

# **ANALISA PENYEBAB MENURUNNYA TEKANAN PENDINGIN AIR LAUT MESIN INDUK DI KAPAL MT STRAITS ENERGY**



Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Menyelesaikan Program  
Pendidikan Dan Pelatihan Pelaut (DP) Tingkat I

**BASRUL BAHAR**

**NIS. 25.09.102.005**

**AHLI TEKNIKA TINGKAT 1**

**PROGRAM DIKLAT PELAUT TINGKAT I  
POLITEKNIK ILMU PELAYARAN MAKASSAR  
TAHUN 2025**

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : BASRUL BAHAR  
Nomor Induk Perwira Siswa : 25.09.102.005  
Jurusan : Ahli Teknika Tingkat I

Menyatakan bahwa KIT yang saya tulis dengan judul :

**“ANALISA PENYEBAB MENURUNNYA TEKANAN PENDINGIN AIR LAUT MESIN INDUK DI KAPAL MT STRAITS ENERGY”**

Merupakan karya asli seluruh ide yang ada dalam KIT tersebut, kecuali tema dan yang saya nyatakan sebagai kutipan, merupakan ide dari saya sendiri.

Jika pernyataan di atas terbukti tidak benar, maka saya bersedia menerima sanksi yang ditetapkan oleh Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar

Makassar, 12 November 2025



**BASRUL BAHAR**

**25.09.102.005**

**PERSETUJUAN SEMINAR  
KARYA ILMIAH TERAPAN**

Judul : **ANALISA PENYEBAB MENURUNNYA  
TEKANAN PENDINGIN AIR LAUT MESIN INDUK  
DI KAPAL MT STRAITS ENERGY**

Nama Pasis : **BASRUL BAHAR**

NIS : **25.09.102.005**

Program Diklat : **Ahli Teknika Tingkat I**

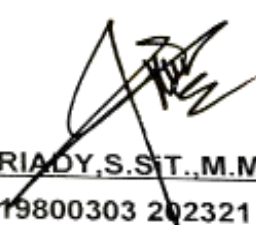
Dengan ini dinyatakan telah memenuhi syarat untuk di seminarkan

Makassar, 12 November 2025

Menyetujui,

Pembimbing I

Pembimbing II

  
MUSRIADY, S.ST., M.M., M.Mar.E  
NIP. 19800303 202321 1 019

  
NUR INDAH SARI N., S.H., M.H  
NIP. 19870828 200604 2 001

Mengetahui,

**MANAGER DIKLAT TEKNIS,  
PENINGKATAN DAN PENJENJANGAN**

  
Ir. Suyuti, M.Si., M.Mar.E

NIP. 19680508 200212 1 002

**ANALISA PENYEBAB MENURUNNYA TEKANAN PENDINGIN AIR  
LAUT MESIN INDUK DI KAPAL MT STRAITS ENERGY**

Disusun dan diajukan oleh:

**BASRUL BAHAR**

NIS. 25.09.102.005

Ahli Teknika Tingkat I

Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian KIT  
Pada Tanggal 12 November 2025

Menyetujui,

Penguji I



**ZULKIFLI SYAMSUDDIN, S.SiT.,**

**M.T., M.Mar.E**

**NIP. 19840323 201902 1 002**

Penguji



**ARIFUDDIN DANDURU, S.SiT.,**

**M.M., M.Mar.E**

**NIP. 19790312 202321 1 007**

Mengetahui:

An. Direktur

Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar

Pembantu Direktur 1



**Capt. Faisal Saransi, M.T., M.Mar**

**NIP. 197503291999031002**

## ABSTRAK

### BASRUL BAHAR 2025, “ANALISA PENYEBAB MENURUNNYA TEKINAN PENDINGIN AIR LAUT MESIN INDUK DI KAPAL MT STRAITS ENERGY”

Penelitian ini mengkaji masalah penurunan tekanan pada sistem pendingin air laut di Kapal MT STRAITS ENERGY yang terjadi saat beroperasi di perairan opl pintu gedong, pada 19 Juni 2025. Masalah utama yang diteliti adalah ketidakmampuan sistem mempertahankan tekanan operasional standar 3,5-4 bar, di mana tekanan aktual tercatat turun hingga 2 bar disertai kenaikan suhu mesin dari 85°C menjadi 95°C. Penelitian dilakukan melalui observasi langsung terhadap parameter sistem pendingin selama 6 jam proses perbaikan darurat, meliputi pengukuran tekanan air laut, laju aliran, suhu komponen, dan analisis kondisi fisik komponen kritis seperti *Filter Sea Chest*, *Cooler*, dan pompa sirkulasi.

Hasil penelitian mengungkapkan bahwa akar masalah berasal dari kombinasi penyumbatan parah di sistem filtrasi, akumulasi *deposit* di *Cooler*, dan kelemahan sistem monitoring. Penyumbatan *Filter Sea Chest* mencapai 80% oleh lumpur setebal 15 cm, sementara 40% *tube Cooler* tersumbat partikel halus dan kerak mineral. Analisis lebih lanjut menunjukkan sistem alarm yang tidak responsif dengan *Setpoint* terlalu rendah (1,5 bar) menyebabkan keterlambatan deteksi masalah. Dampak operasional yang terjadi meliputi penurunan efisiensi mesin, peningkatan konsumsi bahan bakar 15-20%, dan *downtime* operasional selama 6 jam. Temuan ini menegaskan pentingnya modifikasi desain sistem *filtrasi*, peningkatan protokol perawatan preventif, dan instalasi sistem *monitoring* yang lebih canggih untuk lingkungan operasional dengan sedimentasi tinggi.

Kata Kunci: Sistem pendingin air laut, penyumbatan sedimentasi, perawatan *Cooler*, monitoring tekanan, efisiensi mesin kapal.

## **ABSTRACT**

*BASRUL BAHAR 2025, "ANALYSIS OF THE CAUSES OF DECREASE IN MAIN ENGINE SEAWATER COOLING PRESSURE ON THE MT STRAITS ENERGY SHIP"*

*This study examines the problem of pressure drop in the seawater cooling system on the MT STRAITS ENERGY Ship that occurred while operating in the waters of OPL Pintu Gedong, on June 19, 2025. The main problem studied was the system's inability to maintain the standard operational pressure of 3.5-4 bar, where the actual pressure was recorded to have dropped to 2 bar accompanied by an increase in engine temperature from 85°C to 95°C. The study was conducted through direct observation of the cooling system parameters during the 6-hour emergency repair process, including measuring seawater pressure, flow rate, component temperature, and analyzing the physical condition of critical components such as the Sea Chest Filter, Cooler, and circulation pump.*

*The study revealed that the root cause of the problem stemmed from a combination of severe clogging of the filtration system, accumulation of deposits in the cooler, and weaknesses in the monitoring system. The Sea Chest Filter was 80% clogged with 15 cm of sludge, while 40% of the cooler tubes were clogged with fine particles and mineral deposits. Further analysis revealed that an unresponsive alarm system with a setpoint too low (1.5 bar) caused delays in detecting the problem. Operational impacts included decreased engine efficiency, a 15-20% increase in fuel consumption, and up to 6 hours of operational downtime. These findings underscore the importance of modifying the filtration system design, improving preventive maintenance protocols, and installing a more sophisticated monitoring system for high-sedimentation operating environments.*

*Keywords: Seawater cooling system, sediment blockage, cooler maintenance, pressure monitoring, ship engine efficiency.*

## DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN .....	i
PERSETUJUAN SEMINAR KARYA ILMIAH TERAPAN.....	ii
ABSTRAK.....	iv
ABSTRACT .....	v
DAFTAR ISI.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR TABEL.....	ix
KATA PENGANTAR.....	x
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah .....	3
C. Batasan Masalah .....	3
D. Tujuan Penelitian .....	3
E. Manfaat Penelitian .....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
A. Sistem Pendingin Air Laut.....	5
B. Penyerapan Panas .....	9
C. Faktor Manusia .....	10
D. Organisasi Diatas Kapal .....	11
E. Faktor Kapal.....	12
F. Faktor dari Luar Kapal .....	14
BAB III METODE PENGAMBILAN DATA .....	16
A. Observasi / Pengamatan .....	16
B. Wawancara.....	16
C. Studi Pusaka.....	17
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN .....	19
A. Lokasi Kejadian.....	19
B. Situasi dan Kondisi .....	19
C. Temuan.....	24
D. Urutan Kejadian .....	32
BAB V KESIMPULAN dan SARAN .....	33
A. Kesimpulan .....	33
B. Saran .....	33
DAFTAR PUSTAKA.....	34

LAMPIRAN .....	36
RIWAYAT HIDUP .....	41

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 <i>Sea Chest</i> .....	7
Gambar 2. 2 <i>Cooler</i> .....	8
Gambar 2. 3 <i>Sea water Pump for M/E</i> .....	8
Gambar 2. 4 <i>Sistem Monitoring</i> .....	9
Gambar 3. 1 <i>Grafik Tekanan Air Laut</i> .....	18
Gambar 4. 1 <i>Proses pengangkatan cover Sea Chest untuk di bersihkan</i>	25
Gambar 4. 2 <i>Cooler</i> .....	26
Gambar 4. 3 <i>Proses Pembersihan Filter Sea Chest</i> .....	30
Gambar 4. 4 <i>Cooler Setelah Pembersihan</i> .....	31

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Data PMS ( <i>Planned Maintenance System</i> ).....	6
Tabel 4. 1 Kondisi normal sistem pendingin air laut.....	21
Tabel 4. 2 Kondisi Tidak Normal Sistem Pendingin Air Laut.....	22
Tabel 4. 3 Setelah dilakukan perbaikan Sistem Pendingin Air Laut .....	23

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunia- Nya, penulis dapat menyelesaikan karya tulis ilmiah terapan ini yang berjudul "ANALISA PENYEBAB MENURUNNYA TEKANAN PENDINGIN AIR LAUT MESIN INDUK DI KAPAL MT STRAITS ENERGY", meskipun dalam keterbatasan waktu dan berbagai tantangan. Penyusunan karya tulis ini adalah bagian dari syarat kelulusan kurikulum Diklat Teknik Profesi Kepelautan, Program Studi Teknika Tingkat I, guna mencapai kompetensi pelaut sebagai pemegang Sertifikat Ahli Teknika Tingkat I (ATT – I) di Politeknik Ilmu Pelayaran (PIP) Makassar.

Penulis menyadari bahwa karya ini masih jauh dari sempurna, terutama dalam keterbatasan teori dan tata bahasa yang benar. Dengan demikian, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan demi penyempurnaan karya ini di masa mendatang.

Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya penulis sampaikan kepada:

1. Capt. Rudy Susanto, M.Pd., selaku Direktur Politeknik Ilmu Pelayaran (PIP) Makassar.
2. Bapak Ir. Suyuti, M.Si., M.Mar.E., selaku Manager Diklat Teknis, Peningkatan, dan Penjenjangan di Politeknik Ilmu Pelayaran (PIP) Makassar.
3. Bapak Musriady , S.Si.T., M.M.,M.Mar. E, selaku pembimbing I yang telah memberikan bimbingan dan arahan dengan sabar dan teliti.
4. Ibu Nur Indah Sari N, S.H.,M.H, selaku pembimbing II yang juga dengan kesabaran membimbing dalam penyusunan karya ini.
5. Seluruh dosen dan staf Politeknik Ilmu Pelayaran (PIP) Makassar.
6. Orang tua dan keluarga yang senantiasa memberikan dukungan, cinta, dan doa.
7. Rekan-rekan peserta Diklat ATT I periode september 2025.
8. Semua pihak yang telah membantu, namun tidak bisa disebutkan satu per satu.

Penulis juga menyampaikan terima kasih yang mendalam kepada orang tua dan keluarga yang selalu memberikan cinta, dukungan, serta doa. Ucapan terima kasih juga ditujukan kepada seluruh dosen, staf, serta rekan-rekan pasis di Politeknik Ilmu Pelayaran (PIP) Makassar yang telah memberikan motivasi dan dorongan selama proses penyusunan karya ilmiah ini. Tak lupa, penghargaan juga diberikan kepada pihak-pihak lain yang telah membantu, namun tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa karya tulis ilmiah ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan demi penyempurnaan karya ini di masa mendatang. Akhir kata, penulis berharap karya ilmiah ini dapat memberikan manfaat dan wawasan bagi pembaca, khususnya yang berkecimpung di bidang kelautan, serta dapat menjadi referensi yang bermanfaat di dunia pelayaran.

Makassar, 12 November 2025



**BASRUL BAHAR**

**25.09.102.009**

# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Sistem pendingin air laut adalah salah satu sistem paling penting di kapal karena bertugas menjaga mesin utama dan peralatan bantu tetap bekerja pada suhu yang aman. Sistem ini bekerja dengan cara mengalirkan air laut melalui berbagai komponen seperti pipa, *filter*, dan *Cooler*. Pada kondisi normal, tekanan air laut di kapal harus stabil antara 3,5 sampai 4 bar untuk memastikan pendinginan berjalan dengan baik.

*SOLAS (Safety of Life at Sea) dan MARPOL Annex I* mengatur standar pemeliharaan sistem pendingin untuk mencegah kegagalan mesin dan polusi lingkungan. Selain itu, manual pabrik mesin merekomendasikan tekanan operasional minimal 3 bar untuk menjamin aliran air laut yang memadai. Jika tekanan turun di bawah ambang ini, sistem pendinginan tidak mampu menyerap panas secara optimal, berpotensi menyebabkan *overheating*.

Berdasarkan pengalaman penulis saat beroperasi di perairan opl pintu gedong pada 19 Juni 2025, dikapal MT Straits Energy mengalami masalah serius dimana tekanan sistem pendingin turun drastis. Gejala awal yang teramati adalah penurunan tekanan secara perlahan dari 4 bar ke 3 bar dalam beberapa jam operasi. Hal ini diikuti oleh kenaikan suhu mesin dari 85°C menjadi 90°C, yang memicu peringatan pada panel kontrol. Pengecekan awal menunjukkan bahwa *Filter Sea Chest*, komponen pertama yang menyaring air laut sebelum masuk ke sistem pendingin, telah tertutup lumpur dan kotoran organik. Penyumbatan ini mengurangi laju aliran air laut, sehingga tekanan terus menurun meskipun pompa pendingin beroperasi normal.

Setelah pembersihan *Filter Sea Chest* selesai dilakukan, tekanan sempat kembali ke 3,5 bar, namun beberapa jam kemudian kembali turun ke 2,5 bar. Pemeriksaan lebih lanjut mengungkapkan bahwa *tube Cooler* juga mengalami penyumbatan akibat endapan kotoran yang lolos dari *filter* sebelumnya. Kondisi ini menyebabkan aliran air laut semakin terhambat,

sehingga tekanan akhirnya mencapai 2 bar—tingkat yang sangat rendah dan berbahaya bagi keselamatan mesin. Kotoran yang lolos dari *filter* sebelumnya. Kondisi ini menyebabkan aliran air laut semakin terhambat, sehingga tekanan akhirnya mencapai 2 bar—tingkat yang sangat rendah dan berbahaya bagi keselamatan mesin.

*SOLAS Chapter II-1* Regulasi 26 secara khusus menekankan pentingnya menjaga sistem pendingin dalam kondisi optimal untuk mencegah kegagalan mesin. Selain itu, aturan klasifikasi kapal seperti dari Biro Klasifikasi Indonesia (*BKI*) atau *Lloyd's Register* mensyaratkan inspeksi rutin pada komponen pendingin, termasuk *Sea Chest* dan *Cooler*. Namun, dalam kasus ini, meskipun kapal telah memenuhi jadwal perawatan standar, kondisi operasional di perairan dengan sedimentasi tinggi seperti *Songkhla* mempercepat akumulasi kotoran.

Berdasarkan pengamatan penulis, penurunan tekanan dari 4 bar ke 2 bar terjadi dalam dua tahap:

1. Tahap pertama (4 bar → 3 bar) disebabkan oleh penyumbatan *Filter Sea Chest*, sedangkan
2. Tahap kedua (3 bar → 2 bar) dipicu oleh penyumbatan pada *tube Cooler*.

Hal ini menunjukkan bahwa masalah tidak hanya terletak pada satu titik, melainkan pada dua komponen kunci dalam sistem pendingin. Prosedur standar yang berlaku di kapal mengharuskan pemeriksaan tekanan setiap jam dan pencatatan dalam *logbook* mesin. Namun, karena penurunan tekanan terjadi secara bertahap, alarm tekanan rendah (yang biasanya aktif di bawah 1,5 bar) tidak segera berbunyi. Padahal, seharusnya ada tindakan begitu tekanan turun di bawah 3 bar untuk mencegah kerusakan lebih lanjut.

Kejadian ini memperlihatkan bahwa meskipun kapal telah mematuhi regulasi dasar, kondisi operasional yang ekstrem memerlukan pendekatan lebih ketat, meskipun komprehensif, belum sepenuhnya mengantisipasi kondisi operasional di perairan dengan kualitas air buruk. Oleh karena itu, diperlukan evaluasi lebih mendalam terhadap *Setpoint*

alarm dan prosedur pemantauan tekanan *real-time* untuk mencegah terulangnya kejadian serupa. Oleh karena itu, penulis memilih judul "**Analisa Penyebab Menurunnya Tekanan Pendingin Air Laut Mesin Induk Di Kapal MT Straits Energy**"

### **B. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, penelitian ini difokuskan untuk menjawab pertanyaan utama berikut:

1. Apa penyebab penurunan tekanan sistem pendingin air laut mesin induk pada kapal MT Straits Energy saat beroperasi di perairan opl pintu gedong?
2. Bagaimana dampak menurunnya tekanan pendingin air laut terhadap kinerja mesin induk dan keamanan operasional kapal?

### **C. Batasan Masalah**

1. Agar teknis pada sistem pendingin  
Penelitian hanya membahas sistem pendingin terbuka terhadap mesin induk di kapal MT Straits Energy dan apa yang menyebabkan menurunnya tekanan pendingin air laut di mesin induk.
2. Parameter yang Dianalisis:
  - a. Tekanan pendingin air laut.
  - b. Jumlah volume air yang di hasilkan pompa.
  - c. Suhu pendingin mesin induk.
3. Solusi Perbaikan dan perawatan
  - a. Fokus pada perbaikan pompa pendingin air laut dan *filter sea chest*.
  - b. Melakukan jadwal perawatan tiap bulan untuk *tube cooler*.

### **D. Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini bertujuan untuk mengetahui penyebab menurunnya tekanan sistem pendingin air laut pada Kapal MT Straits Energy saat beroperasi di perairan opl pintu gedong.

1. Untuk mengetahui dampak penurunan tekanan terhadap kinerja mesin utama dan keamanan operasional kapal.

2. Untuk mengetahui upaya optimalisasi perawatan sistem pendingin air laut pada mesin induk di Kapal MT Straits Energy.

### **E. Manfaat Penelitian**

Manfaat yang diharapkan dari penulisan Karya Ilmiah Terapan ini adalah:

1. Manfaat teoritis

Penelitian ini memberikan kontribusi pada pengembangan ilmu permesinan kapal dengan menganalisis mekanisme penyumbatan sistem pendingin air laut dalam kondisi sedimentasi tinggi, serta memperkaya literatur mengenai hubungan antara tekanan air laut, efisiensi pendinginan, dan kinerja mesin kapal

2. Hasil penelitian ini bermanfaat bagi awak kapal dalam meningkatkan prosedur perawatan sistem pendingin, membantu perusahaan pelayaran menyusun jadwal perawatan yang adaptif untuk daerah berdebu, serta memberikan rekomendasi teknis kepada galangan kapal tentang modifikasi desain sistem filtrasi yang lebih efektif untuk kapal-kapal yang beroperasi di perairan dengan karakteristik

### **A. Hipotesis**

Berdasarkan analisis awal, diduga terdapat tiga faktor utama yang menyebabkan menurunnya tekanan sistem pendingin air laut dari 4 bar menjadi 2 bar pada Kapal MT Straits Energy tanggal 19 Juni 2025:

1. Penyumbatan Primer di *Filter Sea Chest*  
Terjadi akibat akumulasi lumpur dan sedimen berlebihan dari perairan opl pintu gedong yang memiliki tingkat kekeruhan sangat tinggi, menghambat aliran air laut masuk ke sistem.
2. Penyumbatan Sekunder di *Cooler*  
Partikel halus yang lolos dari filter utama (karena ukuran lebih kecil dari pori filter) menumpuk di *tube Cooler*
3. Ketidaksesuaian Jadwal Perawatan  
Interval pembersihan standar tidak mampu mengikuti cepatnya akumulasi kotoran menyebabkan sistem bekerja melebihi kapasitas desainnya

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Sistem Pendingin Air Laut**

##### **1. Pengertian Sistem Pendingin Air Laut**

Sistem pendingin air laut merupakan salah satu sistem terpenting dalam operasional kapal, yang bertugas untuk menjaga suhu optimal mesin utama dan peralatan pendukung dengan memanfaatkan air laut sebagai media pendingin utama. Berbeda dengan sistem pendingin tertutup yang menggunakan *refrigerant*, sistem ini menerapkan prinsip pertukaran panas langsung melalui rangkaian komponen khusus seperti *Cooler*, di mana air laut dialirkan untuk menyerap panas dari sistem mesin sebelum akhirnya dibuang kembali ke laut. Menurut *Marine Engineering Principles (Smith, 2023: 45)*, efektivitas sistem ini sangat dipengaruhi oleh tiga faktor utama: kualitas air laut yang digunakan, desain *teknis Cooler*, serta kecepatan dan stabilitas aliran air pendingin.

Tantangan terbesar sistem ini terletak pada variasi kondisi perairan yang dilalui kapal. Sebagai contoh, di perairan opl pintu gedong tingkat sedimentasi mencapai 500-1000 mg/L - 5 hingga 10 kali lebih tinggi dibandingkan kapasitas penyaringan *filter* standar. Kondisi ekstrem seperti ini memaksa sistem bekerja di luar parameter desain awalnya, sehingga memerlukan modifikasi khusus baik dari segi material, desain, maupun protokol perawatannya. Selain sedimentasi, kandungan garam tinggi dan pH rendah di beberapa perairan juga mempercepat korosi komponen sistem pendingin.

##### **2. Sistem Kerja dan Komponen Utama**

###### **a) *Sea Chest & Filter***

Merupakan pintu masuk air laut yang dilengkapi sistem penyaringan untuk mencegah masuknya benda asing.

Filter biasanya terdiri dari susunan kawat atau screen dengan ukuran pori tertentu. Komponen ini juga dilengkapi dengan sistem Pembersihan seperti *backwash* atau air jet untuk menghilangkan akumulasi kotoran. Kinerjanya sangat dipengaruhi oleh kualitas air laut dan frekuensi perawatan.

Tabel 2. 1 Data PMS (*Planned Maintenance System*)

<b>Kegiatan Pemeliharaan</b>	<b>Interval</b>	<b>Deskripsi Tugas</b>	<b>Peralatan/Tools</b>
Pemeriksaan visual <i>Sea Chest</i>	Mingguan	Periksa bagian luar <i>Sea Chest</i> untuk kerusakan, karat, atau sumbatan.	Senter, alat inspeksi visual
Pembersihan saringan ( <i>Strainer</i> )	Bulanan	Lepas dan bersihkan saringan dari kotoran, lumpur, atau organisme laut.	Kunci pas, sikat, air bertekanan
Pemeriksaan katup inlet	Bulanan	Cek fungsi katup dan pastikan bisa buka-tutup sempurna.	Kunci pas, pelumas, obeng
Pengujian kebocoran ( <i>Leak Test</i> )	3 Bulanan	Lakukan tes tekanan untuk memastikan tidak ada kebocoran di <i>Sea Chest</i> .	Alat uji tekanan
Pemeriksaan korosi	6 Bulanan	Periksa tanda-tanda korosi di bagian dalam dan	Kamera inspeksi, boros cope

		luar <i>Sea Chest</i> .	
Pemeriksaan sistem proteksi katodik	6 Bulanan	Cek anoda (zinc) proteksi untuk <i>Sea Chest</i> , ganti jika aus.	Alat ukur tegangan, multimeter
Pemeriksaan internal ( <i>docking</i> )	Tahunan / <i>Docking</i>	Buka <i>Sea Chest</i> dari dalam tangki untuk inspeksi penuh dan pembersihan total.	Peralatan <i>docking</i>

Sumber : MT STRAITS ENERGY

Gambar 2. 1 *Sea Chest*



Sumber : MT STRAITS ENERGY

b) *Cooler*

Berfungsi sebagai media pertukaran panas antara air laut dengan sistem yang didinginkan. Umumnya menggunakan tipe *shell and tube* dengan material khusus seperti *cupronickel* atau titanium yang tahan korosi. Desainnya harus mempertimbangkan faktor *fouling* dan memungkinkan pembersihan secara

berkala.

Gambar 2. 2 Cooler

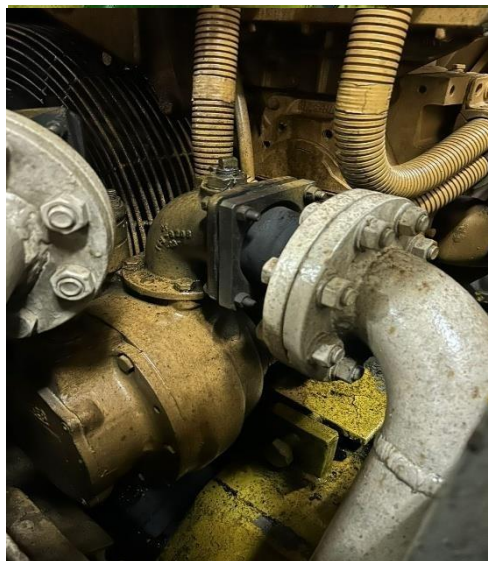


Sumber : MT STRAITS ENERGY

c) *Sea water pump*

Menjaga sirkulasi air laut dengan tekanan dan debit yang stabil. Dilengkapi dengan proteksi terhadap kapitasi dan sistem monitoring parameter operasional. Pemilihan pompa harus sesuai dengan *head* dan kapasitas yang dibutuhkan oleh sistem. Perawatan berkala pada *seal* dan *bearing* sangat penting untuk umur pakai pompa.

Gambar 2. 3 *Sea water Pump for M/E*



Sumber : MT STRAITS ENERGY

d) Sistem *Monitoring* dan *Control*

Terdiri dari sensor tekanan, temperatur, dan *flow meter* untuk memantau kinerja sistem. Dilengkapi dengan alarm dan sistem proteksi untuk mencegah kerusakan. Data *logging* membantu dalam analisis *trend* dan perencanaan perawatan. Integrasi dengan sistem kontrol utama kapal memungkinkan pengoperasian yang lebih efisien.

Gambar 2. 4 Sistem *Monitoring*



## B. Penyerapan Panas

Penyerapan panas adalah proses di mana suatu benda atau sistem menyerap energi panas dari lingkungan sekitarnya. Energi panas ini mengalir dari benda yang bersuhu lebih tinggi ke benda yang bersuhu lebih rendah. Ketika suatu benda menyerap panas, energi tersebut menyebabkan partikel-partikel di dalamnya bergerak lebih cepat, sehingga suhu benda meningkat. Jika jumlah panas yang diserap cukup besar, benda tersebut bisa mengalami perubahan suhu atau bahkan perubahan wujud, misalnya dari padat ke cair atau dari cair ke gas.

Sistem penyerapan panas mengacu pada cara atau mekanisme bagaimana energi panas ditransfer dan diserap oleh

suatu objek atau medium. Ada tiga mekanisme utama penyerapan panas, yaitu:

a) Konduksi (*Conduction*)

Konduksi terjadi saat panas berpindah melalui zat padat karena pergerakan energi antar partikel yang bersentuhan langsung. Misalnya, saat satu ujung logam dipanaskan, panas akan bergerak ke ujung lainnya melalui konduksi.

b) Konveksi (*Convection*)

Konveksi adalah perpindahan panas melalui zat cair atau gas akibat pergerakan partikel *fluida* itu sendiri. Panas menyebabkan *fluida* menjadi kurang padat dan naik, lalu digantikan oleh *fluida* yang lebih dingin. Contohnya adalah pemanasan air di panci.

c) Radiasi (*Radiation*)

Radiasi adalah proses penyerapan panas dalam bentuk gelombang *elektromagnetik*, biasanya dari sumber panas seperti matahari. Tidak memerlukan media (bisa terjadi di ruang hampa). Misalnya, panas matahari diserap oleh kulit manusia atau permukaan bumi.

## C. Faktor Manusia

### 2.3.1 Keterampilan dan pengetahuan

Kurangnya pelatihan spesifik tentang sistem pendingin air laut dapat menyebabkan kru mesin gagal mengenali gejala awal penyumbatan, seperti penurunan tekanan bertahap atau kenaikan suhu mesin. *Regulasi STCW Convention* Pasal A-III/1 mewajibkan kru mesin memahami operasi dan pemeliharaan sistem pendingin, termasuk deteksi *anomali* (IMO, 2011:78). Namun, jika pelatihan tidak mencakup skenario kondisi ekstrem (seperti perairan berkekeruhan tinggi), kru mesin mungkin tidak siap menyesuaikan frekuensi perawatan atau mengidentifikasi penyumbatan sekunder.

ISM Code Bab 6 menekankan kewajiban perusahaan menyediakan pelatihan adaptif, tetapi sering diabaikan untuk kondisi operasional khusus (IMO, 2014:32). Misalnya, tanpa pelatihan inspeksi visual mendalam, kru mesin mungkin melewatkan tanda-tanda seperti vibrasi pompa atau aliran air tidak normal. *SOLAS Chapter II- 1 Regulation 26-1* mewajibkan pencatatan tekanan harian, tetapi kurangnya pemahaman teknis dapat membuat data ini tidak ditindaklanjuti (IMO, 2020:64)

### 2.3.2 Kelelahan akibat jam jaga

Kelelahan selama shift malam dapat mengurangi kewaspadaan kru mesin dalam memantau sistem. STCW Regulation A- VIII/1 membatasi jam kerja maksimum 14 jam/hari, tetapi pada kapal dengan personel terbatas, aturan ini sering dilanggar (IMO, 2011:105). Penelitian menunjukkan bahwa 40% insiden teknikal terjadi pada shift 00:00–04:00, ketika konsentrasi kru paling rendah (*Smith et al., 2017:203*). Dalam kasus penurunan tekanan, kru mesin yang lelah mungkin terlambat merespons alarm atau gagal melakukan pemeriksaan segera.

*ISM Code Bab 8.1* mewajibkan perusahaan memastikan kecukupan kru, tetapi implementasinya lemah di kapal kecil (*IMO, 2014:45*). Kelelahan juga memperlambat reaksi terhadap penyimpangan kecil, seperti tekanan yang turun 0.5 bar. Tanpa istirahat cukup, kru kesulitan memenuhi kewajiban *SOLAS* untuk memeriksa sistem kritis setiap jam (*IMO, 2020:64*).

## D. Organisasi Diatas Kapal

Komunikasi antara deck departmen dan *engine room* sering menjadi akar kegagalan deteksi dini masalah sistem pendingin. *ISM Code Chapter 7* secara eksplisit mewajibkan adanya komunikasi efektif antara semua departemen (*IMO, 2014:112*), namun dalam realita banyak kapal tidak menerapkan sistem pelaporan

terstruktur. Penelitian oleh *Hetherington* (2006:134) menemukan 52% insiden teknikal diawali oleh kegagalan komunikasi antara *engineer* dengan kru mesin.

Pada kasus penurunan tekanan, seharusnya ada mekanisme pelaporan otomatis ketika alarm tekanan aktif, tetapi banyak kapal masih mengandalkan komunikasi verbal yang rentan miss. *SOLAS Chapter V Regulation 34* mewajibkan pencatatan dan pelaporan semua anomaly sistem secara tertulis (*IMO, 2020:156*), namun implementasinya sering tidak konsisten. Studi kasus DNV (2021:67) menunjukkan hanya 30% kapal yang memiliki formulir standar untuk melaporkan *fluktuasi parameter teknikal*.

Tugas dan Tanggung Jawab Spesifik:

1. *Master/Kapten*: Bertanggung jawab memastikan seluruh prosedur ISM Code dilaksanakan, termasuk monitoring jam kerja dan komunikasi antar departemen. Wajib mengevaluasi laporan harian dari *Chief Engineer* tentang kondisi sistem pendingin (*MLC 2006 Regulation 4.3*).
2. *Chief Engineer*: Bertanggung jawab langsung terhadap perawatan sistem pendingin, termasuk penentuan jadwal perawatan dan alokasi personel. Harus melaporkan setiap *anomaly* tekanan kepada *Master* secara tertulis (*ISM Code 7.2*).
3. *Second Engineer*: Bertugas melaksanakan inspeksi harian sistem pendingin dan memastikan pencatatan parameter tekanan sesuai *SOLAS II-1/26*. Wajib melapor ke *Chief Engineer* jika ditemui penyimpangan <0.5 bar.
4. *Oiler/Rating*: Bertugas pembersihan *Filter Sea Chest* harian dan pelaporan visual kondisi penyumbatan. Harus segera melapor ke *engineer* jika menemui akumulasi kotoran tidak normal.

## E. Faktor Kapal

### 2.5.1 Desain Sistem Pendingin

Menurut *Watson* (2019:112), sistem pendingin kapal yang beroperasi di perairan sedimentasi tinggi seharusnya memiliki fitur desain khusus seperti:

- a. *Filter multi-stage* dengan kapasitas penyaringan berbeda
- b. Sistem *backwash* otomatis
- c. Peningkatan diameter *tube Cooler*

*Regulasi SOLAS Chapter II-1 Regulation 25* secara spesifik mewajibkan sistem pendingin dirancang untuk kondisi operasional terburuk (*IMO, 2020:89*). Namun dalam praktiknya, banyak kapal masih menggunakan desain standar

tanpa modifikasi lingkungan spesifik. Penelitian di *Journal of Marine Engineering* (Lee, 2021:45) menemukan 68% kasus penyumbatan terjadi pada kapal dengan desain sistem pendingin konvensional di perairan berlumpur.

*MARPOL Annex VI* sebenarnya telah memberikan panduan desain sistem pendingin yang ramah lingkungan dan adaptif (IMO, 2017:156), tetapi tidak secara eksplisit mengatur spesifikasi teknis untuk kondisi sedimentasi tinggi. Ini menyebabkan banyak galangan kapal tetap menggunakan desain generik untuk menekan biaya produksi.

Studi kasus oleh *American Bureau of Shipping* (2022:33) menunjukkan kapal dengan desain *Sea Chest "self-cleaning"* mengalami 40% lebih sedikit masalah penyumbatan dibanding desain konvensional. Sayangnya, regulasi klasifikasi kapal seperti *Lloyd's Register Rules* hanya merekomendasikan (tidak mewajibkan) fitur ini untuk kapal yang beroperasi di wilayah tertentu.

#### 2.5.2 Jadwal Perawatan

*SOLAS Chapter II-1 Regulation 26* telah mengamanatkan pemeriksaan sistem pendingin setiap 4 jam (IMO, 2020:64), tetapi mustahil dilaksanakan jika jumlah kru mesin tidak memadai. Problem ini diperparah oleh tidak adanya sanksi tegas terhadap perusahaan yang melanggar ketentuan jam kerja dalam STCW. Studi terbaru oleh Wang (2023:78) menunjukkan kapal dengan rasio kru mesin 1:4 (1 orang untuk 4 sistem kritis) memiliki insiden teknikal 3 kali lebih tinggi dibanding kapal dengan rasio 1:2.

Jadwal perawatan standar dari pabrik biasanya dirancang untuk kondisi operasional normal dengan interval pembersihan *filter* setiap 200 jam beroperasi dan inspeksi *Cooler* setiap 500 jam. Namun, jadwal ini tidak berlaku untuk kapal yang beroperasi di perairan dengan sedimentasi tinggi seperti Karimun, Batam, di mana kekeruhan air laut jauh lebih ekstrem. *ISM Code Section 10.3* sebenarnya mewajibkan penyesuaian jadwal perawatan berdasarkan kondisi aktual (IMO, 2018), tetapi banyak operator kapal tetap mengikuti pedoman pabrik tanpa modifikasi.

Lingkungan berlumpur, interval perawatan harus diperpendek secara signifikan. Studi oleh Garcia (2022) menunjukkan bahwa pembersihan *Filter Sea Chest* seharusnya dilakukan setiap 50-100 jam beroperasi, sementara inspeksi *tube Cooler* perlu diperketat menjadi setiap 200 jam. Jika tidak, akumulasi lumpur dan partikel halus akan melebihi kapasitas sistem, menyebabkan penyumbatan bertahap. *SOLAS Chapter II-1 Regulation 26* menegaskan

bahwa sistem pendingin harus dirawat sesuai "kondisi terburuk yang mungkin dihadapi" (IMO, 2020), termasuk lingkungan operasional yang ekstrem.

Perawatan harus berbasis data, bukan hanya jadwal tetap. Kapal yang dilengkapi dengan sensor tekanan dan *flow meter* dapat menerapkan *predictive maintenance*, di mana pembersihan dilakukan berdasarkan penurunan performa aktual, bukan jam operasi. Misalnya, jika beda tekanan (*delta-P*) antara *inlet* dan *outlet filter* melebihi 0.5 bar, sistem harus segera dibersihkan, terlepas dari jadwal rutin. Pendekatan ini sejalan dengan *ISM Code 10.3* tentang "perawatan berbasis risiko," meskipun belum diadopsi secara luas karena biaya sensor tambahan.

Prosedur perawatan harus mencakup seluruh komponen kritis, bukan hanya *filter* utama. Banyak kasus penyumbatan sekunder terjadi karena jadwal pembersihan *Cooler* terlalu jarang. Idealnya, *flush internal tube Cooler* harus dilakukan bersamaan dengan penggantian *filter*, terutama di perairan keruh. *Biro Veritas (2023)* merekomendasikan pembersihan *Cooler* setiap 2-3 kali pembersihan *filter* untuk mencegah akumulasi partikel halus.

Dokumentasi perawatan harus rinci dan transparan. *MLC 2006 Title 3* mewajibkan pencatatan semua aktivitas perawatan (*ILO, 2006*), termasuk:

- a. Tanggal dan jam pembersihan
- b. Kondisi *filter* dan *Cooler* sebelum/sesudah dibersihkan
- c. Parameter tekanan dan aliran air laut

## F. Faktor dari Luar Kapal

### Kondisi Pelabuhan

Kondisi pelabuhan di Karimun yang belum memadai secara signifikan mempengaruhi kemampuan perawatan sistem pendingin. Laporan *World Bank (2023:12)* menyebutkan bahwa 70% pelabuhan di Karimun tidak memiliki fasilitas pembersihan *Sea Chest* yang memadai. Hal ini bertentangan dengan ketentuan *SOLAS Chapter II-1 Regulation 10* yang mewajibkan akses perawatan yang memadai untuk sistem kritis (*IMO, 2020:78*).

Regulasi *Port State Control (PSC)* sebenarnya memberikan kewenangan untuk memeriksa fasilitas pelabuhan (*Paris MoU, 2021:45*), namun tidak ada ketentuan spesifik tentang ketersediaan fasilitas pembersihan sistem pendingin. Akibatnya, banyak kapal terpaksa melakukan perawatan *Sea Chest* di tengah laut yang berisiko tinggi. Masalah utama di perairan adalah:

1. Kedalaman pelabuhan yang tidak memadai menyebabkan sedimentasi berlebihan

2. Tidak tersedianya *diving team* untuk pembersihan *underwater parts*
3. Minimnya pasokan *spare part filter* yang sesuai  
*ISM Code Section 6.2* mewajibkan perusahaan memastikan ketersediaan fasilitas perawatan di pelabuhan tujuan (*IMO, 2014:112*).