

**PENGARUH POMPA PENDINGIN *COOLER* GENERATOR
UNTUK MENCEGAH *SHUTDOWN* MENDADAK DIKAPAL
MV. ISLAND SAPPHIRE**



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

ALAN FACHRI
NIS: 25.05.102.002
AHLI TEKNIKA TINGKAT I

PROGRAM DIKLAT PELAUT TINGKAT I
POLITEKNIK ILMU PELAYARAN MAKASAR
2025

PERYATAAN KEASLIAN

Yang Bertanda Tangan Dibawah Ini :

Nama : ALAN FACHRI

Nomor Induk Siswa : 25.05.102.002

Program Pelatihan : Ahli Teknika Tingkat I

Menyatakan bahwa KIT yang saya tulis dengan judul:

**PENGARUH POMPA PENDINGIN COOLER GENERATOR UNTUK
MENCEGAH SHUTDOWN MENDADAK DIKAPAL MV. ISLAND
SAPPHIRE**

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, 21 JULI 2025



ALAN FACHRI
25.03.102.002

PERSETUJUAN SEMINAR KARYA ILMIAH TERAPAN

Judul : **PENGARUH POMPA PENDINGIN COOLER
GENERATOR UNTUK MENCEGAH SHUTDOWN
MENDADAK DIKAPAL MV. ISLAND SAPPHIRE**

NAMA PASIS : ALAN FACHRI

NOMOR INDUK SISWA : 25.05.102.002

PROGRAM DIKLAT : AHLI TEKNIKA TINGKAT I

Dengan ini dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diseminarkan.

Makassar, 21 JULI 2025

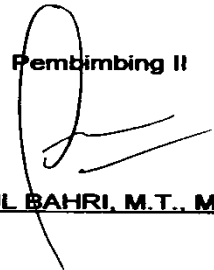
Menyetujui:

Pembimbing I



Dr. SARIFUDDIN.M.Pd..M.Mar.E
NIP. 196712091999031001

Pembimbing II



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

NIP. 19730828200641001

Mengetahui:
Manager Diklat Teknis
Peningkatan dan Penjenjangan



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

**PENGARUH POMPA PENDINGIN COOLER GENERATOR UNTUK
MENCEGAH SHUTDOWN MENDADAK DIKAPAL MV. ISLAND
SAPPHIRE**

Disusun dan Diajukan Oleh:

ALAN FACHRI
25.05.102.002
AHLI TEKNIK TINGKAT I

Telah di pertahankan di depan panitia Ujian KIT
Pada tanggal, 21 JULI 2025

Menyetujui:

Pembimbing I



Dr. SARIFUDDIN.M.Pd..M.Mar.E
NIP. 196712091999031001

Pembimbing II



SAMSUL BAHRI, M.T., M.Mar.E
NIP. 19730828200641001

Mengetahui:

A.n. Direktur
Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar
Pembantu Direktur I



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

KATA PENGANTAR

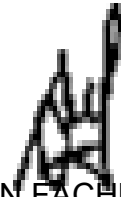
Puji dan syukur saya panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunia-Nya, yang memungkinkan saya menyelesaikan penulisan KIT ini sebagai salah satu syarat untuk Perwira Siswa Jurusan Ahli Teknik Tingkat I (ATT I) di Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar. Saya menyadari masih banyak kekurangan dalam tugas akhir ini, baik dari segi tata bahasa, struktur kalimat, maupun metode penulisan. Terima kasih yang sebesar-besarnya saya sampaikan kepada kedua orang tua tercinta, Bapak dan Ibu, serta istri saya, yang telah memberikan doa, dorongan, dan bantuan moril serta materil selama proses penulisan ini.

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. Dr. Sarifuddin.M.Pd..M.Mar.E selaku pembimbing I penulisan KIT Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar
4. Samsul Bahri, M.T,. M.Mar.E. 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 Teknik tingkat I (I) di PIP Makassar.
6. Rekan-rekan Pasis Angkatan XLIV Tahun 2025

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. Harapan penulis semoga karya tulis ilmiah terapan ini dapat dijadikan bahan masukan serta dapat memberikan manfaat bagi para pembaca.

Makassar, 21 JULI 2025



ALAN FACHRI

25.03.102.002

ABSTRAK

ALAN FACHRI,2025 PENGARUH POMPA PENDINGIN COOLER GENERATOR UNTUK MENCEGAH SHUTDOWN MENDADAK DIKAPAL MV. ISLAND SAPPHIRE DI BIMBING OLEH Dr. SARIFUDDIN.M.Pd..M.Mar.E DAN SAMSUL BAHRI M.T,. M.Mar.E

Pompa pendingin cooler generator pada kapal MV. Island Sapphire mengalami kegagalan fungsi saat pelayaran internasional, menyebabkan shutdown mendadak pada generator utama. Kegagalan ini dipicu oleh keausan pada komponen utama pompa, seperti mechanical seal, impeller, dan bearing, yang telah melebihi usia pakai tanpa perawatan atau penggantian sesuai standar. Insiden ini menimbulkan risiko serius pada sistem kelistrikan kapal serta potensi kerusakan permanen pada generator akibat overheating ekstrem.

Penelitian ini menggunakan tiga metode utama: observasi langsung terhadap kondisi pompa dan sistem pendingin sesuai standar SOLAS dan ISO, wawancara semi-terstruktur dengan personel teknis kapal dan perusahaan, serta studi pustaka terhadap dokumen regulasi dan manual pabrikan. Data diperoleh dari log alarm, laporan vibrasi, dokumen pemeliharaan lima tahun terakhir, serta analisis oli dan komponen pompa yang rusak.

Hasil analisis menunjukkan bahwa kegagalan sistem pendingin disebabkan oleh kombinasi keausan komponen, kurangnya pemeliharaan preventif, dan keterlambatan respons sistem proteksi. Overhaul menyeluruh dan peningkatan sistem monitoring telah dilakukan untuk mencegah kejadian serupa. Penelitian ini menekankan pentingnya kepatuhan terhadap jadwal perawatan dan deteksi dini kerusakan dalam sistem pendingin kapal.

Kata Kunci: pompa pendingin, Shutdown, Perawatan

ABSTRACT

ALAN FACHRI,2025 THE EFFECT OF COOLER GENERATOR COOLING PUMP TO PREVENT SUDDEN SHUTDOWN ON THE MV. ISLAND SAPPHIRE SHIP GUIDED BY Dr. SARIFUDDIN.M.Pd..M.Mar.E AND SAMSUL BAHRI M.T,. M.Mar.E

The cooler generator cooling pump on the MV. Island Sapphire experienced a malfunction during an international voyage, causing a sudden shutdown of the main generator. This failure was triggered by wear on the main components of the pump, such as mechanical seals, impellers, and bearings, which had exceeded their service life without maintenance or replacement according to standards. This incident poses a serious risk to the ship's electrical system and the potential for permanent damage to the generator due to extreme overheating.

This study uses three main methods: direct observation of the condition of the pump and cooling system according to SOLAS and ISO standards, semi-structured interviews with ship and company technical personnel, and literature studies of regulatory documents and manufacturer manuals. Data were obtained from alarm logs, vibration reports, maintenance documents for the last five years, and analysis of damaged oil and pump components.

The analysis results showed that the cooling system failure was caused by a combination of component wear, lack of preventive maintenance, and delayed response of the protection system. A complete overhaul and improvement of the monitoring system have been carried out to prevent similar incidents. This study emphasizes the importance of adherence to maintenance schedules and early detection of damage in ship cooling systems.

Keywords: cooling pump, Shutdown, Maintenance

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERYATAAN KEASLIAN	ii
PERSETUJUAN SEMINAR	iii
PENGESAHAN	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vii
ABSTRAK	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar belakang	1
B. Rumusan Masalah.....	3
C. Tujuan Penelitian	3
D. Batasan Masalah.....	4
E. Manfaat Penelitian	4
F. Hipotesis.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
A. Faktor Manusia.....	8
B. Organisasi Diatas Kapal	9
C. Faktor Kapal.....	11
D. Faktor Manajemen Perusahaan.....	12
E. Faktor dari Luar Kapal.....	13
BAB III METODE PENGAMBILAN DATA	
A. Observasi/Pengamatan.....	14
B. Intrview/Wawancara.....	14
C. Studi Pustaka	15

BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

A. Lokasi Kejadian	16
B. Situasi dan Kondisi.....	16
C. Temuan.....	19
D. Urutan Kejadian.....	28

BAB V SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan.....	29
B. Saran	30

DAFTAR PUSTAKA 32

LAMPIRAN 33

Lampiran 1 : Plate cooler dan kondisi pompa pendingin.....	33
Lampiran 2 : Pergantian bearing dan mechanical seal.....	34
Lampiran 3 : Proses pembersihan plate cooler.....	35
Lampiran 4 : CrewList.....	36
Lampiran 5 : Ship Particulars.....	37
Lampiran 6 : Gambar kapal MV Island sapphire.....	38
Lampiran 7 : Model Caterpillar 3516C-HD.....	39

RIWAYAT HIDUP 40

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Pompa Pendingin.....	7
Gambar 2.2 Heat Exchanger	7
Gambar 2.3 Sistem Perpipaan.....	8
Gambar 4.1 Plate Heat Exchanger	20
Gambar 4.2 Bearing.....	21
Gambar 4.3 Saringan Pompa Air Laut	23
Gambar 4.4 Pembersihan Heat Exchanger	25
Gambar 4.5 Proses Pembersihan Cooler	27
Gambar 4.6 Pembersihan Saringan Pompa Air Laut.....	28

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Sistem pendingin pada *generator* di kapal memegang peran krusial dalam menjaga stabilitas operasional mesin. Tanpa pendinginan yang memadai, *generator* dapat mengalami *overheating* yang berujung pada *shutdown* mendadak. *Shutdown generator* secara tiba-tiba tidak hanya mengganggu pasokan listrik di kapal tetapi juga membahayakan keselamatan awak dan kargo. Salah satu komponen utama dalam sistem pendingin adalah pompa pendingin *cooler generator*, yang berfungsi mensirkulasikan cairan pendingin untuk menjaga suhu optimal. Jika pompa ini mengalami kerusakan atau keausan, efisiensi pendinginan menurun, sehingga risiko *shutdown* meningkat.

Dalam industri maritim, keandalan sistem pendingin *generator* sangat penting karena kapal mengandalkan pasokan listrik yang stabil selama pelayaran. Pompa pendingin yang sudah melebihi usia pakai atau tidak terawat dapat menjadi penyebab kegagalan sistem secara mendadak. Oleh karena itu, pemeliharaan preventif dan penggantian komponen secara berkala harus dilakukan sesuai standar teknis. Namun, seringkali faktor usia pakai dan keausan komponen tidak diperhitungkan secara serius hingga terjadi kegagalan operasional.

Regulasi klasifikasi kapal seperti SOLAS (Safety of Life at Sea) dan aturan *International Maritime Organization* (IMO) menetapkan persyaratan ketat terkait pemeliharaan sistem mesin dan kelistrikan kapal. SOLAS *Chapter II-1, Regulation 26*, misalnya, mewajibkan sistem pendingin mesin utama dan *generator* harus berfungsi dengan baik untuk mencegah kegagalan kritis. Selain itu, Peraturan BKI (Biro Klasifikasi Indonesia) juga menekankan pemeriksaan rutin komponen vital seperti pompa pendingin untuk memastikan keandalan operasional.

Pada tanggal 10 Januari 2025, kapal MV. Island Sapphire mengalami *shutdown* mendadak pada *generator* utama saat berlayar

dari Ghana menuju Cadiz. Insiden ini terjadi setelah pompa pendingin *cooler generator* menunjukkan tanda-tanda keausan yang parah. Sebelumnya, awak kapal telah mencatat getaran tidak normal pada pompa tersebut, namun tidak dilakukan penggantian segera karena dianggap masih dapat beroperasi.

Saat kapal berada di tengah pelayaran, suhu *generator* tiba-tiba meningkat drastis akibat berkurangnya aliran pendingin dari pompa yang aus. Sistem alarm berbunyi, tetapi sebelum tindakan perbaikan darurat dapat dilakukan, *generator* mati secara otomatis karena proteksi *overheating*. Kejadian ini mengakibatkan kapal kehilangan daya listrik utama selama beberapa menit sebelum beralih ke *generator* Cadangan.

Pemeriksaan pasca-insiden menunjukkan bahwa pompa pendingin *cooler generator* telah bekerja melebihi batas usia pakai yang direkomendasikan. Log pemeliharaan mencatat bahwa komponen tersebut terakhir diganti lima tahun sebelumnya, padahal standar pabrikan menyarankan penggantian setiap tiga tahun. Selain itu, ditemukan adanya erosi pada *impeller* dan kebocoran pada *seal* pompa, yang mengurangi efisiensi aliran cairan pendingin. Kronologi kejadian menunjukkan bahwa kegagalan pompa pendingin terjadi secara bertahap. Sebelum *shutdown*, sensor suhu telah beberapa kali mencatat kenaikan temperatur di atas normal, tetapi tidak ada tindakan korektif yang diambil. Ketika pompa akhirnya tidak mampu lagi mempertahankan tekanan aliran yang cukup, sistem pendingin gagal mencegah *overheating* pada *generator*.

Kejadian di MV. Island Sapphire ini memperlihatkan betapa pentingnya memperhatikan usia pakai dan kondisi pompa pendingin *cooler generator*. Kerusakan pada komponen kecil seperti ini dapat berakibat fatal jika tidak ditangani tepat waktu. Tanpa penggantian sesuai jadwal yang ditetapkan, risiko *shutdown* mendadak tetap tinggi meskipun sistem pendingin dilengkapi dengan alarm peringatan...Berdasarkan pengalaman di atas, penulis tertarik untuk mengangkat masalah tersebut dan menuangkannya dalam bentuk

Karya Ilmiah Terapan (KIT) dengan judul **“PENGARUH POMPA PENDINGIN *COOLER GENERATOR* UNTUK MENCEGAH *SHUTDOWN* MENDADAK DIKAPAL MV. ISLAND SAPPHIRE ”**

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Apa faktor yang menyebabkan keausan dan kerusakan pada pompa pendingin *cooler generator* di kapal MV. Island Sapphire?
2. Bagaimana dampak kerusakan pompa pendingin *cooler generator* terhadap operasional kapal dan risiko *shutdown* mendadak?
3. Upaya apa yang dapat dilakukan untuk mencegah kegagalan pompa pendingin *cooler generator* dan memastikan keandalan sistem pendingin di kapal?

C. Batasan Masalah

Penelitian ini membatasi analisis pada kegagalan pompa pendingin *cooler generator* di kapal MV. Island Sapphire yang menyebabkan *shutdown* mendadak pada 10 Januari 2025 saat berlayar dari Ghana menuju Cadiz, dengan fokus utama pada keausan pompa, usia pakai melebihi rekomendasi pabrikan (5 tahun vs 3 tahun), dan ketidakstabilan aliran pendingin. Dampak yang ditinjau terbatas pada *overheating generator*, gangguan pasokan listrik, dan risiko operasional kapal. Penelitian tidak membahas faktor eksternal seperti kondisi laut, desain sistem pendingin secara keseluruhan, atau masalah teknis di luar pompa pendingin dan komponen pendukungnya (*seal, impeller*). Selain itu, analisis tidak mencakup insiden di luar periode kejadian Januari 2025 atau prosedur perbaikan pasca-*shutdown* oleh awak kapal.

D. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini Penelitian ini bertujuan

1. Untuk mengetahui faktor yang menyebabkan keausan dan kerusakan pada pompa pendingin *cooler generator* di kapal MV. Island Sapphire
2. Untuk mengetahui dampak kerusakan pompa pendingin *cooler generator* terhadap operasional kapal dan risiko *shutdown* mendadak
3. Untuk mengetahui Upaya apa yang dapat dilakukan untuk mencegah kegagalan pompa pendingin *cooler generator* dan memastikan keandalan sistem pendingin di kapal

E. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penulisan Karya Ilmiah Terapan ini adalah:

1. Manfaat Teoritis

Penelitian ini memberikan kontribusi dalam pengembangan ilmu teknik kelautan dengan menganalisis hubungan antara usia pakai pompa pendingin *cooler generator* dan risiko *shutdown* mendadak, serta memperkuat pemahaman mengenai pentingnya pemeliharaan berbasis kondisi (*condition-based maintenance*) pada sistem pendingin kapal

2. Manfaat Praktis

Hasil penelitian ini dapat menjadi acuan bagi operator kapal dalam menyusun jadwal perawatan preventif yang lebih efektif, mengurangi downtime akibat kerusakan pompa pendingin, serta meningkatkan keselamatan operasional kapal dengan mencegah kegagalan *generator* secara tiba-tiba. Temuan ini juga bermanfaat bagi perusahaan pelayaran dalam menyusun prosedur pemeliharaan yang sesuai standar klasifikasi dan rekomendasi pabrikan.

F. Hipotesis

Berdasarkan analisis awal, kegagalan kerusakan pada pompa pendingin *cooler generator* di kapal MV. Island Sapphire diduga disebabkan oleh Keausan Komponen Pompa yang Melebihi Batas Usia Pakai sehingga *shutdown* mendadak terjadi karena pompa pendingin *cooler generator* telah beroperasi melebihi masa pakai rekomendasi pabrikan (3 tahun), mengakibatkan penurunan kinerja aliran pendingin dan *overheating generator*.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Sistem Pendingin Pada Kapal

1. Pengertian Sistem Pendingin

Sistem pendingin pada kapal adalah komponen yang sangat penting untuk menjaga stabilitas operasional mesin utama dan generator. Sistem ini berfungsi untuk mengatur suhu mesin agar tetap dalam batas yang aman selama operasi, mencegah overheating yang dapat menyebabkan kerusakan serius atau kegagalan sistem. Dalam industri pelayaran, sistem pendingin harus memenuhi standar ketat untuk memastikan keandalan dan keselamatan operasional kapal.

Sistem pendingin biasanya terdiri dari beberapa elemen, termasuk pompa pendingin, *heat exchanger* (penukar panas), dan sistem perpipaan. Pompa pendingin berfungsi untuk mengalirkan air laut atau air tawar melalui sistem, sedangkan *heat exchanger* bertugas untuk mentransfer panas dari cairan pendingin ke media lain, sehingga menjaga suhu mesin tetap stabil.

SOLAS (*Safety of Life at Sea*) Bab II-1, mengatur persyaratan sistem pendingin pada kapal. Aturan ini mencakup kewajiban untuk memiliki sistem pendingin yang redundan dan mampu beroperasi dalam berbagai kondisi pelayaran. Selain itu, BKI (Biro Klasifikasi Indonesia) juga menetapkan standar teknis untuk komponen sistem pendingin, termasuk interval perawatan dan spesifikasi material yang harus dipenuhi. Tujuan dari regulasi ini adalah untuk memastikan keandalan sistem dan mencegah kegagalan kritis selama operasi.

2. Komponen Utama Sistem Pendingin

a. Pompa Pendingin

Berfungsi untuk mengalirkan cairan pendingin melalui sistem. Pompa ini harus memiliki kapasitas yang cukup untuk memastikan aliran yang stabil dan efisien.

Gambar 2.1 Pompa Pendingin



Sumber : <https://padiumkm.id/product/pompa-keongpompa->

b. *Heat exchanger*

Komponen yang bertugas untuk mentransfer panas dari cairan pendingin ke media lain, seperti air laut atau udara. *Heat exchanger* yang efisien sangat penting untuk menjaga suhu mesin.

Gambar 2.2 *Heat exchanger*

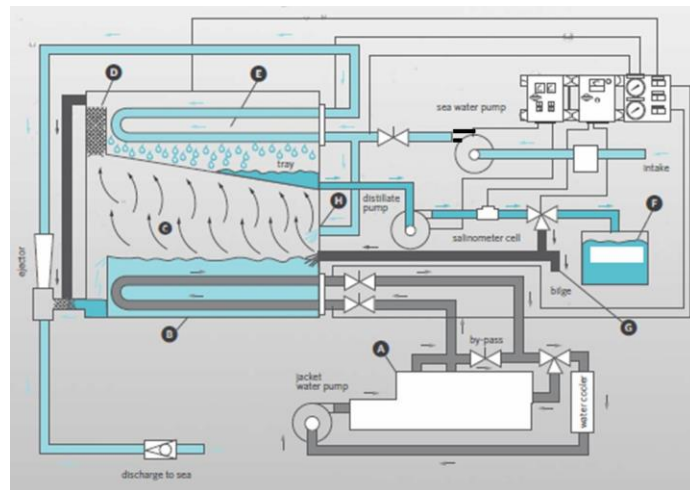


Sumber <https://wbsakti.wordpress.com/>

c. Sistem Perpipaan

Menghubungkan semua komponen dalam sistem pendingin. Material yang digunakan untuk perpipaan harus tahan terhadap korosi dan kondisi lingkungan yang keras.

Gambar 2.3 Sistem Perpipaan



Sumber <https://www.google.com/imgres?q>

d. Sistem Kontrol

Memantau dan mengatur kinerja sistem pendingin, termasuk suhu dan aliran cairan. Sistem kontrol yang baik dapat membantu mendeteksi masalah lebih awal dan mencegah kerusakan.

B. Faktor Manusia

Menurut Reason (1990:45), kesalahan manusia (*human error*) dalam perawatan mesin sering terjadi akibat ketidakpahaman terhadap prosedur teknis atau kurangnya pelatihan yang memadai. Dalam konteks maritim, *International Convention on Standards of Training, Certification, and Watchkeeping for Seafarers* (STCW) 1978, sebagaimana diamandemen pada 2010, mewajibkan pelatihan rutin bagi awak kapal terkait sistem mesin dan keselamatan. Namun, jika pelatihan ini tidak dilakukan secara berkala atau tidak mencakup aspek spesifik seperti pemeriksaan pompa pendingin, kru mungkin tidak

mampu mengidentifikasi tanda-tanda keausan dini.

Regulasi *International Safety Management (ISM) Code, Chapter 6*, menekankan pentingnya kompetensi awak kapal dalam menangani peralatan kritis. Jika kru tidak memahami standar penggantian komponen sesuai rekomendasi pabrikan atau tidak terlatih dalam mendeteksi abnormalitas getaran dan kebocoran pada pompa, risiko kegagalan sistem meningkat. Menurut Hetherington et al. (2006:112), kesalahan dalam pemeliharaan preventif sering terjadi karena kurangnya pengetahuan teknis, bukan karena kelalaian semata.

Selain itu, Peraturan Biro Klasifikasi Indonesia (BKI) mensyaratkan bahwa teknisi mesin kapal harus memiliki sertifikasi kompetensi yang sesuai dengan jenis dan kapasitas peralatan yang dikelola. Jika kru tidak memiliki pemahaman mendalam tentang karakteristik pompa pendingin, seperti material *seal* yang cocok atau interval penggantian *bearing*, maka kesalahan prosedural dapat terjadi. Penelitian oleh *Wagenaar & Groeneweg* (1987:201) menunjukkan bahwa 60% kecelakaan teknis di kapal disebabkan oleh kesalahan manusia yang bersumber dari kurangnya pelatihan.

IMO's *Maritime Safety Committee (MSC)* dalam MSC/Circ.1014 juga menegaskan bahwa pelatihan awak kapal harus mencakup simulasi kegagalan sistem untuk meningkatkan kesiapan dalam situasi darurat. Tanpa pelatihan yang memadai, kru mungkin tidak menyadari pentingnya penggantian pompa pendingin sebelum mencapai batas usia pakai. Penelitian lebih lanjut oleh Rothblum (2000:78) menyatakan bahwa kesalahan dalam perawatan mesin sering kali berakar dari miskomunikasi antara manajemen dan awak kapal mengenai standar operasional.

C. Organisasi diatas kapal

Penanggung Jawab Kru Berdasarkan Masalah Pompa Pendingin *Cooler Generator* di Kapal

1. Chief Engineer (Pertama Engineering Officer)

- a. Pemeliharaan Preventif: Memastikan jadwal perawatan pompa pendingin sesuai rekomendasi pabrikan (3 tahun) dan standar klasifikasi (BKI/SOLAS). Kegagalan mengganti pompa setelah 5 tahun adalah kelalaian pengawasan.
 - b. Pelatihan Kru Mesin: Memastikan semua engineer dan motormen memahami prosedur inspeksi pompa, termasuk deteksi keausan *seal* dan *impeller* (sesuai ISM Code 6.2).
 - c. Kepatuhan Regulasi: Bertanggung jawab atas implementasi SOLAS *Chapter* II-1/26 dan ISM Code terkait sistem pendingin.
2. Second Engineer (Second Engineering Officer)
- a. Inspeksi Rutin: Melakukan pemeriksaan visual dan logbook harian pompa pendingin (getaran, kebocoran, suhu). Jika tanda keausan tidak tercatat, ini merupakan kelalaian prosedural.
 - b. Pelaporan Ke Chief Engineer: Jika menemukan abnormalitas (seperti getaran tidak normal), wajib melaporkan segera untuk tindakan korektif (ISM Code 10.1).
3. Oiler/Motorman (Kru Mesin Junior)
- a. Operasional Harian: Memantau indikator tekanan dan suhu pompa pendingin selama jaga. Jika alarm berbunyi tetapi tidak dilaporkan, ini termasuk human error akibat kurang pelatihan (STCW A-III/1).
 - b. Bantuan Perawatan: Membantu dalam penggantian komponen pompa jika diperintahkan. Kelalaian dalam pemasangan *seal/bearing* baru bisa memperparah kerusakan.
1. Master/Captain
- a. Memastikan Sumber Daya Cukup: Memastikan spare part pompa pendingin tersedia di kapal (SOLAS II-1/26).
 - b. Audit ISM Code: Memverifikasi laporan pemeliharaan dari Chief Engineer dan memastikan tindakan perbaikan

dilakukan.

2. Perusahaan (*Ship Management*)

- a. Penyediaan Pelatihan: Memastikan kru dilatih untuk mendeteksi keausan pompa (STCW A-III/6).
- b. Pemenuhan Regulasi: Menyediakan anggaran dan panduan untuk penggantian komponen tepat waktu (MLC 2006).

D. Faktor Kapal

Menurut ABS (*American Bureau of Shipping*) Rules for Survey After Construction (2021: Sec. 4-1-2), pompa pendingin termasuk dalam komponen kritis yang harus diperiksa secara berkala, termasuk pemeriksaan kebocoran, keausan *impeller*, dan kondisi *bearing*. Jika perawatan tidak dilakukan sesuai jadwal, risiko kerusakan meningkat signifikan.

SOLAS Chapter II-1, *Regulation 26*, mewajibkan sistem pendingin mesin utama dan *generator* harus dipelihara agar selalu dalam kondisi operasional yang baik. Ini mencakup inspeksi visual rutin, pengukuran getaran, dan penggantian komponen sebelum mencapai batas keausan. Peraturan BKI Vol. III (2023: Sec. 10-2) juga menetapkan bahwa pompa pendingin harus diperiksa setiap 6 bulan dan diganti jika sudah melebihi masa pakai yang direkomendasikan pabrikan.

Menurut Wang & Trbojevic (2020:145), 70% kegagalan pompa di kapal disebabkan oleh kurangnya perawatan preventif, seperti tidak mengganti *seal* atau *bearing* tepat waktu. ISM Code Section 10 menekankan bahwa perusahaan pelayaran harus memiliki sistem pemeliharaan yang terdokumentasi, termasuk checklist untuk inspeksi pompa pendingin. Jika tidak ada prosedur yang jelas, risiko human error dalam perawatan meningkat.

Cara Perawatan yang Benar:

1. Inspeksi Harian: Memeriksa kebocoran oli, suhu, dan getaran pompa (sesuai MAN Diesel & Turbo Maintenance Manual, 2022: Ch. 5).

2. Penggantian Komponen Berkala: *Seal* dan *bearing* harus diganti setiap 2-3 tahun (tergantung rekomendasi pabrikan).
3. Pencatatan Logbook: Setiap pemeriksaan harus dicatat untuk memantau kondisi komponen (ISO 21745:2019).

E. Manajemen Perusahaan Pelayaran

Menurut ISM Code Section 3.2 (IMO, 2020: p.12), perusahaan pelayaran wajib menyediakan sumber daya yang memadai, termasuk dana untuk pemeliharaan preventif. Namun, banyak perusahaan cenderung memprioritaskan penghematan biaya operasional daripada investasi dalam perawatan jangka panjang (Psaraftis & Kontovas, 2020: p.45).

SOLAS *Chapter II-1/26-1* secara eksplisit menyatakan bahwa sistem pendingin mesin harus dipertahankan dalam kondisi operasional yang baik, yang membutuhkan pendanaan memadai untuk spare parts dan tenaga ahli. Jika perusahaan tidak mengalokasikan dana khusus untuk penggantian komponen kritis seperti *seal* dan *impeller* pompa pendingin sesuai rekomendasi pabrikan (setiap 3 tahun), maka risiko kegagalan meningkat signifikan (BIMCO Maintenance Survey, 2022: p.7).

Penelitian oleh Gardner et al. (2021: p.89) menunjukkan bahwa 60% insiden kegagalan mesin di kapal komersial disebabkan oleh kurangnya anggaran perawatan, dimana perusahaan lebih memilih untuk melakukan perbaikan darurat (reaktif) daripada pemeliharaan preventif. ISO 9001:2015 klausul 7.1.3 juga menekankan pentingnya penyediaan sumber daya yang memadai untuk memastikan kualitas pemeliharaan.

MLC 2006 *Regulation 4.3* mewajibkan perusahaan untuk memastikan kapal dilengkapi dengan peralatan dan suku cadang yang memadai. Namun, dalam praktiknya, banyak operator kapal menunda pembelian spare part dengan alasan efisiensi biaya, sehingga komponen seperti pompa pendingin terus digunakan melebihi masa pakainya

(OCIMF TMSA, 2023: p.15).

Dampak Kebijakan Anggaran yang Tidak Memadai:

1. Penggantian komponen tertunda, meningkatkan risiko kerusakan sistemik
2. Ketergantungan pada perbaikan darurat yang lebih mahal dalam jangka panjang
3. Pelanggaran terhadap ISM Code dan SOLAS karena tidak memenuhi standar perawatan

F. Faktor Dari Luar Kapal

Menurut IMO MSC.1/Circ.1598 (2020: p.4), gelombang tinggi dan suhu udara ekstrem dapat menyebabkan beban berlebih pada sistem pendingin kapal. Ketika kapal mengalami rolling dan pitching yang berlebihan, sirkulasi cairan pendingin dalam sistem dapat terganggu, menyebabkan pompa bekerja di luar parameter desainnya (ABS Guide for Hull Structure *Monitoring Systems*, 2022: p.12).

SOLAS *Chapter II-1/26* secara implisit mengatur bahwa sistem pendingin harus dirancang untuk beroperasi dalam kondisi lingkungan yang diantisipasi selama pelayaran. Namun, banyak pompa pendingin yang tidak dilengkapi dengan kompensasi otomatis untuk menangani variasi beban akibat kondisi laut buruk (DNV GL RP-0006, 2021: p.8). Penelitian oleh Faltinsen (2020: p.156) menunjukkan bahwa getaran mekanis akibat ombak besar dapat mempercepat keausan *bearing* dan *seal* pompa hingga 40% lebih cepat dibanding operasi di laut tenang.

Regulasi MARPOL Annex VI *Regulation 14* juga mengharuskan sistem pendingin mesin tetap efisien dalam berbagai kondisi operasi untuk mencegah emisi berlebihan akibat kerja mesin yang tidak optimal