

**PENTINGNYA STRATEGI PERAWATAN PADA SISTEM
PENDINGIN MESIN INDUK UNTUK MENINGKATKAN
KINERJA OPERASIONAL DI KAPAL TB MBP 3238**



Disusun sebagai salah satu syarat penyelesaian
Program Pendidikan Dan Pelatihan Pelaut (DP)
Tingkat I

ASIR

NIS: 25.11.102.005

AHLI TEKNIK TINGKAT I

PROGRAM DIKLAT PELAUT TINGKAT I
POLITEKNIK ILMU PELAYARAN MAKASAR

2026

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : ASIR

Nomor Induk Siswa : 25.11.102.005

Program Pelatihan : Ahli TEKNIKATingkat I

Menyatakan bahwa KIT dengan judul:

**PENTINGNYA STRATEGI PERAWATAN PADA SISTEM PENDINGIN
MESIN INDUK UNTUK MENINGKATKAN KINERJA OPERASIONAL DI
KAPAL TB MBP 3238**

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

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

Makassar, 23 Januari 2026



ASIR

**PERSETUJUAN SEMINAR
KARYA ILMIAH TERAPAN**

Judul : PENTINGNYA STRATEGI PERAWATAN PADA SISTEM
PENDINGIN MESIN INDUK UNTUKMENINGKATKAN
KINERJA OPERASIONAL DI KAPAL TB MBP 3238

Nama Pasis : ASIR

Nomor Induk Siswa : 25.11.102.005

Program Diklat : Ahli TEKNIKATingkat I

Dengan ini dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diseminarkan.

Makassar, 23 Januari 2026

Menyetujui,

Pembimbing I



SAMSUL BAHRI, M.T., M.Mar.E
NIP. 197308282006041001

Pembimbing II



MUH. JAFAR, S.Sos., M.A.P
NIP. 196805161992031002

Mengetahui:
Manager Diklat
Peningkatan dan Penjenjangan



Ir. SUYUTI, M.Si., M.Mar.E
NIP. 196805082002121002

**PENTINGNYA STRATEGI PERAWATAN PADA SISTEM PENDINGIN
MESIN INDUK UNTUKMENINGKATKAN KINERJA OPERASIONAL DI
KAPAL TB MBP 3238**

Disusun dan Diajukan Oleh:

**ASIR
NIS. 25.11.102.005
Ahli TEKNIKATingkat I**


Telah dipresentasikan di depan Panitia Ujian KIT
Pada Tanggal 23 Januari 2026

Menyetujui,

Pembimbing I

Pembimbing II


SAMSUL BAHRI, M.T., M.Mar.E
NIP. 197308282006041001


MUH. JAFAR, S.Sos., M.A.P
NIP. 196805161992031002

Mengetahui:

A.n Direktur
Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar
Pembantu Direktur I


Capt. FAISAL SARANSI, M.T., M.Mar.
NIP. 197503291999031002

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur saya panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, atas segala rahmat dan karunia-Nya yang diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan KIT ini. Tugas akhir ini merupakan salah satu persyaratan bagi Perwira Siswa Jurusan Ahli TEKNIKATingkat I (ANT I) dalam menyelesaikan studinya pada program ANT I di Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.

Tak lupa pada penulis ucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Capt. Rudy Susanto, M.Pd. selaku Direktur Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.
2. Ir. Suyuti, M.Si., M.Mar.E. selaku Manager Diklat Teknis Peningkatan dan Penjenjangan Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar
3. Samsul Bahri, M.T., M.Mar.E. selaku pembimbing I penulisan KIT Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar
4. Muh. Jafar, S.Sos., M.A.P. selaku pembimbing II penulisan KIT Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar
5. Seluruh Staf Pengajar Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar atas bimbingan yang diberikan kepada penulis selama mengikuti Program Diklat Ahli TEKNIKATingkat I di PIP Makassar.
6. Rekan-rekan Pasis Angkatan XLVIII Tahun 2025
7. Kedua orang tuaku tercinta, Bapak, Ibu, Istri Anak serta saudara saudaraku yang telah memberikan doa, dorongan, serta bantuan moril dan materil sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan KIT ini.

Dalam penulisan KIT ini, penulis menyadari bahwa masih

terdapat kekurangan- kekurangan dipandang dari segala sisi. Tentunya dalam hal ini tidak lepas dari kemungkinan adanya kalimat-kalimat atau kata-kata yang kurang berkenan dan perlu untuk diperhatikan. Namun walaupun demikian, dengan segala kerendahan hati penulis memohon kritik dan saran-saran yang bersifat membangun demi penyempurnaan makalah ini..

Makassar, 23 Januari 2026

A handwritten signature in black ink, consisting of several loops and strokes, positioned above the name ASIR.

ASIR

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN	ii
PERSETUJUAN SEMINAR	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar belakang	1
B. Rumusan Masalah	2
C. Batasan Masalah	3
D. Tujuan Penelitian	3
E. Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
A. Faktor Manusia	9
B. Organisasi diatas Kapal	11
C. Pekerjaan dan Lingkungan Kerja	13
D. Faktor Kapal	15
E. Faktor Manajemen Perusahaan Pelayaran	16
F. Faktor dari luar kapal	17
BAB III METODE PENELITIAN	
A. Observasi/Pengamatan	19
B. Intrview/Wawancara	19
C. Studi Pustaka	20
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN	
A. Lokasi Kejadian	22

B. Situasi dan Kondisi	22
C. Temuan	27
D. Urutan Kejadian	38
BAB V PENUTUP	
A. Simpulan	45
B. Saran	45
DAFTAR PUSTAKA	46
LAMPIRAN	47
RIWAYAT HIDUP	56

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sistem Pendingin Air Laut	4
Gambar 4.1 Pipa isapan masuk pompa air laut yang keropos/bocor	26
Gambar 4.2 Pengecekan pada sea water pump	26
Gambar 4.3 Kondisi pipa isap setelah dilakukan perbaikan	28
Gambar 4.4 Perbandingan kondisi impeller baru dan impeller rusak	28

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Kondisi Normal Sistem Pendingin dan Mesin	23
Tabel 4.2 Kondisi Sistem Pendingin Saat Terjadi Kerusakan	24
Tabel 4.3 Kondisi Sistem Pendingin Setelah Perbaikan	24
Tabel 4.4 Urutan Kejadian	26

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Gambar Kapal TB MBP 3238	46
Lampiran 2 Crew List Kapal TB MBP 3238	47
Lampiran 3 Ship Particulars Kapal TB MBP 3238	48
Lampiran 4 Berita Acara	49
Lampiran 5 Dokumentasi Pembersihan Heat Exchanger	50
Lampiran 6 Kondisi Engine Room Kapal TB MBP 3238	51
Lampiran 7 Foto Crew Kapal TB MBP 3238	52
Lampiran 8 Strainer Sea Chest	53

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar belakang

Sistem pendingin pada mesin induk merupakan salah satu komponen vital yang memastikan mesin dapat bekerja dalam kondisi stabil dan aman. Pada kapal tipe tugboat yang beroperasi hampir tanpa jeda, kebutuhan akan sistem pendingin yang andal menjadi semakin penting. Ketidakteraturan perawatan, inspeksi yang kurang menyeluruh, atau pengawasan yang tidak konsisten sering kali menimbulkan gangguan operasional yang dapat menghambat kerja mesin induk. Kondisi ini menunjukkan bahwa strategi perawatan yang terencana dan disiplin sangat dibutuhkan untuk menjaga keandalan sistem pendingin dalam mendukung keseluruhan kinerja operasional kapal.

Pengaturan mengenai perawatan kapal telah diatur secara jelas melalui standar internasional. International Safety Management (ISM) Code pada Pasal 10 mengharuskan perusahaan dan kapal menerapkan program perawatan terencana yang mencakup inspeksi komponen kritis, dokumentasi, serta tindakan korektif yang diperlukan. SOLAS Chapter II-1 Regulation 26 mempertegas bahwa seluruh perlengkapan mesin harus berada dalam kondisi siap operasi, termasuk sistem pendingin air laut yang menjadi bagian utama dalam pengendalian temperatur.

Dalam pengalaman penulis saat bertugas di kapal TB MBP 3238 pada **15 September 2025**, masalah pada sistem pendingin mulai terlihat ketika kapal sedang melakukan proses cast off di **Jety PEC Adaro Kelanis**. Pada saat itu, alarm main engine kanan tiba-tiba muncul di display ruang kendali. Temperatur mesin yang seharusnya berada pada kondisi normal sekitar **75°C** menunjukkan kenaikan yang tidak biasa dan semakin meningkat dalam waktu singkat. Saat penulis dan chief engineer melakukan pengecekan langsung di ruang mesin, indikator temperatur main engine kanan menunjukkan angka yang

terus naik hingga mencapai **103°C**, jauh di atas batas operasi normal. Kenaikan temperatur ini terjadi seketika dan tidak sesuai dengan karakteristik kerja mesin pada beban manuver yang relatif stabil. Situasi tersebut menunjukkan adanya gangguan pada sistem pendingin yang membuat suhu mesin meningkat secara drastis.

Kronologi kejadian tersebut menunjukkan bahwa permasalahan pada sistem pendingin dapat muncul secara tiba-tiba di tengah operasi dan langsung memengaruhi keandalan mesin induk. Situasi ini menegaskan bahwa strategi perawatan yang tidak terstruktur atau pengawasan yang kurang menyeluruh dapat menyebabkan gangguan operasional. Oleh karena itu, pemahaman mengenai pentingnya perawatan sistem pendingin secara konsisten sangat diperlukan untuk mendukung kinerja operasional kapal TB MBP 3238.

Berdasarkan pengalaman di atas, penulis tertarik untuk mengangkat masalah tersebut dan menuangkannya dalam bentuk Karya Ilmiah Terapan (KIT) dengan judul **“PENTINGNYA STRATEGI PERAWATAN PADA SISTEM PENDINGIN MESIN INDUK UNTUKMENINGKATKAN KINERJA OPERASIONAL DI KAPAL TB MBP 3238”**

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, permasalahan dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana kendala pada sistem pendingin mesin induk di kapal TB MBP 3238 dapat menyebabkan ketidakstabilan temperatur operasi mesin yang melebihi batas normal?
2. Bagaimana strategi perawatan yang tepat dapat diterapkan untuk mencegah terulangnya gangguan temperatur tinggi pada mesin induk akibat ketidakefektifan sistem pendingin?

C. Batasan Masalah

Berdasarkan permasalahan yang telah dirumuskan, batasan masalah dalam penelitian ini difokuskan hanya pada gangguan sistem pendingin mesin induk kanan di kapal **TB MBP 3238** yang terjadi pada **15 September 2025** saat kapal berada di **Jetty PEC Adaro Kelanis..** Pembahasan dibatasi pada kondisi kenaikan temperatur mesin di atas batas normal, indikasi gangguan aliran pendingin, serta konteks operasional kapal pada lokasi dan tanggal kejadian tersebut.

D. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk :

1. Untuk Mengetahui kendala pada sistem pendingin mesin induk di kapal TB MBP 3238 dapat menyebabkan ketidakstabilan temperatur operasi mesin yang melebihi batas normal
2. Untuk mengetahui strategi perawatan yang tepat dapat diterapkan untuk mencegah terulangnya gangguan temperatur tinggi pada mesin induk akibat ketidakefektifan sistem pendingin

E. Manfaat Penelitian

1. Manfaat Teoritis
 - a. Menambah referensi ilmiah mengenai pentingnya strategi perawatan sistem pendingin pada mesin induk kapal.
 - b. Memberikan kontribusi pada pengembangan pengetahuan di bidang permesinan kapal hubungan antara perawatan dan kestabilan temperatur mesin..
2. Manfaat Praktisnya
 - a. Menjadi acuan bagi crew kapal dalam meningkatkan pengawasan dan perawatan sistem pendingin agar mencegah terjadinya kenaikan temperatur mesin.
 - b. Membantu perusahaan pelayaran dalam menyusun prosedur perawatan yang untuk menjaga keandalan operasional kapal,

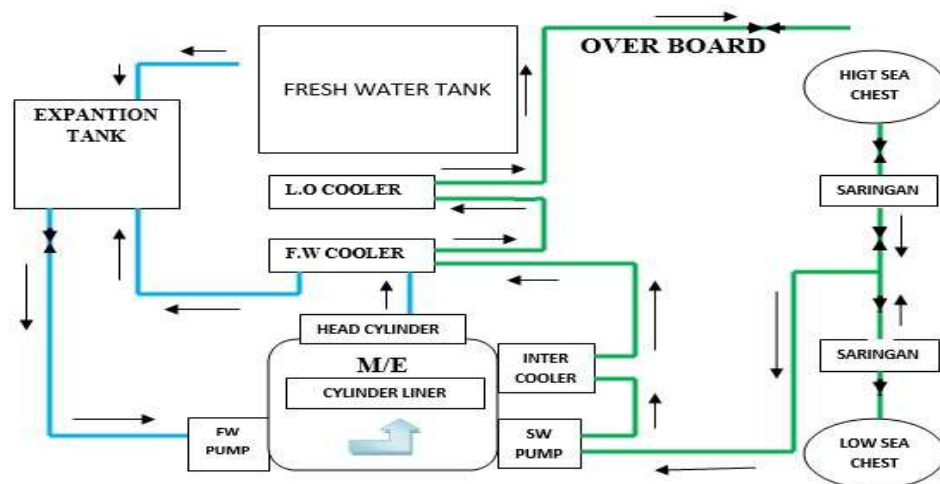
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Sistem Pendingin Mesin Induk di Kapal

Sistem pendingin mesin induk merupakan salah satu sistem vital yang berfungsi menjaga temperatur mesin agar tetap dalam batas aman selama operasi. Sistem ini memastikan panas yang dihasilkan dari proses pembakaran dan gesekan internal mesin dapat diserap dan dibuang dengan efektif. Tanpa pendinginan yang optimal, mesin dapat mengalami overheating, kehilangan performa, dan berpotensi mengalami kerusakan komponen. Sistem pendingin pada mesin kapal umumnya bekerja dengan menggunakan dua media utama, yaitu air laut (sea water cooling system) dan air tawar (fresh water cooling system) yang terhubung melalui heat exchanger. Kedua sistem ini saling berinteraksi untuk menjaga temperatur mesin induk stabil pada kisaran normal 75–85°C.

Gambar 2.1 Mesin Pendingin Mesin Induk



Sumber : <http://repository.unimar-amni.ac.id/>

Menurut standar klasifikasi seperti Biro Klasifikasi Indonesia (BKI) dan rekomendasi pabrikan mesin Original Equipment Manufacturer (OEM), sistem pendingin harus mampu menjaga tekanan aliran dan temperatur air tawar secara stabil, dengan suhu keluaran mesin umumnya antara 75–85°C, dan alarm akan muncul ketika temperatur

mencapai 95–100°C. Sistem pendingin wajib berada dalam kondisi prima karena berpengaruh langsung terhadap efisiensi pembakaran, kestabilan putaran mesin, dan durabilitas komponen internal. Standar ini juga menekankan pentingnya kebersihan heat exchanger dan integritas pipa-pipa pendingin untuk mencegah penurunan aliran yang dapat mengakibatkan kenaikan temperatur yang tidak terkendali.

Jenis-jenis sistem pendingin mesin induk

1. Sistem Pendingin Terbuka

Sistem pendingin terbuka memanfaatkan air laut secara langsung dari lingkungan sekitar untuk mendinginkan mesin induk. Air laut dialirkan melalui *jacket* mesin atau *heat exchanger*, menyerap panas dari mesin, kemudian dibuang kembali ke laut. Sistem ini sederhana dan hemat biaya, sehingga banyak digunakan pada kapal yang operasionalnya memungkinkan kontak langsung dengan air laut. Namun, sistem ini rawan terhadap korosi, pengendapan garam, dan fouling, sehingga memerlukan inspeksi dan perawatan rutin agar mesin tetap aman dan efisien.

2. Sistem Pendingin Tertutup

Sistem pendingin tertutup menggunakan air tawar atau cairan pendingin khusus yang bersirkulasi dalam loop tertutup di sekitar mesin. Panas dari mesin ditransfer ke *heat exchanger*, kemudian dilepas ke air laut atau udara di luar *loop* tertutup. Sistem ini melindungi mesin dari korosi, memungkinkan kontrol temperatur lebih presisi, dan menjaga kualitas cairan pendingin lebih lama. Sistem tertutup banyak digunakan pada kapal modern dan mesin berperforma tinggi karena meningkatkan efisiensi, keandalan, dan umur komponen.

3. Sistem Pendingin Air Laut (*Seawater Cooling System*)

Sistem pendingin air laut memanfaatkan air laut sebagai media pendingin untuk menurunkan temperatur mesin induk. Air laut dipompa melalui pipa dan *heat exchanger* untuk menyerap panas dari air pendingin mesin, sehingga temperatur mesin tetap stabil selama

operasi. Sistem ini banyak digunakan pada kapal yang beroperasi di laut terbuka karena pasokan air laut melimpah dan efisien dalam membuang panas. Namun, penggunaan air laut memerlukan perawatan ekstra untuk mencegah korosi dan endapan garam pada komponen mesin dan pipa.

4. Sistem Pendingin Air Tawar (*Freshwater Cooling System*)

Sistem ini menggunakan air tawar atau cairan pendingin khusus sebagai media primer untuk menurunkan suhu mesin. Air tawar beredar melalui jacket mesin dan *heat exchanger*, kemudian panasnya dilepas ke air laut sebagai media sekunder. Sistem pendingin air tawar lebih aman bagi komponen mesin karena tidak menimbulkan korosi seperti air laut, dan lebih mudah dikontrol temperaturnya. Sistem ini umum digunakan pada kapal modern dengan mesin berdaya besar atau kapal yang memerlukan kontrol temperatur mesin lebih presisi.

5. Sistem Pendingin Minyak Pelumas (*Lubricating Oil Cooling System*)

Selain air, minyak pelumas juga digunakan sebagai media pendingin tambahan pada mesin induk. Minyak pelumas berfungsi menyerap panas dari bagian-bagian mesin yang mengalami gesekan tinggi, seperti bantalan dan poros, sebelum kembali ke reservoir. Sistem ini meningkatkan efisiensi pelumasan sekaligus menjaga suhu komponen agar tetap dalam batas aman. Pendinginan minyak pelumas biasanya dilakukan melalui cooler yang menggunakan air laut atau air tawar sebagai media pembuang panas.

6. Sistem Pendingin Udara (*Air Cooling System / Charge Air Cooler*)

Beberapa mesin induk menggunakan udara yang didinginkan untuk menurunkan temperatur udara masuk ke silinder atau *intercooler* pada mesin *turbocharged*. Udara yang lebih dingin meningkatkan efisiensi pembakaran dan daya mesin, serta mencegah *overheating*. Sistem ini biasanya dipasang bersama sistem pendingin air atau minyak sebagai pelengkap, dan sangat penting untuk mesin dengan turbocharger karena meningkatkan

densitas udara masuk dan performa mesin.

Fungsi Utama Sistem Pendingin Mesin Induk

1. Stabilisasi Temperatur (Temperature Control): Menjaga mesin bekerja dalam kisaran temperatur ideal agar performa tetap optimal dan mencegah overheating.
2. Pembuangan Panas (Heat Dissipation): Mengalirkan panas dari blok mesin, jacket water, cylinder liner, hingga oil cooler.
3. Menjaga Efisiensi Pembakaran: Temperatur yang stabil memungkinkan pembakaran bahan bakar berlangsung dengan sempurna.
4. Menjaga Kualitas Pelumasan: Pendinginan mencegah oli pelumas mengalami degradasi akibat panas berlebih.
5. Perlindungan Komponen Internal: Mengurangi risiko deformasi atau kegagalan komponen mesin yang sensitif terhadap panas.

Komponen Utama Sistem Pendingin Mesin Induk

1. Heat Exchanger / Cooler (*Jacket Water Cooler*)

Heat exchanger merupakan komponen inti yang berfungsi menurunkan temperatur air tawar yang membawa panas dari mesin. Pendinginan dilakukan dengan memanfaatkan aliran air laut yang melewati tube pada heat exchanger.

Karakteristik Heat Exchanger:

- a. Umumnya tipe shell-and-tube, di mana air tawar mengalir pada sisi shell dan air laut pada sisi tube.
 - b. Tube terbuat dari material tahan korosi seperti CuNi (tembaga-nikel).
 - c. Dilengkapi end cover yang dapat dibuka untuk pembersihan tube bundle.
 - d. Memiliki automatic temperature control valve untuk mengatur aliran air pendingin.
- #### **2. Pompa Pendingin Air Tawar (Fresh Water Cooling Pump)**
- Bertugas mensirkulasikan air tawar yang membawa panas dari mesin menuju heat exchanger untuk didinginkan.

Karakteristik:

- a. Umumnya tipe centrifugal pump untuk menghasilkan aliran kontinu.
- b. Dilengkapi pressure gauge dan temperature sensor.
- c. Tersedia pompa stand-by untuk memastikan sistem tetap bekerja saat pompa utama bermasalah.

3. Pompa Pendingin Air Laut (Sea Water Pump)

Mengalirkan air laut sebagai media pendingin utama untuk heat exchanger.

Karakteristik:

- a. Biasanya menggunakan impeller berbahan karet atau logam tahan korosi.
- b. Terdapat strainer (penyaring) pada sisi isap untuk menahan kotoran dari air laut.
- c. Kondisi impeller sangat menentukan stabilitas aliran air laut.

4. Pipa Isap dan Pipa Distribusi Pendingin

Seluruh pipa isap dan distribusi pendingin berfungsi membawa air laut dan air tawar ke seluruh sistem.

Karakteristik:

- a. Harus kedap dan bebas kebocoran.
- b. Rentan terjadinya korosi dan penyumbatan.
- c. Dilengkapi butterfly valve atau gate valve sebagai pengatur aliran.

5. Expansion Tank (Tangki Ekspansi Air Tawar)

Berfungsi menampung ekspansi volume air tawar akibat kenaikan temperatur dan menjaga tekanan sistem tetap stabil.

Karakteristik:

- a. Dilengkapi level gauge dan temperature indicator.
- b. Menjaga agar sistem tidak mengalami vapor lock akibat tekanan berlebih.

A. Faktor Manusia

Pengetahuan dan Keterampilan kru

Pengetahuan dan keterampilan kru merupakan aspek mendasar dalam memastikan pengoperasian mesin serta sistem pendukungnya berjalan sesuai standar keselamatan. Kru yang memiliki pemahaman teknis memadai akan mampu mengenali batas kerja mesin, termasuk bagaimana temperatur normal dan indikator sistem pendingin harus dipantau. Menurut Hartono (2022:44), tingkat penguasaan kru terhadap prosedur teknis sangat menentukan kecepatan identifikasi gejala abnormal sebelum berubah menjadi masalah serius. Regulasi juga menekankan hal ini melalui ISM Code yang mengharuskan perusahaan memastikan kompetensi awak kapal melalui pelatihan berkelanjutan sesuai Pasal 6 tentang *Resources and Personnel*.

Kurangnya keterampilan teknis dapat menghambat kemampuan kru untuk memastikan sistem pendingin bekerja sesuai standar. Dalam *engine room operation*, salah satu keterampilan dasar adalah melakukan pengecekan temperatur mesin secara berkala dan memahami pola kenaikan suhu yang tidak normal. Kealpaan dalam memahami variasi temperatur atau kesalahan membaca panel kontrol dapat membuat gejala awal tidak terdeteksi. Menurut Miller (2021:132), kesalahan manusia dalam pemantauan sering terjadi bukan karena alat, melainkan karena kurangnya pemahaman mendalam mengenai parameter kerja mesin

Keterampilan yang Harus Dimiliki Kru

1. Pemahaman *engine parameters* Kru harus mampu membaca dan memahami parameter mesin seperti temperatur, tekanan oli, tekanan air pendingin, dan putaran mesin. Pemahaman ini penting agar kru dapat mengenali deviasi dari nilai normal.
2. Kemampuan membaca *engine control panel* Kru wajib memahami tampilan indikator pada panel kendali mesin, seperti alarm temperatur, alarm tekanan, dan status pompa. Kru harus mampu membedakan alarm prioritas rendah dan tinggi.

3. Keterampilan *watchkeeping* di ruang mesin Kru harus mampu menjalankan prosedur jaga sesuai STCW, termasuk pengecekan berkala, pencatatan manual, dan memastikan semua mesin dalam status operasional aman.
4. Pemahaman *cooling system flow* Kru harus paham jalur aliran sistem pendingin, mulai dari *sea chest*, pompa pendingin air laut, *heat exchanger*, hingga jalur air tawar ke mesin induk.
5. Kemampuan membaca *technical manual* Kru harus mampu memahami diagram teknis, *troubleshooting chart*, dan instruksi operasi pada buku manual mesin untuk memastikan pengoperasian sesuai panduan pabrikan.
6. Keterampilan identifikasi dini (*early detection skills*) Kru harus dapat mengenali tanda awal gangguan mesin seperti kenaikan temperatur perlahan, suara pompa tidak normal, atau getaran lebih tinggi dari biasanya.
7. Keterampilan komunikasi teknis (*technical reporting*) Kru wajib mampu menyampaikan kondisi mesin secara jelas kepada perwira lain, termasuk melaporkan nilai temperatur, perubahan grafik, dan gejala abnormal.
8. Keterampilan penggunaan alat ukur (*measuring tools*) Kru harus mampu mengoperasikan alat seperti *infrared thermometer*, *pressure gauge*, *multimeter*, atau *tachometer* saat melakukan pengecekan.
9. Keterampilan dokumentasi (*log entry skills*) Kru wajib mengisi *engine logbook* secara akurat, termasuk mencatat temperatur harian, jam jalan pompa, dan kondisi sistem pendingin.
10. Kemampuan dasar keselamatan mesin (*engine safety awareness*) Kru harus memahami risiko operasi mesin seperti *overheating*, kebocoran sistem, dan kegagalan pompa agar dapat menjaga keselamatan ruang mesin.

B. Organisasi diatas Kapal

Penanggung jawab pekerjaan merupakan elemen kunci dalam struktur organisasi kapal karena berkaitan langsung dengan pembagian otoritas, pengawasan, dan kejelasan alur tugas. Dalam konteks pengoperasian mesin induk dan sistem pendingin, penetapan penanggung jawab yang tidak jelas dapat menimbulkan kesenjangan pengawasan yang menyebabkan potensi kegagalan teknis tidak terdeteksi sejak dini. *ISM Code* Bab 6 menegaskan bahwa perusahaan harus memastikan bahwa setiap tugas operasional memiliki personel yang kompeten, terlatih, dan ditunjuk secara formal. Ketidakpatuhan terhadap ketentuan ini dapat menyebabkan ketidakteraturan dalam proses pemeriksaan dan pelaporan kondisi permesinan.

Menurut Anderton (2021:233), struktur tanggung jawab yang tidak jelas pada operasi mesin sering berakibat pada tidak terlaksananya inspeksi rutin secara menyeluruh. Ia menjelaskan bahwa ketidakjelasan otoritas antara *engine department* dapat menyebabkan adanya “zona abu-abu” pekerjaan yang pada akhirnya membuat komponen kritis seperti *sea water cooling intake*, pompa, dan pipa pendingin tidak menjadi prioritas pemeriksaan harian. Hal ini sejalan dengan kewajiban yang tertuang dalam SOLAS Chapter II-1 Regulation 26 yang mengharuskan adanya sistem pemeliharaan dan pemeriksaan berkala yang terdokumentasi.

1. Master bertanggung jawab memastikan seluruh operasi kapal berjalan aman, termasuk pengambilan keputusan ketika terjadi abnormalitas pada mesin. Ketika terdeteksi kenaikan temperatur dari batas normal 75°C hingga mencapai 103°C, Master wajib menghentikan manuver yang berpotensi membahayakan dan memerintahkan *engine department* untuk melakukan pengecekan. Master juga memastikan komunikasi antar-departemen berjalan efektif dan setiap laporan kondisi mesin terdokumentasi sesuai standar keselamatan dan regulasi pelayaran.

2. Chief Engineer berperan sebagai penanggung jawab penuh atas seluruh sistem permesinan. Ketika muncul tanda kenaikan temperatur, Chief Engineer wajib melakukan evaluasi cepat terhadap sistem pendingin, memimpin pemeriksaan, dan memastikan kru mesin menjalankan prosedur sesuai engine manual dan standar perusahaan. Ia bertanggung jawab menentukan apakah mesin harus dihentikan untuk mencegah kerusakan yang lebih parah dan memastikan seluruh temuan dilaporkan secara teknis
3. Second Engineer bertugas mengawasi operasi harian mesin induk dan memastikan parameter penting, termasuk temperatur pendingin, berada dalam batas aman. Pada kejadian kenaikan suhu yang mencapai 103°C, ia harus melakukan penelusuran awal terhadap aliran air laut, kondisi pompa, dan fungsi kontrol temperatur. Second Engineer juga memastikan round check sebelumnya dilaksanakan sesuai jadwal sebagai bagian dari sistem pemeliharaan terencana
4. Oiler menjalankan pemeriksaan rutin, termasuk pengecekan level air pendingin, kebocoran pada pipa, kondisi pompa, dan kebersihan strainer. Pada saat terjadi kenaikan temperatur, Oiler merupakan orang pertama yang melakukan inspeksi fisik untuk mengidentifikasi tanda-tanda gangguan pada sistem pendingin, seperti getaran abnormal, suara tidak wajar, atau aliran air masuk yang melemah. Tugasnya sangat penting karena ia menjadi mata dan telinga operasional di ruang mesin\
5. Duty Engineer (Perwira Jaga Mesin mesin bertanggung jawab memantau indikator dan alarm di ruang kontrol mesin. Ketika alarm temperatur tinggi muncul, ia harus segera menginformasikan Chief Engineer dan melakukan pemeriksaan cepat terhadap parameter tekanan air laut, temperatur inlet–outlet, serta kondisi pompa pendingin. Duty Engineer bertindak sebagai penghubung utama antara ruang mesin dan anjungan dalam situasi darurat
6. Masinis III (Third Engineer/3E) bertanggung jawab atas pengoperasian dan pemantauan peralatan bantu mesin induk,

termasuk sistem pendingin air tawar dan air laut, pompa sirkulasi, serta jalur pipa terkait. Dalam pelaksanaan pemeliharaan rutin, Masinis III melakukan inspeksi parameter operasi seperti temperatur, tekanan, dan laju aliran pendingin, serta memastikan sistem bekerja sesuai batas aman. Pada insiden kenaikan temperatur, Masinis III berperan aktif dalam melakukan pengecekan teknis pada area pipa isap dan pompa pendingin, mengidentifikasi potensi penyumbatan atau gangguan aliran, serta melaporkan temuan teknis kepada Masinis II dan Kepala Kamar Mesin untuk tindak lanjut perbaikan

C. Faktor Pekerjaan dan Lingkungan Kerja.

Ketersediaan dan Kesesuaian Alat Kerja

Ketersediaan dan kesesuaian alat kerja merupakan faktor fundamental dalam memastikan perawatan dan inspeksi terhadap sistem pendingin dapat dilakukan sesuai standar. Jika peralatan seperti *torque wrench*, *pressure gauge*, *flow meter*, dan *inspection lamp* tidak tersedia atau tidak sesuai spesifikasi, kru tidak dapat melakukan pemeriksaan menyeluruh terhadap kondisi pompa air laut, pipa isap, dan komponen terkait lainnya. Regulasi ISM Code Bab 10 tentang *Maintenance of the Ship and Equipment* mewajibkan kapal memastikan alat kerja yang diperlukan tersedia dalam kondisi layak pakai.

Menurut Alford (2020:157), banyak kasus kegagalan mesin bermula dari tidak tersedianya alat ukur yang akurat untuk memverifikasi kondisi sistem pendingin. Misalnya, tanpa *pressure gauge* yang tepat, kru tidak dapat mengetahui apakah aliran air laut berkurang sebelum temperatur mesin meningkat signifikan. Hal ini sangat krusial karena sistem pendingin sangat sensitif terhadap perubahan aliran.

Kesesuaian alat kerja juga berkaitan dengan spesifikasi teknis yang diwajibkan pabrikan. *Engine manufacturer manual* umumnya mensyaratkan penggunaan alat tertentu untuk memeriksa *impeller clearance* atau kekencangan *pump housing bolts*. Jika alat yang digunakan tidak sesuai spesifikasi, pemeriksaan dapat menghasilkan nilai yang salah. Peraturan *MLC 2006 Standard A3.1* menekankan

bahwa peralatan kerja harus memenuhi standar keselamatan dan mendukung kru dalam melakukan pekerjaan teknis secara benar.

Alat yang Diperlukan

1. Kunci torsi – memastikan kekencangan baut pada pompa dan sambungan pipa sesuai standar agar tidak terjadi kebocoran.
2. Pengukur tekanan – mengukur tekanan air laut masuk dan keluar untuk mengetahui apakah aliran pendingin melemah.
3. Termometer digital/inframerah – memeriksa suhu komponen mesin dan pendingin untuk mendeteksi kenaikan suhu abnormal.
4. Pengukur aliran – mengetahui jumlah aliran air laut dalam sistem guna mendeteksi penyumbatan atau kerusakan pompa.
5. Lampu inspeksi – membantu melihat area gelap di ruang mesin sehingga kebocoran atau kerusakan kecil dapat terlihat.
6. Pengukur celah – mengecek celah impeller, poros pompa, dan seal agar tetap dalam batas aman.
7. Kunci pas dan kunci sok – membuka dan memasang baut pada pipa pendingin, pompa air laut, dan komponen terkait.
8. Obeng berbagai ukuran – membuka penjepit selang dan penutup kecil pada jalur pendingin.
9. Pengukur listrik (multimeter) – memeriksa sensor suhu dan kelistrikan alarm suhu untuk memastikan sistem peringatan berfungsi.
10. Kamera inspeksi kecil – melihat bagian dalam pipa atau ruang sempit tanpa melakukan pembongkaran besar.
11. Sikat pembersih dan sikat kawat – membersihkan saringan dan area sekitar pipa agar inspeksi lebih akurat.
12. Penarik seal – melepas seal mekanis atau seal oli pada pompa tanpa merusak dudukan.
13. Pompa pelumas tangan – memberikan pelumasan pada bantalan pompa agar putaran tetap stabil.
14. Pemotong gasket – membuat gasket baru untuk sambungan pipa atau penutup pompa yang sudah tidak layak.

15. Peralatan uji pompa portabel – menguji kapasitas aliran dan kemampuan isap pompa secara langsung di tempat.

D. Faktor Kapal

Perawatan kapal merupakan aspek organisasi teknis yang paling langsung mempengaruhi keandalan sistem utama seperti sistem pendingin mesin induk. Program perawatan yang tidak terencana atau implementasinya lemah membuat interval inspeksi, penggantian suku cadang, dan kalibrasi instrumen menjadi tidak konsisten sehingga komponen kritis bisa mengalami degradasi tanpa terdeteksi. Regulasi keselamatan pelayaran menegaskan pentingnya sistem perawatan terstruktur; *ISM Code* mensyaratkan prosedur pemeliharaan yang terdokumentasi dan terjadwal untuk menjamin *safety and pollution prevention* (International Maritime Organization (2020:10)).

Perawatan yang merujuk pada prinsip *planned maintenance* harus mencakup checklist, frekuensi pemeriksaan, kriteria toleransi, dan pencatatan hasil inspeksi secara rutin. Jika dokumen perawatan hanya bersifat administratif tanpa mekanisme verifikasi lapangan, maka pekerjaan perawatan dapat menjadi formalitas semata dan tidak mencegah kegagalan fungsi seperti kebocoran pipa isap atau kerusakan impeller. SOLAS dan pedoman IMO menekankan bahwa perawatan bukan sekadar pemenuhan dokumen tetapi implementasi yang dapat diverifikasi. (SOLAS Consolidated Edition (2020:Reg.26)).

Perawatan yang Diperlukan (Berbasis Waktu)

1. Pemeriksaan Harian (*Daily Inspection*) – Pemeriksaan visual terhadap mesin, pipa, kebocoran, tekanan oli, temperatur, getaran, kondisi *alarm*, serta pengecekan level oli dan air pendingin untuk memastikan kesiapan operasi harian.
2. Perawatan Mingguan (*Weekly Maintenance*) – Pembersihan *filter* kasar, pengetesan fungsi *safety device*, pemeriksaan ketegangan *belt*, serta pengujian manual pada sistem darurat seperti *emergency stop*.

3. Perawatan Bulanan (*Monthly Maintenance*) – Pengujian performa mesin pada beban tertentu, pengecekan kualitas pelumas melalui *oil test kit*, inspeksi kedap pada sambungan pipa, serta pembersihan *strainer* pendingin.
4. Perawatan Triwulanan (*Quarterly Maintenance*) – Penggantian *lube oil filter*, pemeriksaan sistem bahan bakar tekanan tinggi, kalibrasi sensor temperatur dan tekanan, serta pemeriksaan *turbocharger* untuk mendeteksi keausan awal.
5. Perawatan Semester (*Semi-Annual Maintenance*) – Pembersihan *heat exchanger*, pemeriksaan torsi baut kritis, *overhaul* pompa pendingin dan pompa oli, serta pemeriksaan *alignment* mesin menggunakan metode *laser alignment*.
6. Perawatan Tahunan (*Annual Maintenance*) – *Overhaul* injektor, *fuel pump*, *cylinder head*, pengecekan *wear rate* liner silinder, uji kompresi, dan penggantian komponen yang mencapai umur pakai satu tahun.
7. Perawatan Berdasarkan Jam Jalan Mesin (*Running Hours Maintenance*) – Penggantian oli setiap 500–1.000 jam, *overhaul* besar setiap 8.000–12.000 jam sesuai rekomendasi pabrikan, termasuk penggantian *piston ring*, pengukuran keausan *crankshaft*, dan pembersihan mendalam pada sistem pelumasan serta pendinginan.

E. Faktor Manajemen Perusahaan Pelayaran

Kebijakan organisasi merupakan fondasi utama yang membentuk bagaimana operasi kapal dijalankan, termasuk standar teknis, prosedur pengendalian risiko, serta mekanisme pelaporan (*reporting system*). Jika kebijakan perusahaan tidak disusun sesuai standar internasional seperti ISM Code, maka rentan terjadi deviasi dalam operasional. Kebijakan yang tidak jelas atau tidak konsisten menyebabkan kru tidak memiliki pedoman baku ketika menghadapi kondisi abnormal. Santos

(2021:144) menyatakan bahwa perusahaan dengan kebijakan keselamatan lemah memiliki angka insiden hampir dua kali lebih tinggi.

Regulasi mewajibkan perusahaan menetapkan *Safety Management System* (SMS) yang memuat kebijakan keselamatan, tanggung jawab, dan prosedur. ISM Code Bab 2 menegaskan bahwa kebijakan keselamatan harus tertulis dan dipahami seluruh personel. Ketika kebijakan dibuat hanya sebagai formalitas tanpa implementasi nyata, maka keseluruhan sistem keselamatan menjadi lemah. *Harper (2022:67)* menekankan bahwa ketidaksesuaian antara kebijakan tertulis dan pelaksanaan lapangan menjadi penyebab umum kecelakaan.

Kebijakan organisasi juga menentukan standar perawatan mesin, jadwal inspeksi, serta mekanisme pemantauan kondisi teknis. Tanpa kebijakan perawatan yang ketat, kru cenderung menunda pekerjaan penting. ISM Code dan MARPOL Annex VI mengharuskan perusahaan memastikan peralatan kritis selalu dirawat sesuai interval. *Mendoza (2023:198)* mencatat bahwa 45% kegagalan mesin berasal dari kebijakan perawatan yang tidak memadai.

Selain itu, perusahaan wajib menetapkan pembagian tanggung jawab yang jelas antara kantor dan kru di kapal. Dalam banyak kasus, masalah timbul karena adanya *overlapping responsibility* yang membuat instruksi tumpang-tindih. ISM Code Bab 3 mewajibkan struktur tanggung jawab tertulis. *Yoshida (2024:256)* menemukan bahwa ketidaktegasan kebijakan mengenai tanggung jawab menghambat pengambilan keputusan saat kondisi kritis.

F. Faktor dari Luar Kapal

Situasi dan kondisi pelabuhan merupakan faktor eksternal yang sangat memengaruhi operasi kapal, terutama ketika kapal sedang melakukan olah gerak, sandar, atau bongkar muat. Kondisi dermaga yang padat, ruang manuver yang terbatas, dan fasilitas pelabuhan yang tidak memadai dapat meningkatkan risiko operasional termasuk

terhadap sistem permesinan yang bekerja lebih berat saat manuver. *Sato (2022:118)* menjelaskan bahwa pelabuhan dengan tata ruang sempit menyebabkan stres operasional pada sistem penggerak kapal, termasuk sistem pendingin yang bekerja di bawah beban dinamis yang lebih tinggi untuk menjaga stabilitas suhu mesin.

Regulasi internasional memberikan perhatian terhadap kondisi pelabuhan sebagai bagian dari keselamatan pelayaran. IMO melalui *Port Marine Safety Code* menekankan bahwa otoritas pelabuhan wajib menyediakan fasilitas yang mendukung operasi aman, termasuk area manuver yang cukup dan peralatan pendukung kapal. Jika pelabuhan tidak menyediakan fasilitas yang sesuai standar, maka kapal menghadapi risiko peningkatan beban operasional. *Morris (2021:164)* mencatat bahwa 37% gangguan teknis mesin terjadi saat kapal beroperasi di pelabuhan yang tidak memenuhi standar IMO.

Selain itu, ISM Code juga mewajibkan perusahaan dan kapal untuk memperhitungkan kondisi pelabuhan dalam *risk assessment* sebelum memasuki area. Ketika pelabuhan memiliki ruang terbatas, arus kuat, atau banyak hambatan, mesin induk perlu bekerja lebih keras untuk menjaga kontrol kapal. Hal ini dapat mempercepat kenaikan temperatur, terutama jika sistem pendingin tidak dalam kondisi ideal. *Larsen (2020:203)* menyebutkan bahwa tekanan operasional di pelabuhan sering kali menjadi pemicu utama munculnya kelemahan mekanis yang sebelumnya tidak tampak.