

**SKRIPSI**

**PENGARUH KEBOCORAN DI TUBE L.O COOLER  
TERHADAP KENAIKAN TEMPERATUR PADA  
AUXILIARY ENGINE DI KM. WILIS**



**WAHYU FERDIANSYAH**

**NIT : 21.42.023**

**TEKNIKA**

**PROGRAM PENDIDIKAN DIPLOMA IV PELAYARAN  
POLITEKNIK ILMU PELAYARAN MAKASSAR  
TAHUN 2025**

## PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Nama : Wahyu Ferdiansyah  
NIT : 21.42.023  
Program Studi : Teknika

Menyatakan bahwa skripsi dengan judul:

### **Pengaruh Kebocoran di Tube L.O Cooler Terhadap Kenaikan Temperatur Pada Auxiliary Engine di Km. Wilis**

Merupakan karya asli. Seluruh ide yang ada dalam skripsi ini yang penulis nyatakan sebagai kutipan, merupakan ide yang penulis susun sendiri.

Jika pernyataan diatas terbukti sebaliknya, maka penulis bersedia menerima sanksi yang ditetapkan oleh Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.

Makassar, 17 Oktober 2025



WAHYU FERDIANSYAH

NIT: 21.42.023

**PENGARUH KEBOCORAN DI TUBE L.O COOLER  
TERHADAP KENAIKAN TEMPERATUR PADA  
AUXILIARY ENGINE DI KM. WILIS**

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Menyelesaikan  
Program Pendidikan Diploma IV Pelayaran

Program Studi Teknika

Disusun dan Diajukan oleh

WAHYU FERDIANSYAH

NIT. 21.42.023

**PROGRAM PENDIDIKAN DIPLOMA IV PELAYARAN  
POLITEKNIK ILMU PELAYARAN MAKASSAR  
TAHUN 2025**

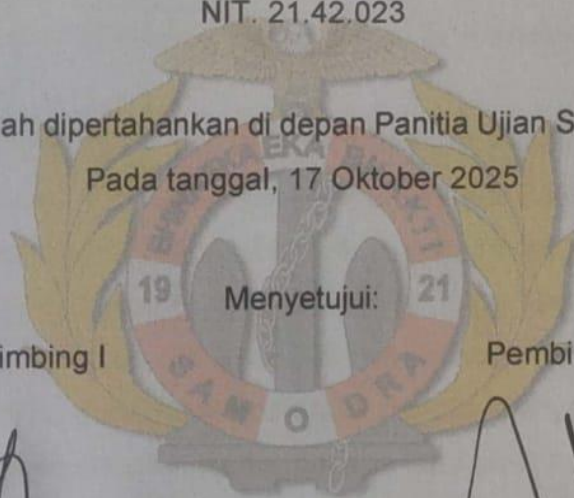
**SKRIPSI**  
**PENGARUH KEBOCORAN DI TUBE L.O COOLER**  
**TERHADAP KENAIKAN TEMPERATUR PADA**  
**AUXILIARY ENGINE DI KM. WILIS**

Disusun dan Diajukan oleh:

**WAHYU FERDIANSYAH**

NIT. 21.42.023

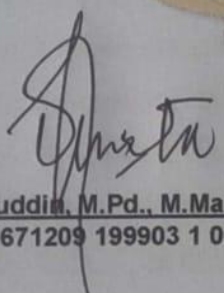
Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Skripsi  
Pada tanggal, 17 Oktober 2025

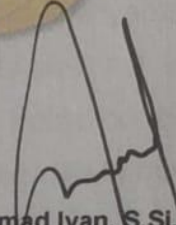


Menyetujui:

Pembimbing I

Pembimbing II

  
Dr. Sarifuddin, M.Pd., M.Mar.E.  
NIP. 19671209 199903 1 001

  
Dr. Muhammad Ivan, S.Si.T., M.Si., M.Mar.E.  
NIP. 19770304 200812 1 004

Mengetahui:

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

Ketua Program Studi Teknika

  
Capt. Faisal Saransi, MT., M.Mar  
NIP. 19750329 199903 1 002

  
Ir. Alberto, S.Si.T., M.Mar.E., M.A.P  
NIP. 19760409 200604 1 001

## PRAKATA

Alhamdulillah, Puji syukur ke hadirat Allah Subhanahu wata'ala, karena atas Rahmat dan Hidayah-Nya sehingga penulis diberi kemudahan dan kelancaran untuk menyelesaikan skripsi ini dengan judul "Pengaruh Kebocoran di *Tube L.O Cooler* Terhadap Kenaikan Temperatur Pada *Auxiliary Engine* di KM. Wilis".

Penyusunan skripsi ini dalam rangka untuk memenuhi persyaratan meraih gelar Sarjana Terapan Pelayaran (S.Tr.Pel), serta syarat untuk menyelesaikan program pendidikan Diploma IV Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, baik dari segi bahasa, susunan kalimat maupun cara penulisannya serta pembahasan materinya, mengingat keterbatasan ilmu pengetahuan yang penulis miliki. Penulis juga senantiasa terbuka menerima kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan skripsi ini. Untuk itu pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih dengan penuh rasa hormat dan ketulusan hati kepada:

1. Capt. Rudi Susanto, M.Pd. selaku Direktur Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar yang telah memberikan kemudahan dalam menuntut ilmu di Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.
2. Ir. Alberto, S.Si.T., M.Mar.E., M.A.P selaku Ketua Program Studi Teknika Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar yang telah memberikan kemudahan dalam menuntut ilmu di Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.
3. Dr. Sarifuddin, M.Pd., M.Mar.E. selaku Dosen Pembimbing I Penulisan dan Penyusunan Skripsi yang selalu meluangkan waktu dan selalu memberikan dukungan, nasihat, serta motivasi sehingga skripsi ini terselesaikan.
4. Dr Muhammad Ivan, S.Si.T., M.Si., M.Mar.E selaku Dosen Pembimbing II Penulisan Skripsi yang selalu meluangkan waktu untuk memberi saran dan perbaikan sehingga skripsi ini terselesaikan.

5. Seluruh Dosen dan Staff Pembina Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar yang telah membantu serta mengayomi saya selama menimba ilmu di Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.
6. Ayahanda Enci Fermana, Ibunda Andi Raja, serta keluarga tercinta yang selalu tulus memberikan do'a, nasihat, dan dukungan baik moral maupun material, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
7. Capt. Ronald Obednego Gandy, C/E Jul Hardiansyah, Bas Siswanto, Bas Irfan Taufiq, Bas Doni Prayoga, kadet deck, kadet mesin, Perwira deck, Perwira elect dan seluruh ABK dari KM. Wilis yang telah memberi ilmu dan kesempatan untuk belajar.
8. Seluruh Taruna/l yang telah memotivasi dan membantu saya dalam proses penyusunan skripsi, terkhusus Angkatan XLII.
9. Semua pihak yang telah membantu penyusunan skripsi ini, yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, namun telah banyak membantu dalam penyelesaian skripsi ini.

Akhir kata, dengan segala ketulusan hati penulis memohon maaf bila terdapat kalimat yang kurang berkenan di hati pembaca, penulis berharap skripsi ini dapat memberikan manfaat, menambah pengetahuan serta menjadi referensi bagi pihak-pihak yang membutuhkan.

Makassar, 17 Oktober 2025



WAHYU FERDIANSYAH  
NIT. 21.42.023

## ABSTRAK

WAHYU FERDIANSYAH 2025, Pengaruh Kebocoran di *Tube L.O Cooler* Terhadap Kenaikan Temperatur Pada *Auxiliary Engine* di Km. Wilis, dengan bimbingan dari Bapak Sarifuddin dan Bapak Muhammad Ivan.

*Auxiliary Engine* merupakan salah satu sistem penting dalam pengoperasian kapal, yang bergantung pada stabilitas sistem pelumasan dan pendinginan untuk menjaga performa kerja mesin. Salah satu komponen vital dalam sistem ini adalah *L.O Cooler* (Lube Oil Cooler), yang berfungsi sebagai penukar panas untuk menjaga suhu oli pelumas tetap berada dalam batas operasi yang aman. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penyebab, dampak, dan solusi teknis atas kenaikan suhu yang terjadi akibat kebocoran pada *Tube L.O Cooler*.

Penelitian dilaksanakan di atas kapal KM. Wilis, milik PT. Pelayaran Nasional Indonesia, dengan menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif. Metode yang digunakan mencakup observasi langsung, wawancara teknis dengan personel mesin kapal, serta dokumentasi visual terhadap *L.O Cooler* dan sistem pendingin terkait. Data suhu pelumas dan tekanan oli juga dianalisis untuk mendukung interpretasi teknis.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kebocoran pada *Tube L.O Cooler* menyebabkan terjadinya pencampuran air pendingin ke dalam sistem pelumas, yang berakibat pada penurunan viskositas oli dan gangguan pada fungsi pelumasan. Kondisi ini menyebabkan kenaikan suhu pelumas hingga melewati ambang batas aman, serta meningkatkan risiko keausan komponen seperti *Bearing* dan *Piston*. Solusi yang diterapkan mencakup penggantian *Tube*, pembersihan jalur pendingin, serta pemantauan suhu secara berkala melalui sensor dan pencatatan operasional mesin.

**Kata kunci:** *L.O Cooler*, *Auxiliary Engine*, Pelumas, Kebocoran, Sistem pendinginan, Suhu operasi.

## ABSTRACT

WAHYU FERDIANSYAH, 2025. *The Effect of Leakage in L.O Cooler Tubes on Temperature Increase in the Auxiliary Engine of KM. Wilis*, supervised by Mr. Sarifuddin and Mr. Muhammad Ivan.

The Auxiliary Engine is one of the essential systems in ship operations, relying on the stability of lubrication and cooling systems to maintain engine performance. One of the vital components in this system is the Lube Oil (L.O) Cooler, which functions as a heat exchanger to keep the lubricant oil temperature within safe operational limits. This study aims to analyze the causes, impacts, and technical solutions related to temperature rise resulting from tube leakage in the L.O Cooler.

The research was conducted aboard KM. Wilis, operated by PT. Pelayaran Nasional Indonesia, using a qualitative descriptive approach. The methods involved direct observation, technical interviews with engine room personnel, and visual documentation of the L.O Cooler and related cooling systems. Lubricant temperature and oil pressure data were also analyzed to support the technical interpretation.

The results indicate that leakage in the L.O Cooler tubes leads to coolant water mixing into the lubrication system, causing a decrease in oil viscosity and disruption in lubrication performance. This condition results in an increase in lubricant temperature beyond safe thresholds and raises the risk of wear in components such as bearings and pistons. The solutions implemented included tube replacement, coolant line cleaning, and regular temperature monitoring using sensors and operational logging.

**Keywords:** L.O Cooler, Auxiliary Engine, Lubrication, Leakage, Cooling system, Operational temperature.

## DAFTAR ISI

Halaman

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	i
PRAKATA .....	iv
ABSTRAK .....	vi
ABSTRACT .....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah .....	3
C. Batasan Masalah .....	3
D. Tujuan Penelitian .....	3
E. Manfaat Penelitian .....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	5
A. Pengertian Cooler.....	5
B. Prinsip Kerja Cooler .....	6
C. Klasifikasi Cooler .....	7
D. Jenis – Jenis Cooler .....	7
E. Pengertian L.O Cooler .....	8
F. Prinsip Kerja L.O Cooler .....	10
G. Jenis L.O Cooler .....	12
H. Komponen Utama Lubricating Oil Cooler.....	14
I. Auxiliary Engine.....	18
J. Sistem Sirkulasi Oli Pada Auxiliary Engine .....	19
K. Kerangka Fikir.....	20
L. Hipotesis.....	22

BAB III METODE PENELITIAN .....	23
A. Jenis Penelitian.....	23
B. Definisi Operasional Variabel .....	24
C. Teknik Pengumpulan Data.....	25
D. Teknik Analisis Data.....	26
E. Jadwal Penelitian .....	27
BAB IV HASIL PENELITIAN .....	30
A. Hasil Penelitian .....	30
B. Pembahasan Hasil Penelitian .....	42
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	46
A. KESIMPULAN.....	46
B. SARAN .....	47
DAFTAR PUSTAKA .....	49
LAMPIRAN.....	51

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Lubricating Oil System .....	11
Gambar 2. 2 L.O Cooler type Shell & Tube.....	13
Gambar 2. 3 L.O Cooler type Plate.....	14
Gambar 2. 4 Tube L.O Cooler .....	15
Gambar 2. 5 Plate L.O Cooler .....	16
Gambar 2. 6 Gasket .....	17
Gambar 2. 7 Auxiliary Engine (Caterpillar).....	19
Gambar 2. 8 Lubrucating Oil System AE .....	19
Gambar 4. 1 KM. Wilis .....	31
Gambar 4. 2 Mesin Bantu KM. Wilis .....	32
Gambar 4. 3 Tampilan Umum L.O Cooler pada Auxiliary Engine .....	38
Gambar 4. 4 Tube L.O Cooler Yang Mengalami Kebocoran.....	38

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kerangka Pikir .....	21
Tabel 3.1 Jadwal Penelitian .....	28
Tabel 4. 1 Daftar Pelabuhan Singgah .....	32
Tabel 4 2 General Specification Mesin Bantu .....	33
Tabel 4. 3 Suhu L.O Cooler dalam kondisi normal.....	41
Tabel 4. 4 Suhu L.O Cooler dalam Kondisi Abnormal.....	41

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Surat Izin Penelitian .....	53
Lampiran 2. Surat Keterangan Sudah Meneliti .....	54
Lampiran 3. Ship Particular Km. Wilis .....	55
Lampiran 4. Lubricating Oil System .....	55
Lampiran 5. Cooling Water System .....	55
Lampiran 6. Instrumen Penelitian .....	58
Lampiran 7. Dokumentasi Kegiatan .....	64
Lampiran 8. Dokumentasi L.O Cooler .....	66

# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Untuk menjaga keselamatan pelayaran, menjamin kelancaran operasional kapal, serta memastikan mesin berfungsi secara efisien, diperlukan upaya serius dalam mengelola sistem permesinan. Pelayaran yang aman, nyaman dan tepat waktu hanya dapat tercapai apabila seluruh peralatan kapal, khususnya mesin, berada dalam kondisi optimal. Salah satu faktor penting yang harus menjadi prioritas utama dalam menunjang kinerja kapal adalah pelaksanaan perawatan serta perbaikan mesin secara teratur dan sesuai prosedur diatas kapal.

Dalam dunia maritim, *Auxiliary Engine (AE)* memiliki peranan penting sebagai sumber tenaga listrik yang menunjang aktivitas operasional kapal. Di dalam sistem *AE*, terdapat komponen utama bernama *Lube Oil (L.O) Cooler* yang berfungsi menjaga kestabilan suhu pelumas agar tetap berada pada batas normal. Namun demikian, terjadinya kebocoran pada *Tube L.O Cooler* dapat mengakibatkan penurunan kemampuan pendinginan, menyebabkan peningkatan temperatur pelumas, serta berdampak negatif terhadap performa dan ketahanan mesin secara keseluruhan.

Salah satu bagian penting dalam sistem pendinginan pelumas adalah *Lube Oil Cooler*, yang memiliki peran utama dalam mengontrol suhu oli agar tetap dalam kisaran yang sesuai untuk menjaga efisiensi kerja mesin. Apabila temperatur oli melebihi batas yang ditentukan, kualitas pelumasan akan menurun sehingga gesekan antar komponen meningkat dan menyebabkan keausan yang lebih cepat. Kondisi tersebut dapat memperpendek masa pakai *Auxiliary Engine* serta menimbulkan potensi kerusakan berat. Oleh karena itu, kestabilan kinerja *Lube Oil Cooler* berpengaruh langsung terhadap keandalan serta keselamatan sistem permesinan kapal.

Permasalahan yang kerap muncul pada sistem *L.O Cooler* adalah terjadinya kebocoran pada bagian *Tube*. Kondisi tersebut dapat menyebabkan tercampurnya air pendingin dengan minyak pelumas, yang berakibat pada penurunan kemampuan pendinginan sistem. Kontaminasi antara dua fluida ini juga mengubah karakteristik kimia pelumas, menimbulkan endapan, menyebabkan korosi, serta menurunkan mutu pelumas. Dampak dari kejadian ini dapat terlihat jelas melalui peningkatan temperatur pada *Auxiliary Engine*, yang berpotensi mengakibatkan *overheat*, penghentian operasi mesin secara tiba – tiba, bahkan risiko kebakaran apabila tidak segera dilakukan penanganan yang tepat.

Selama melaksanakan praktik laut di atas kapal *KM. WILIS*, peneliti menemukan permasalahan ketika kapal akan berangkat dari Pelabuhan Kupang menuju Pelabuhan Kalabahi pada tanggal 25 Juni 2024. Saat pelayaran berlangsung, muncul indikasi peningkatan suhu minyak pelumas (*L.O Temperature*) ketika mesin bantu dioperasikan. Dalam kondisi kapal bergerak, kebutuhan daya listrik menjadi lebih besar dari biasanya untuk mendukung aktivitas operasional yang memerlukan pengaturan menyala dan matinya mesin sesuai kebutuhan perjalanan.

Setelah dilakukan pemeriksaan oleh Masinis III bersama kru mesin, ditemukan adanya kebocoran pada bagian *Tube L.O Cooler* pada mesin bantu. Kejadian tersebut menjadi latar belakang utama penulis dalam memilih topik penelitian ini, dengan tujuan untuk mengkaji penyebab terjadinya kebocoran serta langkah – langkah pencegahannya.

Penelitian ini dimaksudkan untuk menganalisis faktor penyebab serta mencari solusi teknis terhadap kebocoran pada *tube L.O Cooler* mesin bantu kapal. Dengan memahami penyebab utama terjadinya kebocoran, diharapkan penelitian ini dapat memberikan rekomendasi preventif agar kejadian serupa tidak terulang dikemudian hari.

Dalam Beberapa tahun terakhir, kasus kebocoran pada *Tube Lube Oil Cooler* mesin bantu sering terjadi pada kapal-kapal niaga yang beroperasi di wilayah perairan Indonesia. Kondisi tersebut tidak hanya menimbulkan kerugian secara finansial akibat biaya perbaikan yang tinggi, tetapi juga berpotensi mengancam keselamatan pelayaran serta mengganggu ketepatan jadwal operasional kapal.

Atas dasar itu, penelitian ini diharapkan mampu memberikan kontribusi nyata dalam memperluas pemahaman teknis mengenai sistem *Tube L.O Cooler*, sekaligus menjadi landasan ilmiah dalam pelaksanaan langkah – langkah pencegahan dan perbaikan di lapangan.

## **B. Rumusan Masalah**

Berdasarkan uraian latar belakang yang telah disampaikan sebelumnya, maka permasalahan yang akan dikaji dalam penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Faktor – faktor apa saja yang menjadi penyebab terjadinya kebocoran pada *Tube L.O Cooler* mesin bantu di kapal KM. Wilis?
2. Bagaimana langkah – langkah pencegahan serta solusi teknis yang dapat diterapkan untuk mengatasi kebocoran pada *Tube L.O Cooler* mesin bantu di kapal KM. Wilis?

## **C. Batasan Masalah**

Agar penelitian ini tetap terarah dan berfokus pada pokok permasalahan, pembahasan dibatasi hanya pada analisis mengenai faktor – faktor penyebab serta langkah – langkah pencegahan terhadap kebocoran yang terjadi pada *Tube L.O Cooler* mesin bantu di kapal KM. Wilis. Kajian ini tidak mencakup pembahasan terhadap komponen mesin lainnya maupun jenis kerusakan yang tidak memiliki keterkaitan langsung dengan *Tube L.O Cooler*.

#### **D. Tujuan Penelitian**

Tujuan yang ingin dicapai melalui pelaksanaan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui dan menganalisis faktor-faktor yang menjadi penyebab terjadinya kebocoran pada *Tube L.O Cooler* mesin bantu di kapal KM. Wilis.
2. Mengidentifikasi serta merumuskan langkah – langkah pencegahan atau solusi yang dapat diterapkan untuk menghindari terjadinya kebocoran *Tube L.O Cooler* di waktu yang akan datang.

#### **E. Manfaat Penelitian**

Manfaat yang dapat diperoleh dari hasil pembahasan penelitian ini dijabarkan sebagai berikut:

##### **1. Manfaat Teoritis**

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan kajian ilmiah di bidang teknik permesinan kapal, terutama dalam memahami permasalahan kebocoran pada *Tube L.O Cooler* mesin bantu kapal.

##### **2. Manfaat Praktis**

- a. Dapat dijadikan acuan bagi teknisi maupun operator kapal dalam mengidentifikasi faktor – faktor penyebab kebocoran pada *Tube L.O Cooler* serta langkah – langkah penanganannya.
- b. Memberikan wawasan kepada pembaca dan pihak terkait mengenai tindakan pencegahan serta perbaikan terhadap kebocoran *L.O Cooler*, berdasarkan kasus yang ditemukan di kapal KM. Wilis.
- c. Bagi lembaga pendidikan pelayaran, hasil penelitian ini dapat dijadikan sebagai materi studi kasus dalam proses pembelajaran teknik permesinan kapal, khususnya pada topik pemeliharaan mesin bantu dan penanganan kebocoran komponen vital seperti *Lube Oil Cooler*.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### A. Pengertian *Cooler*

*Cooler* atau alat penukar panas (*Heat Exchanger*) merupakan salah satu komponen vital dalam sistem permesinan kapal, terutama pada mesin bantu (*Auxiliary Engine*). Fungsi utama dari *Cooler* adalah menurunkan suhu *fluida* kerja seperti pelumas, air pendingin, atau cairan lainnya agar tetap berada pada batas operasional yang aman. Salah satu jenis *Cooler* yang paling sering digunakan dalam sistem pelumasan mesin adalah *Lube Oil Cooler (L.O Cooler)*. Alat ini memanfaatkan media pendingin berupa air laut atau air tawar untuk menyerap panas dari oli pelumas yang telah bersikulasi di dalam mesin.

*Cooler* memiliki fungsi penting dalam mencegah terjadinya *over heating* (panas berlebihan) dengan cara mengalirkan *fluida* panas melalui sistem pendingin berbasis cairan dingin. Proses ini memungkinkan terjadinya perpindahan panas dari *Fluida* bersuhu tinggi ke media pendingin tanpa kontak langsung antara keduanya. Biasanya, air pendingin digunakan sebagai media utama, dimana *fluida* panas mengalir di dalam pipa sementara air pendingin berada di sisi luar pipa untuk menyerap panas secara efisien.

Menurut Shanu Khan (2017:9,10) dalam bukunya *Modeling and Temperature Control of Cooler* pendingin air tawar Proses, alat penukar panas diklasifikasikan menjadi dua jenis utama berdasarkan arah aliran *fluida*. Pertama, tipe *parallel-flow heat exchanger*, di mana kedua *fluida* masuk dari sisi yang sama dan mengalir sejajar menuju ujung lainnya. Kedua, tipe *counter-flow heat exchanger*, dimana kedua *fluida* bergerak dari arah yang berlawanan. Desain arus berlawanan dinilai lebih efisien karena mampu mentransfer panas dalam jumlah yang lebih besar dari media panas ke media yang dingin.

*Cooler* merupakan perangkat bantu yang berfungsi sebagai alat penukar panas, dimana panas yang dihasilkan dari mesin dipindahkan ke media pendingin seperti air laut atau air tawar. Media tersebut berperan dalam menyerap panas dari mesin, kemudian air pendingin berbasis air laut yang telah membawa panas akan dialirkan ke luar kapal sebagai bagian dari proses pembuangan panas.

## **B. Prinsip kerja *Cooler***

Prinsip utama dari seluruh jenis *cooler* adalah proses pertukaran panas (*heat exchanger*), yaitu mengalirkan fluida bersuhu tinggi melalui permukaan atau pipa logam yang dialiri oleh media pendingin, baik berupa udara maupun cairan. Dengan cara ini, panas dari *fluida* tersebut berpindah ke media pendingin hingga suhunya menurun.

Menurut Wibowo & Hartono (2023), mekanisme perpindahan panas di dalam *cooler* berlangsung melalui tiga proses utama, yaitu konduksi, yakni perpindahan panas melalui dinding logam tabung, kemudian konveksi, yaitu perpindahan panas antara *fluida* dengan permukaan tabung, serta radiasi, yang meskipun kecil, tetap dapat terjadi pada kondisi tertentu di sistem pendingin kapal. Tingkat efisiensi proses ini dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain luas area perpindahan panas, kecepatan aliran *fluida*, viskositas oli, serta kondisi material tabung pendingin.

Secara khusus, *Lube Oil Cooler (L.O Cooler)*, bekerja dengan prinsip gabungan antara konduksi dan konveksi paksa, melalui tahapan berikut:

- 1) Masuknya oli panas dari mesin

Oli pelumas yang telah bersikulasi di dalam mesin menyerap panas dari komponen mesin sehingga suhunya meningkat sebelum dialirkan menuju cooler.

- 2) Proses pertukaran panas dalam Cooler

Oli panas mengalir di dalam tabung *cooler* yang dikelilingi oleh media pendingin seperti air laut, air tawar, atau udara. Panas dari oli berpindah ke media pendingin melalui dinding logam

tabung (konduksi), kemudian media pendingin membawa panas tersebut menjauh melalui proses konveksi.

3) Oli dingin dialirkan kembali ke mesin

Setelah proses pendinginan selesai, oli dengan suhu yang lebih rendah dikembalikan ke mesin untuk menjalankan fungsi pelumasan berikutnya.

### C. Klasifikasi Cooler

Berdasarkan arah aliran *fluida*, *Cooler* dapat dikategorikan menjadi dua jenis utama, yaitu:

1. Parallel Flow (Aliran Sejajar)

Pada sistem ini, *fluida* bersuhu tinggi dan *fluida* pendingin bergerak dari arah yang sama. Keduanya masuk melalui satu sisi dan keluar melalui sisi berlawanan.

2. Counter Flow (Aliran Berlawanan Arah)

Dalam konfigurasi ini, *fluida* panas dan *fluida* pendingin mengalir dari arah yang saling bertentangan. Pola aliran semacam ini memiliki efisiensi perpindahan panas yang lebih baik karena perbedaan temperatur antara kedua *fluida* dapat dipertahankan secara konstan sepanjang permukaan perpindahan panas.

### D. Jenis – Jenis Cooler

1. Lube Oil Cooler

*L.O Cooler* merupakan alat penukar panas yang berfungsi menurunkan suhu oli pelumas mesin bantu setelah digunakan untuk melumasi bagian – bagian mesin yang saling bergesekan. Selama proses kerja mesin, pelumas akan mengalami peningkatan suhu akibat gesekan antar komponen yang bergerak. Apabila tidak dilakukan proses pendinginan, kualitas pelumas akan menurun sehingga mempercepat keausan dan kerusakan pada komponen mesin.

Pelumasan memiliki fungsi utama untuk mengurangi gesekan dan keausan pada permukaan logam yang saling bersinggungan,

sehingga dapat meningkatkan efisiensi daya keluaran serta memperpanjang umur pakai (*service life*) mesin. Jika sistem pelumasan tidak berfungsi optimal, maka gesekan antar komponen akan meningkat dan menimbulkan kerusakan . Selain itu, pelumas juga berperan sebagai media pendingin yang menyerap panas dari bantalan, silinder, serta bagian mesin lainnya yang bekerja pada suhu tinggi.

## 2. Jacket Water Cooler

*Jacket water cooler* adalah sistem pendingin yang memanfaatkan air tawar sebagai media penyerap panas kemudian dialirkan menuju alat penukar panas lain yang menggunakan air laut sebagai media pendingin utama. Sistem ini dirancang untuk menjaga suhu mesin tetap berada pada batas operasi yang ideal sekaligus mencegah terjadinya korosi akibat paparan langsung air laut.

Fungsi utama *Jacket water cooler* adalah menurunkan temperatur air pendingin yang bersirkulasi di sekitar jaket silinder mesin. Jika air pendingin menjadi terlalu panas, dapat menyebabkan kerusakan pada komponen seperti *liner*, *piston*, dan *cylinder head*. Oleh karena itu, sistem ini berperan penting dalam menjaga kestabilan suhu kerja mesin agar proses pembakaran dan kinerja mekanis tetap optimal (Islam & Martin, 2025).

## 3. Plate Heat Exchanger

*Plate heat exchanger* merupakan jenis alat penukar panas yang menggunakan pelat – pelat logam tipis yang disusun berlapis – lapis untuk memperluas area perpindahan panas antara dua *fluida* yang berbeda. Desain berlapis ini menghasilkan efisiensi tinggi dalam ukuran yang relatif ringkas, namun memiliki kelemahan berupa kebutuhan perawatan lebih intensif untuk mencegah kebocoran pada sambungan antar pelat.

## 4. Shell and Tube Cooler

*Shell and Tube Cooler* terdiri atas sejumlah tabung kecil (*Tube*) yang ditempatkan didalam sebuah wadah berbentuk cangkang (*shell*). Salah satu *Fluida* mengalir di dalam tabung, sementara *Fluida*

lainnya mengalir di bagian luar tabung di dalam cangkang tersebut, konfigurasi ini memungkinkan proses perpindahan panas yang efisien antar dua *fluida*. Jenis pendingin ini banyak digunakan di kapal karena konstruksinya yang kuat, mudah dibersihkan, dan mampu beroperasi pada tekanan tinggi.

#### **E. Pengertian L.O Cooler**

Menurut Ibrahim, dkk (2020), *L.O Cooler* merupakan jenis *cross flow compact heat exchanger* yang berfungsi untuk melepaskan panas dari oli pelumas yang dialirkan melalui sisi *shell*, kemudian panas tersebut dipindahkan ke sisi *Tube* menggunakan *Fluida* pendingin berupa air. Kedua *fluida* tersebut tidak bercampur karena dipisahkan oleh dinding penukar panas didalam alat. Seiring waktu penggunaan, kinerja *Oil Cooler* dapat mengalami penurunan akibat menurunnya laju perpindahan panas antara kedua media tersebut.

Sementara itu, menurut Amin Nur Akhmadi & Syaefani Arif Romadhon (2016), *Oil Cooler* pada mesin diesel berfungsi sebagai alat yang menjaga suhu oli pelumas tetap stabil, karena oli memiliki peran vital dalam melumasi dan melindungi komponen – komponen mesin dari gesekan berlebih selama proses operasi.

Dari pendapat tersebut, dapat disimpulkan bahwa *L.O Cooler* merupakan salah satu komponen penting pada sistem mesin bantu yang berfungsi untuk menurunkan suhu oli pelumas setelah digunakan untuk melumasi bagian – bagian mesin yang mengalami gesekan selama proses kerja. Oli pelumas memiliki peran yang sangat signifikan dalam menjaga kestabilan suhu mesin. Fungsinya tidak hanya sebagai pelumas untuk mengurangi gesekan, tetapi juga sebagai media penyerap panas yang timbul akibat pembakaran bahan bakar maupun gesekan antar komponen dan generator.

Sistem pelumasan termasuk dalam sistem utama pada mesin kapal, yang terdiri atas beberapa komponen seperti tangki penyimpanan oli pelumas, pompa oli (*oil pump*) jaringan pipa penyalur oli, serta perangkat pengatur tekanan agar distribusi pelumasan

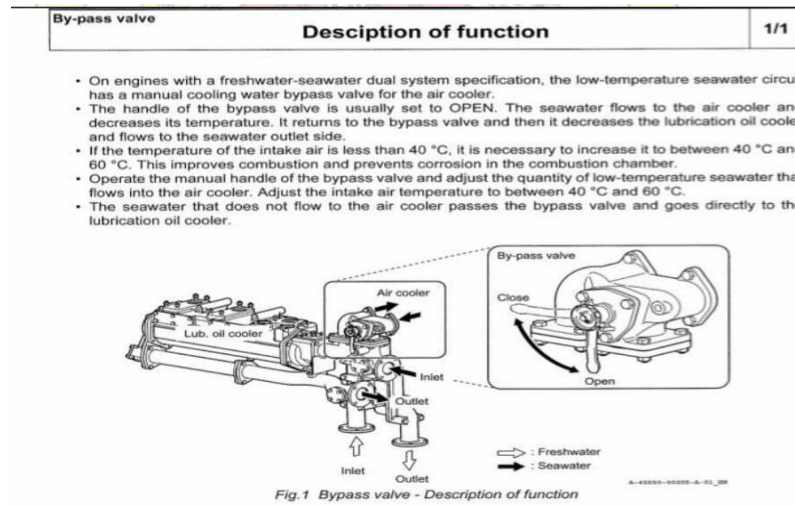
berjalan optimal ke seluruh bagian mesin yang memerlukannya.

Panas pada mesin timbul akibat proses pembakaran bahan bakar serta gesekan antar bagian mekanis. Ketika oli pelumas mengalir melewati komponen mesin yang bersuhu tinggi, panas tersebut diserap oleh oli. Karena suhu oli meningkat, maka perlu dilakukan proses pendinginan menggunakan air laut sebagai media penukar panas.

Proses perpindahan panas tersebut berlangsung di dalam alat yang disebut *Lubrication Oil Cooler*, dimana *Fluida* yang didinginkan adalah oli pelumas, sedangkan *Fluida* pendinginnya berupa air laut. Dalam beberapa jenis mesin, posisi *L.O Cooler* terpasang menyatu dengan mesin, namun pada sistem lain dapat ditempatkan secara terpisah, sehingga memerlukan tambahan sistem perpipaan untuk menghubungkannya.

Tahapan pendinginan di dalam Lube Oil Cooler dimulai ketika air laut masuk ke dalam sea chest. Setelah itu, air laut melewati filter sea chest yang berfungsi menyaring kotoran agar air pendingin tetap bersih. Selanjutnya, air laut disalurkan menggunakan cooling sea water pump yang bertugas menghisap air laut dari luar kapal. Kemudian air tersebut mengalir menuju L.O Cooler untuk menurunkan suhu oli pelumas. Setelah melalui proses ini, air laut diteruskan ke fresh water cooler dan intercooler untuk mendinginkan komponen lain dalam sistem pendingin mesin. Pada tahap akhir, air laut dialirkan keluar kapal melalui saluran overboard. Seluruh rangkaian proses ini berfungsi menjaga suhu kerja oli pelumas agar tetap optimal, sehingga kinerja mesin bantu dapat berjalan dengan efisien, aman, dan berumur panjang.

Gambar 2. 1 Lubricating Oil System



Sumber: Manual Book

## F. Prinsip Kerja L.O Cooler

Prinsip kerja *L.O Cooler* pada tipe *Tube Cooler* didasarkan pada proses perpindahan panas secara konveksi, yaitu pemindahan panas dari oli pelumas ke air pendingin. Oli pelumas yang telah menerima panas dari mesin dialirkan melalui saluran di dalam *tube cooler*, sedangkan air pendingin mengalir di sekitar tabung tersebut. Melalui dinding tabung logam, panas dari oli berpindah ke air pendingin, sehingga suhu oli menurun sebelum kembali digunakan.

*L.O Cooler* berfungsi sebagai alat untuk menurunkan temperatur oli pelumas pada mesin bantu dengan menggunakan air laut sebagai media pendingin. Dalam sistem ini, air laut dialirkan melalui bagian dalam pipa, sedangkan oli pelumas mengalir dibagian luarnya. Proses ini memungkinkan perpindahan panas antar kedua *fluida* tanpa kontak langsung. Oli yang telah didinginkan kemudian dialirkan kembali ke mesin melalui pompa sirkulasi. Jika suhu oli terlalu rendah, aliran akan dialihkan melalui jalur *bypass* dengan membuka katup (*valve*). Sebaliknya, apabila suhu oli terlalu tinggi, maka katup *bypass* akan ditutup agar seluruh oli dialirkan ke dalam *cooler* untuk menurunkan

suhunya.

Minyak pelumas pada sistem permesinan berfungsi mengurangi gesekan antara komponen – komponen mesin yang bergerak. L.O Cooler bekerja berdasarkan prinsip perpindahan panas tidak langsung, dimana oli pelumas yang telah menyerap panas dari mesin dialirkan melalui sisi *shell* dari *heat exchanger*, Sedangkan media pendingin mengalir melalui sisi *tube*. Panas oli berpindah melalui dinding pipa menuju *fluida* pendingin, sehingga suhu oli berkurang sebelum kembali ke sistem pelumasan utama.

Menurut Yu Et Al, (2021), efektivitas *L.O Cooler* sangat dipengaruhi oleh desain geometri pelat atau tabung, kecepatan aliran *Fluida*, serta kondisi operasional sistem. Dalam sistem pendingin yang berfungsi optimal, suhu oli pelumas dipertahankan pada kisaran 40-55°C untuk memastikan stabilitas performa dan efisiensi kerja mesin.

Dengan demikian, *L.O Cooler* berperan penting dalam menjaga suhu oli pelumas tetap dalam batas aman, sehingga proses pelumasan berlangsung efektif dan efisiensi kerja mesin bantu tetap terjaga. Tanpa sistem pendinginan ini, peningkatan suhu oli dapat menyebabkan penurunan kualitas pelumasan serta potensi kerusakan serius pada komponen mesin.

## **G. Jenis L.O Cooler**

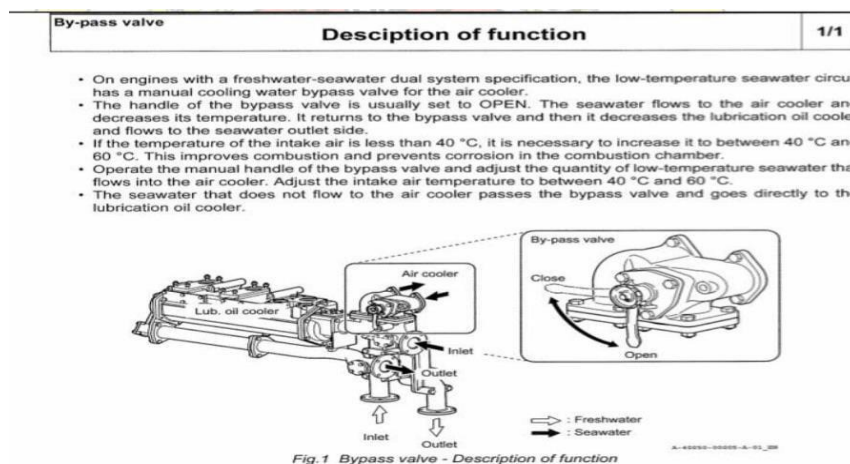
Secara umum, terdapat dua jenis utama *L.O Cooler* yang digunakan pada sistem pendinginan mesin, yaitu tipe tabung (*Shell & Tube*) dan tipe Plat (*Plate Type*). Berikut merupakan uraian dari masing – masing jenis *L.O Cooler* :

### **1. *L.O Cooler* Tipe *Shell & Tube***

Menurut Septian, dkk (2021) *heat exchanger* tipe *Shell and Tube* merupakan jenis penukar panas yang paling banyak diaplikasikan di berbagai bidang industri, khususnya disektor perminyakan. Desain alat ini terdiri dari sebuah tabung berdiameter besar (*shell*) yang didalamnya terdapat sejumlah pipa kecil (*tube*) berdiameter lebih kecil. Sistem ini bekerja secara tidak langsung karena proses

pertukaran panas terjadi melalui dinding pipa sebagai media pemisah antara dua *fluida*. Pada sistem ini, oli pelumas yang bersuhu tinggi dialirkan melalui sisi luar pipa (*shell side*), sedangkan air laut sebagai *fluida* pendingin dialirkan melalui bagian dalam tabung (*tube side*). Setelah proses pertukaran panas berlangsung, air laut yang menyerap panas dari oli kemudian dialirkan keluar kapal. Jenis L.O Cooler tipe tabung ini digunakan pada mesin *diesel* generator di kapal KM. Wilis, dengan posisi pemasangan menempel langsung pada badan *Auxiliary Engine*.

Gambar 2. 2 L.O Cooler type Shell & Tube



Sumber: Manual Book

## 2. L.O Cooler Tipe Plate

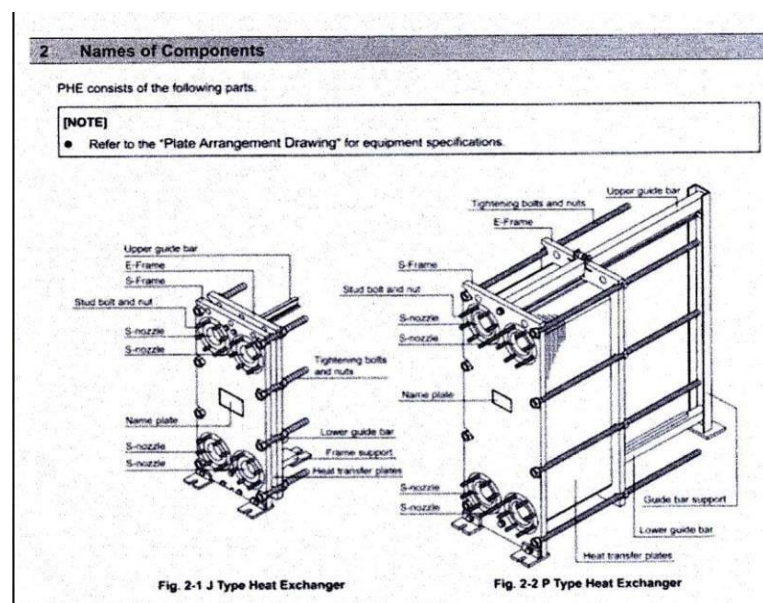
Menurut Yusim, dkk (2020), alat penukar panas jenis Plat atau *Plate Heat Exchanger (PHE)* merupakan tipe *heat exchanger* yang menggunakan plat sebagai media utama perpindahan panas antara dua *fluida* berbeda. Perangkat ini tersusun dari sejumlah plat yang dibentuk dan disusun berlapis sedemikian rupa, sehingga setiap aliran *fluida* dipisahkan oleh plat – plat tersebut.

*Fluida* mengalir di antara plat logam, dimana plat tersebut berfungsi sebagai perantara pertukaran panas. Proses ini memungkinkan energi panas dari *fluida* bersuhu tinggi berpindah ke

*fluida* bersuhu lebih rendah. Akibatnya, *fluida* panas mengalami penurunan suhu, sementara *fluida* dingin mengalami kenaikan suhu hingga keduanya mencapai kondisi termal yang lebih seimbang, sesuai prinsip kerja *L.O Cooler*.

Secara konstruksi, alat penukar panas tipe plat terdiri atas kumpulan plat (*plate*) dan rangka (*frame*) yang dipisahkan oleh sekat. Setiap sekat disatukan menggunakan perangkat penekan dengan jarak antar plat ditentukan oleh sekat tersebut. Pada bagian sudut plat berbentuk persegi panjang terdapat lubang yang berfungsi sebagai jalur masuk dan keluar *fluida*. Susunan plat diatur sedemikian rupa sehingga terbentuk dua jalur aliran, yaitu *hot side* untuk *fluida* panas dan *cold side* untuk *fluida* dingin, yang mengalir secara berlawanan arah. Untuk mencegah kebocoran pada sistem *L.O Cooler*, digunakan *gasket* dengan material yang tahan terhadap suhu tinggi serta reaksi kimia. Pada prinsipnya, *L.O Cooler* tipe plat merupakan rangkaian – rangkaian plat yang disusun rapat dan dilapisi dua plat penutup utama (*cover plate*).

Gambar 2. 3 L.O Cooler type Plate



Sumber: Manual Book

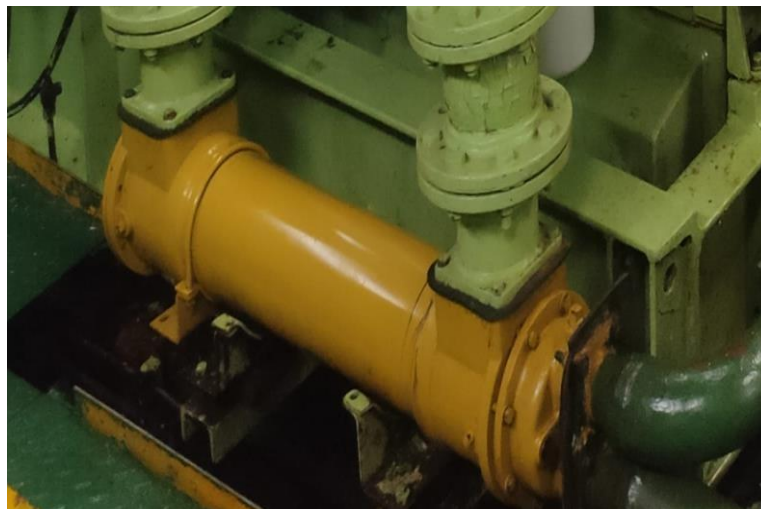
## H. Komponen Utama Lubricating Oil Cooler

Secara umum, komponen utama dari unit *Lubrication Oil Cooler* terbagi menjadi tiga, yaitu :

### 1. *Tube*

*Tube* merupakan elemen inti dari sistem *L.O Cooler* yang berfungsi sebagai saluran utama tempat oli pelumas panas dialirkan. Proses perpindahan panas berlangsung melalui dinding tabung ini, di mana oli bersuhu tinggi diturunkan temperaturnya oleh *fluida* pendingin (baik air laut maupun air tawar) yang mengalir di sisi tabung, atau sebaliknya tergantung desain sistemnya. Untuk mengoptimalkan efisiensi perpindahan panas, tabung – tabung berdiameter kecil tersebut dirancang dengan ukuran yang disesuaikan terhadap kebutuhan kinerja *cooler*. Kinerja pendinginan sangat dipengaruhi oleh konduktivitas termal bahan *tube* serta kondisi kebersihan permukaannya. Gangguan umum yang sering muncul pada *tube* meliputi korosi (terutama *pitting corrosion* akibat paparan *ion klorida* dari air laut), *fouling* (penumpukan kotoran, garam dan kerak), serta keausan akibat getaran berulang. Kondisi tersebut dapat meningkatkan potensi kebocoran yang berimplikasi pada penurunan efisiensi proses pendinginan oli pelumas.

Gambar 2. 4 Tube L.O Cooler



Sumber: Dokumen Penulis

## 2. Plate

Komponen *Plate* pada *L.O Cooler* berperan sebagai media tempat terjadinya aliran *fluida* panas dan *fluida* dingin secara terpisah. Bentuk, pola dan konfigurasi permukaan plat memiliki pengaruh besar terhadap efektivitas proses perpindahan panas yang dihasilkan. Setiap pelat dibentuk dengan proses penekanan sehingga muncul lekukan atau alur yang membentuk pola bergelombang pada permukaannya. Pola bergelombang (*corrugated pattern*) tersebut menciptakan jalur aliran yang sempit, berkelok, dan saling berdekatan, sehingga mampu meningkatkan laju perpindahan panas sekaligus mengurangi pembentukan *fouling* melalui peningkatan tegangan geser serta turbulensi *fluida*. Nilai koefisien perpindahan panas pada sistem ini lebih tinggi dibandingkan dengan *Shell and Tube Heat Exchanger (STHE)* dengan kapasitas serupa. Selain itu, pola bergelombang juga memperbesar luas area kontak antara *fluida* dengan permukaan plat, sehingga dapat menjaga perbedaan tekanan antar plat yang berdekatan secara lebih stabil dan efisien.

Gambar 2. 5 Plate L.O Cooler



Sumber: Dokumentasi Penulis

### 3. *Gasket*

*Gasket* merupakan elemen penyekat elastis yang berfungsi mencegah terjadinya kebocoran pada sambungan antar komponen *L.O Cooler*, seperti pada pertemuan antara *shell* dengan *cover*, atau antara *tube sheet* dengan *casing*. Komponen ini umumnya dibuat dari material karet tahan panas, asbes, atau bahan sintetis lain yang memiliki ketahanan terhadap tekanan serta suhu kerja tinggi. Apabila *gasket* mengalami kegagalan fungsi, dapat timbul kebocoran eksternal yang meskipun tidak menyebabkan pencampuran berlangsung antara oli dan air pendingin, tetap mengurangi keandalan sistem pendingin secara keseluruhan. Oleh karena itu, pemeriksaan kondisi *gasket* harus menjadi bagian rutin dari prosedur perawatan berkala.

*Gasket* termasuk salah satu komponen yang paling sering diganti karena setelah proses pembongkaran *Lube Oil Cooler*, sebagian besar *Gasket* tidak dapat digunakan kembali akibat perubahan bentuk atau deformasi (gepeng). Material penyekat ini harus memiliki ketahanan tinggi terhadap reaksi kimia, suhu ekstrem, serta mampu mempertahankan elastisitasnya dalam jangka waktu operasi yang panjang. Terdapat dua metode umum dalam pemasangan *gasket* pada plat, yakni metode dengan perekat (*glue type*) dan metode tanpa perekat (*glue free*).

Gambar 2. 6 *Gasket*



Sumber: Dokumentasi Penulis

#### 4. *Frame*

*Frame* berfungsi sebagai struktur penopang utama dari unit *L.O Cooler*. Komponen ini terletak pada bagian sisi luar *Lube Oil Cooler* dan berperan untuk menahan serta menjepit susunan plat yang tersusun di dalamnya agar tetap stabil dan terpasang dengan kuat.

### I. **Auxiliary Engine**

*Auxiliary Engine* merupakan jenis mesin yang berfungsi mengubah energi mekanik menjadi energi listrik. Energi mekanik tersebut dapat bersumber dari berbagai bentuk energi seperti panas, air, maupun uap. Energi listrik yang dihasilkan oleh generator dapat berupa arus bolak-balik (*Alternating Current/AC*) ataupun arus searah (*Direct Current/DC*), tergantung pada tipe generator yang digunakan dalam sistem pembangkit tersebut. Kinerja *Auxiliary Engine* sangat erat kaitannya dengan prinsip yang dijelaskan dalam Hukum Faraday. Hukum ini menyatakan bahwa perubahan medan magnet yang memotong suatu penghantar listrik akan menimbulkan gaya gerak listrik (GGL) pada penghantar tersebut.

Di atas kapal, *Auxiliary Engine* berperan penting sebagai penghasil energi listrik dan energi mekanik hasil konversi yang digunakan untuk mendukung berbagai aktivitas operasional kapal. Energi listrik tersebut dimanfaatkan untuk menunjang kegiatan sehari-hari di kapal, termasuk mengoperasikan peralatan mesin seperti pompa, motor listrik, hingga peralatan kerja seperti gerinda listrik. Dengan demikian, keberadaan *Auxiliary Engine* menjadi kunci dalam menjaga kelancaran operasi kapal serta kenyamanan dan keselamatan awak selama pelayaran.

Unit *Auxiliary Engine* pada kapal dilengkapi dengan perangkat pengaman berupa *Automatic Voltage Regulator (AVR)* yang berfungsi mengontrol dan menstabilkan tegangan listrik agar tetap berada dalam batas normal. Hal ini menunjukkan betapa vitalnya peran *Auxiliary Engine* di kapal, karena mesin ini menjadi sumber utama energi listrik yang digunakan untuk berbagai kebutuhan penting di

atas kapal. Oleh sebab itu, setiap gangguan atau kerusakan pada *Auxiliary Engine* harus ditangani dengan serius mengingat dampaknya yang signifikan terhadap keberlangsungan sistem kelistrikan kapal. Manfaat utama dari pasokan energi listrik yang dihasilkan oleh *Auxiliary Engine* adalah sebagai sumber daya utama bagi seluruh sistem kelistrikan kapal, termasuk mesin-mesin listrik dan sistem kontrol otomatis. Hal ini menjadi sangat krusial karena sebagian besar peralatan di kapal hanya dapat beroperasi dengan tenaga listrik yang stabil dan andal.

Gambar 2. 7 Auxiliary Engine (Caterpillar)



Sumber: Dokumentasi Penulis

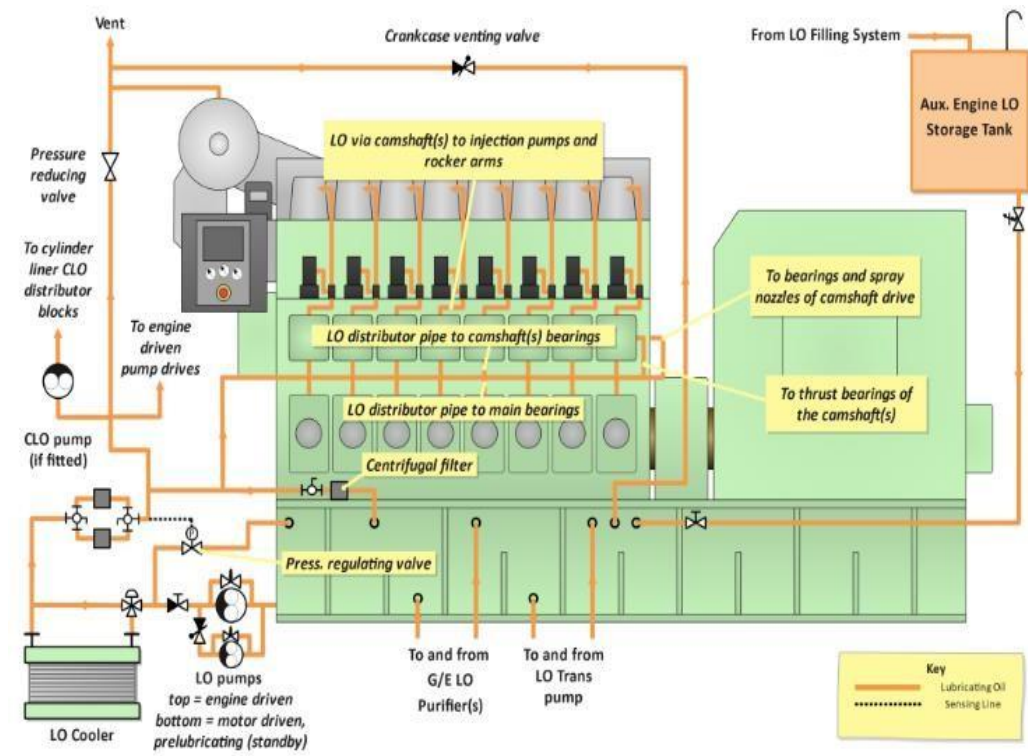
#### **J. Sistem Sirkulasi Oli Pada Auxiliary Engine**

Secara umum, sistem pelumasan bekerja dalam satu rangkaian tertutup (*closed cycle system*). Oli pelumas (*lubricating oil*) disimpan di dalam *Auxiliary Engine L.O Storage Tank*. Dari tangki ini, oli kemudian dialirkan menuju *L.O Pump* yang berfungsi menyalurkan oli dengan tekanan tertentu ke seluruh jalur sistem permesinan.

Sebelum oli didistribusikan ke bagian mesin, aliran tersebut terlebih dahulu melewati *L.O Cooler*, yaitu alat penukar panas yang berfungsi menurunkan suhu oli dengan menggunakan media pendingin berupa air laut atau air tawar. Proses pendinginan ini berperan penting

untuk mempertahankan viskositas oli dan memastikan kemampuan pelumasan tetap optimal selama mesin beroperasi. Setelah melalui pendinginan, oli dialirkan ke *Centrifugal Filter* yang bertugas menyaring kotoran padat, endapan lumpur, serta partikel logam hasil gesekan antar komponen mesin. Selanjutnya, oli yang telah menyelesaikan proses pelumasan akan kembali ke tangki penyimpanan melalui saluran *return line* untuk digunakan kembali dalam siklus berikutnya.

Gambar 2. 8 *Lubricating Oil System AE*



Sumber: <https://marineinfo.com/auxiliary-engine-lubricating-oil-system>

## K. Kerangka Pikir

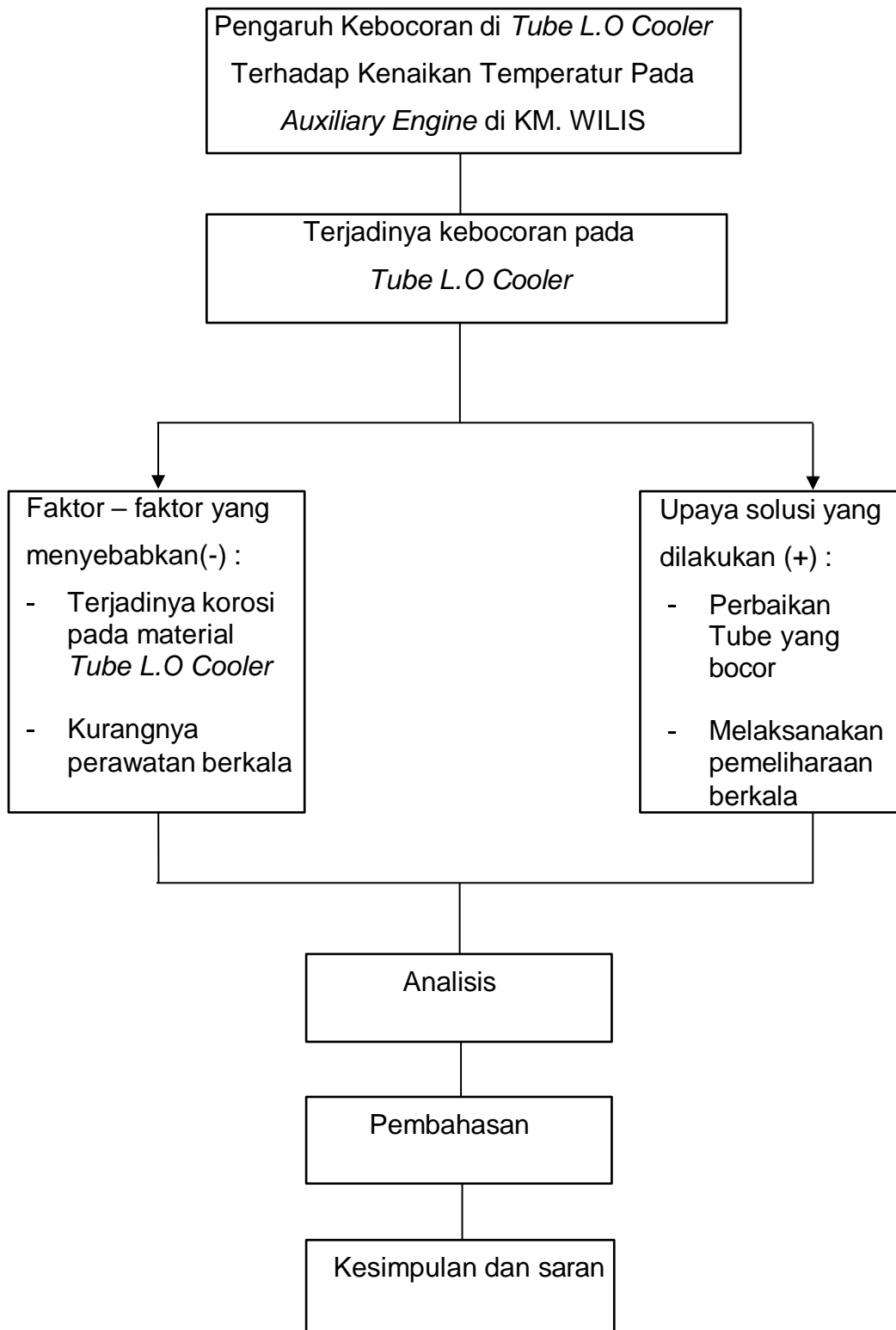
Penelitian ini dimulai dengan melakukan identifikasi terhadap komponen *Tube L.O Cooler* pada mesin bantu kapal, memahami karakteristik teknisnya, serta menelaah peran pentingnya dalam sistem kerja mesin bantu. Tahapan berikutnya berfokus pada penelusuran berbagai faktor penyebab kebocoran, antara lain terjadinya korosi, tekanan berlebih di dalam *cooler*, endapan yang terbentuk dari air

pendingin, serta pengaruh kondisi operasional kapal yang tidak optimal.

Permasalahan kebocoran yang terjadi pada *Tube L.O Cooler* di kapal KM. Wilis kemudian dianalisis melalui pendekatan studi kasus, dengan mengacu pada data hasil observasi lapangan yang didukung oleh literatur teknis dan penelitian terdahulu. Melalui analisis tersebut, diharapkan dapat diperoleh pemahaman yang lebih mendalam mengenai mekanisme terjadinya kerusakan serta langkah-langkah pencegahan yang efektif.

Melalui kerangka pikir ini, peneliti berupaya menampilkan alur berpikir yang sistematis, dimulai dari proses pengumpulan data hingga penarikan kesimpulan, sehingga arah dan fokus penelitian menjadi lebih jelas serta sejalan dengan tujuan yang telah ditetapkan.

Tabel 2. 1 Kerangka Fikir



## **L. Hipotesis**

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dijelaskan sebelumnya, maka dugaan sementara atau hipotesis yang muncul dari permasalahan tersebut adalah sebagai berikut:

1. Terjadinya korosi pada bagian Tube *L.O Cooler*
2. Kenaikan temperatur terjadi karena oli tercampur air akibat kebocoran.

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **A. Jenis Penelitian**

Penelitian ini menggunakan metode kualitatif deskriptif, yang bertujuan untuk memberikan gambaran serta pemahaman mendalam mengenai fenomena kebocoran pada *Tube L.O Cooler* mesin bantu di kapal KM. Wilis. Metode ini dipilih karena dianggap paling tepat untuk menguraikan fakta-fakta lapangan secara rinci dan sistematis, melalui pengalaman langsung, hasil observasi, serta wawancara dengan pihak-pihak yang berperan dalam proses perawatan mesin kapal.

Fokus utama penelitian ini adalah mengidentifikasi serta menganalisis faktor-faktor yang menyebabkan kebocoran pada *Tube L.O Cooler*. Pendekatan deskriptif membantu peneliti dalam menjelaskan secara menyeluruh proses terjadinya kebocoran, dampaknya terhadap performa mesin bantu, serta langkah-langkah yang perlu dilakukan untuk menanggulangi permasalahan tersebut.

Metode studi kasus diterapkan karena penelitian ini berpusat pada satu objek spesifik, yaitu *L.O Cooler Auxiliary Engine* di kapal KM. Wilis yang mengalami kerusakan. Pendekatan ini memungkinkan peneliti memperoleh pemahaman yang lebih mendalam dan akurat sesuai dengan kondisi nyata di lapangan.

Pengumpulan data dilakukan melalui pengamatan langsung di atas kapal serta wawancara dengan perwira mesin yang bertanggung jawab terhadap operasi dan perawatan permesinan. Melalui metode ini, peneliti dapat memperoleh gambaran konkret mengenai kondisi aktual sistem pendinginan dan penyebab kebocoran. Hasil penelitian diharapkan mampu memberikan kontribusi nyata dalam peningkatan praktik pemeliharaan kapal serta menjadi referensi dalam mencegah terjadinya kerusakan serupa di masa mendatang.

## B. Definisi Operasional Variabel

Dalam penelitian ini, definisi operasional variabel disusun untuk memberikan batasan yang jelas terhadap objek yang diteliti agar proses analisis dapat berlangsung secara fokus dan terarah. Karena penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif dengan metode studi kasus, maka variabel tidak dinyatakan dalam bentuk angka atau skala kuantitatif, melainkan dijelaskan secara naratif berdasarkan fenomena nyata yang terjadi di lapangan.

Variabel utama yang menjadi pusat perhatian penelitian adalah kebocoran pada *Tube L.O Cooler* mesin bantu di kapal KM. Wilis. Variabel ini dipahami sebagai kondisi yang menunjukkan adanya kerusakan berupa kebocoran pada *Tube L.O Cooler*, yang dapat memengaruhi kinerja sistem pendinginan dan mengganggu performa mesin secara keseluruhan. Dalam pelaksanaannya, variabel ini diamati melalui hasil inspeksi langsung di atas kapal serta melalui wawancara dengan perwira mesin yang bertanggung jawab terhadap sistem pelumasan.

Agar penelitian tetap terarah dan relevan, variabel tersebut dianalisis dari beberapa aspek, yaitu faktor penyebab, kondisi lingkungan operasional, serta pola perawatan yang berhubungan dengan munculnya kebocoran. Dengan demikian, data yang dikumpulkan difokuskan untuk menjelaskan fenomena kerusakan secara komprehensif dan faktual.

Melalui perumusan variabel operasional yang jelas ini, peneliti dapat lebih mudah menelusuri data yang relevan dengan analisis penyebab kebocoran pada *Tube L.O Cooler*, sekaligus memastikan penelitian tetap berada dalam lingkup tujuan yang telah ditetapkan. Rumusan ini juga menjadi dasar dalam penyusunan pembahasan pada bab berikutnya agar tetap selaras dengan arah penelitian.

### C. Teknik Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini, teknik pengumpulan data dilaksanakan secara terpadu melalui tiga metode utama, yaitu observasi langsung, wawancara, dan dokumentasi. Ketiga metode ini dipilih untuk mendukung pendekatan kualitatif deskriptif, yang bertujuan menggambarkan kondisi aktual di lapangan secara menyeluruh dan mendalam. Adapun rincian dari masing-masing teknik pengumpulan data adalah sebagai berikut:

#### 1. Observasi:

Observasi langsung dilakukan oleh peneliti selama berada di atas kapal KM. Wilis. Melalui pengamatan terhadap sistem kerja mesin bantu, khususnya komponen *Lube Oil Cooler*, serta proses perawatan rutin yang dilakukan oleh awak kapal, peneliti memperoleh gambaran nyata mengenai kondisi teknis di lapangan. Observasi ini menjadi langkah penting dalam mengidentifikasi tanda-tanda awal kebocoran dan menilai apakah prosedur perawatan yang diterapkan telah sesuai dengan standar teknis dan operasional yang berlaku di kapal.

#### 2. Wawancara:

Wawancara dilakukan secara langsung dengan Masinis III dan Chief Engineer yang terlibat dalam pengoperasian dan pemeliharaan *Lube Oil Cooler* di kapal KM. Wilis. Tujuan dari wawancara ini adalah untuk menggali informasi mendalam mengenai pengalaman kru dalam menangani gangguan atau kerusakan pada sistem pendingin oli, serta langkah-langkah teknis yang telah diterapkan untuk menanggulangi permasalahan tersebut. Hasil wawancara ini memberikan pemahaman lebih komprehensif terkait penyebab kebocoran serta strategi penanganan yang diterapkan di lapangan.

#### 3. Dokumentasi:

Teknik dokumentasi digunakan sebagai pelengkap untuk memperkuat hasil observasi dan wawancara. Dokumen yang dikumpulkan mencakup manual perawatan mesin, *log book* operasional harian, serta laporan kondisi *L.O Cooler* di kapal KM.

Wilis. Melalui analisis dokumen ini, peneliti dapat membandingkan antara prosedur operasional yang tertulis dengan praktik aktual di lapangan, sekaligus mengidentifikasi adanya penyimpangan yang berpotensi menimbulkan kerusakan pada sistem pendingin oli.

Dengan mengintegrasikan ketiga teknik pengumpulan data tersebut, penelitian ini diharapkan mampu memberikan gambaran teknis yang utuh dan objektif, serta menghasilkan analisis yang mendalam mengenai penyebab terjadinya kebocoran pada *Tube L.O Cooler* mesin bantu di kapal KM. Wilis.

#### **D. Teknik Analisis Data**

Prosedur Proses analisis data dalam penelitian ini dilakukan secara sistematis untuk memperoleh pemahaman yang komprehensif terhadap permasalahan kebocoran pada *Tube L.O Cooler* mesin bantu di kapal KM. Wilis. Analisis data dilakukan melalui tiga tahapan utama, yaitu :

##### **1. Reduksi Data**

Reduksi data merupakan proses penyederhanaan, pemilihan, dan pemusatan perhatian pada data-data yang relevan dengan fokus penelitian. Data yang diperoleh melalui observasi, wawancara, dan dokumentasi diseleksi dan diklasifikasikan berdasarkan kategori tertentu, seperti faktor-faktor penyebab kebocoran, perubahan suhu operasi, serta pengaruhnya terhadap performa sistem pelumasan dan pendinginan mesin bantu. Tujuan dari tahap ini adalah untuk mengeliminasi informasi yang tidak relevan sehingga data yang tersisa lebih terarah dan mudah dianalisis.

##### **2. Penyajian Data**

Setelah melalui proses reduksi, data yang telah tersusun kemudian disajikan dalam bentuk uraian deskriptif. Penyajian dilakukan dengan menggunakan pendekatan analisis kualitatif deskriptif, di mana peneliti menjelaskan secara sistematis hubungan antara faktor-faktor teknis yang ditemukan selama proses pengamatan dengan gejala gangguan yang muncul pada sistem

pendingin oli. Analisis ini mencakup identifikasi penyebab utama kebocoran pada *Tube L.O Cooler*, efek kenaikan temperatur terhadap efisiensi pelumasan, serta dampaknya terhadap performa *Auxiliary Engine*. Selain itu, peneliti juga menguraikan tindakan korektif yang telah dilakukan oleh kru mesin serta memberikan penilaian terhadap efektivitas tindakan tersebut.

### 3. Penarikan Kesimpulan

Tahap terakhir adalah penarikan kesimpulan berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan. Kesimpulan disusun untuk menjawab rumusan masalah penelitian, khususnya terkait faktor-faktor penyebab utama kebocoran pada *L.O Cooler* di kapal *KM. Willis*. Selain itu, peneliti juga merumuskan rekomendasi teknis dan prosedural yang dapat diterapkan dalam upaya pencegahan serta peningkatan efektivitas sistem pemeliharaan di kapal.

## E. Jadwal Penelitian

Dalam pelaksanaan suatu penelitian, perencanaan waktu memiliki peranan yang sangat penting agar kegiatan dapat berjalan secara sistematis dan terarah. Jadwal penelitian disusun untuk menjadi pedoman dalam mengatur setiap tahapan kegiatan, mulai dari tahap persiapan hingga penyusunan laporan akhir. Dengan jadwal yang terstruktur, peneliti dapat memantau perkembangan penelitian, mengantisipasi hambatan di lapangan, serta memastikan bahwa hasil penelitian memiliki kualitas dan validitas yang baik.

Penelitian ini dilaksanakan melalui beberapa tahapan yang dirancang secara berurutan dan berkesinambungan sesuai dengan pendekatan deskriptif kualitatif yang digunakan. Setiap tahapan difokuskan untuk mencapai tujuan penelitian, yaitu mengidentifikasi dan menganalisis faktor penyebab kebocoran pada *Tube L.O Cooler* mesin bantu di kapal *KM. Willis*.

Tahapan pertama dimulai dengan penyusunan proposal dan konsultasi dengan dosen pembimbing untuk memperoleh persetujuan

serta arahan penelitian. Setelah proposal disetujui, peneliti melaksanakan kegiatan pengumpulan data di lapangan (praktik laut) yang meliputi observasi langsung terhadap kondisi *L.O Cooler*, wawancara dengan perwira mesin, serta pengumpulan data dokumentatif. Data yang terkumpul kemudian diolah dan dianalisis secara deskriptif untuk mengidentifikasi penyebab kebocoran serta menentukan langkah-langkah pencegahannya.

Tahap selanjutnya adalah penyusunan laporan hasil penelitian yang dituangkan dalam bentuk skripsi, sebagai bentuk akhir dari keseluruhan proses penelitian. Setiap tahap pelaksanaan disesuaikan dengan kalender akademik dan kesiapan teknis di lapangan agar penelitian dapat berjalan secara efektif dan efisien. Adapun rincian jadwal pelaksanaan penelitian dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 3. 1 Jadwal Penelitian

No	Kegiatan	Tahun 2023											
		Bulan											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Pengumpulan Data Buku Referensi	■											
2	Pemilihan Judul dan Bimbingan Penetapan Judul	■											
3	Penyusunan Penelitian				■								
4	Pengambilan Data Penelitian (PRALA)											■	■
		Tahun 2024											
		Tahun 2025											
5	Pergantian dan Penetapan Judul Baru		■										

6	Bimbingan dan Penyusunan Hasil Penelitian																	
8	Seminar Hasil																	
9	Perbaikan Seminar Hasil																	
10	Bimbingan Tutup																	
11.	Seminar Tutup																	

Jadwal tersebut menjadi pedoman utama dalam pengelolaan waktu dan pelaksanaan kegiatan penelitian, sehingga setiap tahap dapat terlaksana secara sistematis dan terarah sesuai dengan rencana yang telah ditetapkan. Dengan adanya jadwal yang tersusun secara terstruktur, penelitian ini diharapkan dapat diselesaikan tepat waktu serta menghasilkan temuan yang memiliki nilai ilmiah dan dapat dipertanggungjawabkan baik secara akademis maupun praktis.