

LAPORAN TUGAS AKHIR
KARYA ILMIAH TERAPAN

**ANALISIS TERJADINYA KEBOCORAN PADA
FRESH WATER JACKET COOLING MAIN ENGINE
DI KAPAL MV. HARMONI MAS 3**



disusun sebagai salah satu syarat
menyelesaikan Program Pendidikan Sarjana Terapan

FACHRY ARRIDHO
NIT. 07.19.007.1.10

POLITEKNIK PELAYARAN SURABAYA
PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA PERMESINAN KAPAL
TAHUN 2026

LAPORAN TUGAS AKHIR
KARYA ILMIAH TERAPAN

**ANALISIS TERJADINYA KEBOCORAN PADA
FRESH WATER JACKET COOLING MAIN ENGINE
DI KAPAL MV. HARMONI MAS 3**



disusun sebagai salah satu syarat
menyelesaikan Program Pendidikan Sarjana Terapan

FACHRY ARRIDHO
NIT. 07.19.007.1.10

POLITEKNIK PELAYARAN SURABAYA
PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA PERMESINAN KAPAL
TAHUN 2026

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Fachry Arridho

Nomor Induk Taruna : 07 19 007 1 10

Program Studi : Diploma IV Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal

Menyatakan bahwa KIT yang saya tulis dengan judul:

ANALISIS TERJADINYA KEBOCORAN PADA FRESH WATER JACKET COOLING MAIN ENGINE DI KAPAL MV. HARMONI MAS 3

Merupakan karya asli seluruh ide yang ada dalam KIT tersebut, kecuali tema yang saya nyatakan sebagai kutipan, merupakan ide saya sendiri. Jika pernyataan di atas terbukti tidak benar, maka saya bersedia menerima sanksi yang ditetapkan oleh Politeknik Pelayaran Surabaya.

Surabaya,

2026

Peneliti



FACHRY ARRIDHO
NIT 07 19 007 1 10

ABSTRAK

FACHRY ARRIDHO. 2026. Analisis Terjadinya Kebocoran Pada Fresh Water Jacket Cooling Main Engine Di Kapal MV. Harmoni Mas 3. Dibimbing oleh Dr. Antonius Edy Kristiyono, M.Pd, M.Mar.E.dan Shofa Dai Robbi, S.SiT., M.T.

Indonesia sebagai negara maritim sangat bergantung pada transportasi laut dalam mendukung distribusi logistik antarwilayah. Keandalan operasional kapal sangat ditentukan oleh kinerja sistem permesinan, khususnya main engine sebagai penggerak utama kapal. Salah satu sistem vital pada *main engine* adalah *fresh water jacket cooling system* yang berfungsi menjaga temperatur kerja mesin agar tetap berada dalam batas aman. Gangguan pada sistem ini, seperti kebocoran, berpotensi menimbulkan peningkatan temperatur mesin, penurunan performa, hingga risiko kerusakan serius pada komponen mesin induk. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis faktor penyebab terjadinya kebocoran pada *fresh water jacket cooling main engine*, dampak yang ditimbulkan terhadap kinerja *main engine*, serta upaya penanggulangan yang dilakukan di kapal MV. Harmoni Mas 3. Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kualitatif dengan teknik pengumpulan data melalui observasi langsung di lapangan, wawancara dengan perwira dan awak mesin, serta dokumentasi pendukung selama penulis melaksanakan praktik laut sebagai cadet mesin. Validitas data dijaga melalui teknik triangulasi sumber dan triangulasi teknik, sedangkan analisis data dilakukan menggunakan model interaktif Miles dan Huberman. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kebocoran *fresh water jacket cooling main engine* disebabkan oleh kombinasi faktor teknis, antara lain penurunan kualitas gasket akibat usia pakai dan paparan panas, korosi pada sambungan pipa, serta pengaruh getaran main engine selama operasional. Kebocoran tersebut berdampak langsung terhadap kinerja *main engine*, ditandai dengan penurunan level air pendingin, peningkatan temperatur kerja mesin, dan ketidakmampuan mesin beroperasi pada beban normal. Upaya penanggulangan yang dilakukan meliputi penurunan RPM *main engine*, monitoring intensif terhadap temperatur dan level air pendingin, serta pelaksanaan perbaikan teknis seperti penggantian gasket dan pengencangan sambungan pipa setelah kapal berada dalam kondisi aman. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi engineer kapal dalam mendeteksi dan menangani kebocoran sistem pendingin secara dini serta sebagai bahan evaluasi dalam meningkatkan keandalan sistem *fresh water jacket cooling main engine*.

Kata Kunci: *Fresh Water Jacket Cooling*, Kebocoran, *Main Engine*, Sistem Pendingin.

ABSTRACT

FACHRY ARRIDHO. 2026. Analysis of Leakage Occurrence in the Fresh Water Jacket Cooling Main Engine of the MV. Harmoni Mas 3 Ship. Supervised by Dr. Antonius Edy Kristiyono, M.Pd, M.Mar.E.and Shofa Dai Robbi, S.SiT., M.T.

As a maritime country, Indonesia is highly dependent on sea transportation to support interregional logistics distribution. The operational reliability of ships is largely determined by the performance of the engine system, particularly the main engine as the primary propulsion system. One of the vital systems in the main engine is the fresh water jacket cooling system, which functions to maintain the engine's operating temperature within safe limits. Disruptions to this system, such as leaks, have the potential to cause an increase in engine temperature, a decrease in performance, and even the risk of serious damage to the main engine components. This study aims to analyze the factors causing leaks in the main engine's fresh water jacket cooling system, the impact on main engine performance, and the countermeasures taken on the MV Harmoni Mas 3. This study uses a qualitative descriptive method with data collection techniques through direct observation in the field, interviews with officers and engine crew, and supporting documentation during the author's sea practice as an engine cadet. Data validity is maintained through source triangulation and technique triangulation, while data analysis is performed using the Miles and Huberman interactive model. The results of the investigation indicate that the fresh water jacket cooling leak in the main engine was caused by a combination of technical factors, including deterioration of the gasket due to age and exposure to heat, corrosion of the pipe joints, and the effects of vibration from the main engine during operation. The leak had a direct impact on the performance of the main engine, resulting in a decrease in the cooling water level, an increase in engine operating temperature, and the inability of the engine to operate at normal load. Mitigation efforts included reducing the main engine RPM, intensive monitoring of the temperature and cooling water level, and technical repairs such as replacing gaskets and tightening pipe joints after the ship was in a safe condition. This study is expected to serve as a reference for ship engineers in detecting and dealing with cooling system leaks early on, as well as material for evaluation in improving the reliability of the main engine fresh water jacket cooling system.

Keywords : *Fresh Water Jacket Cooling, Leakage, Main Engine, Cooling System.*

KATA PENGANTAR

Puji syukur peneliti panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena dengan rahmat serta hidayah-Nya peneliti telah mampu menyelesaikan Karya Ilmiah Terapan yang berjudul **“ANALISIS TERJADINYA KEBOCORAN PADA FRESH WATER JACKET COOLING MAIN ENGINE DI KAPAL MV. HARMONI MAS 3”**.

Dalam penyusunan Karya Ilmiah Terapan ini, peneliti banyak mendapat bimbingan dan arahan dari berbagai pihak yang sangat membantu dan bermanfaat. Oleh karena itu, pada kesempatan ini peneliti menyampaikan terima kasih kepada berbagai pihak yang telah membantu dalam penelitian karya ilmiah terapan ini, diantaranya:

1. Bapak Moejiono, MT., M.Mar.E selaku Direktur Politeknik Pelayaran Surabaya beserta jajarannya yang telah menyediakan fasilitas dan pelayanan, sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal ini.
2. Bapak Dr. Antonius Edy Kristiyono, M.Pd, M.Mar.E. selaku Ketua Jurusan Teknik serta dosen pembimbing I yang telah memberikan dukungan dan motivasi yang sangat besar bagi penulis dalam menyelesaikan proposal ini.
3. Bapak Shofa Dai Robbi, S.SiT., M.T. selaku pembimbing II yang senantiasa meluangkan waktunya dan dengan sabar memberikan semangat serta bimbingan dalam menyelesaikan Skripsi ini.
4. Segenap dosen jurusan teknik Politeknik Pelayaran Surabaya yang memberikan arahan dan masukan dalam penyusunan Skripsi ini.
5. Kepada kedua orangtua saya yang selalu memberikan dukungan moral dan materil serta doa dalam penyusunan Skripsi ini.
6. Seluruh kru MV. HARMONI MAS 3 yang telah mendukung penelitian skripsi ini.
7. Rekan-rekan Taruna Politeknik Pelayaran Surabaya yang telah memberikan motivasi dan semangat dalam penyusunan Skripsi ini, khususnya angkatan 10 dan 11 Diploma IV.
8. Teman-teman kelas D-VI TRPK SMT VIII, terima kasih atas persahabatan dan kebaikan terhadap penulis, serta senantiasa memberikan semangat dan motivasi.
9. Pihak-pihak yang memberikan saran dan masukan yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu namanya.

Dengan Disadari bahwa Skripsi ini masih banyak kekurangan. Saran dan masukan akan diterima dengan harapan dapat mendukung penulisan Skripsi ini. Penulis berharap, Skripsi ini dapat memberikan manfaat untuk menambah wawasan bagi penulis serta bagi pembaca..

Surabaya,

2026

Fachry Arridho
NIT 0719007110

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN.....	ii
PERSETUJUAN UJI KELAYAKAN	iii
PERSETUJUAN SEMINAR HASIL TUGAS AKHIR.....	iv
PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR.....	v
ABSTRAK	vii
<i>ABSTRACT</i>	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	2
C. Batasan Masalah.....	2
D. Tujuan Penelitian	3
E. Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
A. <i>Review</i> Penelitian Sebelumnya	5
B. Landasan Teori.....	6

C. Kerangka Penelitian	20
BAB III METODE PENELITIAN	22
A. Jenis Penelitian.....	22
B. Waktu dan Tempat Penelitian	23
C. Sumber Data.....	23
D. Teknik Pengumpulan Data.....	24
E. Pemilihan Informan.....	25
F. Validitas Data.....	26
G. Teknik Analisis Data.....	27
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	30
A. Gambaran Umum Lokasi Penelitian	30
B. Hasil Penelitian	32
C. Pembahasan.....	44
BAB V SIMPULAN DAN SARAN.....	48
A. Simpulan	48
B. Saran.....	49
LAMPIRAN.....	53

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 <i>Review</i> Penelitian Sebelumnya	5
Tabel 4. 1 <i>Ships's Particular</i>	31
Tabel 4. 2 Hasil Observasi	33
Tabel 4. 3 Tabel Triangulasi Sumber.....	40
Tabel 4. 4 Tabel Triangulasi Teknik	41

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 <i>Main Engine</i>	7
Gambar 2. 2 Sistem Pendingin Kapal	8
Gambar 2. 3 Skema Sistem Pendingin Terbuka.....	9
Gambar 2. 4 Skema Sistem Pendingin Tertutup	10
Gambar 2. 5 <i>Main Engine</i>	11
Gambar 2. 6 <i>Fresh Water Jacket Cooling Main Engine</i>	13
Gambar 2. 7 Komponen <i>Cooling System</i>	15
Gambar 2. 8 <i>Cooler Type Plate</i>	17
Gambar 2. 9 <i>Cooler Type Tube</i>	18
Gambar 2. 10 Kerangka Penelitian	21
Gambar 4. 1 Kapal MV. Harmoni Mas 3	30
Gambar 4. 2 Dokumentasi <i>Fresh Water Jacket Cooling Main Engine</i>	39

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 <i>Crew List</i> MV.Harmoni mas 3	53
Lampiran 2 Hasil Observasi.....	54
Lampiran 3 Hasil Wawancara	55
Lampiran 4 Dokumentasi.....	61

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Indonesia sebagai negara maritim sangat bergantung pada transportasi laut dalam menunjang distribusi logistik dan mobilitas antar wilayah. Dalam mendukung operasional kapal, sistem permesinan harus bekerja secara optimal dan andal, khususnya mesin induk sebagai penggerak utama kapal.

Salah satu sistem vital pada mesin induk adalah *fresh water jacket cooling system*, yang berfungsi menyerap panas hasil pembakaran agar temperatur kerja mesin tetap dalam batas aman. Apabila sistem pendingin ini mengalami gangguan, seperti kebocoran, maka dapat menyebabkan peningkatan temperatur mesin, penurunan performa, hingga potensi kerusakan serius pada komponen mesin induk.

Pada saat pelayaran kapal MV. Harmoni Mas 3 dari Surabaya menuju Taboneo, terjadi kebocoran pada sistem *fresh water jacket cooling main engine*. Kebocoran tersebut teridentifikasi saat pelaksanaan dinas jaga mesin, ditandai dengan penurunan level air pendingin dan adanya rembesan pada bagian *jacket cooling*. Kondisi ini mengharuskan penurunan RPM mesin serta penghentian sementara operasi untuk dilakukan tindakan perbaikan setelah kapal melakukan *anchorage*.

Berdasarkan kejadian tersebut, diperlukan suatu kajian teknis untuk menganalisis faktor penyebab terjadinya kebocoran, dampak yang ditimbulkan terhadap kinerja mesin induk, serta upaya penanggulangan yang dilakukan. Oleh

karena itu, penulis tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul “Analisis Terjadinya Kebocoran Pada *Fresh Water Jacket Cooling Main Engine* di Kapal MV. Harmoni **Mas 3.**”

B. Rumusan Masalah

Adapun permasalahan yang akan penulis bahas dalam penelitian ini antara lain:

1. Faktor apa saja yang menyebabkan terjadinya kebocoran pada *fresh water jacket cooling main engine*?
2. Apa dampak kebocoran *fresh water jacket cooling* terhadap kinerja *main engine*?
3. Upaya apa yang dilakukan untuk menanggulangi kebocoran *fresh water jacket cooling main engine*?

C. Batasan Masalah

Dalam penelitian ini, pembahasan dibatasi pada sistem *fresh water jacket cooling main engine* di kapal MV. Harmoni Mas 3. Penelitian ini difokuskan pada analisis terjadinya kebocoran pada sistem *fresh water jacket cooling*, meliputi faktor-faktor penyebab kebocoran, dampak yang ditimbulkan terhadap kinerja *main engine*, serta upaya penanggulangan yang dilakukan di atas kapal.

Penelitian ini tidak membahas sistem pendingin lainnya secara menyeluruh, tidak mencakup perhitungan desain ulang atau modifikasi konstruksi mesin, serta

tidak melakukan analisis numerik secara mendalam, melainkan menitikberatkan pada analisis teknis dan operasional secara kualitatif.

D. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah:

1. Menganalisis Untuk mengetahui faktor penyebab terjadinya kebocoran pada *fresh water jacket cooling main engine*.
2. Untuk menganalisis dampak kebocoran *fresh water jacket cooling* terhadap kinerja *main engine*.
3. Untuk mengetahui upaya penanggulangan kebocoran *fresh water jacket cooling main engine*.

E. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat, baik secara teoritis maupun praktis, sebagai berikut:

1. Manfaat Teoritis

Menambah wawasan dan referensi keilmuan di bidang permesinan kapal, khususnya terkait sistem pendingin mesin induk dan penanganan kebocoran *fresh water jacket cooling*.

2. Manfaat Praktis

Secara praktis, hasil penelitian ini diharapkan dapat:

- a. Memberikan Bagi engineer kapal, penelitian ini dapat dijadikan acuan dalam mendeteksi, menganalisis, dan menangani kebocoran pada sistem *fresh water jacket cooling main engine*.
- b. Bagi perusahaan pelayaran, penelitian ini dapat menjadi bahan evaluasi dalam meningkatkan sistem perawatan dan pencegahan kerusakan mesin induk.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Review Penelitian Sebelumnya

Review penelitian sebelumnya adalah penjelasan mengenai teori yang mendasari temuan dan bahan penelitian lainnya yang diperoleh dari bahan acuan. Berikut ini adalah berbeda penelitian terdahulu untuk memperkuat temuan baru dan membandingkannya dengan penelitian yang peneliti lakukan:

Tabel 2. 1 *Review* Penelitian Sebelumnya
Sumber : Bill Singkar Elfakri (2020); Aries Fuadi (2019);

No.	Nama	Judul	Hasil	Perbedaan
1.	Bill Singkar Elfakri (2020)	Analisis Penyebab Kebocoran <i>Jacket Water Cooling Pada Cover Main Engine</i> MT. Gandawati 1.	Ditemukan Kualitas dari air tawar yang dimuat ke kapal dari proses <i>bunkering</i> memiliki kandungan yang belum tentu baik digunakan pada sistem pendinginan di atas kapal. Oleh karena itu perlu penambahan zat <i>corrosion inhibitor</i> pada air tawar yang diperoleh dari hasil <i>bunkering</i> sebelum digunakan pada sistem.	Lebih menitikberatkan pada kualitas air tawar yang dimuat dari proses <i>bunkering</i> di darat.
2.	Aries Fuadi (2019)	Analisa Kebocoran Pada <i>Jacket Cooling Fresh Water Main Engine</i> Di MT. Saamis Adventurer.	Faktor penyebab terjadinya kebocoran <i>jacket cooling fresh water</i> adalah rusaknya komponen O-ring pada <i>connecting jacket</i> , temperatur dan tekanan air pendingin yang tidak stabil, kualitas air pendingin dan pemasangan <i>jacket cooling fresh water</i> .	Temperatur yang naik akibat O-ring pada <i>connecting jacket</i> yang rusak.

Penelitian terkait kebocoran pada sistem *fresh water jacket cooling* telah dilakukan oleh beberapa peneliti sebelumnya. Aries Fuadi (2019) dalam penelitiannya mengenai kebocoran *jacket cooling fresh water main engine* di MT. Saamis Adventurer menyimpulkan bahwa kebocoran disebabkan oleh kerusakan O-ring pada *connecting jacket*, ketidakstabilan temperatur dan tekanan air pendingin, serta kualitas air pendingin yang kurang baik.

Selanjutnya, Bill Singkar Elfakri (2020) dalam penelitiannya tentang kebocoran *jacket water cooling* pada cover main engine MT. Gandawati 1 menyatakan bahwa kualitas air tawar hasil bunkering memiliki peran besar terhadap terjadinya korosi dan kerusakan komponen pendingin, sehingga diperlukan penggunaan *corrosion inhibitor*.

Berdasarkan penelitian terdahulu tersebut, dapat disimpulkan bahwa kebocoran *fresh water jacket cooling* umumnya dipengaruhi oleh faktor teknis, kualitas media pendingin, serta sistem perawatan. Namun, penelitian ini memiliki perbedaan karena menitikberatkan pada analisis kejadian nyata di kapal MV. Harmoni Mas 3, serta mengkaji hubungan antara kondisi operasional mesin, sistem pendinginan, dan tindakan penanggulangan yang dilakukan di atas kapal.

B. Landasan Teori

1. Mesin Utama (*Main Engine*)

Mesin diesel merupakan salah satu jenis motor pembakaran dalam yang memiliki karakteristik khusus pada proses pembakaran bahan bakarnya. Berbeda dengan motor bakar lainnya, mesin diesel tidak menggunakan sistem

pengapian busi, melainkan memanfaatkan panas hasil pemampatan udara di dalam silinder. Handoyo (2015) menjelaskan bahwa mesin diesel termasuk dalam sistem mesin pembakaran (*combustion engine system*) yang berfungsi mengubah energi panas hasil pembakaran menjadi energi mekanik.



Gambar 2. 1 *Main Engine*

Sumber : <https://al-tech.in/>

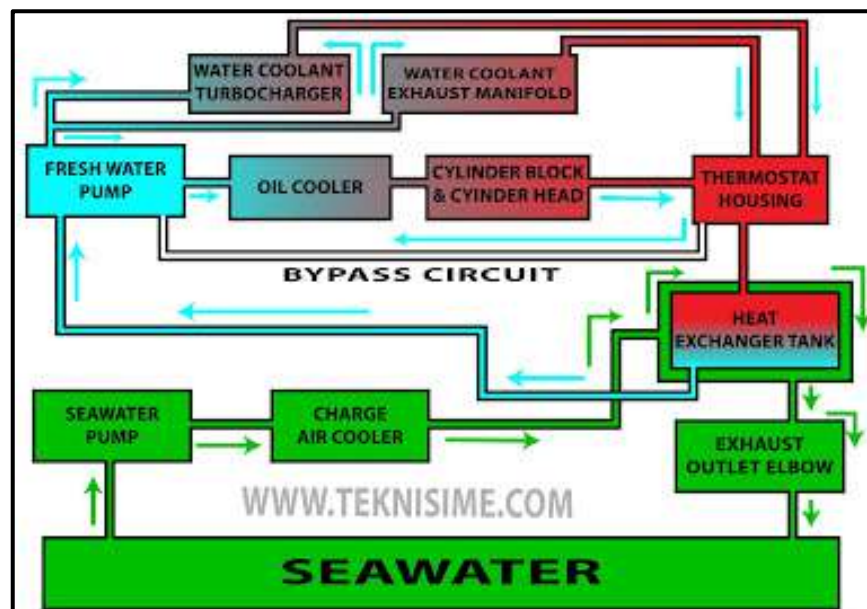
Proses kerja mesin diesel dimulai ketika piston bergerak naik dan mengompresikan udara hingga mencapai tekanan dan temperatur yang sangat tinggi. Pada kondisi tersebut, bahan bakar yang disemprotkan oleh *injector* ke dalam ruang bakar akan mengalami pembakaran secara otomatis. Energi hasil pembakaran menyebabkan terjadinya ekspansi gas yang mendorong piston bergerak turun, kemudian gaya tersebut diteruskan melalui batang piston ke poros engkol. Selanjutnya, gerak lurus piston diubah menjadi gerak putar poros engkol yang digunakan sebagai tenaga penggerak. Berdasarkan siklus kerjanya, mesin diesel sebagai mesin induk kapal dibedakan menjadi dua jenis, yaitu mesin diesel empat langkah dan mesin diesel dua langkah. Mesin diesel empat

langkah menyelesaikan satu siklus kerja dalam empat langkah piston atau dua putaran poros engkol, sedangkan mesin diesel dua langkah menyelesaikan satu siklus kerja hanya dalam dua langkah piston atau satu putaran poros engkol (Handoyo, 2015).

2. Sistem Pendingin

a. Pengertian Sistem Pendingin

Mesin induk pada kapal berfungsi sebagai penggerak utama dengan cara memutar poros baling-baling sehingga kapal dapat melakukan pergerakan. Berbeda dengan mesin induk, mesin bantu digunakan untuk menunjang pengoperasian berbagai peralatan di kapal, sehingga keberadaanya sangat penting untuk mendukung kelancaran operasional kapal (Prawiro 2024)



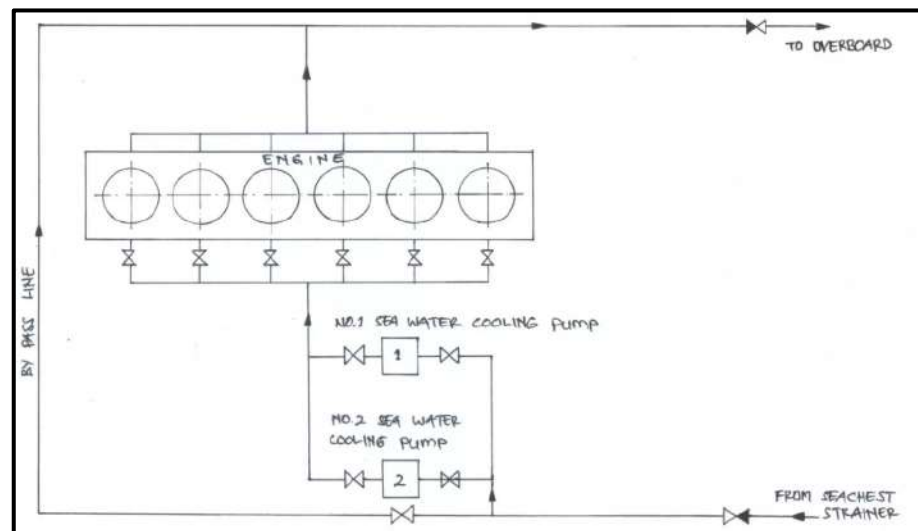
Gambar 2. 2 Sistem Pendingin Kapal

Sumber : TeknisiME (2021)

Sistem pendingin pada mesin kapal dirancang untuk menjaga temperatur kerja mesin agar tetap berada dalam batas yang diizinkan sesuai dengan kemampuan material penyusunnya. Peningkatan temperatur yang berlebihan dapat menurunkan kekuatan material dan menyebabkan terjadinya overheating. Oleh karena itu, air digunakan sebagai media pendingin karena memiliki kemampuan menyerap panas yang baik. Pada kapal dengan mesin penggerak yang menggunakan pendingin air, air pendingin dialirkan melalui saluran yang mengelilingi dinding silinder, kepala silinder, serta komponen lain yang membutuhkan pendinginan. Panas dari mesin akan diserap oleh air pendingin, kemudian air tersebut dialirkan menuju alat pendingin untuk menurunkan temperaturnya sebelum disirkulasikan kembali ke mesin (Prawiro, 2024).

b. Jenis-Jenis Sistem Pendingin

1) Sistem Pendingin Terbuka (*Direct Cooling System*)

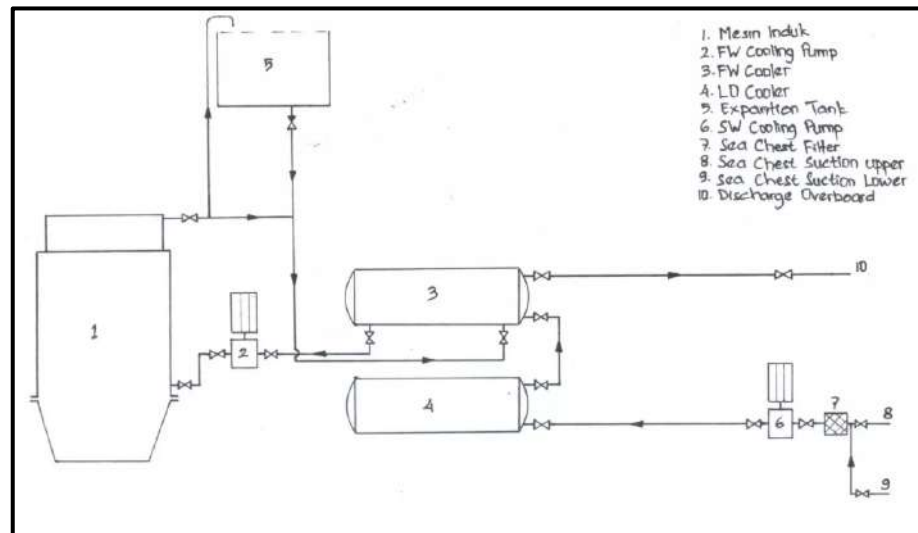


Gambar 2. 3 Skema Sistem Pendingin Terbuka

Sumber : Prawiro (2024)

Sistem pendingin terbuka merupakan sistem pendinginan mesin kapal yang menggunakan air laut secara langsung sebagai media pendingin. Pada sistem ini, air laut dihisap oleh pompa pendingin dari luar kapal melalui *sea chest*, kemudian dialirkan menuju saluran pendingin yang mengelilingi silinder dan komponen mesin lainnya. Setelah menyerap panas dari mesin, air laut tersebut langsung dibuang kembali ke laut tanpa mengalami proses sirkulasi ulang. Sistem pendingin terbuka umumnya diterapkan pada kapal-kapal berukuran kecil karena konstruksinya sederhana dan tidak memerlukan peralatan tambahan seperti heat exchanger. Namun demikian, penggunaan air laut secara langsung berpotensi menimbulkan korosi dan endapan pada komponen mesin, terutama jika digunakan dalam jangka waktu yang lama (Prawiro, 2024).

2) Sistem Pendingin Tertutup (*Indirect Cooling System*)

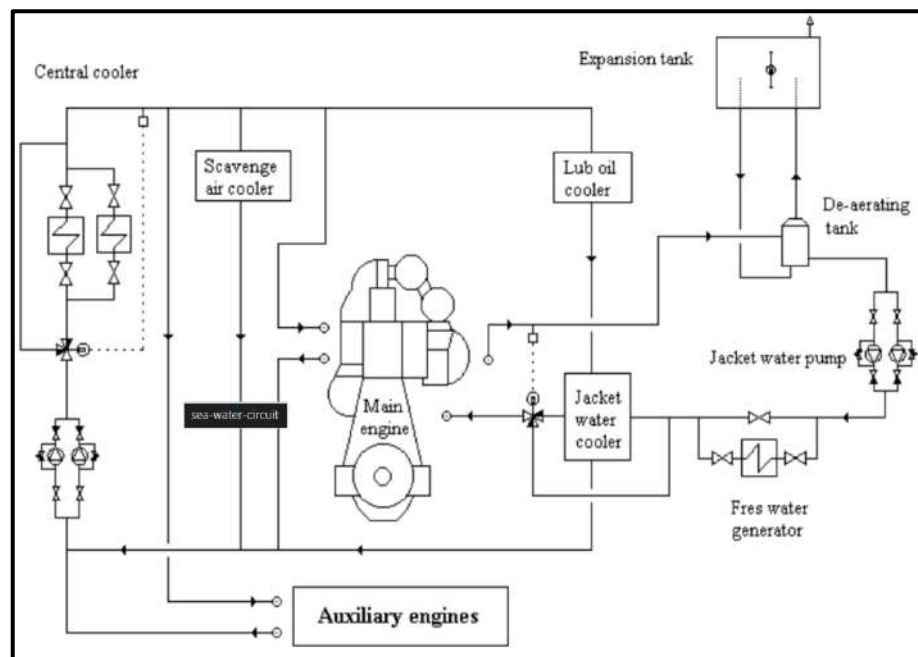


Gambar 2. 4 Skema Sistem Pendingin Tertutup

Sumber : Prawiro (2024)

Sistem pendingin tertutup adalah sistem pendinginan mesin kapal yang menggunakan air tawar sebagai media pendingin utama yang bersirkulasi secara terus-menerus di dalam mesin. Air tawar dialirkan melalui jacket pada silinder dan kepala silinder untuk menyerap panas, kemudian didinginkan kembali melalui alat penukar panas (*heat exchanger*) dengan bantuan air laut. Dalam sistem ini, air laut tidak bersentuhan langsung dengan komponen mesin, melainkan hanya berfungsi sebagai media pendingin sekunder. Sistem pendingin tertutup banyak digunakan pada mesin kapal berukuran besar karena mampu menjaga kestabilan temperatur kerja mesin serta mengurangi risiko korosi dan pembentukan kerak akibat air laut (Prawiro, 2024).

3) Sistem Pendingin Air Tawar (*Fresh Water Cooling System*)



Gambar 2. 5 Main Engine

Sumber : Prawiro (2024)

Sistem pendingin air tawar merupakan bagian dari sistem pendingin tertutup yang berfungsi khusus untuk mendinginkan mesin induk dan mesin bantu kapal menggunakan sirkulasi air tawar. Air tawar yang telah menyerap panas dari mesin dialirkan menuju *fresh water cooler* untuk menurunkan temperaturnya sebelum disirkulasikan kembali ke dalam mesin. Sistem ini memungkinkan pengendalian temperatur yang lebih akurat, sehingga mesin dapat bekerja pada suhu optimal (Prawiro, 2024).

3. *Fresh Water Jacket Cooling Main Engine*

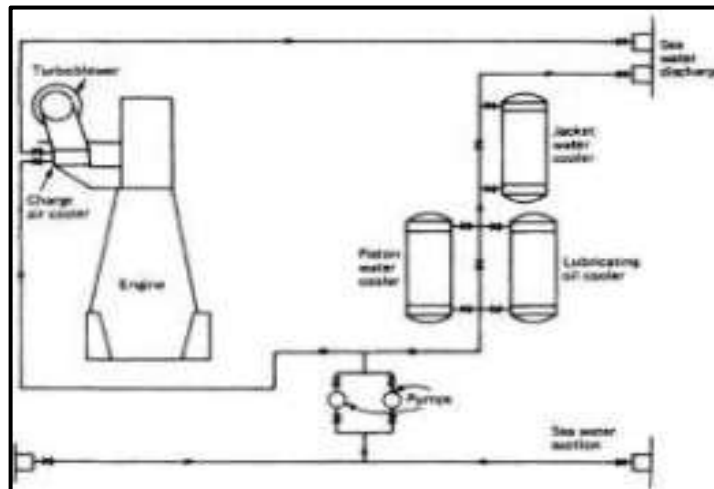
a. Pengertian *Fresh Water cooler*

Sistem pendingin pada *main engine* merupakan suatu sistem pendukung yang berfungsi untuk mengendalikan dan menjaga temperatur kerja mesin agar tetap berada dalam batas aman sesuai dengan spesifikasi pabrikan. Sistem ini bekerja dengan cara menyerap panas yang dihasilkan dari proses pembakaran bahan bakar dan gesekan antar komponen mesin, kemudian membuang panas tersebut ke media lain sehingga mesin tidak mengalami kenaikan temperatur berlebih (*overheating*). Tanpa adanya sistem pendingin yang bekerja secara efektif, temperatur tinggi dapat menyebabkan penurunan kekuatan material, deformasi komponen, hingga kerusakan serius pada main engine (McGeorge, 1995).

Pada kapal, sistem pendingin main engine umumnya menggunakan sistem pendingin tertutup dengan media air tawar (*fresh water jacket cooling system*). Dalam sistem ini, air tawar dialirkan melalui saluran jacket

yang mengelilingi *cylinder block* dan *cylinder head* untuk menyerap panas mesin. Selanjutnya, air tawar yang telah mengalami kenaikan temperatur akan didinginkan kembali melalui alat penukar panas (*fresh water cooler*) dengan bantuan air laut sebagai media pendingin sekunder. Penggunaan sistem pendingin tertutup bertujuan untuk menjaga kestabilan temperatur mesin, mengurangi risiko korosi, serta meningkatkan keandalan dan umur pakai komponen mesin induk (Taylor, 1996; Woodward, 2014).

b. Perinsip Kerja *Fresh Water cooler*



Gambar 2. 6 *Fresh Water Jacket Cooling Main Engine*

Sumber : McGeorge (1995)

Prinsip kerja sistem pendingin pada main engine kapal bertujuan untuk menjaga temperatur kerja mesin agar tetap berada dalam batas yang diizinkan selama proses pembakaran berlangsung. Sistem pendingin yang umum digunakan pada main engine kapal adalah sistem pendingin tertutup dengan media air tawar (*fresh water jacket cooling system*). Dalam sistem ini, air tawar berfungsi sebagai media utama yang menyerap panas dari

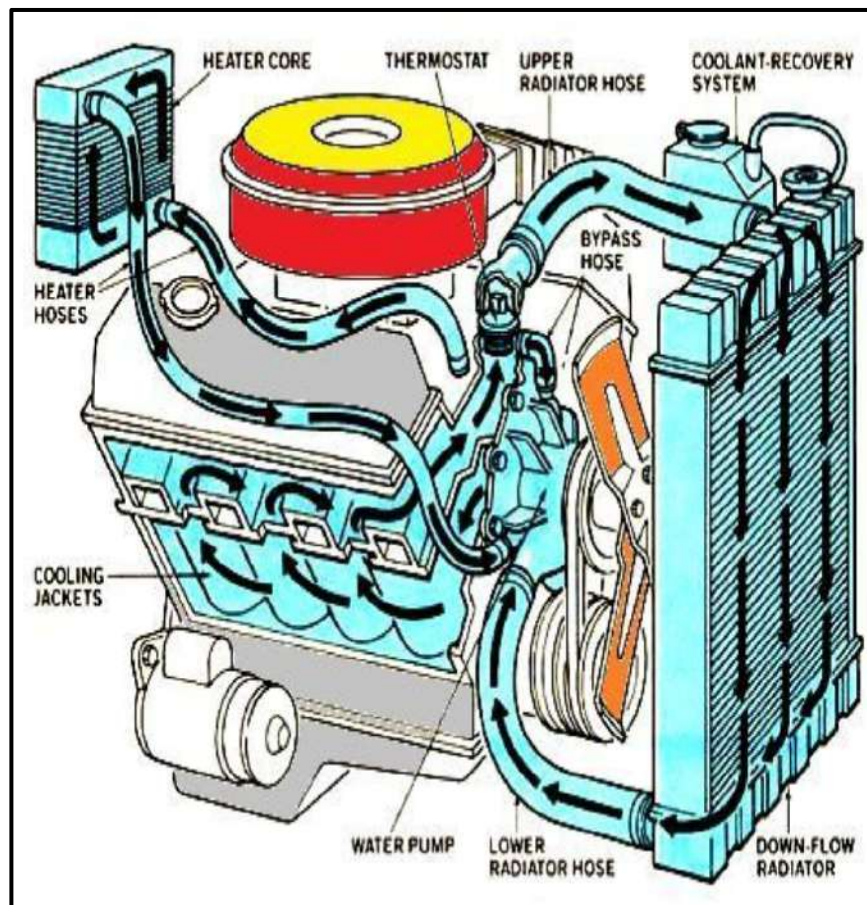
mesin, sedangkan air laut digunakan sebagai media pendingin sekunder untuk menurunkan temperatur air tawar melalui alat penukar panas atau *heat exchanger* (McGeorge, 1995).

Proses pendinginan dimulai ketika pompa sirkulasi air tawar mengalirkan air dari tangki ekspansi menuju *jacket* pada *cylinder block* dan *cylinder head main engine*. Air tawar tersebut mengalir mengelilingi dinding silinder dan kepala silinder untuk menyerap panas hasil pembakaran bahan bakar di dalam ruang bakar. Setelah menyerap panas, temperatur air tawar meningkat dan kemudian dialirkan menuju *fresh water cooler*. Di dalam *fresh water cooler*, panas dari air tawar dipindahkan ke air laut secara tidak langsung melalui permukaan penukar panas, sehingga temperatur air tawar kembali menurun sebelum disirkulasikan kembali ke mesin (Taylor, 1996).

Air laut yang digunakan sebagai media pendingin sekunder dipompa dari luar kapal dan dialirkan ke sisi lain dari *fresh water cooler*. Setelah menerima panas dari air tawar, air laut tersebut langsung dibuang kembali ke laut. Dengan sistem ini, air laut tidak bersentuhan langsung dengan komponen mesin, sehingga risiko korosi dan pembentukan endapan pada bagian dalam mesin dapat diminimalkan. Untuk menjaga kestabilan volume dan tekanan air dalam sistem pendingin tertutup, digunakan tangki ekspansi yang berfungsi sebagai penampung cadangan air serta sebagai pengendali tekanan akibat pemuaian air karena kenaikan temperatur (Woodward, 2014).

Melalui prinsip kerja tersebut, sistem pendingin pada *main engine* mampu menjaga temperatur mesin tetap stabil, mencegah terjadinya *overheating*. Gangguan pada salah satu komponen sistem pendingin, seperti pompa sirkulasi, *fresh water cooler*, atau *jacket water*, dapat menyebabkan penurunan efektivitas pendinginan dan berdampak langsung terhadap kinerja *main engine* (McGeorge, 1995).

c. Komponen *Cooling System*



Gambar 2. 7 Komponen *Cooling System*

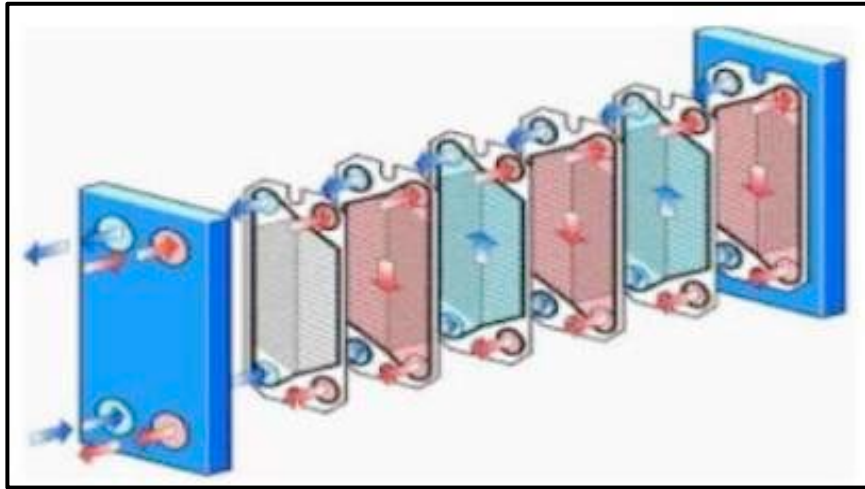
Sumber : Dhita (2022)

- 1) *Expansion tank* adalah tempat menampung air sementara dari hasil expansion air tawar.
- 2) *Fresh water cooling circulating pump* adalah pompa yang menghisap dan mengalirkan (fresh water) dari expansion tank menuju *engine* melewati *jacket cooling* dan didinginkan oleh fresh water cooler terlebih dahulu sebelum kembali ke *expansion tank*.
- 3) *Main engine jacket cooling* adalah komponen untuk mendinginkan *cylinder liner* dan *cylinder head*.
- 4) *Fresh water cooler* adalah alat untuk mendinginkan *fresh water* yang bersirkulasi di *main engine* dengan dialiri *sea water* ke dalam *cooler*.
- 5) *Seachest* terbagi menjadi dua posisi, yaitu :
 - a) *Upper seachest* merupakan lubang hisapan *sea water* pada lambung kapal kiri dan kanan di sisi atas dipakai pada saat berada di perairan dangkal.
 - b) *Lower seachest* merupakan lubang hisapan *sea water* posisi bawah kapal dipakai kapal saat berada perairan dalam.
- 6) *Filter* adalah alat penyaring kotoran *sea water* dari lubang hisapan *Sea chest*.
- 7) *Sea water cooling pum* adalah pompa yang berfungsi sebagai alat pendingin air tawar dari mesin yang di dinginkan oleh air laut.

d. Jenis-jenis *Fresh Water cooler*

Fresh water cooler adalah pesawat bantu yang berfungsi sebagai alat pendingin air tawar dari mesin yang didinginkan oleh air laut. Fresh water cooler memiliki dua tipe, yaitu:

1) *Cooler Plate Type*



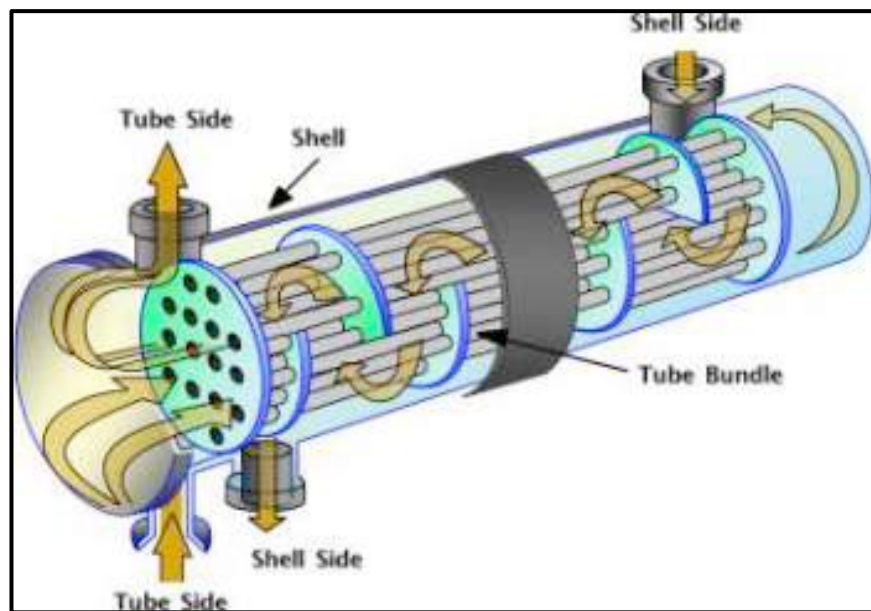
Gambar 2. 8 *Cooler Type Plate*

Sumber : Rifan dan Rizqiansyah (2021)

Rifan dan Rizqiansyah (2021), menyatakan bahwa *Fresh water cooler plate type* adalah salah satu tipe *Fresh water cooler* yang menggunakan plat untuk memindahkan panas antara dua *liquid* (cairan). Penggunaan *Fresh water cooler* ini lebih menguntungkan dari *tube type* karena permukaan fluida lebih sedikit memakan ruang dalam pemasangan. *Fresh water cooler plate type* terbagi dua ruangan tipis yang berada di dalam, membagi dua fluida dengan luas permukaan yang paling luas oleh plat. Plat tersebut memungkinkan perpindahan panas yang paling cepat.

2) Cooler Type Tube

Fresh water cooler tube type merupakan salah satu jenis alat penukar panas berdasarkan konstruksinya. *Fresh water cooler tube type* menjadikan satu *type* yang mudah dikenal. *Type* ini melibatkan tube sebagai komponen utama. Sistem ini bekerja menggunakan *sea water* yang dihisap *sea water cooling pump*, kemudian *sea water* akan melalui *fresh water cooler*. Setelah proses tersebut dilalui, maka *sea water* akan dibuang keluar dari kapal melalui *overboard valve* (Rifan dan Rizqiansyah, 2021).



Gambar 2. 9 Cooler Type Tube

Sember : Rifan dan Rizqiansyah (2021)

3) Sistem Jacket Cooling

Sistem *jacket cooling* adalah sistem dimana air adalah bahan baku untuk menyerap panas yang ditimbulkan oleh proses pembakaran, *jacket cooling* bersistem menyelimuti ruang besar yang berada di luar

liner ada ruangan yang penuh dengan air dan bekerja membungkus silinder liner, yang menghantarkan panas dalam ruang bakar ke air pendingin ruangan yang berlorong-lorong melewati sistem yang berpotensi menghasilkan panas berada didalam blok mesin dan *silinder heat*. Ada pula mesin yang memerlukan pendingin gas buang agar suhu dari gas buang tidak terlalu panas dan berdampak pada suhu ruang mesin.

4) Komponen *Fresh Water cooler*

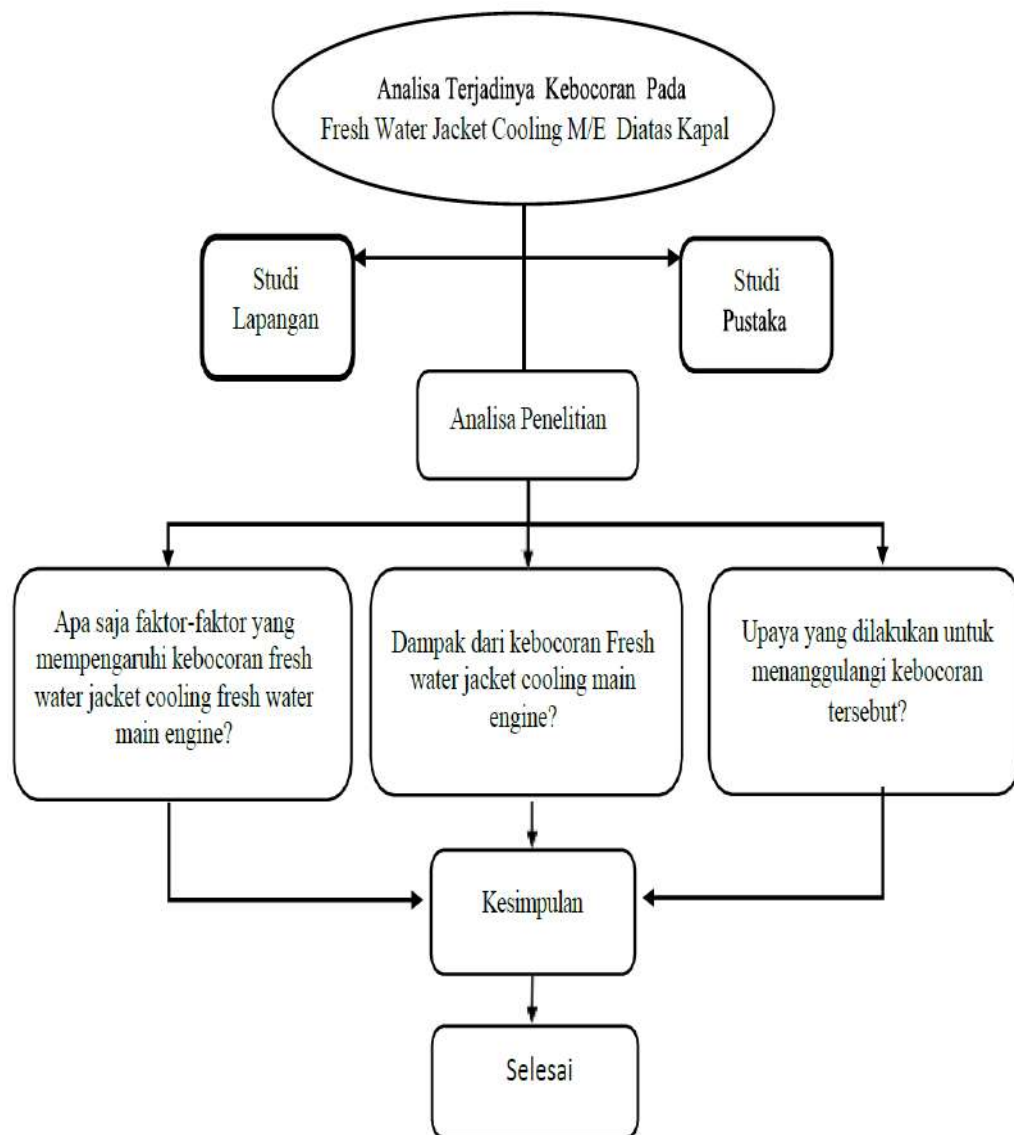
Komponen sistem pendingin tidak langsung (tertutup) pada perinsipnya komponen-komponen yang terdapat pada sistem pendingin tidak langsung atau pendinginan tertutup sama dengan komponen yang terdapat pada sistem pendinginan langsung atau pendinginan terbuka, hanya saja ada beberapa komponen tambahan yang digunakan karena disesuaikan jenis media yang digunakan untuk proses pendinginan yaitu air laut dan air tawar. Beberapa komponen yang terdapat pada pendinginan tidak langsung atau tertutup tersebut antara lain sebagai berikut :

- a) Tanki persediaan air tawar (tanki ekspansi), air dalam sistem pendinginan akan berekspansi apabila suhunya naik sehingga akan terjadi kelebihan air, dan kelebihan air ini akan di tempatkan pada tempat yang tertinggi di salurkan air pendingin supaya tekanan pada sistem selalu tertutup dan mencegah kantong uap atau udara pada sistem pendinginan.

- b) Alat penukar panas (*Heat Exchanger*), alat ini berfungsi untuk pengukuran panas yang dapat digunakan untuk memanfaatkan atau mengambil panas mendinginkan air tawar yang bersirkulasi dalam sistem pendinginan. Pada montor diesel yang digunakan di kapal-kapal, alat pendingin air tawar biasanya berbentuk cangkang dan tabung (*shell and tube*) dengan air laut sebagai media pendinginnya.
- c) pompa ini berfungsi untuk mengisap dan menekan air tawar agar bersirkulasi dalam sistem pendinginan.
- d) pipa saluran ini menerima tekanan dari pipa aliran air pendingin, tekanan yang diterima tergantung pipa.

C. Kerangka Penelitian

Tentang analisa terjadinya kebocoran pada *Fresh Water Jacket Cooling* mesin idnuk di atas kapal, karena itu harus dilakukan idantifikasi permasalahannya mengenai *Fresh Water Jacket Cooling* di atas kapal. Maka dibuat kerangka pikir penelitian sebagai berikut:



Gambar 2. 10 Kerangka Penelitian
Sumber : Peneliti (2025)

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan karya ilmiah terapan yang menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif. Pendekatan ini dipilih karena penelitian bertujuan untuk memahami dan menggambarkan secara mendalam suatu permasalahan teknis yang terjadi di lapangan berdasarkan kondisi nyata. Penelitian kualitatif deskriptif digunakan untuk menjelaskan fenomena secara sistematis, faktual, dan akurat melalui pengamatan langsung, wawancara, serta analisis dokumen yang relevan (Miles & Huberman, 2021).

Metode deskriptif kualitatif memungkinkan peneliti untuk menguraikan permasalahan yang bersifat kompleks menjadi bagian-bagian yang lebih terstruktur sehingga mudah dipahami. Dalam konteks penelitian ini, pendekatan tersebut digunakan untuk menganalisis dan mendeskripsikan upaya peningkatan pemahaman terhadap terjadinya kebocoran pada *fresh water jacket cooling main engine* di kapal MV. Harmoni Mas 3. Analisis dilakukan dengan menelaah penyebab kebocoran, kondisi sistem pendingin, serta langkah-langkah penanganan yang dilakukan di atas kapal berdasarkan data lapangan.

Penelitian ini berfokus pada pengumpulan dan pengolahan data kualitatif yang diperoleh melalui observasi langsung selama praktik laut, wawancara dengan engineer kapal, serta dokumentasi terkait sistem pendingin mesin induk. Data yang terkumpul kemudian dianalisis secara deskriptif untuk memberikan gambaran yang

jelas mengenai kondisi aktual sistem *fresh water jacket cooling* serta permasalahan yang terjadi. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan pemahaman yang komprehensif mengenai kebocoran pada sistem pendingin mesin induk dan menjadi bahan evaluasi dalam upaya peningkatan keandalan pengoperasian *main engine*.

B. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan selama penulis menjalani praktik di atas kapal. Seluruh taruna Politeknik Pelayaran Surabaya diwajibkan untuk menyelesaikan program yang disebut Praktik Laut (PRALA) sebagai bagian dari kurikulum pendidikan. Adapun waktu dan tempat pelaksanaan penelitian ini berlangsung pada saat taruna melaksanakan Praktik Laut (PRALA) di atas kapal MV. Harmoni Mas 3 selama kurang lebih 12 (dua belas) bulan dengan jabatan sebagai Cadet Mesin.

C. Sumber Data

Sumber data dalam penelitian ini terdiri dari data primer dan data sekunder, yang digunakan untuk mendukung proses analisis terhadap permasalahan kebocoran pada sistem *fresh water jacket cooling main engine* di kapal MV. Harmoni Mas 3.

1. Data Primer

Data primer merupakan data utama yang diperoleh secara langsung oleh peneliti dari sumber pertama di lapangan. Data ini dikumpulkan melalui pengamatan langsung, wawancara, serta keterlibatan peneliti selama menjalani praktik laut sebagai cadet mesin. Data primer dalam penelitian ini meliputi hasil observasi kondisi sistem *jacket cooling*, proses pengoperasian dan perawatan main engine, serta hasil wawancara dengan engineer kapal yang berkaitan dengan kejadian kebocoran dan penanganannya (Sulung & Muspawi, 2024).

2. Data Sekunder

Data sekunder adalah data pendukung yang diperoleh dari sumber tidak langsung, seperti dokumen, laporan, dan referensi tertulis yang relevan dengan penelitian. Data sekunder yang digunakan meliputi manual *main engine*, buku petunjuk sistem pendingin, laporan perawatan mesin, serta literatur teknis dan buku referensi yang berkaitan dengan sistem pendingin mesin kapal (Sulung & Muspawi, 2024).

D. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan untuk memperoleh informasi yang akurat dan relevan dengan permasalahan yang diteliti. Adapun teknik pengumpulan data yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Wawancara

Wawancara dilakukan secara terstruktur dengan mengajukan pertanyaan yang telah disiapkan sebelumnya kepada narasumber, yaitu *engineer* kapal

yang terlibat langsung dalam pengoperasian dan perawatan *main engine*. Teknik ini digunakan untuk memperoleh informasi mendalam mengenai penyebab kebocoran *fresh water jacket cooling* serta langkah-langkah penanganan yang dilakukan di atas kapal (Fadhallah, 2021).

2. Dokumentasi

Observasi dilakukan dengan cara mengamati secara langsung kondisi sistem pendingin *main engine* selama kapal beroperasi. Peneliti mencatat kondisi fisik komponen, alur kerja sistem *jacket cooling*, serta kejadian kebocoran yang terjadi selama praktik laut. Teknik observasi memungkinkan peneliti memperoleh gambaran nyata tanpa melakukan intervensi terhadap objek yang diamati (Wani et al., 2024).

3. Observasi Terstruktur

Dokumentasi dilakukan dengan mengumpulkan data berupa dokumen teknis, catatan perawatan, manual mesin, serta foto-foto pendukung yang berkaitan dengan sistem *fresh water jacket cooling*. Teknik ini digunakan untuk memperkuat data hasil observasi dan wawancara agar informasi yang diperoleh lebih valid dan dapat dipertanggungjawabkan (Audrilia & Budiman, 2020).

E. Pemilihan Informan

Pemilihan informan dalam penelitian ini dilakukan secara purposive, yaitu dengan mempertimbangkan peran dan pengetahuan informan terhadap permasalahan yang diteliti. Dalam penelitian kualitatif, informan dipilih

berdasarkan kemampuan mereka dalam memberikan informasi yang relevan dan mendalam (Heryana, 2018).

1. Informan Kunci

Informan kunci merupakan pihak yang memiliki kewenangan dan pengetahuan menyeluruh terhadap pengoperasian dan kebijakan teknis di atas kapal. Dalam penelitian ini, informan kunci adalah Chief Engineer MV. Harmoni Mas 3, karena bertanggung jawab langsung terhadap sistem mesin dan perawatannya.

2. Informan Utama

Informan utama adalah individu yang memahami secara teknis dan operasional permasalahan penelitian. Informan utama dalam penelitian ini adalah Second Engineer, yang terlibat langsung dalam pengoperasian dan perawatan sistem *fresh water jacket cooling main engine*.

3. Informan Pendukung

Informan pendukung merupakan anak buah kapal bagian mesin yang dapat memberikan informasi tambahan berdasarkan pengalaman kerja sehari-hari, khususnya yang berkaitan dengan pengamatan kebocoran dan kondisi sistem pendingin.

F. Validitas Data

Validitas data dalam penelitian kualitatif menunjukkan tingkat keakuratan dan kepercayaan data yang diperoleh. Untuk memastikan keabsahan data, penelitian ini menggunakan teknik triangulasi. Triangulasi merupakan metode

pengecekan data dengan membandingkan informasi yang diperoleh dari berbagai sumber, teknik, dan waktu yang berbeda (Mekarisce, 2020).

1. Triangulasi Sumber

Triangulasi sumber dilakukan dengan membandingkan data hasil wawancara dengan hasil observasi dan dokumentasi. Data yang diperoleh dari engineer kapal akan dicek kesesuaiannya dengan kondisi nyata di lapangan serta dokumen teknis yang tersedia (Sugiyono, dalam Nurfajriani et al., 2024).

2. Triangulasi Teknik

Triangulasi teknik dilakukan dengan membandingkan data yang diperoleh melalui teknik yang berbeda pada sumber yang sama. Misalnya, data hasil wawancara diverifikasi melalui observasi langsung dan dokumentasi, sehingga data yang diperoleh memiliki tingkat kepercayaan yang lebih tinggi (Sidiq & Choiri, 2019).

G. Teknik Analisis Data

Teknik analisis data dalam penelitian ini menggunakan model analisis interaktif Miles dan Huberman. Menurut Miles dan Huberman (Kase et al., 2023), analisis data kualitatif dilakukan secara terus-menerus dan berkesinambungan sejak proses pengumpulan data hingga penarikan kesimpulan. Model analisis ini terdiri dari empat tahapan utama, yaitu pengumpulan data, reduksi data, penyajian data, serta penarikan dan verifikasi kesimpulan, yang dijelaskan sebagai berikut:

1. Pengumpulan Data Awal

Tahap pengumpulan data merupakan fase awal di mana peneliti memperoleh data langsung di lapangan. Dalam penelitian ini, peneliti mengumpulkan data melalui observasi langsung terhadap kondisi dan sistem kerja *fresh water jacket cooling main engine*, wawancara dengan *crew* mesin, serta studi dokumentasi seperti catatan perawatan dan laporan gangguan mesin. Proses ini bertujuan untuk memastikan bahwa permasalahan kebocoran pada sistem pendingin benar-benar terjadi dan relevan dengan fokus penelitian. Seluruh hasil observasi, wawancara, dan dokumentasi dicatat sebagai data awal yang akan dianalisis lebih lanjut.

2. Reduksi Data (*Data Reduction*)

Pada tahap ini, peneliti melakukan proses penyaringan dan pemilihan data dari seluruh data yang telah dikumpulkan. Data yang tidak berkaitan langsung dengan permasalahan penelitian akan dieliminasi, sedangkan data yang relevan dipilih dan diringkas. Hasil wawancara ditranskripsikan dalam bentuk teks, kemudian diseleksi untuk menyoroti informasi penting seperti penyebab kebocoran, kondisi operasional mesin, serta prosedur perawatan yang dilakukan. Reduksi data ini bertujuan untuk mempermudah peneliti dalam memahami inti permasalahan secara lebih fokus dan sistematis.

3. Penyajian Data (*Data Display*)

Data yang telah diringkas selanjutnya disusun dan disajikan dalam bentuk yang mudah dipahami. Penyajian data dilakukan melalui uraian naratif, tabel, atau bagan yang menggambarkan hubungan antara kondisi sistem pendingin,

faktor penyebab kebocoran, serta dampaknya terhadap kinerja *main engine*. Pada tahap ini, peneliti juga mengelompokkan data ke dalam tema-tema tertentu, seperti faktor teknis, faktor perawatan, dan faktor operasional, sehingga pola permasalahan dapat terlihat dengan jelas.

4. Penarikan Kesimpulan dan Verifikasi (*Conclusion Drawing and Verification*)

Tahap terakhir adalah penarikan kesimpulan berdasarkan pola dan temuan yang diperoleh dari tahap penyajian data. Kesimpulan yang dihasilkan merupakan jawaban atas rumusan masalah penelitian terkait kebocoran pada *fresh water jacket cooling system main engine*. Selanjutnya, kesimpulan tersebut diverifikasi kembali dengan cara mencocokkan hasil analisis dengan data lapangan, hasil wawancara, dan dokumentasi yang ada, sehingga diperoleh hasil penelitian yang valid, konsisten, dan dapat dipertanggungjawabkan.