis juga berdasarkan pengetahuan yang diberikan para dosen semasa pendidikan dan melalui literatur yang berhubungan dengan judul skripsi yang penulis ajukan. Adapun judul skripsi yang penulis pilih adalah: “ **UPAYA OPTIMALISASI SISTEM *FRESH WATER COOLER (FWC)* TERHADAP KESTABILAN TEMPERATUR AIR PENDINGIN MESIN INDUK DI KAPAL MV. PUSRI INDONESIA 1** ” yang terselesaikan berdasarkan data-data dari hasil pengamatan selama 12 bulan praktik laut di perusahaan PT. Pupuk Indonesia Logistik.

Dalam usaha menyelesaikan Penulisan Skripsi ini, dengan penuh rasa hormat Penulis menyampaikan ucapan terimakasih kepada pihak-pihak yang telah memberikan bimbingan, dorongan, bantuan serta petunjuk yang berarti. Untuk itu kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terimakasih kepada yang terhormat:

1. Bapak Dr. Capt Tri Cahyadi, M.H., M.Mar selaku Ketua Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran Jakarta.
2. Bapak Dr. Markus Yando, S.Si.T., M.M selaku Ketua Program Studi Teknik Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran Jakarta.
3. Bapak Ihrof Muzarodin, S.E., M.Si selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah membimbing, memberi pengarahan, masukan dan inspirasi kepada penulis.
4. Bapak Ihsan Ahda Tanjung, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Penulisan yang telah memberikan pengarahan dan masukan dalam penulisan skripsi ini.
5. Seluruh Civitas Akademika, Staff dan Dosen Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran Jakarta.
6. Perusahaan PT. Pupuk Indonesia Logistik dan seluruh kru kapal MV. Pusri Indonesia 1 yang telah memberikan saya kesempatan untuk melakukan penelitian dan praktik laut serta membantu penulisan Skripsi ini.

7. Untuk kedua orang tua saya Bapak Ponidi Andi Purnomo dan Ibu Sayekti Utami yang telah mendidik dan membesarkan penulis dengan seluruh cinta dan kasih sayang serta menjadi inspirasi penulis untuk menyelesaikan pendidikan ini, teruntuk adik saya Nasyta Aulia Zasmin serta nenek saya tersayang Ibu Minik yang telah memotivasi penulis untuk selalu ingat tujuan yakni membanggakan kedua orang tua dan keluarga.
8. Kepada sahabat saya Hilda Veny Ilfiah terimakasih sudah turut membantu penulis selama pendidikan dan selalu memotivasi penulis dalam segala keadaan.
9. Kepada seluruh rekan Taruna-Taruni, angkatan 65 gelombang 1 dan para rekan dormitory N-102 terimakasih atas dukungan dan bantuannya selama penyusunan skripsi ini.
10. Semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu, terimakasih telah banyak membantu baik secara langsung maupun tidak langsung

Penulis menyadari bahwa dalam pembuatan skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan, baik dari susunan kalimat, maupun dalam pembahasan. Oleh karena itu dengan penuh kerendahan hati penulis mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun dan berguna bagi penulis dalam kesempurnaan skripsi ini.

Jakarta, 03 Maret 2026

Penulis,

ANINDYA YESI APRIANA

NRP. 565221594

DAFTAR ISI

Halaman

SAMPUL DALAM	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
TANDA PERSETUJUAN SKRIPSI	iii
TANDA PENGESAHAN.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR ISTILAH	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
ABSTRAK.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
BAB I : PENDAHULUAN	1
A. LATAR BELAKANG	1
B. IDENTIFIKASI MASALAH	3
C. BATASAN MASALAH	4
D. RUMUSAN MASALAH.....	4
E. TUJUAN DAN MANFAAT	4
F. SISTEMATIKA PENULISAN.....	5
 BAB II : LANDASAN TEORI.....	 7
A. TINJAUAN PUSTAKA	7
B. PENELITIAN TERDAHULU	18
C. KERANGKA PEMIKIRAN	21
 BAB III : METODE PENELITIAN.....	 22
A. WAKTU DAN TEMPAT PENELITIAN.....	22

	B. METODE PENDEKATAN	24
	C. SUMBER DATA.....	25
	D. TEKNIK PENGUMPULAN DATA	26
	E. POPULASI DAN SAMPEL.....	27
	F. TEKNIK ANALISIS DATA	28
BAB IV	: PERMASALAHAN DAN PEMBAHASAN.....	31
	A. DESKRIPSI DATA	31
	B. ANALISIS DATA	35
	C. ALTERNATIF PEMECAHAN MASALAH.....	43
	D. EVALUASI TERHADAP PEMECAHAN MASALAH	47
	E. PEMECAHAN MASALAH.....	50
BAB V	: KESIMPULAN DAN SARAN	52
	A. KESIMPULAN.....	52
	B. SARAN	53
	DAFTAR PUSTAKA.....	54
	LAMPIRAN.....	56

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Peneliti Terdahulu.....	18
Tabel 2.2 Kerangka Pemikiran	21
Tabel 4.1 Kenaikan temperatur <i>In & Out</i> ME Kanan	32
Tabel 4.2 Temperatur <i>Fresh Water Cooler</i> Setiap <i>Trip</i>	33
Tabel 4.3 Temperatur <i>In & Out</i> Setelah Perawatan	50

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Sketsa sistem pendingin terbuka	10
Gambar 2.2 Sketsa sistem pendingin tertutup	12
Gambar 2.3 <i>Fresh water cooler</i>	13
Gambar 2.4 <i>Fresh water cooler</i> tampak samping	14
Gambar 2.5 Sketsa <i>double pipe heat exchanger</i>	16
Gambar 2.6 Sketsa <i>plate and frame heat exchanger</i>	16
Gambar 2.7 Sketsa <i>shell and tube heat exchanger</i>	17
Gambar 3.1 Kapal MV. Pusri Indonesia 1.....	22
Gambar 3.2 Kerangka <i>Fishbone</i>	29
Gambar 4.1 <i>Fishbone</i> Diagram I.....	36
Gambar 4.2 <i>Fishbone</i> Diagram II	38
Gambar 4.3 <i>Fresh water cooler tubes</i>	39
Gambar 4.4 <i>Sea chest</i> dan <i>filter sea chest</i>	40
Gambar 4.5 Lumpur di <i>filter sea chest</i>	41

DAFTAR ISTILAH

<i>Plain Maintenance System</i>	Perawatan mesin rutin sesuai standar pengoperasian kapal
<i>Fresh Water Cooler</i>	Sistem pendingin mesin menggunakan air tawar sebagai sirkulasinya
<i>Heat Exchanger</i>	Alat penukar panas, digunakan dalam sistem pendingin kapal
<i>Overheating</i>	Keadaan dimana mesin mengalami panas tinggi atau panas berlebih
<i>Expantin Tank</i>	Tangki untuk menampung pemuaian air karena suhu tinggi
<i>Fishbone Diagram</i>	Diagram sebab-akibat berbentuk tulang ikan digunakan untuk pemecahan masalah
<i>Monitoring</i>	Proses observasi, pemantauan, dan menganalisa suatu kegiatan untuk memastikan berjalan sesuai rencana
<i>Cooling Water Treatment</i>	Bahan kimia untuk mencegah terjadinya <i>fouling</i> pada pipa maupun material <i>cooling</i> serta memperlambat korosi pada <i>cooling</i>

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 : *Ship's Particular*
- Lampiran 2 : *Crew List* MV. PUSRI INDONESIA 1
- Lampiran 3 : Wawancara *Cadet* dan Masinis 2
- Lampiran 4 : *Fresh Water Cooler*
- Lampiran 5 : *Pipping Line Sea Chest*

ABSTRAK

Apriana, Anindya Yesi. 2026. “ *Upaya Optimalisasi Sistem Fresh Water Cooler (FWC) Terhadap Kestabilan Temperatur Air Pendingin Mesin Induk Di Kapal MV. PUSRI INDONESIA 1*”.

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi penyebab meningkatnya temperatur pendingin air tawar pada mesin induk di kapal MV. PUSRI INDONESIA 1. Pendingin pada mesin induk merupakan komponen penting dalam menjaga suhu operasional tetap stabil dan optimal guna menunjang performa mesin selama pelayaran. Berdasarkan pengalaman penulis selama praktik berlayar, ditemukan adanya gangguan pada sistem pendingin yang ditandai dengan naiknya suhu pendingin air tawar dari 70°C menjadi 88°C, sehingga memicu alarm berbunyi dan perlambatan pergerakan mesin induk. Penelitian ini menggunakan metode kualitatif dengan pendekatan studi kasus dan *problem solving*, serta teknik pengumpulan data melalui observasi, wawancara, dan dokumentasi. Hasil penelitian ini akan menunjukkan bahwa penyebab terjadinya suhu pendingin meningkat adalah kotorannya saringan *sea chest* dan terjadinya penyumbatan oleh kotoran air laut yang terdapat pada *fresh water cooler tubes*. Kedua kondisi tersebut menghambat efisiensi pertukaran panas dan menyebabkan mesin pendingin tidak bekerja secara optimal. Upaya pemecahan masalah dilakukan dengan melakukan perawatan rutin sesuai *planned maintenance system*, pembersihan pada saringan air laut, dan perawatan secara berkala. Penelitian ini meningkatkan pemahaman teknis serta menjadi acuan bagi perwira mesin dalam menjaga sistem pendingin kapal.

Kata kunci : *fresh water cooler, mesin induk, sea chest, cooler, overheating.*

.

ABSTRACT

Apriana, Anindya Yesi. 2026. " *Upaya Optimalisasi Sistem Fresh Water Cooler (FWC) Terhadap Kestabilan Temperatur Air Pendingin Mesin Induk Di Kapal MV. PUSRI INDONESIA 1* ".

This study aims to identify the cause of the increase in freshwater cooling temperature in the main engine on the MV ship. PUSRI INDONESIA 1. The coolant on the main engine is an important component in maintaining a stable and optimal operating temperature to support engine performance during the voyage. Based on the author's experience during sailing practice, it was found that there was a disturbance in the cooling system which was characterized by an increase in the temperature of the fresh water cooler from 70°C to 88°C, thus triggering an alarm sounding and slowing down the movement of the main engine. This research uses a qualitative method with a case study and problem solving approach, as well as data collection techniques through observation, interviews, and documentation. The results of this study will show that the cause of the increase in cooling temperature is the dirty sea chest filter and the clogging by sea garlic manure contained in the fresh water cooler tubes. Both conditions inhibit heat exchange efficiency and cause the cooling engine to not work optimally. Efforts to solve problems are carried out by carrying out routine maintenance according to the planned maintenance system, cleaning the sea water filter, and regular maintenance. This research improves technical understanding and serves as a reference for engine officers in maintaining the ship's cooling system.

Keywords: *fresh water cooler, main engine, sea chest, cooler, overheating*

BAB I

PENDAHULUAN

A. LATAR BELAKANG

Pada era modern saat ini kapal adalah sebagian transportasi yang dirancang khusus untuk berlayar di perairan. Kapal menjadi salah satu sarana transportasi untuk menunjang kemajuan suatu daerah maupun negara. Hal ini dikarenakan kapal sebagai sarana transportasi utama dan paling efisien untuk perdagangan global, terutama dalam mengangkut barang dalam muatan besar antarnegara atau benua. Sebagai sarana transportasi utama di perairan global, agar proses pengangkutan berlangsung cepat, hemat dan aman dapat dicapai apabila pemersinan kapal dalam kondisi baik dan lancar. Kapal yang baik adalah kapal yang mesin penggerak utamanya terjaga perawatan dan pengoperasiannya.

Motor induk adalah bagian utama dalam kapal yang berfungsi sebagai penggerak utama untuk mendukung operasi pelayaran. Mesin induk umumnya menggunakan bahan bakar diesel atau gas sebagai sumber energi, yang kemudian diubah menjadi tenaga mekanik untuk menggerakkan baling-baling *propeller*. Keberlangsungan performa mesin utama bergantung ke sistem *cooler*, di mana air pendingin memiliki peran penting menjaga temperatur mesin dan tidak mengalami *overheating*. Salah satu komponen mesin pendingin yaitu *fresh water cooler* (FWC), yang berguna menurunkan temperatur air *cooler* sebelum kembali ke mesin.

Fresh water cooler bekerja dengan prinsip perpindahan panas antara air pendingin dengan air laut yang berfungsi sebagai media pendingin. Kestabilan temperatur air pendingin pada mesin induk merupakan faktor dalam menjaga performa mesin. Tanpa sistem pendingin yang efektif, suhu mesin dapat meningkat, mengakibatkan kerusakan komponen, dan penurunan kinerja mesin. Efektivitas *fresh water cooler* sangat menentukan kestabilan suhu air pendingin, sehingga kemampuan komponen ini dalam melakukan transfer panas secara optimal sangat krusial.

Kondisi lingkungan operasi kapal yang bervariasi, seperti suhu air laut yang

berubah dan kotoran laut yang menempel pada permukaan *fresh water cooler*, menjadi pemicu untuk menjaga performa pendingin. Penumpukan *fouling* pada permukaan *heat exchanger* pendingin air tawar dapat menurunkan kinerja transfer panas hingga nantinya mengakibatkan suhu air kurang normal. Oleh karena itu, perlu dilakukan upaya optimalisasi agar *fresh water cooler* tetap beroperasi secara efisien. Selain itu, optimalisasi *fresh water cooler* dapat membantu dalam mengurangi risiko *overheating* pada mesin induk.

Dalam kenyataannya, mesin pendingin air tawar sering mengalami gangguan-gangguan dalam pengoperasiannya. Berdasarkan pengalaman yang dilaksanakan semasa menjalankan praktik kerja laut selama 12 bulan atau 1 tahun di atas kapal MV. PUSRI INDONESIA 1 penulis menemukan kendala terhadap perawatan *fresh water cooler* diantaranya adalah terjadinya tidak kestabilan temperatur pendingin air tawar pada mesin utama serta penyumbatan pada tabung pendingin air tawar oleh kotoran air laut. Masalah ini dialami penulis pada saat kapal berlayar pada tanggal 2 Mei 2025 dari dermaga Jetty 2 Pusri Palembang menuju dermaga Dwimatama Tg. Emas Semarang. Pada saat perjalanan temperatur air tawar mesin induk kanan mengalami panas berlebih dimana suhu mencapai 88 °C, tidak sama dengan suhu yang tertulis pada *manual book* kapal adalah 60-70 °C, sehingga alarm yang terdapat di kamar mesin menyala. Kondisi ini pernah terjadi pada bulan Desember 2024 tahun lalu dan dilakukan perawatan pada *fresh water cooler*.

Melihat situasi seperti itu, diperlukan analisis lebih lanjut untuk mencari tahu penyebab penurunan kerja sistem pendingin air tawar pada mesin utama di kapal. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui penyebab penting yang memengaruhi efisiensi proses pendinginan, menilai tingkat kerusakan akibat korosi dan penyumbatan, serta mengevaluasi sejauh mana prosedur perawatan yang sudah dilakukan. Dengan memahami akar masalah secara menyeluruh, diharapkan dapat ditemukan penyelesaian yang tepat untuk meningkatkan efisiensi sistem *cooler* dan mencegah masalah yang sama di masa depan.

Kinerja *fresh water cooler* yang baik tidak hanya mempengaruhi efisiensi mesin induk, tetapi juga berpengaruh pada keselamatan dan keberlangsungan operasional kapal secara keseluruhan. Mesin yang bekerja dengan suhu stabil akan menghasilkan pembakaran yang sempurna, menghemat bahan bakar, serta mengurangi risiko kegagalan sistem saat berlayar. Sebaliknya, jika suhu tidak stabil,

bisa mengganggu performa kapal, meningkatkan biaya operasional, dan mempercepat kerusakan peralatan mesin. Oleh karena itu, penelitian ini sangat penting dilakukan untuk memahami kondisi sebenarnya dari *fresh water cooler* dan tahapan yang bisa diambil untuk memperbaiki fungsinya.

Berdasarkan penjelasan di atas, dapat disimpulkan bahwa sistem *fresh water cooler* pada motor induk memiliki salah satu peran utama untuk menjaga keandalan serta efisiensi operasi. Masalah seperti kenaikan suhu pendingin, korosi pada tabung, serta penyumbatan akibat kotoran dan lumpur adalah faktor-faktor yang dapat mengurangi kinerja sistem pendingin. Penelitian ini diharapkan bisa menjadi langkah awal dalam mengidentifikasi penyebab utama penurunan kinerja *fresh water cooler* serta memberikan rekomendasi yang dapat diterapkan untuk perawatan dan pengoperasian sistem pendingin yang lebih baik di masa depan. Sehingga, operasi mesin induk tetap berjalan lancar, efisiensi energi meningkat, dan keselamatan pelayaran tetap terjaga. Berdasarkan data diatas, penulis tertarik membahas masalah ini dan menyusunnya dalam bentuk skripsi berjudul :

**“UPAYA OPTIMALISASI SISTEM *FRESH WATER COOLER*
(FWC) TERHADAP KESTABILAN TEMPERATUR AIR PENDINGIN
MESIN INDUK DI KAPAL MV. PUSRI INDONESIA 1”**

B. IDENTIFIKASI MASALAH

Berdasarkan masalah yang sudah dijelaskan sebelumnya, penulis menemukan beberapa permasalahan yang menjadi pusat perhatian dalam penelitian ini. Masalah tersebut berkaitan dengan kemampuan sistem pendingin mesin utama, yang paling utama terhadap bagian *fresh water cooler* yang bertugas menjaga temperatur mesin tetap normal. Dari observasi dan analisis awal yang dilakukan selama praktik laut, ditemukan beberapa faktor yang kemungkinan besar mengakibatkan menurunnya kinerja sistem pendingin tersebut. Faktor yang mempengaruhi masalah pokok adalah:

1. Terjadinya kenaikan temperatur pada air tawar yang masuk ke dalam sistem pendingin mesin induk.
2. Ditemukan korosi pada saluran *fresh water cooler tubes*.
3. Ditemukan lumpur yang terbawa masuk ke dalam *fresh water cooler tubes*.
4. Terjadi penyumbatan kotoran pada saluran *fresh water cooler tubes*.

C. BATASAN MASALAH

Mengingat masalah yang dibahas terkait sistem pendingin mesin induk cukup luas dan kemampuan serta pengetahuan penulis masih terbatas untuk menjangkau semua aspek, maka penelitian ini dibatasi pada beberapa hal yang dianggap paling berpengaruh terhadap penurunan kinerja sistem pendingin. Pembatasan ini dilakukan agar penelitian lebih terarah, fokus, dan mampu memberikan analisis yang mendalam mengenai permasalahan yang diteliti. Ruang lingkup penelitian dibatasi pada pemeriksaan dan analisis kerja sistem pendingin air tawar mesin utama. Maka batasan masalah yang diambil adalah:

1. Terjadinya kenaikan temperatur pada air tawar yang masuk ke dalam sistem pendingin mesin induk.
2. Terjadi penyumbatan kotoran pada saluran *Fresh Water Cooler Tubes*.

D. RUMUSAN MASALAH

Dari masalah yang telah dibahas secara mendalam, yang meliputi penjelasan mengenai masalah kinerja sistem pendingin mesin induk kapal laut, penemuan penyebab penurunan efisiensi *fresh water cooler*, serta pembatasan pada komponen utama seperti *heat exchanger* dan pompa sirkulasi, maka perumusan masalah dalam penelitian ini hanya difokuskan pada :

1. Apa penyebab terjadinya kenaikan temperatur pada sistem *fresh water cooler* yang ada di pada mesin utama ?
2. Apa yang menyebabkan *fresh water cooler* tersumbat oleh kotoran?

E. TUJUAN DAN MANFAAT

Tujuan dan manfaat penyusunan skripsi ini adalah :

1. Tujuan penelitian
 - a. Mengidentifikasi faktor-faktor yang mengakibatkan *overheating* pada *fresh water* yang bersirkulasi ke dalam sistem pendingin mesin utama serta melakukan prosedur penanganan.
 - b. Mengidentifikasi penyebab saluran *fresh water cooler tubes* tersumbat serta melakukan prosedur perawatan.

2. Manfaat penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini sebagai berikut :

a. Secara aspek teoritis

Diharapkan penelitian ini bisa membantu memahami mengenai masalah yang terjadi pada sistem pendingin guna mengoptimalkan kinerja *fresh water cooler* dan mendukung berjalannya mesin utama yang optimal selama kapal berlayar.

b. Secara aspek praktis

Penelitian ini diharapkan bermanfaat bagi perwira mesin dalam optimalisasi dan efisiensi kerja, serta dapat bermanfaat juga bagi perusahaan dalam pengambilan keputusan. Selanjutnya dapat melakukan optimalisasi terbaik terhadap *fresh water cooler* guna menunjang kelancaran berlayar.

F. SISTEMATIKA PENULISAN

BAB I : PENDAHULUAN

Pada bagian pendahuluan dijelaskan mengenai latar belakang masalah, identifikasi masalah, batasan masalah, rumusan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, serta sistematika penulisan. Latar belakang memuat alasan mengapa judul skripsi dipilih serta pentingnya judul dalam sebuah skripsi. Di bagian ini, juga dijelaskan ide utama beserta data pendukung yang menjelaskan mengapa judul tersebut dipandang penting. Perumusan masalah adalah penjelasan tentang isu atau topik yang akan diteliti, bisa berupa pertanyaan atau pernyataan. Pembatasan masalah mencakup batasan-batasan dari topik yang akan dibahas dalam penelitian tersebut. Tujuan penulisan menjelaskan tujuan spesifik yang ingin dicapai oleh penulis melalui penulisan ini. Manfaat penulisan berisi penjelasan mengenai manfaat yang diperoleh dari hasil penulisan, baik bagi penulis sendiri, lembaga pendidikan, perusahaan, maupun pembaca. Sistematika penulisan menjelaskan susunan dan hubungan antar bagian dalam skripsi, sehingga terdapat urutan yang jelas dalam penyusunan penulisan.

BAB II : LANDASAN TEORI

Bagian ini mengkaji mengenai topik yang sedang diteliti yang memuat tentang tinjauan pustaka, penelitian terdahulu dan kerangka pikiran yang berfungsi menyelesaikan masalah *fresh water cooler*.

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Bagian ini menjelaskan mengenai tentang waktu dan tempat selama penelitian, teknik pengumpulan data dan teknik penulisan data yang dipilih oleh penulis. Waktu dan tempat penulisan menjelaskan tempat dan waktu di mana serta kapan penelitian dilaksanakan. Cara pengumpulan data adalah metode yang digunakan untuk mendapatkan data yang diperlukan oleh penulis selama menyelesaikan penelitian. Teknik analisis data adalah metode mengolah data menjadi informasi yang mudah dipahami, dan pemilihan alat serta metode analisis harus sesuai dengan tujuan penelitian.

BAB IV : ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Bagian ini penulis membahas mengenai pengertian data yang berhubungan dengan *fresh water cooler*, menguraikan tentang analisis data yang dibahas hingga bisa diuraikan faktor munculnya masalah, selain itu penulis juga menyampaikan berbagai metode untuk menyelesaikan masalah yang telah ditentukan dan mengevaluasi solusi masalah yang ada.

BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN

Bagian ini berisikan mengenai inti yang ditemukan oleh penulis tentang permasalahan *overheating* pada *fresh water cooler* motor utama agar tidak terjadi permasalahan berulang.

BAB II

LANDASAN TEORI

A. TINJAUAN PUSTAKA

Tinjauan pustaka adalah kegiatan yang dilakukan secara terstruktur untuk menelaah, mengevaluasi, serta mengintegrasikan berbagai literatur yang relevan terhadap masalah yang diambil. Proses ini mencakup pengumpulan informasi dari sumber-sumber kredibel seperti jurnal ilmiah, buku, disertasi, dan laporan penelitian, dengan tujuan memperoleh pemahaman yang komprehensif mengenai perkembangan pengetahuan yang telah ada sebelumnya. Menurut Sugiyono (2019), tinjauan pustaka merupakan kegiatan sistematis yang dilakukan peneliti untuk mengkaji berbagai sumber informasi ilmiah yang relevan dengan topik penelitian guna memperoleh landasan teori yang kuat serta mengidentifikasi kesenjangan penelitian sebelumnya. Melalui tinjauan pustaka, peneliti dapat memahami teori, konsep, dan hasil penelitian terdahulu yang menjadi dasar dalam merumuskan kerangka berpikir dan hipotesis penelitian. Pada bagian ini akan dijelaskan sebagian teori yang menjadi acuan dalam penelitian ini, yang berkaitan dengan masalah yang akan dibahas dan diambil dari sebagian jurnal, teori serta beberapa buku.

1. Optimalisasi

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI, edisi V Badan Bahasa 2016–2024), optimalisasi merupakan proses, cara, atau perbuatan menjadikan sesuatu paling baik atau paling tinggi hasilnya. Optimalisasi adalah tentang mencapai hasil yang diharapkan dengan cara yang efisien dan efektif. Banyak yang menginterpretasikan optimalisasi sebagai ukuran di mana semua kebutuhan dapat dipenuhi melalui pelaksanaan kegiatan (Hafidh, 2021).

Selanjutnya, menurut Wibowo (2020), optimalisasi merupakan penyelesaian masalah yang baik dengan memperhatikan kendala tertentu agar bisa mengurangi faktor yang tidak diinginkan dan meningkatkan faktor-faktor yang ada. Artinya, proses optimalisasi bertujuan untuk menemukan solusi terbaik dari berbagai alternatif yang tersedia, dengan memperhitungkan keterbatasan sumber

daya, waktu, biaya, atau kondisi tertentu yang tidak dapat diubah. Dalam konteks teknik pendingin, optimalisasi berarti menyeimbangkan antara efisiensi perpindahan panas, konsumsi energi, dan kestabilan temperatur sistem. Menurut Ayele (2021), optimalisasi modern melibatkan pemodelan matematis dan algoritma komputasional untuk menemukan titik operasi terbaik suatu sistem dengan mempertimbangkan faktor dinamis seperti suhu, tekanan, dan laju aliran.

Pandangan ini menunjukkan bahwa proses optimalisasi berfokus pada pencarian solusi terbaik di antara berbagai alternatif yang tersedia dengan meminimalkan perbedaan sumber daya, waktu, biaya, atau kondisi operasional sehari-hari yang tidak dapat diubah. Dalam bidang rekayasa teknis, khususnya sistem pendingin, optimalisasi diperlukan untuk menyeimbangkan efisiensi produksi panas, konsumsi energi, dan stabilitas suhu sistem.

2. Temperatur

Menurut Larasati A (2020), temperatur merupakan besaran yang menunjukkan derajat panas pada suatu benda yang diukur menggunakan alat termometer. Semakin tinggi suhu suatu benda, maka semakin besar pula energi kinetik partikel-partikel penyusunnya, sehingga benda tersebut terasa lebih panas. Definisi ini menekankan hubungan langsung antara temperatur dan energi panas yang dimiliki benda.

Menurut Arif dan Novitrian (2023) dalam buku Termodinamika menjelaskan bahwa temperatur merupakan besaran intensif dalam sistem termodinamika yang menentukan arah aliran panas. Dua sistem dikatakan mencapai keseimbangan termal apabila keduanya memiliki suhu yang sama. Dengan demikian, temperatur menjadi variabel kunci dalam Hukum Termodinamika Ke-0, yang menjadi dasar penetapan skala termal.

Sementara itu, menurut Satriawan (2024), temperatur adalah kuantitas fundamental yang menentukan arah aliran energi panas antara dua sistem dan digunakan dalam persamaan termodinamika untuk menghitung energi dalam, kerja, maupun entropi. Artinya, temperatur berfungsi tidak hanya sebagai ukuran panas, tetapi juga sebagai variabel yang mempengaruhi efisiensi energi dan stabilitas sistem pendingin.

Dengan demikian, suhu bisa diartikan sebagai cara mengukur dari tingkat energi panas atau gerakan partikel di dalam suatu benda atau sistem. Semakin naik suhu, semakin besar energi kinetik rata-rata dan

semakin panas kondisi tersebut. Pengukur suhu atau termometer merupakan alat pengukur suhu yang biasa dipakai untuk berbagai pengukuran.

3. Sistem pendingin

Sistem *cooler* pada mesin dibuat agar mesin bisa berjalan pada temperatur yang sudah ditetapkan setelah mesin dinyalakan, serta memastikan mesin tetap berfungsi dengan temperatur yang optimal.

Menurut Anam (2023), tugas utama air pendingin adalah mengambil kalor dari kondensor sehingga air pendingin mengalami kenaikan suhu. Panas diperoleh dengan membakar bahan bakar di dalam silinder. Sistem pendinginan mesin dirancang agar mesin bisa bekerja pada suhu tertentu setelah mesin dihidupkan dan tetap berada pada suhu operasi yang terkontrol. Sistem *cooler* mesin bekerja berdasarkan prinsip perpindahan panas melalui konduksi, konveksi, dan radiasi. Panas diambil dari kepala silinder ke pendingin melalui konduksi yang dilakukan oleh katup logam yang mengelilingi silinder.

Selanjutnya, menurut Prasetyo Dwi (2020), sistem pendinginan ditunjukkan untuk mengurangi atau mempertahankan temperatur mesin induk sesuai batas yang ditentukan. Pendinginan dilakukan dengan mengalirkan air atau zat pendingin lainnya di sekitar blok silinder dan kepala silinder. Oleh sebab itu, pada dalam bagian silinder dan kepala silinder dibuat lubang rongga, di dalamnya dialirkan terus menerus air tawar dengan kuantitas dan tekanan yang cukup. Air tawar tersebut disuplai oleh pompa pendingin. Karena suhu air tawar ini cenderung meningkat, air tawar tersebut wajib didinginkan kembali menggunakan air laut melewati pendingin atau alat *cooler*.

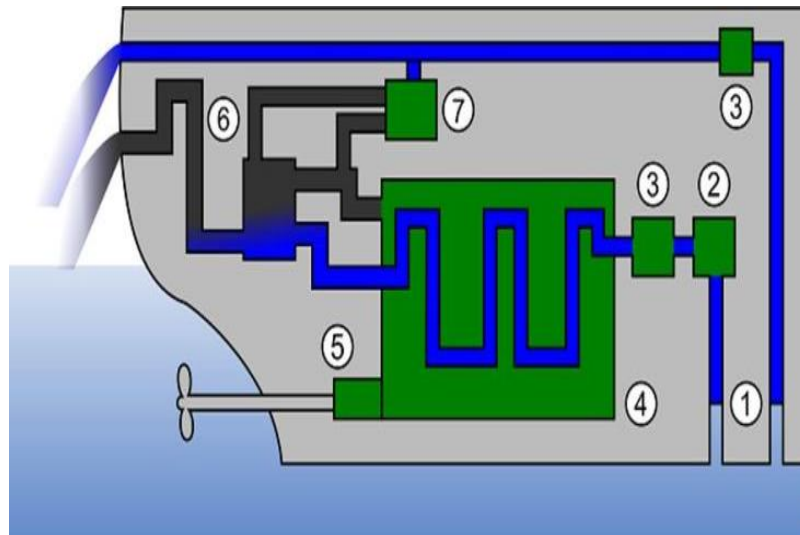
Hasil dari pemahaman tersebut adalah bahwa tugas utama sistem pendingin adalah mendinginkan mesin agar tidak terlalu panas, mencegah kerusakan pada komponen mesin, serta memastikan mesin dapat berjalan dengan normal. Berdasarkan pengertian di atas sistem pendingin dibedakan menjadi 2 (dua) bagian meliputi:

a. Sistem pendingin langsung (Terbuka)

Sistem pendinginan terbuka merupakan pendinginan yang memakai *sea water* sebagai alat pendingin. Setelah menjalankan kegunaannya sebagai pendingin, air laut akan langsung dialirkan ke laut. Pada umumnya, proses pendinginan dimulai dengan mengambil *sea water* dari *sea chest* melalui katup dan filter menggunakan pompa *sea water*. Selanjutnya, *sea water* dialirkan ke

LO cooler, *fresh water cooler*, dan *air cooler*, untuk mendinginkan minyak pelumas, air tawar, serta udara. Setelah itu, air laut dialirkan keluar dari kapal. Untuk mengatur suhu air laut yang masuk ke pendinginan, digunakan *three way valve* yang diatur dengan alat *temperature indicator control*. Dengan demikian, air laut yang masuk bisa sesuai dengan kebutuhan mendinginkan media lain, tidak terlalu dingin maupun terlalu panas, sehingga temperatur pendingin mesin utama tetap normal.

Sistem media terbuka ini menyebabkan kerusakan pada bahan yang terkena langsung dengan *sea water*, yaitu mudah korosi, kotor, menyebabkan penyempitan pada aliran pipa-pipa pendingin serta berbagai masalah lainnya. Sedangkan keuntungan dari sistem pendingin terbuka ini adalah sederhana dan daya yang dibutuhkan untuk sirkulasi lebih kecil. Selain itu, menghemat peralatan, karena tidak memerlukan *expansion tank* sebagai media penyimpanan air pendingin.



Keterangan :

- | | |
|---------------------------------------|---------------------|
| 1. Saringan laut (<i>Sea Chest</i>) | 6. <i>Overboard</i> |
| 2. <i>Strainer</i> / saringan | 7. Thermometer |
| 3. Pompa | |
| 4. <i>Heat Exchanger</i> | |
| 5. Katup pengaman | |

Gambar 2.1 : Sistem Pendingin Terbuka.

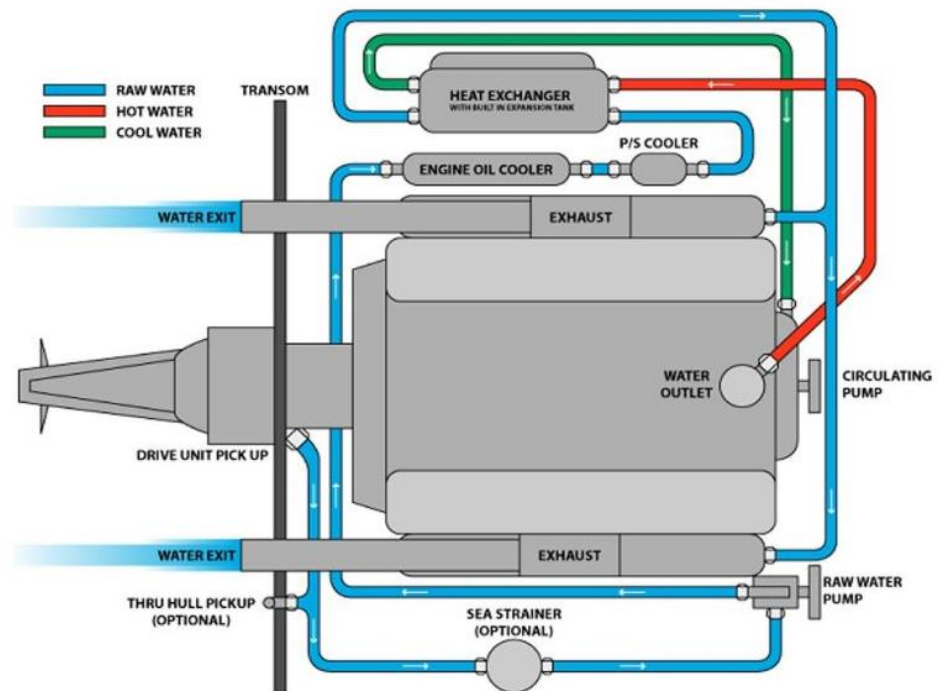
b. Sistem pendingin tidak langsung (Tertutup)

Menurut Yando et al. (2021), sistem pendingin tidak langsung atau tertutup merupakan metode pendinginan yang menggunakan cairan pendingin, seperti air tawar atau cairan pendingin khusus, untuk menyerap panas dari mesin. Panas yang tertangkap oleh air pendingin (*coolant*) dari mesin kemudian dilepaskan melalui pertukaran panas di radiator atau *heat exchanger*. Sebelum kembali pada mesin, air tawar dialirkan ke alat transfer panas yang biasa dinamai dengan *fresh water cooler* untuk mengurangi temperatur hingga antara 50°C hingga 60°C. Alat pertukaran panas yang berfungsi untuk menyerap panas dari air tawar adalah air laut. Setelah air tawar didinginkan, air laut tersebut langsung dibuang ke laut.

Di sistem pendingin tertutup, *sea water* yang sudah mendinginkan mesin akan terus berputar terus-menerus. Jika *volume* air tawar berkurang, maka *fresh water* akan ditambahkan melalui *expansion tank*. Saat kapal sedang berlayar dan mesin utamanya sedang bekerja, *fresh water* disirkulasikan ke setiap silinder dan keluar menuju *cooler* dengan suhu 70°C hingga 80°C. Di *fresh water cooler*, air tawar didinginkan oleh air laut hingga suhunya turun ke 50°C hingga 60°C.

Efisiensi sistem pendingin tertutup dapat mendinginkan semua bagian mesin secara merata, mencegah *overheating* pada komponen kritis seperti piston dan silinder. Selain itu, risiko karat pada komponen mesin juga lebih kecil karena tidak ada kontak langsung dengan air laut yang mengandung garam yang bisa merusak. Sistem pendingin tidak langsung ini baik untuk menjaga suhu mesin tetap stabil, meningkatkan performa mesin, dan memperpanjang umur mesin induk.

Sistem pendinginan tidak langsung ini lebih efisien dibandingkan sistem pendinginan langsung dan mampu mendinginkan secara merata. Kelebihan lain dari sistem ini adalah risiko terjadinya karat lebih kecil. Namun, kelemahan dari sistem pendinginan tidak langsung adalah memerlukan ruang yang cukup besar untuk menempatkan peralatannya, sehingga membuat konstruksinya lebih rumit. Selain itu, daya yang digunakan untuk mengalirkan air pendingin lebih besar, karena pada sistem ini menggunakan beberapa pompa sirkulasi.



Gambar 2.2: Sistem Pendingin Tertutup.

4. *Fresh water cooler*

a. Pengertian *fresh water cooler*

Fresh water cooler adalah alat bantu yang digunakan untuk menurunkan suhu yang tinggi menjadi suhu yang lebih dingin, sedangkan media yang didinginkan tidak mengalami perubahan bentuk. Dalam beroperasi, *fresh water cooler* menggunakan air atau cairan lain sebagai bahan pendingin yang mengalir melalui pipa atau saluran yang terhubung dengan media yang ingin didinginkan.

Menurut Sroyer, Abrori, dan Sidhi (2019), *fresh water cooler* merupakan komponen penukar panas yang berfungsi mendinginkan air tawar sebagai media pendingin mesin sehingga temperatur kerja mesin tetap berada dalam batas yang diizinkan. Air tawar menyerap panas yang berasal dari dalam mesin atau sistem, kemudian didinginkan oleh air laut yang mengalir melalui pendingin *fresh water*. Setelah melewati proses pendinginan, air tawar kembali ke mesin untuk melewati proses pendinginan kembali. Sistem pendingin ini mendinginkan suhu media sampai ke tingkat yang lebih dingin tanpa mengubah bentuk media.

b. Prinsip kerja *fresh water cooler*.

Pendingin air tawar bekerja dengan cara memindahkan panas dari *sea water* untuk mendinginkan *sea water* yang digunakan untuk mendinginkan mesin. Pertukaran panas terjadi melalui pipa-pipa kecil. Sistem ini dimulai dari tangki penampung air tawar yang mengisi tangki ekspansi. *Expansion tank* berfungsi untuk menyuplai air tawar ke sistem pendingin mesin utama ketika terjadi penurunan atau penguapan air. Selanjutnya, air tawar tersebut dipompa melalui pompa *cooler* air tawar ke mesin utama, lalu masuk ke dalam *jacket cooling*, kemudian naik ke kepala silinder dan katup buang. Air tawar ini berfungsi sebagai media pendingin yang menyerap panas dari proses pembakaran dan kompresi pada mesin utama. Setelah memanaskan mesin, air tawar tersebut masuk ke dalam *cooler* air tawar untuk didinginkan melalui pipa-pipa kapiler, dengan medium pendingin berupa air laut yang berada di luar pipa-pipa tersebut. Setelah mencapai suhu yang telah didinginkan, air tawar kembali masuk ke mesin utama untuk melakukan proses pendinginan kembali.



Gambar 2.3: *Fresh water cooler*

Dokumentasi Pribadi

Hal diatas adalah penjelasan secara umum prinsip kinerja sistem *fresh water cooler* secara berulang dan terus berputar selama pompa air tawar dari mesin induk tersebut beroperasi. *Fresh water cooler* berkerja dengan mengambil

panas dari air tawar yang sudah mendinginkan mesin menggunakan media pendingin air laut.



Gambar 2.4 : *Fresh water cooler* Dari Samping
Dokumentasi Pribadi

Selanjutnya, peran *anode zinc* sangat penting untuk mencegah terjadinya korosi pada *cover fresh water cooler*. *Sea water* yang mengalir di antara dua logam yang berbeda akan menghasilkan arus listrik, sehingga terjadi pindahan massa dari logam positif ke logam negatif. Logam positif adalah *cover* yang terbuat dari besi, sedangkan logam negatif adalah pipa yang terbuat dari kuningan dan tembaga. Karena terjadi pindahan massa, bahan dari logam positif akan berkurang, sehingga menyebabkan korosi. Oleh karena itu, peran *anode zinc* sangat penting untuk beroperasinya *fresh water cooler*.

c. Bagian – bagian *fresh water cooler*

Sebuah *fresh water cooler* terdiri dari beberapa bagian seperti berikut:

1) *Tube*

Tube pada *cooler* adalah pipa-pipa kecil yang digunakan untuk mengalirkan air laut. Air laut ini nantinya akan mendinginkan air tawar yang mengalir di sekitar pipa. Saluran pipa tersebut terbuat dari logam

aluminium atau tembaga. Logam tersebut mampu mentransfer panas dengan baik dan tahan terhadap kerusakan akibat korosi.

2) *Shell*

Shell pada *cooler* berperan sebagai tempat untuk meneruskan panas dari air tawar ke *tube* atau pipa-pipa kecil yang mengandung air laut. Proses pendinginan di dalam *cooler* air tawar dimulai dengan aliran air laut dari pompa masuk ke dalam pipa-pipa kecil atau *tube* yang terletak di dalam *shell*. Saat *sea water* mengalir lewat pipa-pipa kecil atau tabung dalam sistem pendingin, panas dari *sea water* berpindah ke *fresh water* yang mengalir disekitarnya.

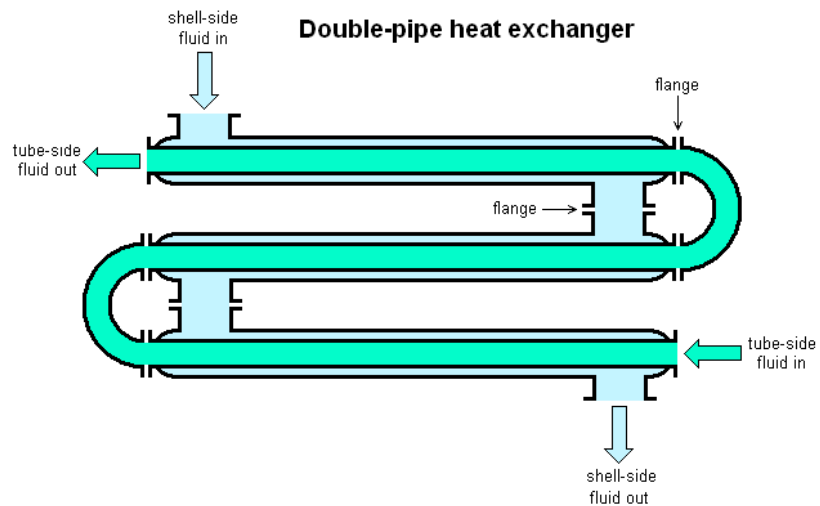
3) *Baffle*

Secara umum, *baffle* adalah bagian yang berfungsi mengarahkan aliran fluida, dipasang di dalam alat penukar panas, tangki, atau sistem aliran fluida lainnya. Tujuannya adalah mengatur arah, kecepatan, dan cara distribusi aliran fluida agar efisiensi pindah panas meningkat, serta mencegah getaran atau pengendapan aliran. *Baffle* bekerja dengan mengganti arah aliran fluida di sisi *shell* pada alat penukar panas. Misalnya, pada *baffle* segmen, fluida mengalir dengan cara melengkung bolak-balik melalui tabung, sehingga meningkatkan kekacauan aliran dan memperbesar proses pindah panas melalui konveksi.

5. *Heat Exchanger*

a. *Double Pipe Heat Exchanger*

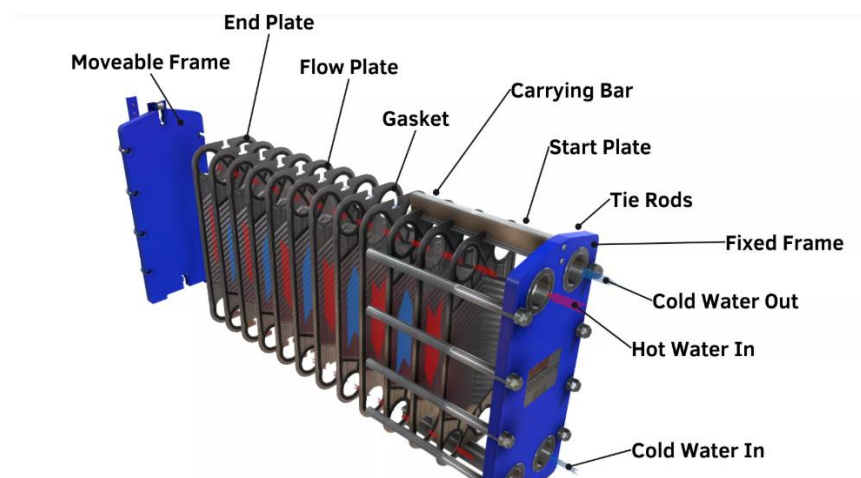
Alat perpindahan panas pipa rangkap terbuat dari dua pipa logam biasa yang ujung-ujungnya dilekatkan dengan las atau disatukan menggunakan kotak penyekat. Cairan pertama mengalir di dalam pipa, sedangkan cairan berikutnya mengalir di ruang antara pipa luar dan pipa dalam. Jenis alat perpindahan panas ini cocok digunakan untuk aliran fluida dengan debit kecil dan tekanan operasi yang tinggi.



Gambar 2.5 : *Double Pipe Heat Exchanger.*

b. *Plate and Frame Heat Exchanger*

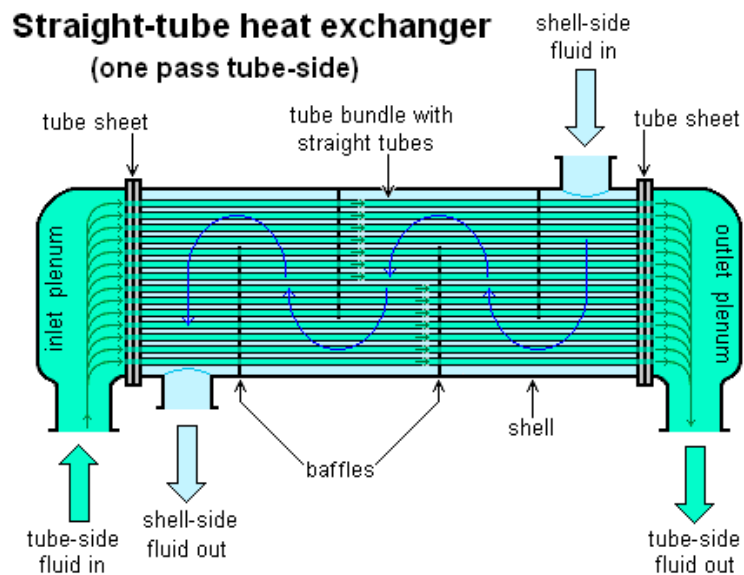
Alat penukar panas jenis plat dan bingkai terdiri dari paket plat yang berbentuk tegak lurus, bergelombang, atau profil lainnya. di antara plat-plat tegak lurus dipasang sekat lunak, biasanya terbuat dari karet. Plat-plat dan sekat tersebut dibuat tetap bersatu dengan suatu alat penekan. Pada setiap sudut plat, terutama yang berbentuk persegi, terdapat lubang untuk mengalirkan fluida. Fluida masuk dan keluar melalui dua lubang di sisi yang satu, sedangkan fluida lainnya mengalir melalui lubang dan ruang di sisi lain karena adanya sekat.



Gambar 2.6 : *Plate and Frame Heat Exchanger*

c. *Shell and Tube Heat Exchanger*

Heat exchanger type tube dirancang agar dapat bekerja pada tekanan yang tinggi, baik tekanan yang berasal dari lingkungan kerjanya sendiri maupun perbedaan tekanan tinggi antara kedua fluida yang beroperasi. Jenis *tube* sangat sering dipakai untuk berbagai jenis fluida kerja cair-cair, cair-uap, cair-gas, ataupun juga gas-gas. Namun untuk penggunaan pada fluida kerja gas-cair atau juga gas-gas, khusus untuk kondisi fluida kerja yang memiliki tekanan dan suhu tinggi, tidak ada jenis *heat exchanger* lain yang dapat mampu bekerja pada kondisi tersebut.



Gambar 2.7 : *Shell and Tube Heat Exchanger*

B. PENELITIAN TERDAHULU

Berikut beberapa jurnal serta karya tulis yang digunakan penulis sebagai sumber penelitian terdahulu :

Tabel 2.1
Penelitian Terdahulu.

NO	Judul penelitian, Nama Penulis, Tahun Terbitan.	Persamaan	Perbedaan	Hasil Penelitian
1.	Analisis Penurunan Performa Sistem Pendingin <i>Main Engine</i> Guna Kelancaran Pengoperasian Kapal MT. Medelin Expo 1 Ali Muktar Sitompul, Effendi, Dimas Adisurya (2021).	Membahas masalah yang terdapat pada sistem pendingin mesin utama, namun penelitian ini menitik beratkan pada kenaikan temperatur air tawar dan penyumbatan pada <i>fresh water cooler tubes</i> .	Penelitian ini membahas mengenai gangguan langsung pada <i>fresh water cooler tubes</i> dan peningkatan suhu air tawar mesin induk secara operasional.	Mengecek penurunan daya kerja sistem pendingin mesin utama karena tersumbatnya lubang pada <i>fresh water cooler</i> dan <i>sea chest</i> . Ditemukan adanya <i>fouling</i> dan lumpur yang menghalangi aliran air laut sebagai pendingin. Langkah yang dilakukan adalah membersihkan secara rutin <i>fresh water cooler</i> dan <i>filter sea chest</i> .

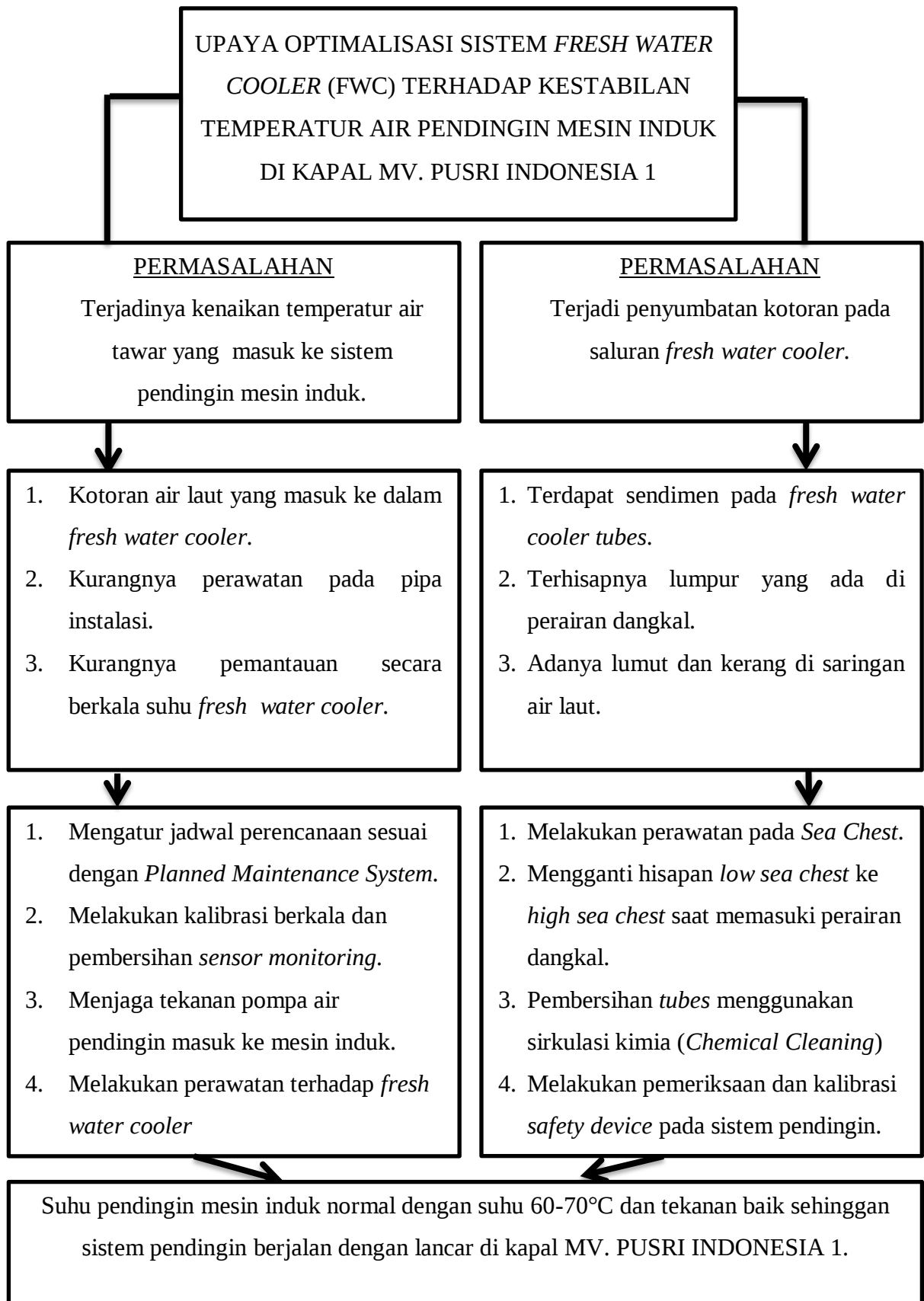
NO	Judul penelitian, Nama Penulis, Tahun Terbitan.	Persamaan	Perbedaan	Hasil Penelitian
2.	Evaluasi Kinerja <i>Heat Exchanger</i> pada Sistem Pendingin Mesin Induk Kapal Barang Satria, D. dan Firmansyah, R. (2020).	Memperkuat teori bahwa kinerja <i>fresh water cooler</i> sangat tergantung pada kebersihan permukaan perpindahan panas.	Penelitian ini tidak meneliti efisiensi umum, tetapi efek penyumbatan aktual terhadap kenaikan temperatur mesin induk kapal MV. PUSRI INDONESIA 1.	Menunjukkan bahwa penurunan efisiensi <i>heat exchanger</i> disebabkan oleh penumpukan <i>fouling</i> dan kerak yang menghambat perpindahan panas. Penelitian ini merekomendasikan metode <i>chemical cleaning</i> secara periodik.
3.	Analisis Efektivitas Sistem Pendingin Air Tawar pada <i>Main Engine</i> Kapal KM. Nusantara Wulandari, A. dan Hidayat, T. (2019).	Mendukung analisis pengaruh efisiensi sirkulasi pendingin terhadap performa mesin induk.	Penelitian ini tidak menitik beratkan pada kecepatan aliran, melainkan pada faktor penyumbatan dan kotoran yang memengaruhi perpindahan panas.	Menjelaskan hubungan antara kecepatan aliran air tawar dan kestabilan suhu mesin. Ditemukan bahwa aliran yang lambat meningkatkan risiko <i>overheating</i> .

NO	Judul penelitian, Nama Penulis, Tahun Terbitan.	Persamaan	Perbedaan	Hasil Penelitian
4	Pengaruh Kualitas Air Pendingin terhadap Terbentuknya Korosi pada Sistem <i>Fresh Water Cooling</i> Kurniawan, Y. (2022).	Relevan dengan penelitian ini karena salah satu masalah yang ditemukan penulis adalah adanya korosi pada saluran <i>fresh water cooler tubes</i> .	Meneliti peningkatan temperatur <i>fresh water</i> mesin utama yang mencapai 88°C akibat penyumbatan dan penumpukan kotoran pada <i>fresh water cooler tubes</i> pada mesin induk kapal MV. PUSRI INDONESIA 1.	Menemukan bahwa nilai pH air pendingin yang tidak stabil mempercepat terjadinya korosi pada <i>cooler tubes</i> . Direkomendasikan pemeriksaan pH secara berkala dan penggunaan <i>inhibitor</i> korosi.

C. KERANGKA PENELITIAN

Tabel 2.2

Kerangka Pemikiran



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian dan pengalaman selama penulis melaksanakan praktik laut di MV. PUSRI INDONESIA 1, dapat disimpulkan bahwa pada sistem pendingin air tawar pada mesin induk memiliki peran utama dalam menjaga performa kinerja tetap optimal, menjaga kestabilan suhu panas mesin, serta menjaga komponen mesin induk agar tidak terjadi kerusakan. Dari uraian bab sebelumnya, kita dapat menyimpulkan bahwa :

1. Kenaikan suhu air tawar pada mesin induk utamanya disebabkan oleh menurunnya efisiensi perpindahan panas pada *fresh water cooler*. Hal ini mengakibatkan media pendingin tidak mampu melepaskan panas secara optimal sebelum kembali ke blok mesin. Akibatnya, air tawar yang kembali masuk ke mesin masih membawa sisa panas yang tinggi, secara akumulatif meningkatkan suhu kerja mesin secara keseluruhan dan mengancam kerusakan pada mesin. Hal ini sering terjadi dikarenakan kurangnya perawatan secara rutin pada *fresh water cooler* sesuai dengan *plan maintenance system*.
2. Kotoran yang menumpuk pada saringan air laut merupakan faktor utama yang menyebabkan terjadinya penyumbatan pada saluran pipa (*tubes*). Penyumbatan ini terjadi tidak instan, melainkan melalui proses akumulasi materi padat yang menumpuk sudah lama dalam saluran. Penulis mengidentifikasi bahwa endapan lumpur, pasir, kerang, dan partikel lain di dalam diameter *tubes* yang sempit menurunkan luar aliran air laut. Hal ini menyebabkan penurunan debit air laut yang masuk dalam *cooler* sehingga perpindahan panas bekerja tidak optimal. Jika kondisi ini terus berlanjut akan tanpa penanganan, mesin induk akan mengalami *overheating* yang berpotensi menyebabkan kerusakan permanen .

B. SARAN

Berdasarkan kesimpulan dari permasalahan yang timbul mengenai menurunnya kinerja sistem pendingin, khususnya pada kotornya saluran *tubes* dan saringan air laut pada *sea chest*, maka penulis menyusun beberapa saran sebagai berikut guna meningkatkan efisiensi sistem pendingin dan menjaga performa mesin induk kapal sebagai berikut :

1. Melakukan perawatan terhadap *fresh water cooler* diatas kapal sesuai *running hours* dan *plan maintenance system* sehingga tidak terjadi kerusakan pada *fresh water cooler tubes* yang dapat mengganggu pengoperasian pendingin mesin induk. Selain itu, perawatan ini berfungsi untuk menjaga perfoma mesin tetap stabil agar nantinya mesin dapat digunakan dalam jangka panjang. Dalam melakukan perawatan awal ini diharapkan dapat menjaga suhu stabil sistem pendingin *fresh water* yang bersikulasi ke dalam mesin.
2. Melakukan perawatan pada *filter* dengan membersihkan *strainer* setiap kapal selesai *voyage* pelayaran oleh perwira mesin di kapal guna menghindari penyumbatan pada saluran *fresh water cooler tubes*. Selain itu dilakukan pengawasan rutin terhadap tekanan dan suhu mesin pendingin. Jika terjadi tanda-tanda tidak normal pada mesin maka segera melakukan pengecekan dan perawatan sesuai petunjuk *manual book*. Dengan melakukan perawatan ini sistem pendingin akan berjalan dengan baik, mesin utama berjalan dengan normal, serta perpindahan panas dapat bekerja dengan optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Arif, I., & Novitrian. (2023). *Termodinamika*. ITB Press. Bandung.
- Anam, A. (2023). *Sistem Pendingin pada Mesin Kapal*. Jakarta: Penerbit XYZ.
- Ayele, Y. Z. (2021). *Introduction to Optimization in Modern Engineering Systems*. Edisi ke-1. Springer Nature. Switzerland.
- Badan Pengembangan dan Pembinaan Bahasa. (2016–2024). *Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) Edisi V*. Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia. Jakarta.
- Cristy, Y. (2021). *Analisis Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Akurasi Data pada Populasi Finit dalam Penelitian Kuantitatif*. Tesis. Universitas Terbuka. Tangerang Selatan.
- Hafidh, M. (2021). Analisis Strategi Optimalisasi Kinerja Sistem dalam Mencapai Efisiensi Operasional. *Jurnal Teknik Kelautan*. 5(1): 12-25.
- Kurniawan, Y. (2022). Pengaruh Kualitas Air Pendingin terhadap Terbentuknya Korosi pada Sistem Fresh Water Cooling. *Jurnal Teknologi Bahari*. 11(2): 85-94.
- Larasati, A. (2020). *Dasar-Dasar Termofisika dan Pengukuran Suhu*. Edisi ke-1. Pustaka Teknik. Jakarta.
- Prasetyo, D. (2020). *Optimalisasi Perawatan Sistem Pendingin Air Tawar Guna Menunjang Kinerja Mesin Induk*. Skripsi. Politeknik Ilmu Pelayaran. Semarang.
- Prasetyo, D. *Teori Pemersinan Kapal Semester VII*: PIP Semarang.
- Satriawan, M. (2024). *Konsep-konsep Termodinamika*. Edisi ke-1. Deepublish. Yogyakarta.
- Sinoprettech. (2024). *What Is Plate Type Heat Exchanger*. URL: <https://www.sinoprettech.com/What-Is-Plate-Type-Heat-Exchanger-id45674586.html>. Diakses tanggal 20 Februari 2026.
- Sitompul, A. M., Effendi, & Adisurya, D. (2021). Analisis Penurunan Performa Sistem Pendingin Main Engine Guna Kelancaran Pengoperasian Kapal MT. Medelin Expo 1. *Jurnal Sains Teknologi Transportasi Bahari*. 3(1): 1–8.
- Sroyer, D. W., Abrori, M. Z. L., & Sidhi, S. D. P. (2019). Perawatan *fresh water cooler* pada sistem pendinginan mesin diesel penggerak generator listrik di kapal navigasi milik Distrik Navigasi Kelas I Ambon *Aurelia Journal (Authentic Research of Global Fisheries Application Journal)*, 1(1), 1–11. <https://doi.org/10.15578/aj.v1i1.8845>

- Sugiyono. (2019). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Alfabeta. Bandung.
- Wibowo, A. (2020). Analisis Optimalisasi Sistem Pendingin pada Mesin Diesel Stasioner. *Jurnal Teknik Mesin*. 12(2): 110-118.
- Wildan, M. (2024). Metodologi Penelitian Teknik: Pendekatan Praktis Pengambilan Data Primer. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik*. 15(1): 45–58.
- Wikipedia. (2006). *Berkas: Straight-tube heat exchanger 1-pass.PNG*. URL: <https://id.wikipedia.org/wiki/Berkas: Straight-tube heat exchanger 1-pass.PNG>. Diakses tanggal 20 Februari 2026.
- Wulandari, A., & Hidayat, T. (2019). Analisis Efektivitas Sistem Pendingin Air Tawar pada Main Engine Kapal KM. Nusantara. *Jurnal Penelitian Transportasi Laut*. 21(2): 65-74.
- Yando, A., dkk. (2021). Analisis Perawatan Sistem Pendingin Air Tawar Terhadap Kinerja Mesin Induk di Kapal. *Jurnal Kemaritiman dan Transportasi*. 3(2): 112-125.
- Zwirner Equipment. (2021). *What is a Double Tube Heat Exchanger?*. URL: <https://www.zwirnerequipment.com/blog/what-is-a-double-tube-heat-exchanger/>. Diakses tanggal 20 Februari 2026.

LAMPIRAN

Lampiran 1 Ship's Particular

 PUPUK INDONESIA LOGISTIK (PIHC Group)	SHIPS PARTICULARS	 PUPUK INDONESIA HOLDING COMPANY
---	--------------------------	---

NAME	: MV.PUSRI INDONESIA 1
SHIP'S DESCRIPTION	: SELF PROPELLED UREA BARGE (S.P.U.B)
HULL No.	: AH - 025
CALL SIGN	: J Z X M
PORT of REGISTER	: PALEMBANG
FLAG NATIONALITY	: INDONESIA
OWNER	: PT.PUPUK INDONESIA LOGISTIK
BUILDER / DELIVERY DATE	: PT.ANGGREK HITAM SHIPYARD, BATAM / 19 JUNE 2014
KEEL LAID DATE / LAUNCHING DATE	: 22 MARCH 2014 / 17 APRIL 2014
CLASSIFICATION	: BIRO KLASIFIKASI INDONESIA (B.K.I)
BKI REGISTER No.	: 120117852
CLASS CHARACTER	: KI + A100 (1) BULK CARRIER + SM, CSR, IW
IMO No.	: 9711640
MMSI No.	: 525018380
OFFICIAL No. (TANDA SELAR)	: GT.12206 No.6027 / PPM
DEAD WEIGHT TONNAGE (D.W.T)	: 11485,372 Ts
GROSS REGISTRY TONNAGE (G.R.T)	: 12454 Ts
NETT REGISTRY TONNAGE (N.R.T)	: 5970 Ts
LIGHT SHIP'S	: 5474,062 Ts
LENGTH OVER ALL (L.O.A)	: 134,00 M
LENGTH BETWEEN PERPENDICULAR (L.B.P)	: 130,70 M
BREADH MOULDED	: 26,40 M
DEPTH MOULDED (UP to UPPER DECK)	: 11,00 M

	DRAFT	DISPLACEMENT	FREEBOARD
TROPICAL	5,501 m	17.433,00 Ts	5,499 m
SUMMER	5,614 m	17.789,00 Ts	5,386 m
WINTER	5,727 m	18.135,00 Ts	5,273 m

CARGO HOLD CAPACITY	: 11.250 MT (75%) at SUMMER	15.000 MT (100%)
FRESH WATER 100 %	: 235,90 M ³	
BALLAST WATER 100 %	: 9437,691 M ³	
ANCHOR + CHAIN (1 Ø : 27,5 m / 15 Fathom)	: 5,750 Ts + (10 Ø Port Anchor & 9 Ø Stbd Anchor)	
MAIN ENGINE	: MITSUBISHI S16R2 - T2MPTK. (2 Unit) Rated Output 1600 KW/1400 min-1	
SEA SPEED	: 7,0 Knots (LOADED)	8,0 Knots (BALLAST)
ENGINE GENERATOR (A/E)	: MITSUBISHI S6A3 - MPTK. (2 Unit) Rated Output 430 KW/1500 min-1 400 V / 3 Phase / 722 Amp / 50 Hz	
EMERGENCY GENERATOR	: MITSUBISHI SGKT - MPTK. Rated Output 88 KW/1500 min-1 400 V / 3 Phase / 114 Amp / 50 Hz	
BOW THRUSTER	: KAMONE CPP type SIDE THRUSTER Rated Output 229 KW/1465 min-1 380 V / 4 POLES / 405 Amp / 50 Hz	
CARGO GEAR	: 2 Deck Crane type K026-4. Crane SWL 20 Ts Grab Volume 12 M ³	

Lampiran 2

Crew List

PENGESAHAN AWAK KAPAL NOMOR : SL019.IDPLM.0725.000034

NAMA KAPAL : PUSRI INDONESIA I NAMA PERUSAHAAN : PT. SAMUDERA PERDANA SELARAS TANGGAL KEBERANGKATAN : 2025-07-01 22.00.00
ASAL : TANJUNG EMAS, SEMARANG TUJUAN : TANJUNG EMAS, SEMARANG JUMLAH AWAK : 24 ORANG

DATA AWAK KAPAL										
NO	NAMA	KELAMIN	TGL-LAHIR	KEBANGSAAN	KODE PELAUT	NO BUKU	EXPIRED	JABATAN	SERTIFIKAT	NO SERTIFIKAT
1.	MUSA	M	23-04-1972	ID	6200026915	F 323014	06-03-2027	Nakhoda	ANT I	6200626915N10220
2.	MAD AKSIN	M	11-07-1976	ID	6200068773	J 090993	23-09-2027	MUALIM I	ANT II	6200068773N20223
3.	YUSUF FAUZI	M	21-09-1993	ID	6211747396	J 093367	04-02-2026	MUALIM II	ANT III	6211747396N30120
4.	MUHAMMAD GUSTI RIFALDY	M	25-08-1997	ID	6211800283	F 165717	04-02-2026	MUALIM III	ANT III	6211800283M33324
5.	GUNAWAN EDI SETIYONO	M	25-02-1965	ID	6200014205	I 031336	27-02-2027	KKM	ATT I	6200011424T10215
6.	ULIL AZMI SUGANDA	M	09-06-1991	ID	6201591774	F 115671	16-01-2028	MASINIS II	ATT II	6201591774T20218
7.	ADIK FAMUJIONO	M	31-01-1993	ID	6201696856	G 027220	05-01-2026	MASINIS III	ATT III M	6201696856T20324
8.	KIJAT RIZQI RAMADHAN	M	31-01-1996	ID	6211936496	G 037309	01-03-2026	MASINIS IV	ATT III	6211936496T30323
9.	KUSNADI	M	25-07-1976	ID	6200363042	F 267901	27-02-2027	BOASTWAIN	RATINGS	6200363042340716
10.	MUYAKI	M	05-10-1980	ID	6200421752	G 132602	11-12-2026	JURU MUDI	RATINGS	6200421752340123
11.	SAMSUL ARIFIN	M	07-11-1986	ID	6211745198	F 055081	06-06-2027	JURU MUDI	RATINGS	6211745198340120
12.	M FAISAL ANWAR	M	13-01-2003	ID	6212214530	H 037987	19-07-2027	JURU MUDI	RATINGS	6212214530330523
13.	TRI JOKO SUSILO	M	12-10-1980	ID	6202086328	I 103787	27-02-2027	ENG FOREMAN	RATINGS	6202086328320223
14.	SAMSUL MA'ARIF	M	09-06-1989	ID	6201293386	G 085282	28-04-2026	OILER	ABLE	6201293386420124
15.	ROSSIDA SETYA A.JI AMANDA	M	15-12-1994	ID	6212427905	J 063223	25-06-2027	OILER	RATINGS	6212427905010320
16.	IGNATIUS HERMAWAN	M	30-09-1978	ID	6200153797	F 231440	27-02-2027	OILER	RATINGS	6200153797420517
17.	TRI WIDIYATMOKO	M	09-09-1962	ID	6200463423	F 262589	26-10-2026	UNLOADER	RATINGS	6200463423340710
18.	YULIANDO PRIMA	M	02-07-1985	ID	6212124576	G 088088	22-09-2026	CHIEF COOK	RATINGS	6212124576340710
19.	JAFAR SODIK	M	07-09-2001	ID	6212336317	I 043561	27-02-2027	STEWART	RATINGS	6212336317330434
20.	INDRA PRABOWO PRAHASTA	M	06-03-2002	ID	6212333315	J 092444	15-04-2028	DECK CADET	BST	6212333315010123
21.	ASYSYIFA YUNIAR MASITOH	F	23-06-2002	ID	6212327540	J 027600	22-04-2027	DECK CADET	BST	6212327540010320
22.	RAIKAN ARBIANSYAH	M	30-01-2004	ID	6212425452	K 003057	03-08-2026	ENGINEER CADET	BST	6212425452010124
23.	ALIF MESGI SAPUTRA	M	29-04-2004	ID	6212330804	K 003058	21-12-2026	ENGINEER CADET	BST	6212330804015323
24.	ANINDYA YESI APRIANA	F	08-04-2003	ID	6212323526	J 060509	05-06-2027	ENGINEER CADET	BST	6212323526010120

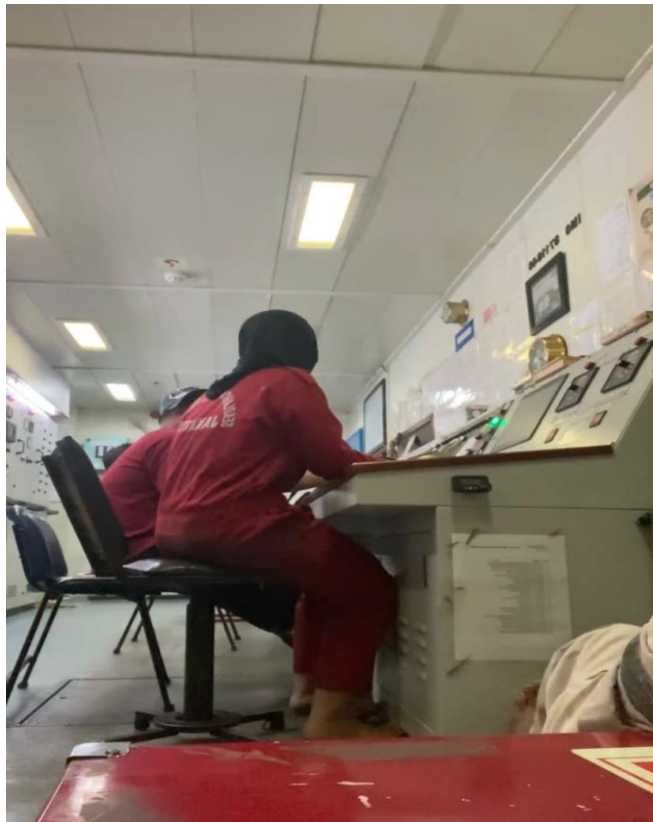


DIKELUARKAN : PALEMBANG
PADA TANGGAL : 01 JUL 2025
AN. KEPALA KANTOR KESYAHBANDARAN DAN OTORITAS PELABUHAN KELAS I PALEMBANG

Lampiran 3

Transkrip Wawancara

Narasumber : Adik Famujiono
Jabatan : Masinis 2
Pewawancara : Anindya Yesi Apriana
Tempat : Kamar mesin kapal MV. Pusri Indonesia 1
Waktu : 15.00-15.30, 26 Juli 2025



Berikut wawancara penulis dengan masinis 2 dengan materi pertanyaan yang berkaitan dengan *fresh water cooler* :

Penulis : Bass apa yang menyebabkan *fresh water cooler* mengalami
26-07-2025 *overheating* sehingga menyebabkan alarm pada kamar mesin
menyala?
Masinis 2 : Jadi det, *overheating* biasanya disebabkan oleh penyumbatan
26-07-2025 pada saluran *tubes* dan lingkungan sekitar mesin yang panas
Penulis : Bass lalu apa yang menyebabkan saluran *fresh water cooler*

26-07-2025 *tubes tersumbat?*

Masinis 2 : Bisa disebabkan beberapa hal seperti kotoranya saringan *sea chest*, kotoranya pipa-pipa pada saluran air laut, menumpuknya lumpur dan sendimen laut lainnya yang menyebabkan korosi dan penumpukan *fouling* pada *tubes*.

26-07-2025

Penulis : Biasanya apa yang dilakukan bas untuk menjaga agar *fresh water cooler* suhunya tetap stabil?

26-07-2025

Masinis 2 : Biasanya dilakukan perawatan rutin sesuai *running hours* di *plan maintenance system* det, jadi dilakukan perawatan rutin agar tidak menimbulkan kerusakan pada mesin

15.48 WIB
26-07-2025

Penulis : Kalau untuk terjadi penyumbatan itu dilakukan apa bas ?

26-07-2025

Masinis 2 : Kalau itu setiap setelah trip layar dilakukan pembersihan pada *filter sea chest* det, jadi kotoran atau sendimen laut yang telah menumpuk dibersihkan dan memberishkan bagian *fresh water cooler tubes*

26-07-2025

Penulis : Jadi selalu melakukan perawatan ya bas

26-07-2025

Masinis : Iya det, karena perawatan rutin pada mesin berguna untuk menghindari kerusakan berat pada mesin, menjaga kinerja mesin, serta menjaga mesin agar dapat terpakai dalam jangka panjang

26-07-2025

Penulis : Siap bas

26-07-2025

Masinis : Jangan lupa juga lakukan pengawasan dan *monitoring* pada suhu mesin pendingin, jika terjadi gejala-gejala tidak normal segera melapor dan melakukan perawatan sesuai prosedur yang terdapat pada Plan Maintenance System dan di catat setiap kejadian di *manual book*.

26-07-2025

Penulis : Siap bas, terimakasih atas arahannya bas

26-07-2025

Lampiran 4
Fresh Water Cooler







Lampiran 5 **Pipping Sea Chest To Main Engine**

