

**ANALISA MINIMASI RESIKO OVERHAUL MAIN
ENGINE DI KAPAL MV. CHINAGAS GLORY**



MUHAMMAD FATHIR DJOHAR

NIT. 19.42.075

TEKNIKA

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

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Nama : Muhammad Fathir Djohar
NIT : 19.42.075
Program Studi : Teknika

Menyatakan bahwa skripsi dengan judul:

**Analisa Minimasi Resiko *Overhaul Main engine* di Kapal MV.
Chinagas Glory**

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, 20 JUNI 2025



MUHAMMAD FATHIR DJOHAR

NIT: 19.42.075

**ANALISA MINIMASI RESIKO OVERHAUL MAIN
ENGINE DI KAPAL MV. CHINAGAS GLORY**

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Menyelesaikan
Program Pendidikan Diploma IV Pelayaran

Program Studi Teknika

Disusun dan Diajukan oleh

MUHAMMAD FATHIR DJOHAR

NIT. 19.42.075

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

SKRIPSI

**ANALISA MINIMASI RESIKO OVERHAUL MAIN
ENGINE DI KAPAL MV. CHINAGAS GLORY**

Disusun dan Diajukan oleh:

MUHAMMAD FATHIR DJOHAR
NIT. 19.42.075

Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Skripsi
Pada tanggal 18 JUNI 2025

Menyetujui:

Pembimbing I



Winarno, S.Sos., M.M., Mar.E.
NIP: 197001162009121001

Pembimbing II



Henny Pasandang Nari, S.T., M.T.
NIP: 19771223 200712 2 001

Mengetahui:

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

Ketua Program Studi Teknika



Capt. Falsal 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, penulis bersyukur atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan Skripsi dengan judul " **Analisa Minimasi Resiko Overhaul Main engine di Kapal MV. Chinagas Glory** ". Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Pendidikan Diploma IV Perkapalan di Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.

Selama proses penulisan Skripsi ini, penulis menghadapi berbagai kendala, namun berkat bimbingan, arahan, dan kerjasama dari berbagai pihak, baik secara moral maupun materi, penulis berhasil menyelesaikan Skripsi ini. Penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang tulus kepada kedua orang tua penulis yang telah memberikan kasih penulisng, cinta, doa, perhatian, serta dukungan moral dan materi selama ini. Penulis berharap dapat menjadi anak yang dapat membanggakan mereka dan meningkatkan derajat keluarga kami.

1. Terima kasih kepada Bapak Capt. Rudy Susanto, M. Pd yang menjabat sebagai Direktur Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.
2. Bapak Ir. Alberto, S.Si.T., M.Mar.E., M.A.P selaku ketua jurusan Teknika di Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.
3. Terima kasih kepada Bapak Winarno S.Sos., M.Mar.E. selaku Pembimbing 1 penulis, yang telah meluangkan waktunya membimbing penulis dalam pembuatan skripsi ini.
4. Ibu Henny Pasandang Nari, S.T., M.T selaku Pembimbing 2, penulis mengucapkan banyak terimakasih atas bimbingan penulisan skripsi yang disusun penulis.
5. Serta kepada seluruh anggota akademik Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.
6. Terimakasih kepada Chief Engineer, Kapten, Masinis II, III, IV, dan seluruh kru kapal MV. Chinagas Glory.
7. Dan tak lupa kepada seluruh angkatan 40 dan gelombang 62 yang selalu senantiasa memberikan bantuan dan dukungan selama menempuh

pendidikan di kampus tercinta yaitu Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.

Harapannya adalah agar semua kritik dan saran yang membangun akan penulis terima dengan baik, sehingga pengetahuan penulis di bidang Permesinan Kapal dapat terus meningkat. Semoga tulisan dalam tugas akhir ini dapat memberikan manfaat, wawasan, serta inspirasi bagi para Taruna-Taruni Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar dan pembaca pada umumnya.

Makassar, 20 JUNI 2025



MUHAMMAD FATHIR DJOHAR

NIT: 19.42.075

ABSTRAK

MUHAMMAD FATHIR DJOHAR 2025, “**Analisa Minimasi Resiko Overhaul Main engine di Kapal MV. Chinagas Glory**” dengan bimbingan dari Bapak Winarno dan Ibu Henny Pasandang Nari.

Skripsi ini bertujuan untuk mengidentifikasi penyebab overheating pada sistem jacket cooling mesin induk serta langkah-langkah pencegahan yang dapat diterapkan untuk meminimalkan risiko overhaul. Penelitian ini dilakukan melalui observasi langsung dan analisis data operasional yang mencakup pengukuran suhu dan tekanan sistem pendingin.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa akumulasi kotoran pada sea chest dan penumpukan kerak pada plat LT cooler merupakan faktor utama penyebab overheating yang mengarah pada kerusakan mesin. Data operasional mencatat suhu yang melebihi batas optimal, yang berdampak pada penurunan efisiensi sistem pendingin. Untuk meminimalkan risiko tersebut, langkah-langkah preventif yang meliputi perawatan rutin, pembersihan berkala, dan pemantauan real-time terhadap sistem pendingin dianjurkan. Implementasi strategi ini terbukti efektif dalam menjaga suhu mesin dalam batas aman dan mengurangi frekuensi perbaikan besar. Dengan penerapan rekomendasi ini, diharapkan risiko overhaul dapat diminimalkan, sehingga meningkatkan efisiensi operasional dan keandalan mesin induk kapal, serta mengurangi biaya perbaikan yang tinggi.

Kata kunci: Overheat, sistem pendingin, pemeliharaan, overhaul, kapal.

ABSTRACT

Muhammad Fathir Djohar, 2025. " Risk Minimization Analysis of Main Engine Overhaul on MV. Chinagas Glory Ship " under the guidance of Mr. Winarno and Mrs. Henny Pasandang Nari.

This thesis aims to identify the causes of overheating in the jacket cooling system of the main engine and the preventive measures that can be implemented to minimize the risk of overhaul. The research was conducted through direct observation and analysis of operational data, including measurements of temperature and pressure in the cooling system.

The findings indicate that the accumulation of debris in the sea chest and the buildup of scale on the LT cooler plate are the primary factors leading to overheating and subsequent engine damage. Operational data recorded temperatures exceeding optimal limits, adversely affecting the efficiency of the cooling system. To minimize this risk, preventive measures such as routine maintenance, periodic cleaning, and real-time monitoring of the cooling system are recommended.

The implementation of these strategies has proven effective in maintaining engine temperatures within safe limits and reducing the frequency of major repairs. By applying these recommendations, the risk of overhaul can be minimized, thereby enhancing operational efficiency and the reliability of the main engine, as well as reducing high repair costs.

Keywords: Overheat, cooling system, maintenance, overhaul, vessel.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PERNYATAAN	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
PRAKATA	iv
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	2
C. Batasan Masalah	2
D. Tujuan Penelitian	2
E. Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
A. Mesin induk dan Sistem Pendukungnya	4
B. Sistem Pendingin Mesin induk	8
C. Overheat pada Mesin induk	10
D. Perawatan Preventif untuk Sistem Pendingin	14
E. Overhaul Mesin induk	17
F. Langkah Pencegahan untuk Meminimalkan Risiko	22
G. Kerangka Pikir	27
H. Hipotesis	28
BAB III METODE PENELITIAN	29
A. Jenis Penelitian	29
B. Definisi Konsep	29

C. Unit Analisis	31
D. Teknik Pengumpulan Data	32
E. Prosedur Pengolahan dan Analisis Data	33
F. Jadwal Penelitian	34
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	36
A. Hasil Penelitian	36
B. Pembahasan	43
BAB V PENUTUP	51
A. Kesimpulan	51
B. Saran	51
DAFTAR PUSTAKA	52
LAMPIRAN	53
RIWAYAT HIDUP	60

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2. 1 Mesin induk <i>MAN B&W ME-GI engine</i>	4
Gambar 2. 2 <i>Jacket cooling water system with a built-in preheater</i>	8
Gambar 4. 1 Terjadi Kebocoran Akibat Retak Pada <i>Jacket cooling</i>	39
Gambar 4. 2 <i>Overhaul</i> pada <i>Cylinder</i> No 6	43
Gambar 4. 3 <i>Jacket cooling</i> yang Pecah	44
Gambar 4. 4 Kotoran pada <i>sea chest</i> strainer	46
Gambar 4. 5 Kerak pada <i>plat Cooler</i>	47

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3. 1 langkah-langkah rancangan analisis	34
Tabel 4. 1 Ship Particular	37
Tabel 4. 2 Spesifikasi Mesin induk	37
Tabel 4. 3 Data Operasional Mesin induk kondisi Normal	41
Tabel 4. 4 Data Operasional Mesin induk kondisi Abnormal	41
Tabel 4. 5 Data Operasional Mesin induk Setelah Perbaikan	42
Tabel 4. 6 Perbaikan dan Inspeksi Dilakukan	43

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 Foto Kapal	54
Lampiran 2 Mesin induk	55
Lampiran 3 <i>Overhaul</i> Pada Mesin induk	56
Lampiran 4 Manual Book (Spesification of Mesin induk)	57
Lampiran 5 Manual Book (Shop Trial Mesin induk)	58
Lampiran 6 Manual Book (<i>Overhaul</i> Procedure)	59

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Mesin induk adalah salah satu komponen vital dalam pengoperasian kapal. Komponen ini berfungsi sebagai sumber tenaga utama untuk menggerakkan kapal. Oleh karena itu, keandalan mesin induk sangat bergantung pada sistem pendukungnya, salah satunya adalah sistem pendingin. Sistem pendingin bertugas menjaga suhu kerja engine tetap berada dalam rentang optimal, yang sangat penting untuk mencegah terjadinya *overheat*. *Overheat* tidak hanya dapat menurunkan kinerja engine, tetapi juga memperpendek umur komponen mesin secara signifikan. Overhaul mesin induk merupakan langkah perbaikan besar yang memerlukan biaya dan waktu yang signifikan. Proses ini tidak hanya mengganggu jadwal operasional kapal, tetapi juga meningkatkan biaya perawatan secara keseluruhan. Oleh karena itu, penting untuk memahami faktor-faktor yang menyebabkan *overheat* dan mengembangkan strategi untuk meminimalkan risiko overhaul.

Di kapal, kondisi lingkungan, beban kerja, dan kualitas perawatan menjadi faktor determinan yang dapat mempengaruhi kinerja mesin induk. Pengalaman di lapangan menunjukkan bahwa kurangnya pemeliharaan rutin dan pengawasan intensif terhadap sistem pendingin sering kali menjadi penyebab utama terjadinya *overheat*. Dengan mengidentifikasi penyebab dan langkah-langkah pencegahan yang tepat, diharapkan dapat mengurangi frekuensi overhaul dan memastikan keandalan mesin induk.

Melalui penelitian ini, diharapkan dapat memberikan wawasan yang lebih dalam mengenai risiko yang dihadapi oleh mesin induk serta solusi praktis yang dapat diterapkan untuk menjaga efisiensi operasional dan memperpanjang umur mesin. Penelitian ini bertujuan untuk memberikan kontribusi signifikan bagi industri perkapalan dalam upaya meningkatkan keamanan dan efisiensi operasional kapal.

Permasalahan *overheat* pada mesin induk adalah isu yang sering dihadapi dalam industri maritim, di mana suhu yang tinggi dapat terjadi akibat berbagai faktor seperti beban kerja yang berlebihan, kualitas air pendingin yang buruk, dan pemeliharaan yang tidak memadai. Kondisi ini dapat berdampak serius pada kinerja mesin dan menyebabkan kerusakan yang memerlukan biaya perbaikan yang mahal.

Sebagai pengalaman pribadi, penulis pernah menghadapi kondisi di mana *jacket cooling* pada mesin induk mengalami *overheat*. Temperatur yang normalnya berada pada kisaran 80°C meningkat drastis hingga mencapai 107°C, mengakibatkan salah satu *jacket cooling cylinder* pecah. Hal ini membuat sistem pendingin tidak berfungsi optimal, memaksa penghentian operasi mesin untuk mencegah kerusakan lebih lanjut. Proses *overhaul* yang dilakukan mencakup penggantian komponen rusak, inspeksi menyeluruh pada *cylinder*, dan memastikan sistem pendingin kembali berfungsi normal.

Permasalahan ini memberikan pembelajaran penting mengenai pentingnya perawatan rutin dan pengawasan ketat terhadap sistem pendingin untuk mencegah terjadinya *overheat* di masa depan. *Overhaul* merupakan langkah terakhir yang harus diambil jika langkah-langkah perbaikan sebelumnya tidak berhasil. Kondisi seperti ini menuntut operator kapal untuk lebih waspada dan sigap dalam merespon masalah yang dapat mempengaruhi kinerja mesin induk. Berdasarkan pengalaman tersebut, penulis tertarik untuk mengangkat judul penelitian "*Analisa Minimasi Risiko Overhaul Main engine di Kapal MV. Chinagas Glory*."

B. Rumusan Masalah

Untuk mempermudah penyampaian pembahasan dalam penelitian ini, penulis menjelaskan masalah yang dihadapi yaitu:

Apa penyebab utama terjadinya *overheat* pada *jacket cooling* yang menyebabkan kerusakan sehingga mengharuskan overhaul pada mesin induk di kapal *MV. Chinagas Glory* dan Bagaimana langkah-langkah pencegahan yang dapat dilakukan untuk meminimalkan risiko overhaul mesin induk ?

C. Batasan Masalah

Penelitian ini akan membatasi fokus pada penyebab *overheat* pada *jacket cooling* mesin induk, langkah-langkah pencegahan yang dapat diambil untuk meminimalkan risiko overhaul mesin induk di kapal *MV. Chinagas Glory*. Tidak akan dibahas faktor-faktor eksternal lainnya yang mungkin mempengaruhi performa engine seperti kualitas bahan bakar, kondisi cuaca, atau beban kerja tambahan di luar standar operasional normal.

D. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi penyebab utama terjadinya *overheat* pada sistem *jacket cooling* yang berujung pada kerusakan mesin induk dan kebutuhan untuk melakukan overhaul pada kapal *MV. Chinagas Glory*.

- b. Penelitian ini bertujuan untuk merumuskan langkah-langkah pencegahan yang efektif guna meminimalkan risiko terjadinya overhaul mesin induk, melalui perawatan rutin dan pengawasan ketat terhadap sistem pendingin kapal.

E. Manfaat Penelitian

a. Manfaat Teoritis:

Penelitian ini diharapkan dapat memperkaya pengetahuan teoritis tentang faktor-faktor penyebab *overheat* pada mesin induk serta langkah-langkah pencegahan yang efektif. Hasil penelitian akan memberikan kontribusi pada pemahaman yang lebih baik mengenai pentingnya perawatan rutin dan pengawasan terhadap sistem pendingin dalam industri maritim. Selain itu, penelitian ini dapat menjadi referensi bagi pengembangan standar perawatan dan pemeliharaan yang lebih baik bagi operator kapal di masa depan.

b. Manfaat Praktis:

Secara praktis, penelitian ini memberikan manfaat bagi industri maritim dengan memberikan rekomendasi konkret untuk mengidentifikasi dan mengatasi risiko *overheat* pada mesin induk di kapal MV. Chinagas Glory. Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai panduan bagi operator kapal dalam menyusun strategi perawatan yang efektif, meningkatkan efisiensi operasional, dan mengurangi biaya perbaikan yang mahal. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan kualitas perawatan kapal dan memastikan keandalan mesin induk di masa mendatang.

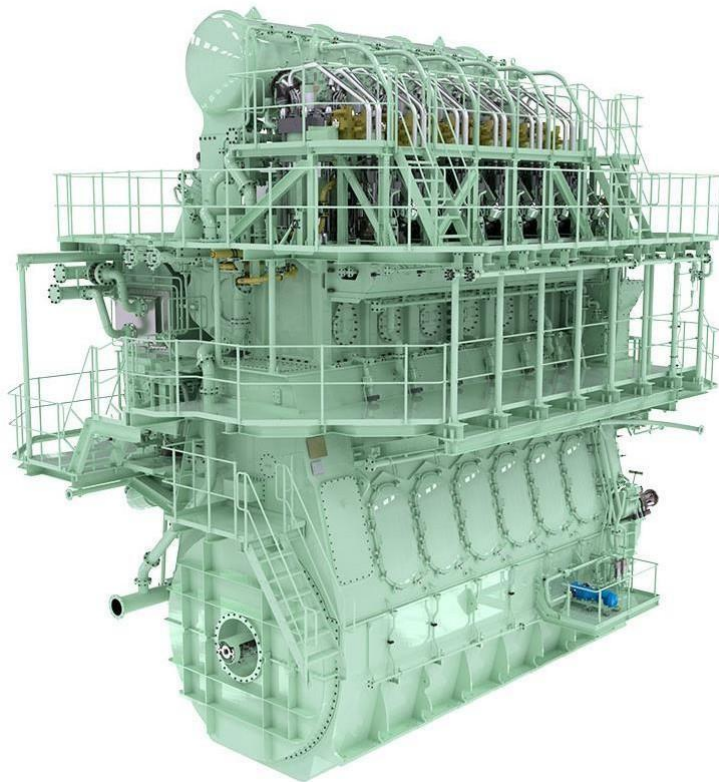
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Mesin induk dan Sistem Pendukungnya

Mesin induk merupakan salah satu komponen terpenting dalam sistem propulsi kapal yang berfungsi sebagai sumber tenaga utama untuk menggerakkan kapal. Dalam industri maritim, keandalan mesin induk sangat bergantung pada performa sistem pendukungnya. Sistem pendukung ini meliputi beberapa subsistem vital seperti sistem pendingin, sistem pelumasan, sistem bahan bakar, dan sistem pembuangan gas buang. Artikel ini akan memfokuskan pada pentingnya peran sistem pendukung, khususnya sistem pendingin, dalam menjaga performa mesin induk.

Gambar 2. 1 Mesin induk *MAN B&W ME-GI engine*



Sumber: MAN Energy Solutions. (2024)

1. Fungsi Utama Mesin induk

Mesin induk menghasilkan daya yang dibutuhkan untuk memutar poros baling-baling kapal, sehingga memungkinkan kapal bergerak maju atau mundur. Mesin ini mengubah energi kimia dalam bahan bakar menjadi energi mekanik melalui proses pembakaran di dalam silinder mesin (Nurcahyo et al., 2020). Dengan demikian, efisiensi dan keandalan mesin induk sangat penting untuk memastikan operasi kapal berjalan lancar dan aman.

Di Indonesia, penggunaan mesin induk pada kapal-kapal niaga, seperti kapal kargo, tanker, dan penumpang, memiliki peran signifikan dalam sektor transportasi laut. Menurut Statistik Transportasi Laut Indonesia (2022), sekitar 90% dari total barang ekspor-impor diangkut melalui jalur laut, yang menekankan pentingnya pemeliharaan mesin induk untuk mendukung kelancaran logistik.

2. Sistem Pendukung Mesin induk

a. Sistem Pendingin

Sistem pendingin adalah salah satu subsistem utama yang mendukung performa mesin induk. Sistem ini bertugas menjaga suhu kerja mesin dalam batas optimal, umumnya antara 75°C hingga 85°C. Temperatur yang terlalu tinggi dapat menyebabkan *overheat*, sedangkan suhu yang terlalu rendah dapat mengakibatkan pembakaran bahan bakar yang tidak sempurna (Susanto et al., 2019).

Sistem pendingin terdiri dari beberapa komponen utama, yaitu:

- 1) *Jacket cooling*: Mengalirkan cairan pendingin di sekitar silinder mesin untuk menyerap panas.
- 2) *Cooler* atau *Heat exchanger*: Menukar panas dari cairan pendingin ke medium lain, biasanya air laut atau udara.
- 3) Pompa Pendingin: Memastikan sirkulasi cairan pendingin secara kontinu.

Dalam studi yang dilakukan oleh Hadi et al. (2020), ditemukan bahwa kegagalan pada sistem pendingin, seperti tersumbatnya *cooler* oleh kotoran, dapat menurunkan efisiensi termal mesin hingga 15%. Oleh karena itu, pemeliharaan sistem pendingin secara berkala menjadi sangat penting untuk menghindari kerusakan serius pada mesin induk.

b. Sistem Pelumasan

Sistem pelumasan berfungsi untuk mengurangi gesekan antar komponen mesin, mengurangi keausan, dan membantu mengendalikan panas. Oli pelumas juga berperan sebagai medium pembersih, yang mengangkat partikel logam atau residu pembakaran dari permukaan komponen mesin (Rahman et al., 2022). Komponen utama sistem pelumasan mencakup pompa oli, filter, dan *cooler*.

Menurut penelitian oleh Santoso et al. (2021), tekanan oli yang tidak memadai dapat menyebabkan kegagalan pelumasan pada komponen vital seperti crankshaft dan connecting rod, yang berpotensi menyebabkan kerusakan besar pada mesin induk.

c. Sistem Bahan Bakar

Sistem bahan bakar bertugas untuk menyediakan dan mengatur suplai bahan bakar ke dalam silinder mesin. Sistem ini terdiri dari tangki bahan bakar, pompa bahan bakar, dan injektor. Kualitas bahan bakar yang buruk dapat menyebabkan pembentukan kerak karbon pada injector nozzle, yang dapat mengurangi efisiensi pembakaran (Setiawan et al., 2020).

d. Sistem Pembuangan Gas Buang

Sistem ini berfungsi untuk mengalirkan gas hasil pembakaran keluar dari mesin. Sistem pembuangan yang tidak berfungsi dengan baik, seperti tersumbatnya saluran gas buang, dapat menyebabkan tekanan balik yang tinggi dan meningkatkan konsumsi bahan bakar (Yusuf & Prasetyo, 2022).

3. Hubungan Antara Sistem Pendukung dan Kinerja Mesin induk

Keandalan mesin induk tidak hanya bergantung pada kualitas komponen utamanya, tetapi juga pada integrasi yang baik dengan sistem pendukung. Ketidakseimbangan atau kegagalan pada salah satu subsistem dapat memengaruhi kinerja mesin induk secara keseluruhan. Sebagai contoh, sistem pendingin yang tidak berfungsi optimal dapat menyebabkan *overheat*, yang pada gilirannya dapat merusak komponen seperti piston, silinder, dan head gasket.

Selain itu, sistem pelumasan yang tidak memadai dapat mempercepat keausan pada bearing dan crankshaft, sehingga menurunkan umur komponen. Begitu pula dengan sistem bahan bakar; kualitas bahan bakar yang buruk dapat menyebabkan knocking, yang meningkatkan risiko kerusakan komponen internal mesin.

4. Pentingnya Pemeliharaan Sistem Pendukung

Pemeliharaan sistem pendukung mesin induk secara berkala adalah kunci untuk mencegah kerusakan yang tidak terduga. Pemeliharaan ini meliputi inspeksi visual, penggantian komponen yang aus, serta pembersihan *heat exchanger* dan filter. Dalam penelitian oleh Suryadi et al. (2023), kapal dengan jadwal pemeliharaan teratur menunjukkan peningkatan efisiensi bahan bakar hingga 12% dibandingkan kapal tanpa jadwal pemeliharaan yang terstruktur.

Mesin induk merupakan komponen vital dalam pengoperasian kapal yang keandalannya sangat bergantung pada sistem pendukung seperti sistem pendingin, pelumasan, bahan bakar, dan pembuangan gas buang. Setiap subsistem memiliki peran unik yang saling mendukung untuk memastikan performa optimal mesin induk. Oleh karena itu, pemeliharaan yang terencana dan berkala sangat penting untuk mencegah kerusakan serius dan menjaga efisiensi operasional kapal. Dengan pengawasan ketat terhadap sistem pendukung, operator

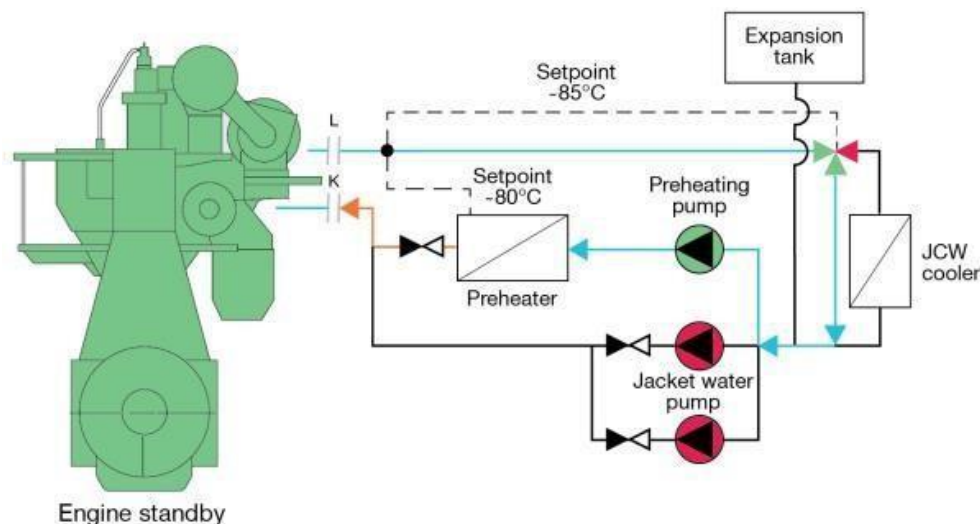
kapal dapat mengurangi risiko downtime dan memperpanjang umur mesin induk secara signifikan.

B. Sistem Pendingin Mesin induk

1. Prinsip Kerja Sistem Pendingin

Sistem pendingin pada mesin induk berfungsi untuk menjaga suhu kerja mesin agar tetap optimal, biasanya dalam rentang 75°C hingga 85°C. Panas yang dihasilkan selama pembakaran dalam silinder mesin diabsorpsi oleh cairan pendingin dan dilepaskan ke medium lain melalui *heat exchanger*. Hal ini mencegah terjadinya *overheat* yang dapat merusak komponen mesin atau mengurangi efisiensi operasi (Susanto et al., 2019).

Gambar 2. 2 Jacket cooling water system with a built-in preheater



Sumber: MAN Energy Solutions (2024)

Proses pendinginan dimulai ketika cairan pendingin mengalir melalui jaket pendingin di sekitar silinder mesin. Cairan ini menyerap panas dari dinding silinder sebelum diarahkan ke *heat exchanger* untuk menurunkan suhunya. Sirkulasi cairan pendingin dijaga oleh pompa pendingin, yang memastikan aliran konstan.

2. Jenis Sistem Pendingin

Terdapat dua jenis utama sistem pendingin yang sering digunakan pada mesin induk:

- a. Sistem Pendingin Tertutup (Closed Cooling System): Sistem ini menggunakan cairan pendingin seperti air tawar yang bersirkulasi secara tertutup. Panas diserap cairan pendingin dan dilepas di *heat exchanger* menggunakan air laut sebagai media pendingin. Sistem ini lebih efisien dan tahan terhadap korosi.
 - b. Sistem Pendingin Terbuka (Open Cooling System): Sistem ini memanfaatkan air laut langsung sebagai cairan pendingin. Air laut dipompa ke mesin untuk menyerap panas, kemudian dibuang kembali ke laut. Walaupun sederhana, sistem ini rentan terhadap penumpukan kerak dan korosi.
3. Komponen Utama Sistem Pendingin
- Beberapa komponen penting dalam sistem pendingin antara lain:
- a. *Jacket cooling* : Mengalirkan cairan pendingin di sekitar silinder untuk menyerap panas.
 - b. *Heat exchanger*: Menukar panas antara cairan pendingin dan medium lain seperti air laut.
 - c. Pompa Pendingin: Memastikan cairan pendingin bersirkulasi dengan lancar.
 - d. Thermostat: Mengatur aliran cairan pendingin sesuai suhu mesin.
4. Peran Sistem Pendingin
- Sistem pendingin sangat penting untuk menjaga performa optimal mesin induk. Suhu kerja yang stabil mencegah *overheating*, yang dapat menyebabkan kerusakan serius seperti retakan pada silinder atau piston. Di sisi lain, suhu yang terlalu rendah dapat mengurangi efisiensi pembakaran dan meningkatkan emisi gas buang (Hadi et al., 2020).
5. Pentingnya Pemeliharaan
- Pemeliharaan berkala pada sistem pendingin, seperti membersihkan *heat exchanger* dan mengganti cairan pendingin, dapat memperpanjang umur komponen mesin. Penelitian oleh Rahman et al. (2022) menunjukkan bahwa pemeliharaan teratur meningkatkan efisiensi bahan bakar hingga 12%.

C. *Overheat* pada Mesin induk

Overheat pada mesin induk adalah kondisi di mana suhu kerja mesin melebihi batas optimal yang direkomendasikan oleh pabrikan, biasanya berkisar antara 85°C hingga 90°C, tergantung pada desain spesifik mesin. Mesin yang bekerja di luar suhu optimal dapat mengalami berbagai masalah teknis, mulai dari penurunan kinerja hingga kegagalan total. Secara teknis, *overheat* disebabkan oleh ketidakseimbangan antara jumlah panas yang dihasilkan selama proses pembakaran dan kapasitas sistem pendingin untuk mengalirkannya keluar. Ketidakseimbangan ini dapat memengaruhi integritas struktur mesin, efisiensi termal, dan umur pakai komponen.

Kerusakan serius yang diakibatkan *overheat* meliputi retakan pada dinding silinder, deformasi gasket kepala silinder, kegagalan piston, serta kerusakan pada komponen internal lainnya. Selain itu, kondisi *overheat* juga dapat menyebabkan distorsi material pada bagian logam mesin yang terkena suhu tinggi secara berlebihan. Akibatnya, mesin tidak lagi dapat beroperasi dengan efisien dan memerlukan perbaikan menyeluruh, seperti *overhaul*. Lebih parah lagi, *overheat* yang tidak ditangani secara cepat dapat menyebabkan shutdown mendadak selama operasi, yang berisiko pada keselamatan kapal dan awaknya.

Dampak *overheat* tidak hanya terbatas pada kerusakan teknis tetapi juga memiliki konsekuensi ekonomis. Kapal yang mengalami gangguan mesin karena *overheat* harus menghentikan operasinya untuk perbaikan. Waktu henti ini tidak hanya mengakibatkan penundaan pengiriman muatan tetapi juga berujung pada kerugian finansial yang signifikan, baik dari segi biaya perbaikan maupun hilangnya pendapatan akibat kapal tidak beroperasi. Dalam jangka panjang, kondisi *overheat* yang berulang dapat memperpendek siklus *overhaul* mesin, meningkatkan frekuensi perawatan besar, dan meningkatkan biaya operasional secara keseluruhan.

Selain dampak langsung pada mesin, *overheat* juga dapat memengaruhi kinerja keseluruhan kapal. Penurunan efisiensi termal mesin akibat *overheat* sering kali diiringi dengan peningkatan konsumsi bahan bakar. Mesin yang bekerja di luar suhu optimal membutuhkan lebih banyak energi untuk menghasilkan daya yang sama. Selain itu, emisi gas buang dari mesin yang *overheat* cenderung lebih tinggi, yang dapat berdampak pada lingkungan serta memengaruhi kepatuhan terhadap regulasi emisi internasional seperti MARPOL Annex VI.

1. Penyebab Umum *Overheat*

a. Kualitas Air Pendingin yang Buruk

Air pendingin berfungsi untuk menyerap dan mengalirkan panas dari mesin ke lingkungan melalui sistem *heat exchanger*. Penggunaan air pendingin yang tidak memenuhi standar, seperti air laut tanpa perlakuan khusus, dapat menyebabkan korosi dan penumpukan kerak di dalam saluran *heat exchanger*. Penumpukan kerak ini bertindak sebagai isolator termal, menghambat transfer panas yang efisien antara mesin dan cairan pendingin. Akibatnya, suhu mesin meningkat secara signifikan, terutama saat beban tinggi (Rahman et al., 2022).

b. Beban Kerja Berlebih

Overheat sering terjadi ketika mesin dioperasikan di luar kapasitas desainnya, seperti saat kapal menghadapi arus laut kuat atau membawa muatan yang melebihi kapasitas. Selain itu, operasi di wilayah dengan suhu lingkungan tinggi, seperti perairan tropis, juga dapat meningkatkan risiko *overheat*. Mesin yang terus-menerus bekerja di bawah kondisi ekstrem ini akan mengalami kenaikan suhu yang cepat, memengaruhi stabilitas termal komponen internalnya (Nurchahyo et al., 2020).

c. Pemeliharaan yang Tidak Memadai

Sistem pendingin membutuhkan pemeliharaan berkala untuk menjaga kinerjanya. Kurangnya perawatan, seperti penggantian

cairan pendingin, pembersihan kerak di *heat exchanger*, atau inspeksi pada pompa dan thermostat, dapat mempercepat degradasi fungsi komponen. Menurut laporan oleh Suryadi et al. (2023), sekitar 40% insiden *overheat* pada mesin kapal disebabkan oleh pemeliharaan yang tidak memadai.

d. Kerusakan Komponen Sistem Pendingin

Kerusakan pada komponen utama sistem pendingin, seperti pompa pendingin yang gagal memompa cairan dengan baik, thermostat yang macet, atau saluran jaket pendingin yang tersumbat, akan mengganggu sirkulasi cairan pendingin. Gangguan ini menyebabkan distribusi panas menjadi tidak merata, sehingga bagian tertentu dari mesin mengalami suhu berlebih.

2. Studi Kasus *Overheat* pada Kapal

Salah satu contoh nyata dari insiden *overheat* adalah kasus yang terjadi pada kapal MV. Ocean Warrior pada tahun 2020. Dalam kejadian ini, temperatur jaket pendingin melonjak hingga 110°C, jauh melebihi batas aman. Akibatnya, dua silinder pada mesin utama mengalami keretakan, yang mengakibatkan penghentian total operasional kapal. Investigasi menunjukkan bahwa penyebab utama adalah penumpukan kerak tebal di dalam *heat exchanger*, yang disebabkan oleh penggunaan air laut tanpa perlakuan kimia untuk mencegah korosi dan pengendapan. Insiden ini memakan biaya perbaikan besar dan menyebabkan kapal tidak beroperasi selama beberapa minggu (Suryadi et al., 2023).

3. Langkah Pencegahan *Overheat*

Pencegahan *overheat* memerlukan pendekatan yang terintegrasi antara pemeliharaan teknis dan pengelolaan operasional. Berikut adalah langkah-langkah yang dapat diambil:

a. Pemeliharaan Rutin

Inspeksi berkala pada sistem pendingin sangat penting untuk memastikan semua komponen berfungsi optimal. Hal ini meliputi

pembersihan *heat exchanger* untuk menghilangkan kerak, penggantian cairan pendingin sesuai interval yang direkomendasikan, serta pemeriksaan pompa, thermostat, dan saluran pendingin.

b. Penggunaan Air Pendingin Berkualitas

Menggunakan air tawar atau cairan pendingin dengan campuran aditif anti-karat dan anti-kerak membantu mencegah korosi dan pengendapan di dalam sistem. Hal ini secara signifikan meningkatkan efisiensi transfer panas.

c. Operasi Sesuai Kapasitas Mesin

Menghindari pengoperasian mesin pada beban penuh secara terus-menerus, terutama di kondisi lingkungan ekstrem, dapat mengurangi risiko *overheat*. Kapal juga harus dilengkapi dengan sistem pemantauan beban mesin untuk memastikan operasi berada dalam batas yang aman.

d. Pemantauan Parameter Mesin

Memanfaatkan alat pemantau suhu, tekanan, dan aliran cairan pendingin membantu mendeteksi potensi masalah sejak dini. Alarm suhu tinggi dapat memberikan peringatan kepada operator sebelum *overheat* menyebabkan kerusakan lebih lanjut.

e. Pelatihan Awak Kapal

Awak kapal perlu dilatih untuk memahami cara kerja sistem pendingin dan mengenali tanda-tanda awal *overheat*. Mereka juga harus mengetahui prosedur darurat untuk menangani kenaikan suhu yang tidak terkontrol.

Dengan mengadopsi langkah-langkah tersebut, risiko *overheat* dapat diminimalkan, sehingga menjaga keandalan mesin induk, mengurangi biaya operasional, dan meningkatkan efisiensi operasional kapal. Implementasi sistem perawatan yang baik juga menjadi investasi jangka panjang untuk mencegah kerusakan serius pada mesin.

D. Perawatan Preventif untuk Sistem Pendingin

Perawatan preventif merupakan strategi yang sangat penting untuk menjaga performa dan keandalan sistem pendingin pada mesin induk kapal. Sebagai langkah proaktif, perawatan ini dirancang untuk mencegah terjadinya kerusakan besar yang dapat mengganggu operasional kapal. Dengan perawatan yang terencana, risiko seperti *overheat*, korosi, dan kerusakan komponen utama dapat diminimalkan secara signifikan. Selain itu, perawatan preventif berkontribusi pada pengurangan frekuensi downtime mesin, memperpanjang umur komponen, dan meningkatkan efisiensi operasional kapal secara keseluruhan (Rahman et al., 2022).

Strategi ini juga memiliki manfaat ekonomis jangka panjang. Biaya perawatan rutin jauh lebih rendah dibandingkan dengan biaya perbaikan besar atau penggantian komponen akibat kerusakan yang tidak terdeteksi. Lebih jauh lagi, perawatan preventif memastikan kapal tetap mematuhi regulasi keselamatan dan lingkungan internasional, seperti MARPOL Annex VI, dengan menjaga emisi gas buang dalam batas yang diizinkan.

1. Langkah-Langkah Preventif

a. Perawatan pada Pompa Pendingin

Pompa pendingin adalah salah satu komponen utama dalam sistem pendingin yang bertugas memastikan cairan pendingin bersirkulasi dengan lancar. Jika pompa tidak berfungsi optimal, sistem pendingin tidak akan mampu menjaga suhu mesin dalam batas yang aman.

- 1) Inspeksi Rutin: Memeriksa kondisi impeller untuk mendeteksi adanya keausan, keretakan, atau kerusakan lainnya yang dapat mengurangi efisiensi pompa.
- 2) Pelumasan Bantalan: Memberikan pelumasan secara berkala pada bantalan pompa guna mengurangi gesekan dan mencegah kerusakan akibat keausan.

- 3) Penggantian Seal: Mengganti seal pompa jika ditemukan tanda-tanda kebocoran untuk memastikan sirkulasi cairan pendingin tetap terjaga.

b. Pembersihan Filter Air Laut

Filter air laut bertugas menyaring kotoran dan partikel asing dari air sebelum masuk ke sistem pendingin. Jika filter tersumbat, aliran air akan terganggu, sehingga proses pendinginan tidak berjalan dengan efektif.

- 1) Frekuensi Pembersihan: Membersihkan filter secara rutin, setidaknya seminggu sekali atau lebih sering jika kapal beroperasi di perairan dengan kandungan sedimen tinggi.
- 2) Inspeksi Visual: Memeriksa kondisi jaring penyaring untuk memastikan tidak ada kerusakan atau sobekan yang dapat menyebabkan kotoran masuk ke sistem pendingin.

c. Pembersihan Plat *Cooler* (*Heat exchanger*)

Plat *cooler* atau *heat exchanger* adalah media utama untuk transfer panas antara cairan pendingin dan air laut. Efisiensi komponen ini sangat dipengaruhi oleh kebersihannya.

- 1) Pembersihan Internal: Menggunakan larutan kimia anti-kerak untuk membersihkan saluran pada plat *cooler* dari endapan mineral dan kerak.
- 2) Penggunaan Alat Ultrasonik: Membersihkan kerak yang sulit dijangkau tanpa merusak permukaan plat *cooler*, sehingga efisiensi transfer panas tetap optimal.
- 3) Inspeksi Konektor: Memastikan koneksi pada plat *cooler* bebas dari kebocoran yang dapat mengurangi tekanan dan aliran cairan pendingin.

d. Monitoring Suhu Mesin

Pemantauan suhu mesin secara real-time merupakan langkah preventif penting untuk mendeteksi potensi masalah sebelum terjadi kerusakan.

- 1) Instalasi Sensor Suhu: Menggunakan sensor suhu digital yang terhubung ke sistem pemantauan untuk memberikan data suhu secara akurat.
- 2) Pengaturan Alarm: Menentukan ambang batas suhu kritis untuk memicu alarm, sehingga awak kapal dapat mengambil tindakan segera jika suhu mendekati batas tersebut.
- 3) Catatan Operasi: Mencatat perubahan suhu harian sebagai acuan untuk mendeteksi pola atau anomali yang menunjukkan adanya potensi masalah.

2. Jadwal Perawatan Preventif

Menyusun jadwal perawatan preventif yang terstruktur membantu memastikan semua komponen sistem pendingin mendapatkan perhatian yang diperlukan. Berikut adalah rekomendasi jadwal perawatan:

a. Harian:

- 1) Memeriksa level cairan pendingin.
- 2) Memantau suhu mesin selama operasi.

b. Mingguan:

- 1) Membersihkan filter air laut.
- 2) Memeriksa kebocoran pada pompa pendingin.

c. Bulanan:

- 1) Membersihkan plat *cooler* dan memeriksa kondisi internalnya.
- 2) Mengganti cairan pendingin jika ditemukan tanda-tanda degradasi.

d. Triwulanan:

- 1) Melakukan inspeksi menyeluruh pada *heat exchanger*.
- 2) Mengganti seal atau gasket pada komponen yang menunjukkan tanda-tanda keausan.

3. Manfaat Perawatan Preventif

a. Mengurangi Risiko *Overheat*

Dengan menjaga kebersihan dan fungsi optimal komponen sistem pendingin, risiko kenaikan suhu mesin hingga di luar batas aman dapat diminimalkan. Hal ini melindungi mesin dari kerusakan serius yang dapat mengganggu operasi kapal.

b. Memperpanjang Umur Komponen

Komponen seperti pompa, filter, dan *heat exchanger* akan memiliki umur pakai yang lebih panjang jika dirawat secara rutin. Perawatan yang baik juga mengurangi kemungkinan penggantian komponen mahal dalam waktu singkat.

c. Meningkatkan Efisiensi Operasional

Mesin yang beroperasi pada suhu optimal memiliki efisiensi bahan bakar yang lebih baik, sehingga konsumsi bahan bakar dapat dikurangi. Selain itu, emisi gas buang yang dihasilkan juga lebih rendah, membantu kapal mematuhi standar lingkungan.

d. Mengurangi Biaya Operasional

Investasi dalam perawatan preventif yang terjadwal dapat mengurangi biaya tak terduga akibat perbaikan darurat atau penggantian komponen yang rusak. Waktu henti kapal juga dapat diminimalkan, memastikan kapal tetap produktif.

Dengan menerapkan perawatan preventif yang komprehensif, operator kapal dapat memastikan sistem pendingin mesin induk tetap berfungsi dengan baik, menjaga efisiensi operasional kapal, dan menghindari gangguan besar yang merugikan.

E. Overhaul Mesin induk

Overhaul pada mesin induk merupakan prosedur penting dalam siklus pemeliharaan kapal. *Overhaul* dilakukan untuk memastikan mesin tetap berada dalam kondisi optimal setelah masa operasi tertentu, biasanya berdasarkan jam kerja mesin atau tanda-tanda performa yang menurun. Proses ini melibatkan pembongkaran, pemeriksaan, perbaikan, dan penggantian komponen utama mesin yang sudah mengalami keausan atau kerusakan. Selain itu, *overhaul* juga bertujuan

untuk mencegah kegagalan fatal yang dapat mengakibatkan kerugian operasional besar.

Proses *overhaul* biasanya didasarkan pada panduan yang diberikan oleh Manual Book OEM (Original Equipment Manufacturer). Buku panduan ini berisi spesifikasi teknis mesin, standar toleransi, langkah-langkah perbaikan, dan rekomendasi perawatan. Buku teknik *overhaul* engine juga mencakup diagram mesin, alat khusus yang diperlukan, dan prosedur keselamatan yang harus diikuti selama proses berlangsung. Dengan mengacu pada panduan ini, teknisi dapat memastikan setiap tahapan dilakukan dengan akurat dan efisien, menghindari risiko kerusakan lebih lanjut.

1. Tahapan *Overhaul* Mesin induk

Overhaul terdiri dari beberapa tahapan yang harus dilakukan secara sistematis. Setiap tahap memiliki peran penting untuk memastikan hasil yang optimal. Berikut adalah penjelasan rinci mengenai tahapan-tahapan tersebut:

a. Persiapan Awal

Tahap ini dimulai dengan pengumpulan informasi mengenai kondisi mesin sebelum dibongkar. Data seperti suhu operasi, tekanan oli, konsumsi bahan bakar, dan performa mesin dicatat untuk memberikan gambaran awal tentang komponen yang mungkin mengalami masalah. Selanjutnya, teknisi mempersiapkan alat-alat yang diperlukan, termasuk alat ukur seperti mikrometer, bore gauge, dan dial indicator, serta suku cadang yang akan diganti.

Prosedur keselamatan juga menjadi fokus utama pada tahap ini. Mesin harus dipastikan dalam keadaan mati, sumber energi terputus, dan area kerja bersih dari potensi bahaya. Pemahaman yang baik tentang diagram mesin dari buku manual sangat penting untuk meminimalkan kesalahan selama proses berlangsung.

b. Pembongkaran Komponen

Pada tahap ini, komponen utama seperti silinder, piston, crankshaft, connecting rod, dan valve mechanism dilepas dari mesin. Pembongkaran harus dilakukan dengan hati-hati untuk menghindari kerusakan lebih lanjut. Komponen yang dilepas kemudian diberi label dan ditempatkan pada wadah yang sesuai agar mudah diidentifikasi saat proses pemasangan ulang.

Salah satu tantangan pada tahap ini adalah memastikan bahwa urutan pembongkaran sesuai dengan panduan OEM. Kesalahan dalam melepas komponen dapat menyebabkan deformasi atau kerusakan pada bagian lain. Oleh karena itu, teknisi harus sangat teliti, terutama pada bagian yang memiliki toleransi ketat, seperti bearing dan gasket.

c. Pemeriksaan dan Pengukuran

Tahap pemeriksaan melibatkan analisis mendalam terhadap kondisi setiap komponen yang telah dilepas. Teknisi menggunakan alat ukur untuk memeriksa dimensi, kelurusan, dan keausan pada komponen. Misalnya, piston dan silinder diperiksa untuk mendeteksi goresan atau keausan yang melebihi toleransi.

Komponen seperti crankshaft diuji untuk mengetahui apakah terdapat keretakan atau keausan yang tidak merata. Pengukuran ini sangat penting untuk menentukan apakah suatu komponen masih dapat digunakan, perlu diperbaiki, atau harus diganti. Panduan dari buku teknik *overhaul* engine menyediakan batas toleransi untuk setiap komponen, yang menjadi acuan utama selama proses ini.

d. Perbaikan dan Penggantian

Setelah pemeriksaan, komponen yang tidak memenuhi spesifikasi harus diperbaiki atau diganti. Proses perbaikan meliputi penghalusan permukaan, balancing crankshaft, atau penggantian seal dan gasket. Komponen yang telah diperbaiki kemudian diuji kembali untuk memastikan fungsinya.

Untuk komponen yang diganti, teknisi harus memastikan bahwa suku cadang baru sesuai dengan spesifikasi yang diberikan oleh OEM. Penggunaan suku cadang tidak asli (non-OEM) dapat meningkatkan risiko kegagalan di kemudian hari.

e. Pemasangan Ulang

Setelah perbaikan selesai, komponen yang telah lolos pemeriksaan dipasang kembali ke mesin. Proses pemasangan ulang harus mengikuti urutan yang ditentukan dalam manual book OEM. Teknik pemasangan, seperti pengencangan baut dengan torsi yang tepat, sangat penting untuk memastikan mesin berfungsi dengan baik setelah *overhaul*.

Selama pemasangan, teknisi juga memeriksa kembali setiap sambungan, seal, dan gasket untuk memastikan tidak ada kebocoran. Kesalahan pada tahap ini dapat mengakibatkan kerusakan serius setelah mesin dioperasikan kembali.

f. Pengujian dan Kalibrasi

Tahap terakhir adalah pengujian mesin untuk memastikan bahwa semua komponen bekerja dengan baik. Mesin dijalankan pada kecepatan rendah untuk memeriksa adanya kebocoran atau bunyi abnormal. Parameter seperti tekanan oli, suhu, dan getaran dicatat dan dibandingkan dengan standar OEM.

Jika hasil pengujian menunjukkan bahwa mesin telah memenuhi spesifikasi, maka *overhaul* dianggap berhasil. Mesin kemudian dapat dioperasikan kembali dalam kondisi optimal.

2. Risiko Selama Proses *Overhaul*

Meskipun *overhaul* bertujuan untuk meningkatkan kinerja mesin, proses ini tidak terlepas dari risiko. Berikut adalah beberapa risiko utama yang dapat terjadi selama *overhaul* mesin induk:

a. Kerusakan Tambahan Selama Pembongkaran

Kesalahan dalam pembongkaran, seperti penggunaan alat yang tidak sesuai atau teknik yang salah, dapat menyebabkan

kerusakan tambahan pada komponen mesin. Misalnya, crankshaft yang tidak ditangani dengan hati-hati dapat mengalami deformasi, yang memengaruhi keseimbangan mesin.

b. Ketidaksesuaian Suku Cadang

Penggunaan suku cadang yang tidak sesuai dengan spesifikasi OEM dapat menyebabkan mesin tidak bekerja secara optimal. Selain itu, suku cadang berkualitas rendah memiliki umur pakai yang lebih pendek, sehingga meningkatkan risiko kerusakan dalam waktu dekat.

c. Kesalahan Pengukuran

Pengukuran yang tidak akurat selama pemeriksaan dapat menyebabkan keputusan yang salah, seperti membiarkan komponen yang seharusnya diganti atau mengganti komponen yang sebenarnya masih layak pakai.

d. Kebocoran Setelah Pemasangan

Seal dan gasket yang tidak dipasang dengan benar dapat menyebabkan kebocoran oli atau cairan pendingin, yang berpotensi merusak komponen lain.

e. Kegagalan Pengujian

Jika pengujian tidak dilakukan secara menyeluruh, potensi masalah pada mesin dapat terlewatkan. Hal ini dapat menyebabkan kegagalan mesin saat dioperasikan dalam kondisi beban penuh.

3. Mitigasi Risiko Selama *Overhaul*

Untuk mengurangi risiko selama proses *overhaul*, langkah-langkah berikut dapat diterapkan:

a. Pelatihan Teknis: Teknisi yang melakukan *overhaul* harus memiliki keahlian dan pengalaman yang memadai. Pelatihan yang terfokus pada prosedur OEM sangat penting untuk memastikan setiap tahap dilakukan dengan benar.

- b. Penggunaan Alat yang Tepat: Alat-alat yang sesuai dengan spesifikasi OEM harus digunakan untuk menghindari kerusakan komponen selama pembongkaran dan pemasangan.
- c. Kualitas Suku Cadang: Hanya menggunakan suku cadang asli (OEM) untuk memastikan kompatibilitas dan keandalan.
- d. Pengawasan dan Dokumentasi: Setiap tahap *overhaul* harus diawasi oleh kepala teknisi, dan semua langkah dicatat untuk referensi di masa depan.
- e. Pengujian Menyeluruh: Pengujian harus mencakup semua aspek operasi mesin, termasuk tekanan oli, suhu, dan getaran, sebelum mesin dinyatakan siap digunakan.

Proses *overhaul* mesin induk adalah prosedur yang kompleks namun krusial untuk menjaga kinerja mesin dalam jangka panjang. Dengan mengikuti panduan OEM, melakukan setiap tahap dengan cermat, dan memitigasi risiko yang mungkin muncul, operator kapal dapat memastikan bahwa mesin tetap andal dan efisien setelah proses *overhaul* selesai.

F. Langkah Pencegahan untuk Meminimalkan Risiko

Sistem pendingin pada mesin induk adalah salah satu elemen paling penting dalam menjaga efisiensi dan keandalan operasional kapal. Gangguan pada sistem ini, seperti *overheat* atau kerusakan komponen, dapat menyebabkan downtime, peningkatan biaya perbaikan, hingga potensi kerugian operasional. Berdasarkan artikel jurnal terbaru dan pedoman IMO (*International Maritime Organization*), langkah-langkah pencegahan yang efektif dapat diterapkan untuk meminimalkan risiko gangguan dan *overhaul* pada mesin induk.

1. Perawatan Rutin yang Konsisten

Perawatan rutin adalah kunci utama untuk menjaga performa sistem pendingin. Beberapa tindakan preventif yang direkomendasikan antara lain:

- a. Pemeriksaan Harian: Melakukan pemeriksaan visual terhadap level cairan pendingin, kebocoran pada pipa, serta kondisi pompa pendingin. Langkah ini memastikan tidak ada masalah yang dapat berkembang menjadi kerusakan serius.
- b. Pembersihan Berkala: Membersihkan filter air laut, *heat exchanger*, dan saluran pendingin untuk mencegah akumulasi kotoran atau kerak. Berdasarkan jurnal oleh Rahman et al. (2022), 60% masalah pada sistem pendingin disebabkan oleh sumbatan atau penurunan efisiensi transfer panas.
- c. Penggantian Komponen: Mengganti gasket, impeller, dan seal pompa secara periodik sesuai rekomendasi pabrikan atau setelah ditemukan tanda-tanda keausan.

2. Penggunaan Cairan Pendingin yang Tepat

Penggunaan cairan pendingin yang tepat sangat penting untuk mencegah korosi dan penumpukan kerak. Rekomendasi terbaik meliputi:

- a. Aditif Anti-Korosi dan Anti-Kerak: Cairan pendingin harus mengandung bahan aditif yang dapat melindungi permukaan logam dari korosi dan mencegah pembentukan kerak di dalam saluran pendingin.
- b. Kualitas Air Pendingin: Jika menggunakan air tawar, pastikan air telah melalui proses desalinasi atau perlakuan kimia untuk menghilangkan mineral berlebih yang dapat menyebabkan kerak. Berdasarkan studi oleh Pratama et al. (2023), penggunaan air laut tanpa perlakuan khusus meningkatkan risiko korosi hingga 70%.

3. Pemantauan Parameter Sistem Secara Real-Time

Pemantauan parameter sistem, seperti suhu dan tekanan, memungkinkan deteksi dini terhadap masalah sebelum menjadi serius. Berikut adalah rekomendasi terkait pemantauan:

- a. Instalasi Sensor Digital: Menggunakan sensor digital untuk memantau suhu, tekanan, dan aliran cairan pendingin secara real-

time. Data ini dapat ditampilkan di ruang kendali untuk memudahkan pengawasan.

- b. Pengaturan Alarm Otomatis: Alarm harus diatur untuk memberikan peringatan saat suhu atau tekanan mendekati batas aman yang ditetapkan. Sebagai contoh, jika suhu *jacket cooling* mencapai 90°C, sistem harus memberikan sinyal peringatan untuk memungkinkan awak kapal mengambil tindakan segera.
- c. Pencatatan Data Operasional: Mencatat perubahan suhu dan tekanan selama operasi dapat membantu mengidentifikasi pola atau anomali yang berpotensi menjadi masalah.

4. Peningkatan Perencanaan Operasional

Operasi mesin pada beban tinggi secara terus-menerus dapat meningkatkan risiko *overheat* dan mempercepat keausan komponen. Oleh karena itu, perencanaan operasional yang lebih baik dapat mengurangi risiko ini:

- a. Manajemen Beban Mesin: Hindari pengoperasian mesin pada kapasitas penuh untuk waktu yang terlalu lama, terutama saat kapal berlayar di wilayah bersuhu tinggi.
- b. Rotasi Operasi Mesin: Jika kapal memiliki lebih dari satu mesin utama, rotasi penggunaan mesin dapat dilakukan untuk mengurangi tekanan pada satu unit mesin tertentu.

5. Pelatihan dan Pengembangan Kru Kapal

Kru kapal adalah garis depan dalam menjaga keandalan sistem pendingin. Dengan pelatihan yang memadai, mereka dapat menangani masalah lebih efektif dan mencegah kerusakan lebih lanjut. Pelatihan meliputi:

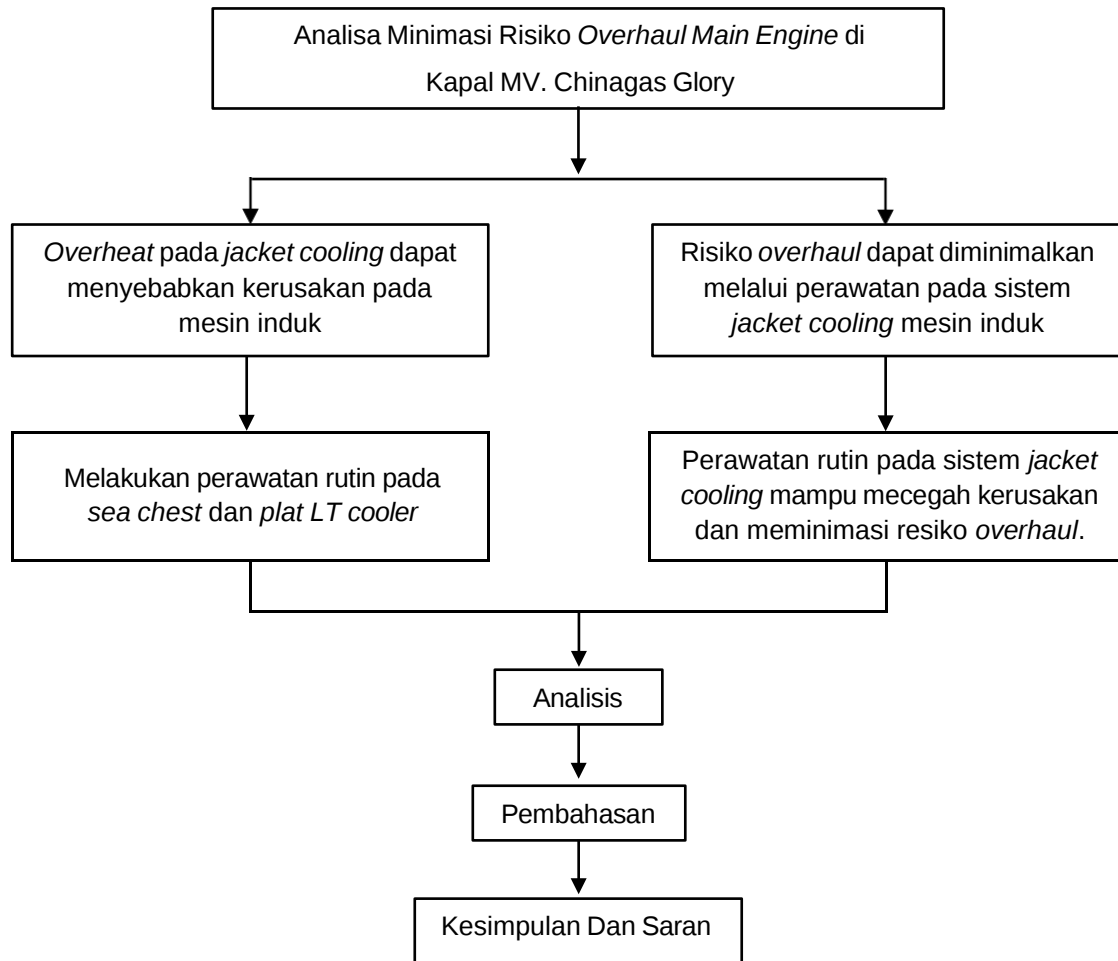
- a. Identifikasi Masalah Dini: Memberikan pelatihan kepada kru untuk mengenali tanda-tanda awal masalah pada sistem pendingin, seperti penurunan tekanan atau kenaikan suhu yang tidak biasa.

- b. Prosedur Penanganan Darurat: Mengajarkan langkah-langkah darurat, seperti penghentian mesin dengan aman atau isolasi kebocoran pada sistem pendingin.
 - c. Pengenalan Teknologi Baru: Dengan adanya perangkat pemantauan modern, kru harus memahami cara kerja dan interpretasi data dari sensor digital.
6. Implementasi Protokol Perawatan yang Mengacu pada Standar IMO
- Pedoman IMO mendorong penerapan protokol perawatan berbasis risiko (*risk-based maintenance*). Pendekatan ini melibatkan:
- a. Evaluasi Risiko Periodik: Menilai kondisi sistem pendingin dan mengidentifikasi komponen yang memiliki risiko kegagalan tertinggi.
 - b. Prioritas Perawatan: Memprioritaskan perawatan pada komponen kritis berdasarkan evaluasi risiko. Sebagai contoh, *heat exchanger* yang sudah menunjukkan tanda-tanda penurunan performa harus segera dibersihkan atau diganti.
 - c. Dokumentasi Perawatan: Mencatat semua aktivitas perawatan untuk memastikan kesesuaian dengan pedoman IMO dan memungkinkan audit yang lebih baik.
7. Manfaat Langkah Pencegahan
- Langkah-langkah pencegahan ini memberikan beberapa manfaat signifikan, antara lain:
- a. Meningkatkan Keandalan Sistem Pendingin: Sistem yang dirawat dengan baik cenderung lebih andal dan jarang mengalami gangguan operasional.
 - b. Mengurangi Risiko *Overhaul*: Dengan menjaga performa optimal komponen, kebutuhan untuk *overhaul* dapat diminimalkan, sehingga menghemat waktu dan biaya.
 - c. Efisiensi Bahan Bakar: Mesin yang beroperasi pada suhu optimal memiliki efisiensi bahan bakar yang lebih baik dan emisi yang lebih rendah.

- d. Memperpanjang Umur Komponen: Perawatan yang konsisten memperlambat proses keausan dan kerusakan pada komponen, seperti pompa, *heat exchanger*, dan filter.
- e. Mengurangi Downtime Kapal: Insiden *overheat* yang menyebabkan penghentian operasi mesin dapat diminimalkan, sehingga jadwal pengiriman tidak terganggu.

Langkah-langkah pencegahan seperti perawatan rutin, penggunaan cairan pendingin berkualitas, pemantauan sistem secara real-time, serta pelatihan kru kapal dapat secara signifikan mengurangi risiko gangguan pada sistem pendingin mesin induk. Dengan menerapkan rekomendasi praktis ini, operator kapal tidak hanya meningkatkan keandalan dan efisiensi operasional, tetapi juga mematuhi standar keselamatan dan keberlanjutan yang ditetapkan oleh IMO.

G. Kerangka Pikir



H. Unit Analisis

Unit analisis dalam penelitian ini mencakup beberapa aspek berikut:

1. Sistem Pendingin pada Mesin induk

Penelitian ini akan menganalisis secara rinci mengenai sistem pendingin yang digunakan pada mesin induk kapal MV. Chinagas Glory, termasuk kondisi fisik dan fungsionalitasnya. Fokus utama adalah pada *jacket cooling* yang berperan penting dalam mencegah terjadinya *overheat*.

2. Mesin induk di Kapal MV. Chinagas Glory

Sebagai objek penelitian, mesin induk pada kapal ini akan dianalisis secara mendalam. Analisis ini mencakup kondisi operasional mesin, riwayat perawatan, serta penyebab utama *overheat* yang dapat mempengaruhi kinerja mesin secara keseluruhan.

3. Proses *Overhaul*

Proses *overhaul* akan dianalisis untuk memahami langkah-langkah yang dilakukan dalam perbaikan mesin yang mengalami *overheat*. Ini mencakup pemeriksaan terhadap komponen yang diganti atau diperbaiki serta evaluasi terhadap efektivitas pemeliharaan yang telah dilakukan sebelumnya untuk mencegah kerusakan lebih lanjut.

4. Faktor Penyebab *Overheat*

Penelitian ini juga akan menganalisis faktor-faktor yang menyebabkan *overheat*, seperti kualitas air pendingin, suhu kerja mesin yang tinggi, serta pengaruh kondisi lingkungan dan operasional kapal yang berhubungan langsung dengan kinerja sistem pendingin.

I. Hipotesis

Berdasarkan rumusan masalah yang telah di uraikan di atas maka penulis merumuskan hipotesis sebagai berikut :

1. Diduga *overheat* pada *jacket cooling* mesin induk dapat menyebabkan kerusakan pada mesin induk yang mengharuskan tindakan *overhaul*.
2. Risiko *overhaul* pada mesin induk dapat diminimalkan melalui inspeksi rutin dan perawatan pada sistem pendingin *jacket cooling*.

J. Batasan Masalah

Dalam penelitian ini, fokus utama akan dibatasi pada penyebab *overheat* yang terjadi pada sistem *jacket cooling* mesin induk di kapal MV. Chinagas Glory. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan menganalisis faktor-faktor yang berkontribusi pada kondisi *overheat*, serta langkah-langkah pencegahan yang dapat diimplementasikan untuk meminimalkan risiko *overhaul* mesin induk. Aspek yang diteliti akan difokuskan pada sistem pendingin, tanpa memperluas diskusi pada faktor-faktor eksternal lainnya, seperti kualitas bahan bakar, kondisi cuaca, atau beban kerja di luar standar operasional yang dapat memengaruhi performa mesin. Oleh karena itu, penelitian ini akan lebih mendalam dalam mengeksplorasi kondisi dan perawatan sistem *jacket cooling*. Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini meliputi observasi langsung dan analisis data operasional yang terkait dengan suhu dan tekanan dalam sistem pendingin. Penelitian akan dilakukan dalam periode tertentu, yaitu dari Mei 2023 hingga Juni 2024, dengan lokasi pelaksanaan penelitian terfokus pada kapal MV. Chinagas Glory. Dengan batasan ini, diharapkan penelitian dapat memberikan hasil yang lebih terarah dan spesifik, sehingga dapat memberikan kontribusi yang signifikan dalam memahami masalah yang dihadapi serta solusi praktis yang dapat diterapkan untuk meningkatkan keandalan mesin induk kapal.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan dalam analisa ini adalah penelitian deskriptif analitik, yang bertujuan untuk menggambarkan dan menganalisis secara mendalam mengenai fenomena yang terjadi pada sistem pendingin utama (*jacket cooling*) pada mesin induk di kapal MV. Chinagas Glory. Penelitian ini dilakukan dengan pendekatan kuantitatif dan kualitatif untuk mendapatkan gambaran yang komprehensif tentang penyebab terjadinya *overheat*, langkah-langkah pencegahan yang dapat diterapkan, serta evaluasi efektivitas pemeliharaan yang dilakukan di kapal tersebut.

Penelitian ini akan mengeksplorasi berbagai faktor yang mempengaruhi performa sistem pendingin, seperti kualitas air pendingin, suhu yang optimal, beban kerja engine, serta pemeliharaan sistem. Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk memberikan solusi praktis yang dapat diterapkan untuk mencegah *overheat* dan kerusakan besar pada mesin, yang pada akhirnya mengurangi biaya perbaikan dan meningkatkan efisiensi operasional kapal.

B. Definisi Konsep

Beberapa konsep utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

5. *Overheat*

Merujuk pada kondisi di mana suhu dalam sistem pendingin melebihi batas maksimal yang telah ditentukan oleh pabrikan mesin, yang dapat mengakibatkan penurunan efisiensi mesin atau bahkan kerusakan komponen mesin. *Overheat* pada mesin induk bisa terjadi karena beberapa faktor, termasuk sirkulasi air pendingin yang tidak optimal, kualitas air pendingin yang buruk, atau kerusakan komponen pada sistem pendingin.

6. *Jacket cooling*

Merupakan sistem pendingin yang berfungsi untuk menjaga suhu mesin tetap stabil. Sistem ini mengalirkan air pendingin di sekitar komponen utama mesin untuk menyerap panas yang dihasilkan oleh mesin. Kondisi air pendingin yang buruk, sirkulasi air yang tidak lancar, atau kerusakan pada sistem pemipaan dapat menyebabkan kegagalan sistem pendingin dan mengarah pada *overheat*.

7. *Overhaul*

Proses perbaikan besar yang mencakup penggantian atau perbaikan komponen mesin yang rusak akibat kerusakan parah, seperti *overheating*. *Overhaul* sering kali menjadi langkah terakhir setelah upaya perbaikan lainnya gagal, dan biasanya melibatkan biaya yang cukup besar serta downtime yang cukup lama.

8. Pemeliharaan Rutin

Tindakan preventif yang dilakukan secara berkala untuk memeriksa dan merawat sistem pendingin dan komponen utama lainnya. Pemeliharaan rutin dapat meliputi pembersihan, penggantian komponen yang aus, pengecekan sistem sirkulasi air pendingin, dan pemeriksaan suhu mesin untuk memastikan sistem pendingin berfungsi dengan optimal.

9. Sistem Pendingin

Merupakan perangkat yang digunakan untuk menjaga suhu mesin tetap dalam batas yang aman. Pada mesin induk, sistem pendingin meliputi berbagai komponen seperti pompa air pendingin, radiator, dan sirkulasi air melalui *jacket cooling*. Ketidakberfungsian sistem pendingin dapat menyebabkan peningkatan suhu yang berisiko merusak mesin.

C. Teknik Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini akan dikumpulkan melalui beberapa metode yang dirancang untuk mendapatkan gambaran yang jelas tentang kondisi sistem pendingin dan performa mesin induk. Teknik pengumpulan data meliputi:

10. Observasi

Peneliti akan melakukan observasi langsung di kapal MV. Chinagas Glory, untuk mengamati kondisi fisik sistem pendingin dan mesin induk. Observasi ini termasuk memeriksa status komponen-komponen penting dalam sistem pendingin, seperti pompa air, pipa pendingin, dan temperatur mesin saat beroperasi. Pengamatan ini bertujuan untuk mendeteksi adanya masalah yang mungkin tidak tercatat dalam data dokumentasi.

11. Dokumentasi

Pengumpulan data sekunder akan dilakukan dengan memeriksa dokumentasi terkait perawatan dan pemeliharaan yang telah dilakukan pada mesin induk dan sistem pendingin. Data ini mencakup catatan pemeliharaan rutin, hasil inspeksi, dan laporan terkait *overheat* atau kerusakan pada sistem pendingin serta tindakan perbaikan yang telah dilakukan.

12. Analisis Data Suhu dan Tekanan

Data yang terkait dengan suhu dan tekanan dalam sistem pendingin akan dianalisis untuk mengidentifikasi pola atau tren yang menunjukkan potensi masalah dalam sistem pendingin. Pengumpulan data suhu mesin dan temperatur air pendingin akan digunakan untuk mengetahui apakah ada fluktuasi suhu yang mengindikasikan kegagalan sistem pendingin.

D. Prosedur Pengolahan dan Analisis Data

Data yang telah dikumpulkan akan diproses dan dianalisis melalui prosedur yang terstruktur sebagai berikut:

13. Pengumpulan Data

Semua data yang diperoleh dari wawancara, observasi, dokumentasi, dan analisis suhu/tekanan akan dikumpulkan dan disusun untuk memudahkan proses analisis lebih lanjut.

14. Penyaringan Data

Data yang diperoleh akan disaring untuk memastikan bahwa informasi yang digunakan adalah relevan dengan tujuan penelitian dan berkaitan langsung dengan sistem pendingin dan mesin induk. Data yang tidak relevan atau tidak mendukung analisis akan disingkirkan.

15. Analisis Kualitatif

Data Suhu, tekanan hasil observasi akan dianalisis secara kualitatif dengan menggunakan teknik analisis konten untuk mencari pola dan tema yang muncul terkait dengan penyebab *overheat* dan langkah-langkah yang diambil untuk mencegah kerusakan lebih lanjut pada mesin induk.

16. Analisis Deskriptif

Data yang diperoleh akan disusun dalam bentuk deskripsi naratif yang menggambarkan temuan penelitian, termasuk faktor-faktor yang menyebabkan *overheat*, langkah-langkah perbaikan yang telah dilakukan, serta efektivitas pemeliharaan sistem pendingin.

E. Jadwal Penelitian

Tabel 3. 1 langkah-langkah rancangan analisis

No	Kegiatan	TAHUN 2020											
		BULAN											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Mencari buku dan jurnal sebagai referensi												
2	Pemilih topik utama penelitian												
3	Menyusun Proposal serta Bimbingan												
TAHUN 2021													
3	Menyusun Proposal serta Bimbingan												
4	Ujian Proposal												
5	Menyelesaikan perbaikan ujian Proposal												
TAHUN 2023													
7	Melaksanakan (PRALA) Pengambilan data												
TAHUN 2024													

7	Melaksanakan (PRALA) Pengambilan data												
8	Penyusunan Skripsi dan bimbingan												
9	Seminar hasil skripsi												
10	Perbaikan seminar hasil skripsi												
TAHUN 2025													
11	Bimbingan TUTUP Skripsi												
12	Seminar TUTUP Skripsi												
13	Pengumpulan Berkas Skripsi												

Ini merupakan rancangan analisis yang memperlihatkan jadwal kegiatan dari tahun 2020 hingga 2025 dalam konteks penyusunan proposal, pelaksanaan penelitian, dan penyelesaian skripsi.