

**ANALISIS PENYEBAB  
TERJADINYA KEBOCORAN CYLINDER LINER NO. 1  
PADA AUXILIARY ENGINE NO. 2  
UNTUK MEMPERTAHANKAN KINERJA  
PERMESINAN BANTU DI KMP. DUTA BANTEN**



Diajukan Dalam Rangka Penyelesaian Program Studi Diploma III  
Permesinan Kapal

**M. IQBAL TANJUNG**

**NPM. 2202008**

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III PERMESINAN KAPAL  
POLITEKNIK TRANSPORTASI SUNGAI, DANAU, DAN  
PENYEBERANGAN PALEMBANG  
2025**

**ANALISIS PENYEBAB  
TERJADINYAKEBOCORAN CYLINDER LINER NO. 1  
PADA AUXILIARY ENGINE NO. 2  
UNTUK MEMPERTAHANKAN KINERJA  
PERMESINAN BANTU DI KMP. DUTA BANTEN**



Diajukan Dalam Rangka Penyelesaian Program Studi Diploma III  
Permesinan Kapal

**M. IQBAL TANJUNG**

**NPM. 2202008**

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III PERMESINAN KAPAL  
POLITEKNIK TRANSPORTASI SUNGAI, DANAU, DAN  
 PENYEBERANGAN PALEMBANG  
 2025**

**PERSETUJUAN SEMINAR  
KERTAS KERJA WAJIB**

Judul : **ANALISIS PENYEBAB TERJADINYA  
KEBOCORAN CYLINDER LINER NO.1 PADA  
AUXILIARY ENGINE NO. 2 UNTUK  
MEMPERTAHANKAN KINERJA PERMESINAN  
BANTU DI KMP. DUTA BANTEN**

Nama Mahasiswa : M. IQBAL TANJUNG  
NPM : 22 02 008  
Program Studi : D III PERMESINAN KAPAL

Dengan ini dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diseminarkan

Palembang, Agustus 2025

Menyetujui

Pembimbing I

Dr. Ir. Eko Nugroho Widjatmoko, MM., IPM., M.Mar.E.  
NIP. 19711221 200212 1 001

Pembimbing II

  
Broto Priyono, S.Si.T., M.T  
NIP. 19780116 200003 1 001

Mengetahui  
Ketua Program Studi  
Diploma III Permesinan Kapal

  
Driaskoro Budi Sidharta, S.T., M.Sc.

NIP. 19780513 200912 1 001

**ANALISIS PENYEBAB  
TERJADINYA KEBOCORAN CYLINDER LINER NO. 1  
PADA AUXILIARY ENGINE NO. 2  
UNTUK MEMPERTAHANKAN KINERJA  
PERMESINAN BANTU DI KMP. DUTA BANTEN**

Disusun dan Diajukan Oleh

M. IQBAL TANJUNG

NPM. 22 02 008

Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian KKW Politeknik Transportasi Sungai,  
Danau, dan Penyeberangan Palembang  
Pada tanggal 19 Agustus 2025

Menyetujui

Penguji I



Slamet Prasetyo, M.Pd

NIP. 19760430 200812 1 001

Penguji II



R. Muhammad Firzatullah, M.Kom

NIP. 19940406 202203 1 010

Mengetahui,  
Ketua Program Studi  
Diploma III Permesinan Kapal



Driaskoro Budi Sidharta, S.T., M.Sc.

NIP. 19780513 200912 1 001

## **SURAT PERALIHAN HAK CIPTA**

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : M. Iqbal Tanjung

NPM : 2202008

Program Studi : D III Permesinan Kapal

Adalah **pihak I** selaku penulis asli karya ilmiah yang berjudul

**“ANALISIS PENYEBAB TERJADINYA KEBOCORAN CYLINDER LINER NO.1 PADA AUXILIARY ENGINE NO. 2 UNTUK MEMPERTAHANKAN KINERJA PERMESINAN BANTU DI KMP. DUTA BANTEN”**, dengan ini menyerahkan karya ilmiah kepada:

Nama : Politeknik Transportasi SDP Palembang

Alamat : Jl. Sabar Jaya no. 116, Prajin, Banyuasin 1 Kab. Banyuasin, Sumatera Selatan

Adalah **pihak ke II** selaku pemegang hak cipta berupa laporan Tugas Akhir Mahasiswa Program Studi Diploma III Permesinan Kapal selama batas waktu yang tidak di tentukan.

Demikianlah surat peralihan hak cipta ini kami buat, agar dapat dipergunakan sebagaimana mestinya

Palembang, 19 Agustus 2025

Pemegang Hak Cipta

( Poltektrans SDP Palembang )



( M. Iqbal Tanjung)

## **PERNYATAAN KEASLIAN**

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : M. Iqbal Tanjung

NPM : 22 02 008

Program Studi : D III Permesinan Kapal

Menyatakan bahwa KKW yang saya tulis dengan judul:

### **ANALISIS PENYEBAB TERJADINYA KEBOCORAN CYLINDER LINER NO. 1 PADA AUXILIARY ENGINE NO.2 UNTUK MEMPERTAHANKAN KINERJA PERMESINAN BANTU DI KMP. DUTA BANTEN**

Merupakan karya asli seluruh ide yang ada dalam KKW tersebut, kcuali tema yang saya nyatakan sebagai kutipan, merupakan ide saya sendiri. Jika pernyataan diatas terbukti tidak benar, maka saya bersedia menerima sanksi yan ditetapkan oleh Politeknik Transportasi Sungai, Danau, dan Penyeberangan Palembang

Palembang, 19 Agustus 2025



( M. Iqbal Tanjung)



**KEMENTERIAN PERHUBUNGAN**  
**BADAN PENGEMBANGAN SDM PERHUBUNGAN**  
**BADAN LAYANAN UMUM**  
**POLITEKNIK TRANSPORTASI SUNGAI, DANAU DAN PENYEBERANGAN PALEMBANG**



Jl. Sabar Jaya No. 116      Telp. : (0711) 753 7278      Email : kepegawaian@poltektranssdp-palembang.ac.id  
Palembang 30763      Fax. : (0711) 753 7263      Website : www.poltektranssdp-palembang.ac.id

**SURAT KETERANGAN BEBAS PLAGIARISME**  
**Nomor : 58 / PD / 2025**

Tim Verifikator Smiliarity Karya Tulis Politeknik Transportasi Sungai, Danau dan Penyeberangan Palembang, menerangkan bahwa identitas berikut :

**Nama : M. IQBAL TANJUNG.**  
**NPM : 2202008**  
**Program Studi : D. III STUDI PERMESINAN KAPAL**  
**Judul Karya : Analisis Penyebab Terjadinya Kebocoran Cylinder Liner No. 1  
Pada Auxiliary Engine No. 2 di KMP. Duta Banten**

Dinyatakan sudah memenuhi syarat dengan Uji Turnitin 20% sehingga memenuhi batas maksimal Plagiasi kurang dari 25% pada naskah karya tulis yang disusun. Surat keterangan ini digunakan sebagai prasyarat pengumpulan tugas akhir dan *Clearence Out Wisuda*.

Palembang, 21 Agustus 2025

Verifikator



Kurniawan, S.IP

NIP. 19990422 202521 1 005



## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT. yang Alhamdulillah selalu memberikan berkah ridho dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Kertas Kerja Wajib (KKW) yang berjudul "Analisis Penyebab Terjadinya Kebocoran Cylinder Liner No.1 Pada Auxiliary Engine No. 2 Untuk Mempertahankan Kinerja Permesinan Bantu Di KMP. Duta Banten". Penulisan Kertas Kerja Wajib (KKW) ini dimaksudkan sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Diploma III Permesinan Kapal pada Politeknik Transportasi Sungai, Danau, dan Penyeberangan Palembang.

Dalam penulisan Kertas Kerja Wajib (KKW) ini penulis sangat berterima kasih kepada seluruh pihak yang telah memberikan pengarahan, bimbingan, motivasi serta bantuan sehingga penulis dapat menyelesaikan Kertas Kerja Wajib (KKW). Maka dari itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Eko Nugroho Widjatmoko, M.M.,IPM., M.Mar.E selaku Direktur Politeknik Transportasi Sungai,Danau dan Penyebrangan Palembang dan juga Dosen Pembimbing I penulisan penelitian ini. atas segala kesabaran telah meluangkan waktu, memberikan arahan selama masa perkuliahan dan bimbingan mulai dari awal perencanaan penelitian hingga akhir dari penyusunan dan penulisan Kertas Kerja Wajib (KKW) ini.
2. Bapak Broto Priyono, S.Si. T., M.T. selaku Wakil Direktur III Politeknik Transportasi Sungai,Danau dan Penyebrangan Palembang, dan juga selaku Dosen Pembimbing II atas kesediaannya melakukan pembimbingan kepada penulis.
3. Bapak Slamet Prasetyo, M. Pd., bapak R. Muhammad Firzatullah, M. Kom., dan selaku Dosen Pengaji Kertas Kerja Wajib (KKW) yang telah memberikan banyak saran dan nasehat dalam penyusunan Kertas Kerja Wajib (KKW) ini.
4. Ayanda SERMA Zulkhairi dan Ibunda Wermidawati yang selalu mendoakan, memberikan nasehat terbaik kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan Kertas Kerja Wajib (KKW) ini.

5. Adinda Annisa Febri Khairina yang selalu mendoakan dan memberikan dukungan hingga saat ini
6. Keluarga besar yang berada di kampung halaman Sumbar dan yang berada di perantauan yang selalu memberikan motivasi kepada penulis
7. Seorang wanita yang bernama Vergia Wenda Mulia, S.Pi. yang selalu memberikan semangat dan bimbingan kepada penulis
8. Kepala Kamar Mesin beserta seluruh kru mesin KMP Duta Banten khususnya Masinis III yang telah membantu penulis dalam melaksanakan praktik
9. Teman-teman angkatan 33 yang telah memberikan dukungan dan motivasi kepada penulis.
10. Rekan Korps Teknik angkatan XXXIII
11. Keluarga asuh Pejuang angkatan XXXIII, XXXIV, XXXV selalu memberikan dukungan kepada penulis
12. Sobat kamar 20 yang menjadi tempat bertukar pikiran serta selalu memotivasi dalam penyelesaian penelitian ini

Penulis menyadari dalam penulisan Kertas Kerja Wajib (KKW) ini mungkin masih terdapat kekurangan, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari berbagai pihak. Penulis mengharapkan semoga kepenulisan Kertas Kerja Wajib (KKW) ini dapat dimanfaatkan untuk perkembangan pengetahuan bagi penulis dan pihak yang berkepentingan.

Palembang, 15 Agustus 2025

M. Iqbal Tanjung

**ANALISIS PENYEBAB TERJADINYA KEBOCORAN  
CYLINDER LINER NO. 1 PADA AUXILIARY ENGINE NO.2  
UNTUK MEMPERTAHANKAN KINERJA PERMESINAN BANTU  
DI KMP. DUTA BANTEN**

M. Iqbal Tanjung (2202008)

Dibimbing oleh: Dr. Ir. Eko Nugroho Widjatmoko, M.M., IPM., M. Mar. E  
dan Broto Priyono, S.Si.T., M.T

**ABSTRACT**

Salah satu kapal penumpang rute antar pulau Jawa dan Sumatera yaitu KMP. Duta Banten memiliki frekuensi perjalanan yang tinggi. Keberlangsungan operasional kapal sangat bergantung pada kelaikan *auxiliary engine*, dimana gangguan teknis pada komponen mesin dapat mengakibatkan terganggunya operasional kapal. Berdasarkan hasil observasi di kapal, ditemukan masalah yang sering dihadapi pada *auxiliary engine* adalah kebocoran pada *cylinder liner*. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penyebab terjadinya kebocoran pada *cylinder liner* nomor 1 *auxiliary engine* nomor 2 di KMP. Duta Banten serta menentukan langkah penanganan yang tepat untuk mempertahankan kinerja permesinan bantu kapal. Metode penelitian yang digunakan adalah kombinasi kualitatif dan kuantitatif melalui observasi langsung, pengukuran suhu pendingin, dokumentasi, serta wawancara dengan Masinis III.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kebocoran *cylinder liner* disebabkan oleh beberapa faktor utama, yaitu overheating akibat sirkulasi air pendingin yang tidak optimal, pelumasan yang tidak memadai, keausan berlebih, korosi, kerusakan O-ring, serta retakan struktural akibat siklus termal ekstrem dan getaran berlebih. Dampak kebocoran meliputi pembakaran tidak sempurna, penurunan efisiensi mesin, risiko blackout, dan potensi gangguan keselamatan pelayaran. Upaya penanganan yang direkomendasikan meliputi penghentian operasi mesin saat terdeteksi anomali suhu, pemeriksaan menyeluruh pada sistem pendingin dan pelumasan, penggantian komponen yang rusak, serta penerapan *Planned Maintenance System* (PMS) secara konsisten. Penelitian ini menegaskan pentingnya pengawasan berkala dan perawatan preventif untuk menjaga keandalan *auxiliary engine* dan keselamatan operasional kapal.

**Kata Kunci:** *Cylinder Liner*, Kebocoran, *Auxiliary Engine*, KMP. Duta Banten, Perawatan Preventif

***ANALYSIS OF THE CAUSES OF LEAKAGE IN  
CYLINDER LINER NO. 1 OF AUXILIARY ENGINE NO. 2  
TO MAINTAIN THE PERFORMANCE  
OF AUXILIARY MACHINERY ON THE KMP. DUTA BANTEN***

M. Iqbal Tanjung (2202008)

*Supervised by: Dr. Ir. Eko Nugroho Widjatmoko, M.M., IPM., M. Mar. E  
and Broto Priyono, S.Si.T., M.T*

***Abstract***

*One of the passenger ships operating between Java and Sumatra, the KMP Duta Banten, has a high frequency of travel. The continuity of the ship's operations is highly dependent on the serviceability of the auxiliary engine, as technical problems with engine components can disrupt the ship's operations. Based on observations on the ship, it was found that a common problem with the auxiliary engine is leakage in the cylinder liner. This study aims to analyze the causes of leaks in cylinder liner number 1 of auxiliary engine number 2 on the KMP Duta Banten and determine appropriate measures to maintain the performance of the ship's auxiliary machinery. The research method used is a combination of qualitative and quantitative approaches through direct observation, measurement of coolant temperature, documentation, and interviews with the Third Engineer.*

*The results of the study indicate that cylinder liner leaks are caused by several main factors, namely overheating due to suboptimal coolant circulation, inadequate lubrication, excessive wear, corrosion, O-ring damage, and structural cracks caused by extreme thermal cycles and excessive vibration. The impacts of leaks include incomplete combustion, reduced engine efficiency, blackout risks, and potential navigation safety hazards. Recommended mitigation measures include halting engine operations upon detecting temperature anomalies, conducting a thorough inspection of the cooling and lubrication systems, replacing damaged components, and consistently implementing a Planned Maintenance System (PMS). This study underscores the importance of regular monitoring and preventive maintenance to ensure the reliability of auxiliary engines and operational safety of ships.*

***Keywords:*** Cylinder Liner, Leakage, Auxiliary Engine, KMP. Duta Banten, Preventive Maintenance

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
PERSETUJUAN SEMINAR .....	iii
SURAT PERALIHAN HAK CIPTA.....	iv
PERNYATAAN KEASLIAN .....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTAK .....	viii
ABSTRACT .....	ix
DAFTAR ISI .....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xiv
BAB I PENDAHULUAN .....	1
A.    Latar Belakang	1
B.    Rumusan Masalah	2
C.    Tujuan Penelitian	2
D.    Batasan Penelitian	2
E.    Manfaat Penelitian	3
BAB II.....	4
TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI.....	4
A.    Penelitian Terdahulu	4
B.    Landasan Hukum	5
C.    Landasan Teori	6
BAB III .....	21
METODE PENELITIAN.....	21
A.    Desain Penelitian	21
B.    Teknik Pengumpulan Data	23
C.    Teknik Analisis Data	24
BAB IV .....	25
ANALISIS DAN PEMBAHASAN .....	25
A.    Gambaran Umum Wilayah Penelitian	25
B.    Analisis Data	26

C. Pembahasan	37
BAB V.....	39
PENUTUP	39
A. Kesimpulan	39
B. Saran	39
DAFTAR PUSTAKA.....	41
LAMPIRAN.....	42
Lampiran 1 <i>Crew list</i> KMP. Duta Banten	42
Lampiran 2 <i>Ship Particular</i> KMP Duta Banten	43
Lampiran 3 Foto <i>Over Haul AE</i>	44
Lampiran 4 Spesifikasi Auxiliary engine	45
Lampiran 5 Wawancara bersama Third Engineer	46

## **DAFTAR TABEL**

Tabel 4.1 PMS KMP Duta Banten.....	35
Tabel 4.2 Data Suhu Normal Cylinder Liner.....	36
Tabel 4.3 Data Suhu Tidak Normal Cylinder Liner.....	36
Tabel 4.3 Hasil Pengukuran Cylinder Liner Lama.....	39
Tabel 4.4 Pengukuran Cylinder Liner Baru.....	39

## **DAFTAR GAMBAR**

Gambar 2.1 <i>Auxiliary Engine</i> Daihatsu 5DK-20 .....	7
Gambar 2.2 <i>Cylinder Liner</i> .....	9
Gambar 2.3 O-ring <i>Liner</i> .....	11
Gambar 2.4 Gasket <i>Cylinder Liner</i> .....	13
Gambar 3.1 Bagan Alir Penelitian.....	23
Gambar 4.1 <i>Auxiliary Engine</i> .....	29
Gambar 4.2 Keausan Pada <i>Liner</i> .....	31
Gambar 4.3 Korosi Pada <i>Liner</i> .....	31
Gambar 4.4 Kerusakan O-ring <i>Liner</i> .....	32
Gambar 4.5 Keretakan Pada <i>Liner</i> .....	36

## **DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran 1 Crew List KMP. Duta Banten.....	46
Lampiran 2 Ship Particular KMP. Duta Banten.....	45
Lampiran 3 Dokumentasi Over Haul AE.....	46
Lampiran 4 Spesifikasi Auxiliary Engine.....	47
Lampiran 5 Wawancara Third Engineer.....	48
Lampiran 6 PMS KMP. Duta Banten.....	49

## **BAB I** **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Pada era globalisasi ini perkembangan teknologi telah merambah seluruh aspek kehidupan manusia, hal ini menunjukkan bahwa kehidupan manusia lebih kompetitif, sehingga kita lebih dituntut untuk dapat memberikan hasil yang terbaik, demikian pada dalam dunia pelayaran yang bergerak dalam jasa angkutan laut. Perusahaan pelayaran merupakan salah satu pionir penting di dalam sistem transportasi laut yang memberikan jasa pelayanan yang mempunyai tujuan untuk mendistribusikan muatan dari suatu pelabuhan ke pelabuhan lainnya dengan aman, selamat, ekonomis dan tepat waktu. Transportasi laut akan berhasil jika diimbangi dengan adanya armada pelayaran yang tangguh, serta tenaga pelaut yang handal, professional, terampil dan bertanggung jawab dibidangnya masing-masing. Untuk menunjang kelancaran pelayaran di laut khususnya di dalam berlayar, kelengkapan kapal sangat perlu untuk diperhatikan seperti halnya untuk menunjang pengoperasian mesin kapal.

Menurut (Krisdiono & Nugroho, 2022) *auxiliary engine* atau juga disebut diesel generator di kapal berfungsi sebagai mesin penghasil listrik dengan mengubah tenaga mekanik menjadi energi listrik yang dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan listrik diatas kapal. KMP Duta Banten, sebagai salah satu kapal penumpang yang melayani rute antar pulau jawa dan sumatera, memiliki frekuensi perjalanan yang tinggi. Oleh karena itu, keberlangsungan operasional kapal sangat bergantung pada kelaikan *Auxiliary engine* itu sendiri, dimana setiap gangguan teknis termasuk kebocoran pada komponen mesin dapat mengakibatkan penundaan pelaruan yang tidak diinginkan. Salah satu masalah-masalah yang sering dihadapi pada *auxiliari engine* adalah kebocoran pada *cylinder liner*.

Kebocoran ini dapat menyebabkan tidak sempurnanya pembakaran pada ruang bakar dan bahkan berdampak pada rusaknya komponen permesinan yang lainnya. Kebocoran pada *cylinder liner* dapat disebabkan oleh berbagai faktor.

Dengan menganalisis faktor-faktor tersebut diharapkan dapat ditemukan penyebab dan solusi penyelesaian yang tepat. Dampak kebocoran *cylinder liner* tidak hanya berdampak pada performa mesin, tetapi juga dapat menimbulkan resiko keselamatan bagi penumpang dan awak kapal.

Sebagai bentuk kontribusi nyata dalam meningkatkan efisiensi perawatan, memperpanjang usia pakai komponen permesinan, serta mendukung keselamatan dan kenyamanan pelayaran, maka dengan ini penulis membuat sebuah penelitian dengan judul “Analisis Penyebab Terjadinya Kebocoran *Cylinder Liner* No. 1 Pada *Auxiliary Engine* No. 2 di KMP. Duta Banten”.

## B. Rumusan Masalah

Dari latar belakang yang telah diuraikan diatas agar sasaran tidak menyimpang dari pokok permasalahan maka penulis membuat suatu perumusan masalah, sebagai berikut:

1. Apa saja faktor yang menyebabkan terjadinya kebocoran *cylinder liner* no.1 pada *Auxiliary engine* no.2 di KMP. Duta Banten?
2. Apa dampak yang ditimbulkan akibat bocornya *cylinder liner* no.1 pada *Auxiliary engine* no.2 di KMP. Duta Banten?
3. Bagaimana upaya penanganan kebocoran *cylinder liner* no. 1 pada *Auxiliary engine* no.2 di KMP. Duta Banten?

## C. Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui faktor penyebab bocornya *cylinder liner* no.1 Pada *Auxiliary engine* No. 2 di KMP. Duta Banten.
2. Untuk menganalisa dampak bocornya *cylinder liner* no.1 pada *Auxiliary engine* No. 2 di KMP. Duta Banten.
3. Untuk mengetahui upaya penanganan bocornya *cylinder liner* no.1 pada *Auxiliary engine* No. 2 di KMP. Duta Banten.

## D. Batasan Penelitian

Dikarenakan pokok permasalahan diatas terlalu luas untuk dijabarkan maka dari itu penulis hanya menitik beratkan pada kebocoran *cylinder liner* di atas kapal dan cara mengatasinya terjadinya kebocoran tersebut terhadap gangguan sistem kerja permesinan diatas kapal. Pada penelitian ini penulis juga menitik

beratkan pada jenis cylinder liner wet liner dikarenakan cylinder liner yang bermasalah merupakan tipe bersentuhan langsung dengan pendingin.

## E. Manfaat Penelitian

Penelitian dan penulisan KKW ini diharapkan dapat menghasilkan beberapa manfaat, baik secara teoritis maupun praktis.

### 1. Manfaat teotitis

- a. Pengembangan ilmu pengetahuan: Hasil penelitian ini menambah khazanah ilmu pengetahuan dan wawasan mengenai cara penanganan dan cara perawatan terhadap kebocoran dari *cylinder liner*.
- b. Peningkatan pengetahuan: Penelitian ini dapat menambah pengetahuan bagi penulis, pembaca dan Mahasiswa Poltektrans SDP Palembang tentang penanganan terhadap permasalahan kebocoran *cylinder liner*.
- c. Informasi bagi perusahaan pelayaran: Hasil penelitian ini dapat menambah informasi bagi perusahaan pelayaran dan seluruh awak kapal mengenai penanganan dan perawatan terhadap *cylinder liner* yang bocor.

### 2. Manfaat Praktis:

#### a. Bagi PT. Jemla Ferry

Penelitian ini dapat dijadikan penambah informasi terhadap perawatan yang dilakukan terhadap *cylinder liner* yang mengalami kebocoran.

#### b. Bagi Awak Kapal KMP. Duta Banten

Meningkatkan kesadaran akan pentingnya melaksanakan *Plan Maintenance System* pada komponen permesinan.

#### c. Bagi Pembaca

Meningkatkan pemahaman mengenai tata cara perawatan dan perbaikan terhadap *cylinder liner* yang mengalami kebocoran

#### d. Bagi Mahasiswa Poltektrans SDP Palembang

Menjadi studi kasus dan referensi dalam memahami penyebab dan tata cara penanganan apabila terjadi kebocoran terhadap *cylinder liner*

#### e. Bagi Peneliti selanjutnya

Menjadi bahan bacaan dan referensi bagi penelitian selanjutnya

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI**

#### **A. Penelitian Terdahulu**

Pada penelitian (Andri, 2023) meneliti tentang “Studi Analisa Keretakan *Cylinder Liner* Pada *Auxiliary engine* Di kapal MV. Samudera Mas”. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode survei dan metode penelitian pustaka, keretakan *cylinder liner* pada mesin bantu disebabkan oleh beberapa faktor, seperti kurangnya tekanan air pendingin, pelumasan yang tidak optimal, melebihi jam operasional yang direkomendasikan, perawatan yang tidak tepat, dan keausan *cylinder liner* itu sendiri, keretakan *cylinder liner* pada mesin bantu mengakibatkan pembakaran dalam *cylinder liner* tidak efisien dan mengurangi daya mesin bantu, pentingnya menjalankan perawatan dan perbaikan pada komponen mesin bantu, termasuk *cylinder liner*, sesuai dengan panduan manual kerja yang ada. Selain itu, ketersediaan suku cadang sangat krusial untuk menghindari gangguan tak diinginkan saat perlu mengganti komponen tertentu selama perawatan

Selain itu pada penelitian (Wahyu,2020) meneliti tentang “Analisis Terjadinya Keretakan Pada *Cylinder Liner Main Engine* Di MV. Sinar Praya”. Metode yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan metode *fishbone analys*, pada penelitian ini ditemukan bahwa faktor penyebab terjadinya keretakan *cylinder liner main engine* pada MV. Sinar Praya adalah terdapat endapan lumpur pada tube fresh water cooler, perawatan tidak terlaksana sesuai PMS (*Planned Maintenance System*), masuknya kapal dalam perairan dangkal, Dampak yang ditimbulkan dari faktor penyebab keretakan *cylinder liner main engine* pada MV. Sinar Praya adalah pembakaran tidak sempurna dikarena terjadinya kebocoran kompresi, naiknya temepratur pendingin air tawar dan turunnya viskositas bahan bakar serta kurang maksimalnya kerja dari main engine.

Adapun Penelitian Putro (2024) terkait “Analisis Penyebab Pecahnya *Cylinder Liner* pada *Generator Engine* di Kapal MV. Kali Mas” menggunakan metode kualitatif meliputi observasi, studi dokumentasi, serta wawancara

dengan teknik triangulasi data untuk menganalisis keretakan *cylinder liner* pada mesin generator kapal MV. Kali Mas. Hasil studi menunjukkan bahwa kerusakan disebabkan oleh kombinasi kurangnya pelumasan, sistem pendingin yang tidak berfungsi optimal, keausan *liner*, terdapatnya air dalam sistem pembakaran, dan *overheating* pada *cylinder liner*.

Dampaknya mencakup masalah pembakaran pada generator, peningkatan kotoran di dalam sump tank, naiknya suhu pendingin, serta menurunnya performa *generator engine* kapal. Penelitian merekomendasikan penggantian *spare part* secara cepat dan perawatan serta pembersihan sistem bahan bakar, pelumasan, dan pendinginan secara rutin.

Perbandingan antara penelitian ini dengan tiga penelitian terdahulu menunjukkan adanya kesamaan fokus kajian pada kerusakan *cylinder liner* di kapal, namun dengan perbedaan pada tempat dan waktu penelitian, serta metode penelitian. Penelitian ini berbeda dari studi Andri (2023) yang menganalisis keretakan *cylinder liner* pada *auxiliary engine* di kapal MV. Samudera Mas dengan metode survei dan studi pustaka. Penelitian ini juga memiliki perbedaan dengan studi Wahyu (2020) terkait keretakan pada *cylinder liner main engine* di MV. Sinar Praya menggunakan metode *fishbone analysis*. Sementara itu, perbedaan dengan penelitian Putro (2024) yang meneliti penyebab pecahnya *cylinder liner* pada *generator engine* di kapal Mv. Kali Mas terletak pada metode kualitatif berbasis observasi, dokumentasi, dan wawancara.

Dengan demikian, penelitian ini menonjolkan kebaruan terkait kebocoran *cylinder liner* yang dimana dilakukan pada juli 2024- juli 2025 di Kapal MV. Duta Banten yang dilakukan dengan dua jenis metode penelitian yaitu kuantitatif dan kualitatif dengan pendekatan deskriptif dan objektif seperti pengukuran dan catatan data, wawancara, dan dokumentasi.

## B. Landasan Hukum

Adapun dasar hukum yang diambil sebagai landasan hukum yang berkaitan dengan masalah yang di teliti yaitu:

1. SOLAS *Consolidation Edition* 2001 *Chapter II-1* tentang kontruksi, *subdivision stabilitas*, *machinery* dan *electrycal instalation* yang mempunyai tujuan pemeriksaan dan sertifikasi lambung kapal, perlengkapan dan perawatan - perawatan yang wajib di lakukan demi keselamatan dari kapal tersebut.
2. Undang-undang Nomor 17 Tahun 2008 Pasal 1 ayat (34) Tentang Pelayaran Keselamatan kapal adalah keadaan kapal yang memenuhi persyaratan material, konstruksi, bangunan, permesinan dan kelistrikan, stabilitas, tata susunan serta perlengkapan termasuk perlengkapan alat penolong dan radio, elektronik kapal, yang dibuktikan dengan sertifikat setelah dilakukan pemeriksaan dan pengujian.

## C. Landasan Teori

### 1. *Auxiliary Engine*



Gambar 2.1 Auxiliary Engine Daihatsu  
Sumber: Dokumentasi Penulis

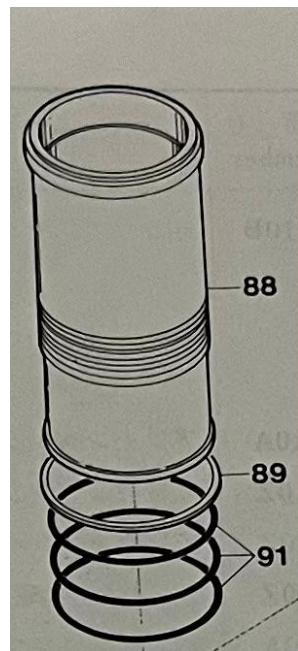
*Auxiliary engine* atau mesin bantu di kapal adalah mesin yang digunakan untuk menyediakan daya bagi berbagai sistem pendukung kapal yang tidak berhubungan langsung dengan propulsi utama. Mesin ini berfungsi untuk menggerakkan generator listrik, pompa, kompresor, sistem hidrolik, serta

peralatan lainnya yang mendukung operasional kapal secara keseluruhan (Taylor, 1990). Keberadaan *Auxiliary engine* sangat penting, terutama dalam kapal-kapal besar, karena memastikan sistem kelistrikan dan peralatan bantu dapat bekerja dengan optimal selama perjalanan maupun saat kapal berlabuh (Harrington, 1992).

Sistem operasi *Auxiliary engine* umumnya menggunakan bahan bakar *Marine Diesel Oil* (MDO) atau *Heavy Fuel Oil* (HFO), tergantung pada jenis dan desain mesin. Mesin bantu ini bisa bekerja dalam beberapa mode, termasuk mode otomatis yang memungkinkan mesin menyala atau mati sesuai kebutuhan beban listrik kapal. Pada kapal dengan konsumsi daya tinggi, beberapa *Auxiliary engine* dapat dioperasikan secara paralel untuk memenuhi kebutuhan listrik yang lebih besar (*Wärtsilä Corporation*, 2020).

Keandalan *Auxiliary engine* sangat bergantung pada perawatan yang teratur, termasuk pemeriksaan sistem pelumasan, pendinginan, serta kebersihan filter bahan bakar dan udara. Kerusakan pada *Auxiliary engine* dapat berdampak signifikan pada operasional kapal, terutama jika sistem listrik atau pompa vital terganggu. Oleh karena itu, perawatan preventif dan pemantauan kinerja mesin sangat penting untuk memastikan efisiensi dan keandalan mesin bantu selama pelayaran (*International Maritime Organization*, 2021).

## 2. *Cylinder liner*



Gambar 2.2 *Liner*  
Sumber: Manual book

*Cylinder liner* adalah salah satu komponen penting dalam mesin diesel kapal yang berfungsi sebagai lapisan pelindung di dalam *cylinder block*, tempat piston bergerak naik turun selama siklus pembakaran. *Cylinder liner* memiliki peran utama dalam menjaga efisiensi pembakaran, mengurangi gesekan antara piston dan dinding silinder, serta melindungi *cylinder block* dari keausan akibat tekanan tinggi dan suhu ekstrem dalam ruang bakar (Taylor, 1990). Material yang digunakan untuk pembuatan *cylinder liner* umumnya adalah besi tuang paduan tinggi atau material lain dengan ketahanan aus dan konduktivitas panas yang baik untuk menjaga stabilitas suhu selama operasi mesin (*Wärtsilä Corporation*, 2020). Terdapat beberapa fungsi utama *Cylinder liner* bagi mesin antara lain:

- a. Menyediakan Permukaan gesekan yang halus untuk pergerakan piston dengan gesekan minimal.

- b. Menahan tekanan dan suhu tinggi mampu bertahan terhadap tekanan pembakaran yang tinggi dan suhu ekstrem di dalam mesin.
- c. Sebagai pencegah gas hasil pembakaran tidak bocor ke dalam sistem pendinginan.
- d. Melindungi Blok silinder dari kerusakan langsung sehingga bisa diganti tanpa mengganti seluruh blok mesin.

Terdapat dua jenis utama *cylinder liner* yang digunakan dalam mesin kapal, yaitu *dry liner* dan *wet liner*. *Dry liner* adalah liner yang dipasang langsung di dalam blok silinder tanpa kontak langsung dengan cairan pendingin, sementara *wet liner* memiliki kontak langsung dengan air pendingin dan sering digunakan dalam mesin yang membutuhkan pendinginan lebih efisien (*International Maritime Organization*, 2021). *Wet liner* umumnya memiliki keuntungan dalam hal perawatan dan penggantian karena dapat dilepas tanpa perlu membongkar cylinder block secara menyeluruh.

Agar *cylinder liner* tetap berfungsi optimal, diperlukan perawatan berkala, seperti pemeriksaan tingkat keausan, pelumasan yang baik untuk mengurangi gesekan, serta pemantauan sistem pendinginan agar tidak terjadi overheat yang dapat menyebabkan kerusakan pada liner. Keausan yang berlebihan atau adanya retakan pada liner dapat mengurangi performa mesin, meningkatkan konsumsi bahan bakar, serta menyebabkan kebocoran gas pembakaran yang berdampak pada efisiensi dan umur pakai komponen mesin lainnya (*Wärtsilä Corporation*, 2020).

### 3. Komponen *Cylinder liner*

*Cylinder liner* pada umumnya terbuat dari material yang tingkat kekerasannya tinggi hal ini sangat dibutuhkan dikarenakan untuk penahan gesekan dari ruang bakar serta kemampuan untuk mencegah terjadinya korosi.

Adapun komponen dari *cylinder liner* sebagai berikut:

a. *O-Ring Liner*



Gambar 2.3 *Oring Liner*

Sumber: Dokumentasi Penulis

*O-Ring liner* adalah salah satu komponen penting dalam *cylinder liner* mesin kapal yang berfungsi sebagai penyegel antara liner dan blok silinder untuk mencegah kebocoran cairan pendingin dan gas pembakaran. O-Ring ini biasanya terbuat dari bahan elastomer yang tahan terhadap suhu tinggi, tekanan, serta paparan bahan kimia seperti oli dan cairan pendingin. Keberadaan O-Ring sangat penting dalam sistem pendinginan mesin diesel kapal karena mencegah pencampuran antara air pendingin dan oli pelumas yang dapat menyebabkan kerusakan serius pada komponen mesin (Taylor, 1990).

Dalam mesin kapal, O-Ring biasanya digunakan pada *wet liner*, yaitu jenis *cylinder liner* yang bersentuhan langsung dengan cairan pendingin. O-

Ring ditempatkan di sekitar bagian bawah *cylinder liner*, sehingga memastikan tidak ada kebocoran cairan pendingin yang bisa masuk ke dalam ruang bakar atau sistem pelumasan. Jika O-Ring mengalami keausan atau kerusakan, dapat terjadi kebocoran yang menyebabkan kontaminasi oli, peningkatan suhu mesin, dan potensi kerusakan komponen internal lainnya (MAN Diesel & Turbo, 2018).

Material yang digunakan dalam pembuatan *O-Ring* harus memiliki ketahanan tinggi terhadap suhu dan tekanan, seperti *nitrile rubber* (NBR), *fluoroelastomer* (FKM), atau silikon. Bahan ini dipilih karena memiliki fleksibilitas yang baik serta tahan terhadap pelarut dan bahan bakar yang digunakan dalam mesin kapal (Wärtsilä Corporation, 2020). Selain itu, desain dan ukuran *O-Ring* harus sesuai dengan spesifikasi mesin agar mampu memberikan efek penyegelan yang maksimal tanpa mengalami deformasi berlebihan akibat tekanan kerja mesin.

Dalam operasionalnya, *O-Ring* dapat mengalami degradasi akibat suhu tinggi, tekanan siklik, serta kontak dengan cairan pendingin yang mungkin mengandung zat korosif. Oleh karena itu, perawatan rutin sangat diperlukan untuk memastikan integritas *O-Ring* tetap terjaga. Inspeksi visual dan penggantian berkala sesuai dengan rekomendasi pabrikan sangat dianjurkan untuk menghindari kebocoran yang dapat mengganggu kinerja mesin secara keseluruhan (International Maritime Organization, 2021). Jika terjadi kebocoran pada *O-Ring*, maka *cylinder liner* harus dilepas, *O-Ring* diganti, dan sistem pendinginan diperiksa untuk memastikan tidak ada kontaminasi lebih lanjut.

Keberadaan *O-Ring* dalam *cylinder liner* memberikan manfaat signifikan dalam efisiensi operasional mesin, terutama dalam mencegah kebocoran yang dapat mengganggu sistem pendinginan dan pelumasan. Dengan penggunaan material yang tepat dan perawatan yang baik, *O-Ring* dapat membantu memperpanjang umur pakai *cylinder liner* serta meningkatkan keandalan mesin kapal secara keseluruhan (Wärtsilä Corporation, 2020).

b. Gasket Liner



Gambar 2.4 Gasket Cylinder Liner  
Sumber: Dokumentasi Penulis

*Gasket liner* adalah salah satu komponen penting dalam *cylinder liner* mesin kapal yang berfungsi sebagai penyegel antara *cylinder liner* dan *cylinder head*. *Gasket liner* ini berperan dalam mencegah kebocoran gas pembakaran, cairan pendingin, serta oli pelumas yang dapat mengganggu kinerja mesin. *Gasket liner* dirancang untuk menahan tekanan dan suhu tinggi yang dihasilkan selama proses pembakaran, sekaligus memastikan efisiensi operasional mesin tetap optimal (Taylor, 1990).

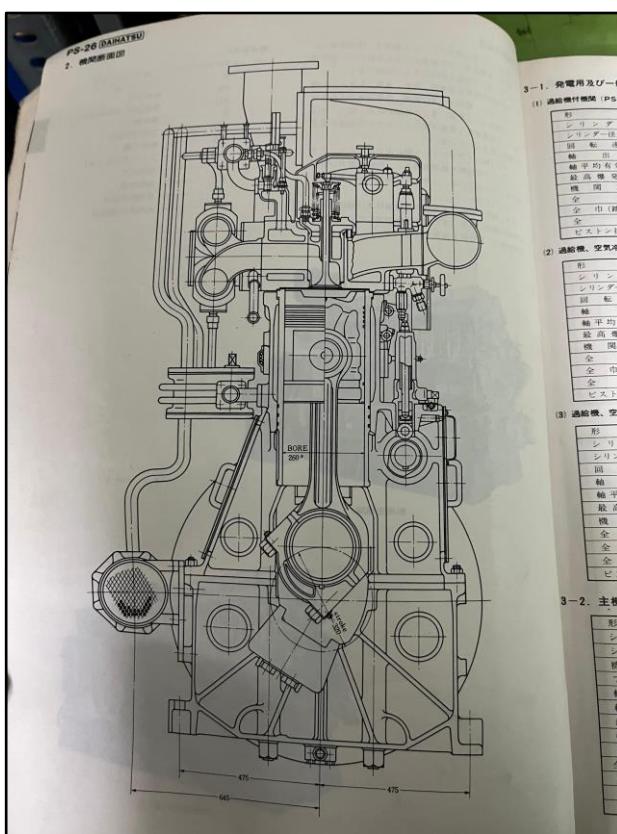
Dalam sistem mesin kapal, gasket liner terbuat dari material tahan panas dan tekanan tinggi, seperti serat metal, baja tahan karat, grafit, atau bahan komposit berbasis asbes. Material ini dipilih karena kemampuannya dalam menjaga penyegelan yang baik meskipun mengalami perubahan suhu dan tekanan yang ekstrem. *Gasket liner* harus memiliki daya tahan tinggi terhadap getaran dan ekspansi termal untuk menghindari kebocoran yang dapat menyebabkan hilangnya efisiensi mesin (MAN Diesel & Turbo, 2018).

Salah satu fungsi utama *gasket liner* adalah menjaga tekanan pembakaran tetap stabil, sehingga tidak terjadi kebocoran gas yang dapat mengurangi efisiensi bahan bakar dan daya mesin. Selain itu, *gasket liner* juga mencegah pencampuran antara oli pelumas dan cairan pendingin, yang dapat menyebabkan kontaminasi dan kerusakan komponen mesin lainnya (Wärtsilä Corporation, 2020). Jika *gasket* mengalami kegagalan atau keausan, maka dapat terjadi kebocoran cairan pendingin yang berpotensi menyebabkan *overheating* dan korosi pada bagian dalam *cylinder liner*.

Pemasangan *gasket liner* harus dilakukan dengan ketelitian tinggi, menggunakan torsi pengencangan yang sesuai agar tekanan distribusi pada permukaan *cylinder liner* merata. Kesalahan dalam pemasangan atau penggunaan *gasket* dengan kualitas rendah dapat menyebabkan kebocoran yang sulit dideteksi, yang pada akhirnya bisa menyebabkan kerusakan serius pada mesin kapal (Harrington, 1992). Oleh karena itu, inspeksi dan penggantian berkala *gasket liner* sangat dianjurkan untuk memastikan integritas penyegelan tetap terjaga.

Kegagalan *gasket liner* sering kali disebabkan oleh faktor seperti tekanan berlebih, keausan material, serta perubahan suhu yang ekstrem dalam ruang bakar. Oleh karena itu, penting bagi operator kapal untuk melakukan pemeliharaan preventif dengan memastikan bahwa *gasket liner* dalam kondisi baik sebelum mesin dioperasikan untuk perjalanan panjang. Penggunaan *gasket* berkualitas tinggi dan pemasangan yang benar akan membantu memperpanjang umur mesin serta meningkatkan efisiensi operasional kapal (*International Maritime Organization*, 2021).

### 3. Prinsip Kerja *Cylinder liner*



Gambar 2, 4 *Cylinder Liner* di Blok Mesin

Sumber: Manual Book

*Cylinder liner* dalam mesin kapal memiliki peran penting dalam mendukung efisiensi sistem pembakaran dan pendinginan, di mana liner ini berfungsi sebagai dinding ruang bakar yang menahan tekanan dan suhu tinggi saat pembakaran terjadi, sekaligus memungkinkan perpindahan panas yang optimal ke sistem pendinginan untuk menjaga suhu mesin tetap stabil. Prinsip kerja *cylinder liner* berkaitan erat dengan sistem pendinginan yang menggunakan cairan pendingin (*coolant*) atau udara untuk mencegah overheating dan mengurangi keausan akibat gesekan antara piston dan liner, serta sistem pembakaran yang berlangsung dalam ruang bakar dengan tekanan tinggi untuk menghasilkan tenaga yang menggerakkan kapal (Taylor, 1990).

*Cylinder liner* dirancang dengan material tahan panas seperti besi tuang paduan tinggi yang memiliki ketahanan aus dan konduktivitas termal yang

baik, sehingga mampu mendukung siklus pembakaran yang efisien dan memperpanjang umur pakai komponen mesin lainnya (MAN Diesel & Turbo, 2018). Efektivitas sistem pendinginan sangat bergantung pada desain liner, termasuk adanya wet liner yang bersentuhan langsung dengan cairan pendingin untuk meningkatkan disipasi panas dan menghindari deformasi termal yang dapat menyebabkan retakan atau keausan berlebih (Wärtsilä Corporation, 2020). Dengan kombinasi yang optimal antara pendinginan dan pembakaran, *cylinder liner* dapat menjaga performa mesin tetap stabil, meningkatkan efisiensi bahan bakar, serta mengurangi emisi gas buang yang dihasilkan dari proses pembakaran di dalam ruang silinder (*International Maritime Organization*, 2021).

#### a. Sistem Pendingin

Sistem pendinginan merupakan salah satu aspek penting dalam operasional mesin kapal, terutama dalam menjaga suhu kerja *cylinder liner* agar tetap optimal. *Cylinder liner* adalah komponen mesin yang mengalami tekanan dan suhu tinggi akibat proses pembakaran bahan bakar, sehingga memerlukan sistem pendinginan yang efektif untuk menghindari overheating dan keausan dini (Harrington, 1992). Tujuan utama sistem pendinginan pada *cylinder liner* adalah untuk mengontrol suhu agar tetap dalam batas yang aman, meningkatkan efisiensi pembakaran, mencegah keausan, dan menjaga struktur mekanis komponen agar tidak mengalami deformasi akibat ekspansi termal yang berlebihan (Taylor, 1990). Dalam dunia perkapalan, terdapat dua jenis utama sistem pendinginan *cylinder liner*, yaitu sistem pendinginan air dan sistem pendinginan udara. Sistem pendinginan air lebih umum digunakan, terutama pada mesin kapal berukuran besar, karena lebih efisien dalam menyerap panas. Sistem ini dapat dibedakan menjadi sistem pendinginan langsung dan tidak langsung.

Pada sistem pendinginan langsung, air laut dipompa ke dalam jacket water di sekitar *cylinder liner* untuk menyerap panas, tetapi metode ini memiliki kelemahan utama berupa risiko korosi akibat kandungan garam dalam air laut (MAN Diesel & Turbo, 2018). Sementara itu, sistem

pendinginan tidak langsung menggunakan air tawar yang bersirkulasi di dalam jacket water, kemudian didinginkan oleh heat exchanger yang menggunakan air laut sebagai media pendinginan sekunder. Metode ini lebih aman bagi komponen mesin karena mengurangi risiko korosi dan penumpukan kerak garam (Wärtsilä Corporation, 2020). Selain sistem pendinginan air, terdapat pula sistem pendinginan udara yang digunakan pada mesin kecil atau mesin dengan desain khusus. Dalam sistem ini, udara dialirkan melalui sirip pendingin di sekitar *cylinder liner* untuk membuang panas dari mesin. Keunggulan sistem ini adalah tidak memerlukan air pendingin sehingga tidak terjadi masalah korosi, tetapi efisiensinya lebih rendah dibandingkan dengan pendinginan air, terutama pada mesin kapal yang bekerja dalam kondisi beban tinggi (International Maritime Organization, 2021).

Sistem pendinginan *cylinder liner* terdiri dari beberapa komponen utama, seperti jacket water yang berfungsi sebagai saluran air pendingin di sekitar liner, pompa air pendingin yang menggerakkan sirkulasi air, heat exchanger yang berperan dalam menukar panas dari air tawar ke air laut, serta thermostat yang mengatur suhu air pendingin agar tetap dalam kisaran optimal (MAN Diesel & Turbo, 2018). Efisiensi sistem pendinginan sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor, termasuk kualitas air pendingin yang digunakan, kecepatan aliran air, kondisi heat exchanger, dan desain jalur pendinginan pada *cylinder liner*. Air pendingin yang mengandung mineral atau garam dapat menyebabkan kerak dan korosi, sehingga perlu dilakukan pengolahan atau penggunaan *coolant* khusus untuk menjaga performa sistem pendinginan (Wärtsilä Corporation, 2020).

#### b. Sistem Pembakaran

Sistem pembakaran di dalam *cylinder liner* kapal merupakan proses inti dalam mesin diesel yang berfungsi untuk menghasilkan tenaga dengan membakar campuran udara dan bahan bakar di dalam ruang bakar. Proses ini berlangsung dalam beberapa tahap utama, yaitu

pemasukan udara, kompresi, injeksi bahan bakar, pembakaran, ekspansi tenaga, dan pembuangan gas sisa (Taylor, 1990). *Cylinder liner* memiliki peran krusial dalam sistem ini karena menjadi wadah bagi piston yang bergerak naik-turun selama siklus pembakaran. Oleh karena itu, desain dan kondisi *cylinder liner* sangat mempengaruhi efisiensi pembakaran serta performa keseluruhan mesin kapal (Harrington, 1992). Sistem pembakaran dalam *cylinder liner* pada mesin kapal umumnya menggunakan prinsip pembakaran kompresi (compression ignition). Dalam proses ini, udara murni dimasukkan ke dalam ruang bakar saat langkah hisap dan kemudian dikompresi oleh piston hingga mencapai tekanan dan suhu tinggi, sering kali melebihi 500°C. Pada tahap ini, bahan bakar diesel diinjeksi ke dalam ruang bakar dengan tekanan tinggi melalui fuel injector. Karena temperatur udara yang sangat panas, bahan bakar langsung terbakar secara spontan tanpa memerlukan busi seperti pada mesin bensin (MAN Diesel & Turbo, 2018).

Keberhasilan proses pembakaran di dalam *cylinder liner* dipengaruhi oleh beberapa faktor utama, termasuk kualitas atomisasi bahan bakar, tekanan injeksi, pola semprotan injektor, serta efisiensi pencampuran udara dan bahan bakar. Atomisasi yang baik yaitu pemecahan bahan bakar menjadi partikel kecil saat disemprotkan memastikan bahan bakar dapat bercampur sempurna dengan udara sehingga menghasilkan pembakaran yang lebih efisien dan merata (Wärtsilä Corporation, 2020). Selain itu, desain *combustion chamber* (ruang bakar) juga berpengaruh terhadap distribusi panas dan tekanan di dalam *cylinder liner*. Mesin dengan desain ruang bakar yang optimal dapat meningkatkan efisiensi pembakaran dan mengurangi pembentukan jelaga serta emisi gas buang yang berlebihan (International Maritime Organization, 2021).

Sistem pembakaran di dalam *cylinder liner* juga dipengaruhi oleh waktu penyalaan bahan bakar (*ignition delay*), yaitu selang waktu antara injeksi bahan bakar dan awal pembakaran. Ignition delay yang terlalu lama dapat menyebabkan knocking, yaitu lonjakan tekanan yang berlebihan akibat pembakaran tidak merata, yang berpotensi merusak

*cylinder liner* dan komponen lainnya. Untuk menghindari hal ini, mesin kapal modern menggunakan sistem injeksi bahan bakar dengan *Electronic Control Unit* (ECU) yang dapat mengoptimalkan waktu injeksi berdasarkan beban kerja mesin dan kondisi operasional (MAN Diesel & Turbo, 2018).

#### 4. Faktor Kerusakan Pada *Cylinder liner*

Salah satu penyebab utama keretakan adalah tekanan termal yang tinggi, yang terjadi akibat perubahan suhu yang ekstrem selama siklus kerja mesin. Selama proses pembakaran, suhu dalam ruang bakar dapat mencapai lebih dari  $1.000^{\circ}\text{C}$ , sementara bagian luar *cylinder liner* didinginkan oleh sistem pendinginan. Jika terjadi perbedaan suhu yang signifikan antara bagian dalam dan luar *cylinder liner*, timbul tegangan termal yang dapat menyebabkan retak atau deformasi pada material liner (MAN Diesel & Turbo, 2018). Faktor lain yang berkontribusi adalah keausan mekanis akibat gesekan terus-menerus antara piston dan liner. Keausan ini dapat memperlemah struktur liner dan menciptakan titik-titik lemah yang rentan terhadap retak, terutama jika pelumasan tidak optimal atau terdapat partikel abrasif dalam bahan bakar dan oli (Harrington, 1992).

Selain itu, kualitas material *cylinder liner* juga memegang peranan penting dalam ketahanan terhadap keretakan. *Cylinder liner* umumnya dibuat dari besi tuang khusus yang diperkuat dengan kandungan elemen seperti nikel, kromium, dan molibdenum untuk meningkatkan ketahanan terhadap panas dan gesekan. Jika material yang digunakan tidak memiliki komposisi yang sesuai atau mengalami cacat manufaktur, maka kemungkinan besar *cylinder liner* akan lebih cepat retak saat menghadapi kondisi operasional yang ekstrem (Wärtsilä Corporation, 2020).

Sistem pendinginan yang tidak optimal juga menjadi faktor penyebab utama terjadinya keretakan pada *cylinder liner*. Jika sistem pendinginan tidak berfungsi dengan baik, baik akibat penyumbatan pada *water jacket*,

malfungsi pompa air, atau penggunaan air pendingin yang tidak sesuai, maka pendinginan tidak akan berlangsung secara merata. Akibatnya, beberapa bagian dari *cylinder liner* mengalami *hot spots*, yaitu area dengan suhu lebih tinggi dari bagian lainnya, yang mempercepat proses kelelahan material dan menyebabkan retak termal (*International Maritime Organization*, 2021).

Ketidak sempurnaan dalam pemasangan dan perawatan juga berkontribusi terhadap risiko keretakan. Jika *cylinder liner* tidak dipasang dengan benar atau tidak memiliki jarak ekspansi yang cukup terhadap blok silinder, maka saat terjadi pemuaian akibat panas, tekanan berlebih dapat menyebabkan retak atau deformasi. Selain itu, kurangnya inspeksi dan perawatan rutin, seperti pengecekan kondisi liner, sistem pendinginan, dan tingkat keausan, dapat menyebabkan masalah yang seharusnya dapat dicegah berkembang menjadi keretakan yang lebih serius (MAN Diesel & Turbo, 2018).

## 5. Perawatan *Cylinder liner*

Agar sistem pendinginan *cylinder liner* bekerja secara optimal, perawatan rutin sangat diperlukan. Beberapa langkah perawatan yang direkomendasikan meliputi pembersihan *heat exchanger* dan *jacket water* untuk menghindari penumpukan kerak, pemeriksaan pompa air untuk memastikan sirkulasi tetap lancar, penggunaan *coolant* yang sesuai guna mengurangi risiko korosi, serta monitoring tekanan dan suhu air pendingin untuk mendekripsi potensi gangguan sejak dulu (*International Maritime Organization*, 2021). Dengan sistem pendinginan yang terawat baik, *cylinder liner* dapat memiliki umur pakai yang lebih lama, efisiensi mesin tetap optimal, dan risiko kerusakan akibat *overheating* dapat diminimalkan, selain itu hal yang dapat dilakukan untuk merawat dan mencegah kerusakan mesin diakibatkan oleh kerusakan *cylinder liner* adalah dengan melaksanakan dan menerapkan PMS (*Plan Maintenance System*) dengan di terapkannya PMS maka perawatan yang dilakukan dengan berpatokan kepada jam kerja pemakaian part hal ini dilakukan supaya part yang di

pakai dapat di kontrol dan dilaksanakan perawatan maupun dilaksanakan pergantian sesuai dengan jadwal yang di rencanakan.

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **A. Desain Penelitian**

##### **1. Waktu dan Lokasi Penelitian**

Adapun untuk waktu pelaksanaan praktek laut yang akan dilaksanakan pada bulan Juni 2024- Juni 2025. Tempat Untuk melaksanakan Praktek Laut dilaksanakan di atas kapal KMP. Duta Banten dengan perusahaan PT. Jemla Ferry selama 1 tahun pelaksanaan praktek.

##### **2. Jenis Penelitian**

a Menurut Poerwandari (1998,22) penelitian kualitatif adalah penelitian yang menghasilkan dan mengolah data yang sifatnya deskriptif, seperti transkripsi wawancara, catatan lapangan, gambar, foto, rekaman video dan lain-lain. Dalam praktiknya, peneliti akan melakukan review terhadap berbagai dokumen, foto-foto dan artefak yang ada. Sedangkan penelitian kuantitatif menurut Sugiyono (2019) adalah suatu metode penelitian yang berdasarkan pada filsafat positivisme sebagai metode ilmiah karena telah memenuhi kaidah secara konkret atau empiris, obyektif, terukur, rasional, serta sistematis

pada penelitian ini menggunakan kualitatif dan kuantitatif, dimana untuk penelitian kualitatif tidak dimulai dari teori yang dipersiapkan sebelumnya, namun dari lapangan berdasarkan permasalahan yang ditemukan selama melaksanakan praktek dilapangan. Pendekatan teknik kualitatif bersifat deskriptif, seperti wawancara, catatan lapangan, dokumentasi (gambar), dan lain-lainnya. Disisi lain, untuk penelitian kuantitatif menggunakan data numerik untuk menganalisis dan menarik kesimpulan tentang suatu masalah. Pendekatan teknik kuantitatif bersifat objektif dan terukur. Kedua jenis penelitian tersebut digunakan sesuai dengan tujuan penelitian yang berkaitan dengan hal-hal yang bersifat praktis.

##### **3. Instrumen Penelitian.**

Menurut Poerwandari (1998,22) Instrumen penelitian terbagi menjadi penelitian kualitatif yaitu penelitian yang menghasilkan dan mengolah

data yang sifatnya deskriptif, seperti transkripsi wawancara, catatan lapangan, gambar, foto, wawancara dan lain-lain.

#### 4. Jenis dan Sumber Data

##### a. Data primer

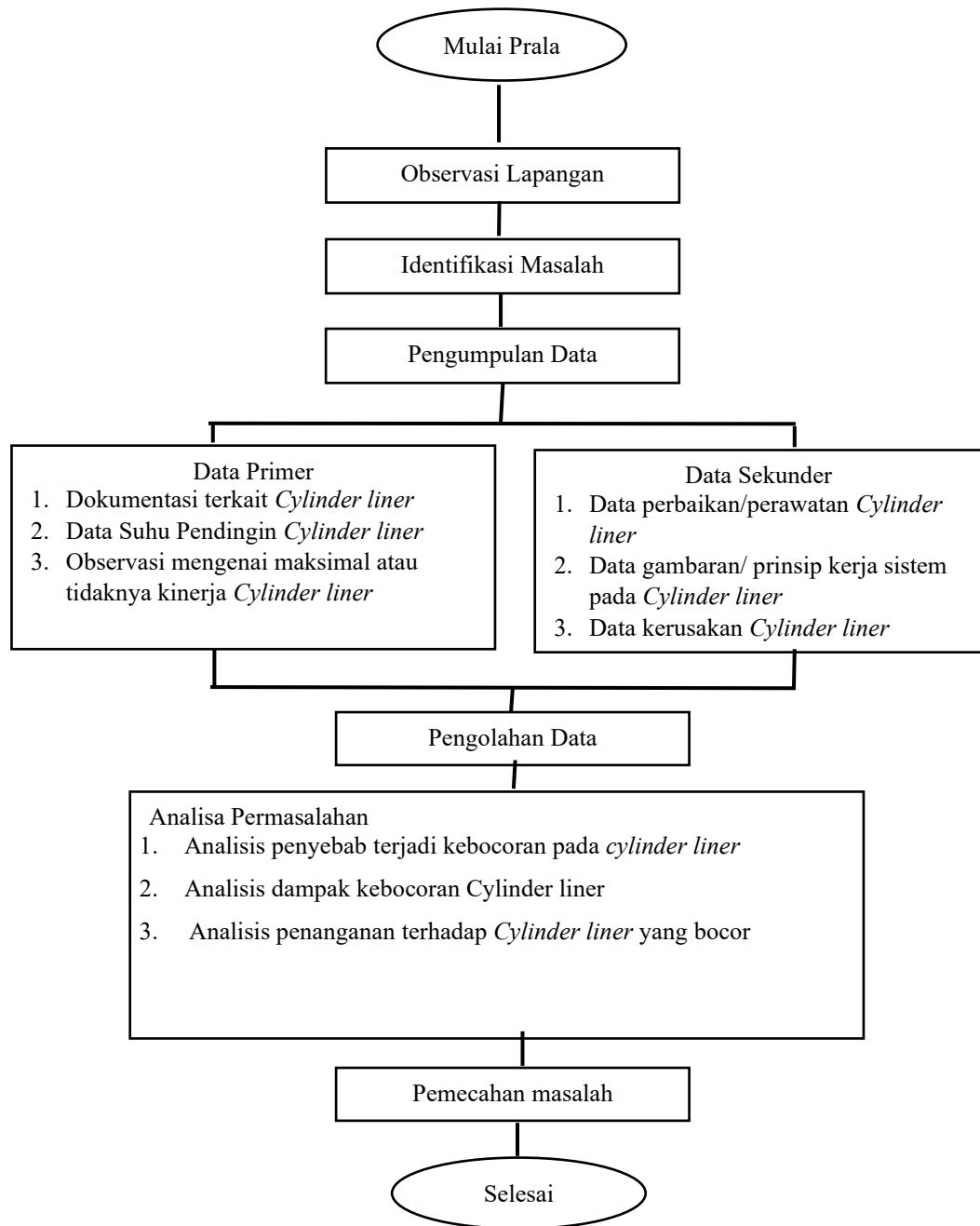
Data primer adalah data yang diperoleh dari sumber pertama melalui prosedur dan teknik pengambilan data yang dapat berupa interview, observasi, maupun penggunaan instrumen pengukuran yang khusus dirancang sesuai dengan tujuannya. Dalam hal ini penulis memperoleh data primer dengan memperoleh wawancara secara langsung pada saat penulis masih berada di kapal, adapun pihak yang turut membantu memberikan informasi yang diperlukan adalah masinis III selaku penanggung jawab atas permesinan bantu yang ada di atas kapal, dan kru mesin sebagai para pelaksana lapangan dan pihak-pihak yang dapat membantu proses penulisan penelitian ini

##### b. Data sekunder

Data sekunder meliputi data-data yang diperoleh secara tidak langsung yang dapat berupa catatan-catatan dan laporan-laporan tertulis. Data sekunder adalah data yang diperoleh dari sumber tidak langsung yang biasanya berupa data dokumentasi dan arsip-arsip resmi. Dalam hal ini penulis memperoleh data-data dari dokumen yang membahas tentang perawatan dan perbaikan yang berkaitan dengan sipelumasan mesin induk.

#### 5. Diagram Alir

Agar terciptanya penelitian terarah oleh karena itu penulis membuat diagaram alir. Diagram alir ini berisi tentang rencana yang akan dicapai dalam pelaksanaan penelitian ini. Berikut adalah diagram alir pada penelitian kali ini.



Gambar 3.1 Bagan Alir Penelitian

## B. Teknik Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini peneliti menggunakan beberapa metode pengumpulan data yang peneliti anggap tepat, antara lain:

### 1. Observasi

Pengumpulan data dengan observasi langsung atau dengan pengamatan

langsung adalah cara pengambilan data dengan menggunakan mata tanpa ada pertolongan alat standar lain untuk keperluan tersebut. Observasi merupakan pengumpulan data yang didapatkan di lapangan terhadap suatu obyek serta pengalaman kerja yang dijadikan sebagai bahan penulisan penelitian ini. Data yang di peroleh berupa data suhu pendingin cylinder liner.

Dalam pengambilan data yang dilakukan diatas kapal, ada beberapa permasalahan yang penulis temukan. Namun penulis menyadari bahwa tidak mungkin untuk memfokuskan pada semua permasalahan karena terbatasnya kemampuan dan waktu yang penulis punya. Penulis mencoba untuk mengamati hanya pada beberapa masalah saja yang terkait dengan penelitian.

## 2. Dokumentasi

Dokumentasi yaitu merupakan salah satu teknik pengumpulan data yang digunakan oleh penulis dengan mencatat dan mengambil gambar bagian-bagian mesin yang terkait dengan tema penelitian

## 3. Wawancara

Pengumpulan data dengan metode wawancara merupakan cara yang digunakan untuk menggali informasi dari Masinis III sebagai pemegang tanggung jawab terhadap auxiliary engine di atas kapal.

## C. Teknik Analisis Data

Penyajian penulisan penelitian ini menggunakan metode analisis deskriptif yang merupakan teknik analisis yang memberikan fakta - fakta serta penjelasan mengenai objek penelitian yang memaparkan terhadap suatu kejadian atau peristiwa yang terjadi berdasarkan pengamatan pengalaman langsung dari peneliti dengan melihat data dan fakta yang ada. Metode ini digunakan untuk memaparkan secara rinci dengan tujuan memberikan informasi mengenai penyebab terjadinya kebocoran pada cylinder liner di KMP. Duta Banten.

## BAB IV

### ANALISIS DAN PEMBAHASAN

#### A. Gambaran Umum Wilayah Penelitian

Di bawah ini merupakan data-data dari *Auxiliary engine* yang terdapat di atas kapal KMP. Duta Banten sebagai berikut:

Data Spesifikasi *Auxiliary engine*



Gambar 4.1  
Sumber: Dokumentasi Penulis

Objek penelitian yang penulis lakukan pada *auxiliary engine* dengan data sebagai berikut:

Merk	: Daihatsu 6PSHTC-26 D
RPM	: 720
HP	: 840
SN	: 626373
Tahun Pembuatan	: 1979
Jumlah Mesin	: 3 Unit

## B. Analisis Data

*Auxiliary engine* atau mesin bantu di kapal adalah mesin yang digunakan untuk menyediakan daya bagi berbagai sistem pendukung kapal yang tidak berhubungan langsung dengan propulsi utama. Di dalam *Auxiliary engine* terdapat salah satu komponen yaitu *cylinder liner* no.1. *Cylinder liner* adalah salah satu komponen penting dalam mesin diesel kapal yang berfungsi sebagai lapisan pelindung di dalam cylinder block, tempat piston bergerak naik turun selama siklus pembakaran.

Dalam pengoperasian *Auxiliary engine* dibutuhkan pengecekan secara berkala yang dilakukan oleh masinis jaga, hal tersebut dilakukan agar pemenuhan kebutuhan pada pendingin yang di perlukan untuk pengoperasian *Auxiliary engine* terpenuhi. Terdapat beberapa hal yang akan terjadi apabila pendinginan *Auxiliary engine* tidak optimal, salah satunya adalah menyebabkan suhu pada ruang bakar menjadi meningkat dan dapat mengakibatkan *cylinder liner* mengalami panas yang berlebih dari suhu normal. Hal tersebut dapat menyebabkan terjadinya keretakan maupun kebocoran pada *cylinder liner* tersebut. Adapun dilakukan pengambilan data untuk mengetahui kondisi suhu pada *cylinder liner*. Dari data tersebut dapat diketahui penyebab-penyebab terjadinya peningkatan pada suhu yang dapat menyebabkan *cylinder liner* mengalami kebocoran.

### 1. Analisis penyebab terjadi kebocoran pada *cylinder liner*

Dalam pembahasan ini keadaan atau faktor adalah hal yang penting artinya bagi terjadinya sebuah kesalahan, terlebih dahulu akan dikemukakan pada analisa dari pemecahan yang sudah dirumuskan bab sebelumnya. Sehingga pada pembahasan ini peneliti mencoba untuk memberikan penjelasan dan menarik garis besar pada rumusan masalah pada Kertas Kerja Wajib ini dengan judul “Analisis Terjadinya Kebocoran Cylinder Liner No.1 Pada Auxiliary Engine No. 2 Untuk Mempertahankan Kinerja Permesinan Bantu Di KMP. Duta Banten”. Pada bagian ini akan dijelaskan penyebab terjadinya kebocoran pada auxiliary engine

a. *Overheating* (Panas Berlebih)

Pemanasan berlebih pada *cylinder liner* menyebabkan deformasi atau retakan mikro yang lama-lama bisa berkembang menjadi kebocoran.

Ada beberapa penyebab terjadinya overheating (panas berlebih) pada *cylinder liner* antara lain:

1) Sirkulasi Air Pendingin yang Tidak Optimal (Pompa Gagal atau Jalur Pendingin Tersumbat)

Sirkulasi air pendingin yang tidak lancar, akibat pompa pendingin yang gagal berfungsi atau jalur saluran pendingin yang tersumbat, menyebabkan kegagalan dalam disipasi panas. Tanpa aliran air yang memadai, suhu mesin akan meningkat melebihi batas aman, berisiko merusak komponen vital seperti liner, piston, dan sistem pelumasan.

2) Kegagalan Sistem Kontrol Suhu Mesin

Sistem kontrol suhu mesin, yang mengatur suhu dengan sensor dan termostat, bertanggung jawab menjaga suhu operasi mesin tetap stabil. Jika sistem ini gagal mendeteksi suhu tinggi atau termostat tidak berfungsi dengan baik, proses pendinginan mesin terganggu, menyebabkan suhu meningkat hingga tingkat kritis, yang berpotensi merusak mesin secara permanen.

3) Pengapian atau Pembakaran Tidak Sempurna

Jika pengapian atau pembakaran bahan bakar tidak berlangsung secara optimal, akan terjadi pembakaran yang lebih panas karena keberadaan sisa bahan bakar yang tidak terbakar sepenuhnya. Kondisi ini dapat meningkatkan suhu ruang pembakaran secara berlebihan, mempengaruhi efisiensi mesin, dan berpotensi menyebabkan kerusakan pada komponen internal seperti liner dan piston akibat panas berlebih.

Overheating atau panas berlebihan pada mesin dapat menyebabkan struktur logam *cylinder liner* melemah karena paparan suhu tinggi secara terus-menerus melampaui batas toleransi material. Dalam kondisi ini, logam mengalami degradasi sifat mekanik, seperti kehilangan kekuatan tarik dan elastisitas, sehingga menjadi lebih rapuh. Akibatnya, liner rentan

mengalami retak termal, terutama pada area dengan perubahan suhu ekstrem atau tekanan tinggi.

Berdasarkan permasalahan yang dihadapi peneliti yang dimana apabila *cylinder liner* no.1 mengalami kenaikan suhu yang melebihi suhu normal yaitu dan dibiarkan tanpa perawatan dalam jangka waktu pengoperasian yang melebihi dari jam kerja berdasarkan PMS yang mengakibatkan pembakaran yang terjadi di ruang bakar tidak sempurna yang akan mengakibatkan *cylinder liner* no. 1 mengalami kebocoran, sedangkan jika suhu pada *cylinder liner* no.1 berada dititik normal dan dilakukan pengecekan rutin selama waktu pengoperasian maka *cylinder liner* no.1 akan beroperasi dengan optimal.

b. Keausan Berlebihan (*Excessive Wear*)

*Cylinder liner* rentan mengalami keausan akibat gesekan antara piston ring dan dinding liner. Jika pelumasan tidak optimal, maka lapisan pelindung akan menipis, mempercepat keausan.



Gambar 4.2 Keausan Pada Liner  
Sumber: Dokumentasi Penulis

Ada beberapa penyebab terjadinya keausan Berlebihan (*Excessive Wear*) pada *cylinder liner* antara lain:

- 1) Pelumasan yang Tidak Memadai atau Oli Pelumas yang Terkontaminasi

Pelumasan yang buruk menyebabkan kontak langsung antara *piston ring* dan *liner*, meningkatkan gesekan dan suhu, sehingga mempercepat keausan. Jika oli pelumas tercampur dengan air, bahan bakar, atau partikel logam, sifat pelindungnya menurun, bahkan berubah menjadi abrasif. Akibatnya, permukaan liner terkikis dan membentuk goresan atau luka aus dalam waktu singkat.

- 2) Material Piston Ring atau Liner yang Tidak Sesuai Spesifikasi

Penggunaan material yang tidak tahan aus atau tidak sesuai standar desain membuat liner dan ring cepat terkikis saat menerima beban mekanis dan panas tinggi. Material yang terlalu lunak akan lebih mudah tergores, sedangkan material yang terlalu keras namun rapuh berisiko retak mikro atau gagal struktural. Ketidaksesuaian ini mengganggu kestabilan kerja komponen internal mesin.

- 3) Operasi Mesin pada Suhu yang Terlalu Tinggi

Suhu operasi yang melebihi batas desain menyebabkan oli pelumas menguap atau kehilangan viskositas, sehingga pelumasan gagal. Selain itu, suhu tinggi mempercepat oksidasi material dan memperbesar ekspansi termal yang bisa memicu deformasi liner. Akibatnya, keausan terjadi lebih cepat dan tidak merata, terutama di area atas silinder yang paling panas.

### c. Korosi

*Cylinder liner* dapat mengalami korosi akibat reaksi kimia antara kondensat asam (dari hasil pembakaran sulfur di bahan bakar) dan permukaan logam.



Gambar 4.3 Korosi

Ada beberapa penyebab terjadinya korosi (*Corrosion*) pada *cylinder liner* antara lain:

- 1) Kelembapan Tinggi di Ruang Pembakaran Tingginya kelembapan atau kandungan uap air dalam udara masuk (*air intake*) akan memperbesar potensi terbentuknya kondensasi asam saat gas buang mendingin. Uap air ini, bila bercampur dengan gas sisa pembakaran (terutama sulfur dan nitrogen), dapat membentuk larutan asam korosif yang menempel di permukaan liner. Akibatnya, permukaan liner terpapar cairan asam, terutama saat mesin dalam suhu rendah atau saat idle dalam waktu lama, sehingga mempercepat proses korosi.
- 2) Kondensasi Air Akibat Suhu Rendah pada Permukaan Liner (*Cold Corrosion*)

*Cold corrosion* terjadi ketika suhu permukaan liner terlalu rendah (biasanya di bawah 50°C), memungkinkan asam sulfat atau air

mengembun di permukaan logam alih-alih menguap. Kondensat ini bersifat sangat korosif dan mengikis permukaan liner secara progresif. Kondisi ini umum terjadi pada mesin slow-speed diesel modern dengan sistem pendingin efisiensi tinggi yang tidak menjaga suhu liner cukup panas untuk mencegah kondensasi. Dampaknya adalah pitting korosi dalam yang sulit dikendalikan kecuali dengan penyesuaian suhu operasi atau penggunaan oli pelumas dengan TBN lebih tinggi. Dari permasalahan ini, jika dibiarkan terus menerus, pitting ini berkembang menjadi lubang tembus (*through-hole corrosion*) yang menyebabkan kebocoran air pendingin ke dalam ruang silinder.

d. Kerusakan pada *O-Ring* atau *Sealing Ring*

*O-ring* atau *sealing ring* yang mengelilingi liner berfungsi sebagai penghalang antara air pendingin dan ruang pembakaran. Jika rusak, kebocoran hampir pasti terjadi.



Gambar 4.4 Kerusakan *O-Ring Liner*

Ada beberapa penyebab terjadinya kerusakan pada O-Ring atau Sealing Ring pada *cylinder liner* antara lain:

1) *O-ring* Aus, Mengeras, atau Terpotong Saat Pemasangan

*O-ring* yang aus akibat gesekan atau telah lama dipakai akan kehilangan elastisitasnya, sehingga tidak lagi mampu menahan tekanan dan mencegah kebocoran. Jika *O-ring* mengeras karena usia atau suhu tinggi, maka ia akan retak atau getas. Selain itu, pemasangan yang tidak hati-hati dapat menyebabkan *O-ring* terjepit, terpelintir, atau terpotong, yang langsung merusak fungsinya sebagai penyekat.

2) Material *O-ring* Tidak Tahan Terhadap Suhu dan Tekanan Kerja

Pemilihan material *O-ring* yang tidak sesuai dengan spesifikasi kerja mesin misalnya tekanan tinggi atau suhu ekstrem akan menyebabkan degradasi cepat, seperti meleleh, mengeras, atau pecah. *O-ring* berbahan dasar biasa tidak akan bertahan lama dalam kondisi kerja mesin diesel laut yang memerlukan material dengan tahan panas, tekanan, dan bahan kimia.

3) Kontaminasi Oli atau Bahan Kimia Lain

Paparan *O-ring* terhadap oli pelumas yang tercemar, cairan pembersih, atau bahan kimia agresif dapat merusak struktur karet *O-ring* secara kimiawi. Akibatnya, *O-ring* mengembang, mengeropos, atau kehilangan kelenturan, sehingga gagal menyegel ruang antar komponen. Dari permasalahan ini dapat menjadi kerusakan pada sistem pelumasan dan bagian mesin lainnya.

e. Retakan Struktural (*Cracks*)

Retakan bisa terjadi akibat beban mekanik berlebih atau kelelahan material (fatigue), terutama di daerah yang mengalami tekanan tinggi secara terus menerus.



Gambar 4.5 Keretakan

Ada beberapa penyebab terjadinya Retakan Struktural (*Cracks*) pada *cylinder liner* antara lain:

1) Siklus Termal yang Ekstrem

Perubahan suhu yang mendadak dan berulang, seperti saat mesin sering dipanaskan dan didinginkan secara cepat, menyebabkan expansi dan kontraksi logam yang berlebihan. Siklus termal ini menciptakan tegangan termal berulang yang melemahkan struktur logam, sehingga muncul retak mikro yang lama-kelamaan berkembang menjadi retakan besar.

2) Getaran Berlebih (Vibrasi Abnormal)

Getaran yang tidak normal, misalnya akibat ketidakseimbangan komponen, bantalan aus, atau pemasangan tidak tepat, memicu tegangan mekanis berulang pada liner. Dalam jangka panjang, getaran ini menimbulkan keretakan pada titik lemah struktural, terutama di sekitar dudukan liner atau area dengan tekanan siklik tinggi.

### 3) Material Cacat Produksi atau Usia Liner yang Sudah Tua

*Cylinder liner* yang diproduksi dari material dengan cacat mikro atau inklusi akan memiliki titik lemah struktural sejak awal. Seiring waktu dan penggunaan, apalagi pada liner yang sudah tua, sifat mekaniknya menurun, membuatnya lebih rentan mengalami retakan akibat beban kerja normal maupun gangguan operasional seperti overheating atau tekanan tinggi. Dari permasalahan ini akan menyebabkan cylinder liner no. 1 mengalami kebocoran yang akan mengganggu kestabilan suhu dan proses pembakaran pada mesin.

#### f. *Plann Maintenance System*

*Planned Maintenance System* (PMS) merupakan sistem terjadwal yang digunakan untuk menjaga kondisi permesinan tetap optimal melalui inspeksi, perawatan, dan penggantian komponen sesuai dengan jam kerja mesin atau interval tertentu. Namun, bila PMS tidak dijalankan dengan baik, maka dapat menimbulkan berbagai permasalahan, salah satunya kebocoran pada cylinder liner. Berdasarkan *plann maintenance system* yang ada di ketahui seperti yang di ketahui dari tabel 4.1 berikut

Tabel 4.1 PMS KMP. Duta Banten

Cylinder Liner No.	Tanggal pergantian terakhir	Jam Kerja
1	27 November 2023	10.000 jam

Cylinder liner memerlukan pemeriksaan berkala terhadap kondisi permukaan, keausan, dan sealing ring. Bila jadwal PMS ditunda atau diabaikan, kerusakan kecil tidak terdeteksi sejak awal dan dapat berkembang menjadi kebocoran.

## 2. Analisis dampak kebocoran *Cylinder liner*

Adapun tabel kumpulan data pada saat *cylinder liner* dalam keadaan normal tercantum pada tabel 4.2 berikut :

#### 4.2 Data Suhu Normal

Jam Jaga	Tekanan Fresh Water	Suhu Fresh Water Jacket Cooling					
		Cyl. Number (°C)					
		1	2	3	4	5	6
00.00-04.00	1.9	55	55	56	55	56	54
04.00-08.00	-	-	-	-	-	-	-
08.00-12.00	2.0	56	57	56	55	56	55
12.00-16.00	-	-	-	-	-	-	-
16.00-20.00	2.0	56	57	56	55	55	54
20.00-00.00							

Adapun kumpulan data suhu pada saat kondisi *cylinder liner* pada standar tidak normal yang tercantum pada tabel 4.3 sebagai berikut:

Tabel 4.3 Data Suhu Tidak Normal

Jam Jaga	Tekanan Fresh Water	Suhu Fresh Water Jacket Cooling					
		Cyl. Number (°C)					
		1	2	3	4	5	6
00.00-04.00	1.9	62	58	59	57	56	57
04.00-08.00	-	-	-	-	-	-	-
08.00-12.00	2.0	61	57	57	58	57	56
12.00-16.00	-	-	-	-	-	-	-
16.00-20.00	1.9	62	59	58	57	58	57
20.00-00.00							

### 3. Analisis penanganan terhadap *Cylinder liner* yang bocor

#### a. Penanganan Terhadap *Overheating* (panas berlebih)

##### 1) Hentikan Operasi Mesin Secara Segera

Menghentikan mesin secepat mungkin sangat penting untuk mencegah kerusakan yang lebih parah akibat suhu berlebih, seperti deformasi, retakan, atau bahkan kegagalan total pada komponen silinder.

**2) Periksa Sistem Pendingin Secara Menyeluruh**

Lakukan inspeksi pada pompa pendingin, saluran air, dan kondisi water jacket untuk memastikan tidak ada penyumbatan, kebocoran, atau kerusakan mekanis yang mengganggu aliran pendingin.

**3) Cek Tekanan Air Pendingin dan Kualitasnya**

Pastikan pendingin berada pada tekanan yang sesuai dan tidak tercemar. Air pendingin yang kotor atau berkurang tekanan dapat mengurangi kemampuan pendinginan secara drastis.

**4) Evaluasi Kinerja Sensor dan Termostat**

Pemeriksaan sensor suhu dan termostat penting dilakukan untuk memastikan sistem kontrol suhu bekerja optimal dan mampu merespons lonjakan suhu dengan tepat.

**5) Lakukan Pemeriksaan Visual pada Liner**

Amati secara langsung permukaan liner untuk mendeteksi adanya perubahan warna akibat panas, goresan, retakan, atau tanda-tanda deformasi.

**b. Penanganan terhadap Keausan Berlebih**

**1) Ukur keausan liner dengan alat ukur presisi**

Gunakan cylinder bore gauge untuk memeriksa diameter dalam liner dan menentukan tingkat keausan secara akurat.

**2) Ganti liner dan piston ring jika melebihi batas toleransi**

Jika keausan telah melampaui batas pabrikan, lakukan penggantian dengan komponen baru sesuai spesifikasi mesin.

**3) Periksa sistem pelumasan**

Evaluasi kondisi dan tekanan oli pelumas, serta pastikan sistem pelumasan bekerja optimal tanpa kontaminasi atau kebocoran.

**c. Penanganan Terhadap Korosi**

**1) Gunakan Oli Pelumas dengan TBN Tinggi**

Pastikan oli pelumas memiliki *Total Base Number* (TBN) yang cukup untuk menetralkan kandungan asam hasil pembakaran bahan bakar yang mengandung sulfur.

**2) Pertahankan Suhu Permukaan Liner di Atas 50°C**

Lakukan penyesuaian pada sistem pendingin agar suhu permukaan liner tidak terlalu rendah, guna mencegah terbentuknya kondensasi air dan asam yang memicu cold corrosion.

3) Ganti atau Perbaiki *Cylinder liner* Jika Rusak Parah

Jika korosi telah menyebabkan lubang atau penipisan dinding liner secara signifikan, penggantian dengan liner baru atau aplikasi pelapisan anti-korosi harus dilakukan.

### C. Pembahasan

Overheating pada *cylinder liner* terjadi ketika suhu mesin meningkat melebihi batas toleransi material, menyebabkan gangguan pada proses pelepasan panas. Kondisi ini dapat menimbulkan kerusakan serius seperti deformasi pada liner, penurunan efisiensi pelumasan, serta potensi kegagalan komponen mesin lainnya akibat ekspansi termal yang berlebihan. Suhu yang terlalu tinggi juga mempercepat keausan dan meningkatkan risiko retakan termal, yang dalam jangka panjang dapat mengakibatkan kerusakan permanen pada sistem silinder mesin.

#### 1. Pengukuran Terhadap *Cylinder Liner* Rusak

Setelah dilakukannya pengecekan terhadap kondisi cylinder liner yang bermasalah diketahui bahwa *cylinder liner* tersebut sudah mengalami kerusakan yang cukup parah.

Adapun data ukuran liner yang bermasalah tersebut tercantum dalam tabel 4.4 sebagai berikut:

Tabel 4.4 Hasil Pengukuran *Cylinder liner* lama

NO	Posisi	Ukuran
1	F-A	260.12 mm
	P-S	260.04 mm
2	F-A	260.13 mm
	P-S	260.07 mm
3	F-A	260.18 mm
	P-S	260.08 mm
4	F-A	260.07 mm
	P-S	260.03 mm

Terdapat perbedaan yang jauh berbeda antara pengukuran terdahulu dengan hasil pengukuran terkini

## 2. Pengukuran *Cylinder Liner* Baru

Dikarenakan terjadinya kerusakan cukup parah pada *cylinder liner* yang lama maka dilaksanakan pergantian. Adapun data pengukuran *liner* baru tercantum dalam tabel 4.5 sebagai berikut:

Tabel 4.5 Pengukuran *Cylinder liner* Baru

No	Posisi	Ukuran
1	F-A	260.04 mm
	P-S	260.04 mm
2	F-A	260.05 mm
	P-S	260.05 mm
3	F-A	260.06 mm
	P-S	260.06 mm
4	F-A	260.05 mm
	P-S	260.05 mm

Dampak dari kebocoran ini cukup signifikan, di antaranya gangguan proses pembakaran, penurunan efisiensi mesin, hingga risiko blackout yang dapat membahayakan keselamatan pelayaran. Olehkarena itu dilakukan pergantian cylinder liner supaya tidak terjadi gangguan selama dalam pelayaran.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **A. Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan di lapangan dan analisis masalah yang dihadapi terkait keretakan *cylinder liner* pada *auxiliary engine* no.1 KMP. Duta Banten, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Kebocoran *cylinder liner* pada *auxiliary engine* no.2 dapat disebabkan oleh beberapa faktor seperti kurangnya tekanan air pendingin, pelumasan yang tidak optimal, melebihi jam operasional yang direkomendasikan, perawatan terhadap komponen pendukung yang minim, kualitas bahan dari *cylinder liner* itu sendiri yang kurang baik
2. Kebocoran *cylinder liner* pada *auxiliary engine* no.2 berdampak pada pembakaran di dalam ruang bakar tidak sempurna di karenakan terdapat campuran air yang masuk ke dalam ruang bakar dan apabila tidak segera dilakukan tindakan akan menyebabkan terjadinya *black out* karena *auxiliary engine* sebagai penghasil daya di atas kapal tidak bekerja dengan maksimal
3. Penanganan yang dilakukan dengan melaksanakan pengecekan air pendingin sebagai tolak ukur awal untuk mengetahui bahwasanya terdapat masalah dalam satu cylinder selanjutnya dengan melaksanakan penilaian tingkat ovalitas liner tersebut dengan alat ukur diameter liner, setelah didapatkan hasil pengukuran maka masinis III akan melakukan pergantian terhadap cylinder liner apabila kondisi dari liner tersebut sudah tidak dalam kondisi baik.

#### **B. Saran**

Berdasarkan kesimpulan tersebut diatas, penulis dapat memberikan rekomendasi mengenai permasalahan yang telah di bahas dalam bab sebelumnya, harapannya dapat dijadikan panduan dalam menangani permasalahan yang timbul di atas kapal.

1. Sebaiknya para masinis dan oiler yang melaksanakan dinas jaga rutin melakukan perawatan dan pengawasan terhadap tekanan air pendingin dengan fokus pada *manometer*, karena apabila tekanan air pendingin yang kurang mengakibatkan terjadinya panas berlebih pada cylinder liner
2. *Plan Maintenance System* (PMS) harus selalu di realisasikan sebagai budaya kerja. Perawatan komponen pada auxiliary engine harus selalu dilaksanakan sesuai dengan yang tercantum di dalam buku petunjuk, apabila ditemukan masalah pada komponen dari mesin bantu, segera atasi untuk menjaga kelancaran operasional kapal.
3. Masinis harus memprhatikan ketersediaan suku cadang untuk komponen utama pada mesin bantu. Hal ini bertujuan untuk apabila ketika pada saat kapal megalami kerusakan yang mendadak suku cadang yang di butuhkan tersedia, sehingga tidak dibutuhkan waktu lama untuk melaksanakan perbaikan pada komponen mesin bantu yang mengalami kerusakan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Corporation., W. (2020). Wärtsilä Corporation. diakses 20 juli 2025 dari <https://www.wartsila.com/marine/products/engines-and-generating-sets/generating-sets/wartsila-engines-auxiliary-systems>
- Ibrahim. (2015). Metodologi Penelitian Kualitatif: Panduan Penelitian beserta Contoh Proposal Kualitatif. Alfabeta. Bandung
- International Maritime Organization. (2021). *Marine engine maintenance guidelines*. IMO Publishing.
- Krisdiono, E., & Nugroho, A. (2022). Optimization Of Preventive Maintenance and Peplacement Interval Of Oritical Components In The Cummins KTA 38D Diesel Generator. 13(04), 74–86.
- Prayoga, M. W. (2020). Analisis Terjadinya Keretakan Cylinder Liner Main Engine Pada MV. Sinar Praya. Semarang: Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.
- Rajput, R. (2020). *Termal Enginering*. In R. Rajput. New Delhi: Laxmi Publications Pvt.Ltd.
- Ramadhani, A. A. (2023). Studi Analisa Penyebab Keretakan Cylinder Liner Pada Auxiliary Engine di MV.Samudera Mas. Makassar: Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.
- Sugiyono. (2013). Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan Tindakan. Alfabeta. Bandung
- Taylor. (1985). The Internal-Combustion Engine in Theory and Practice. In Taylor. Cambridge: MIT Press
- Taylor. (1990). *Introduction to Marine Engineering*. New york: Architectural Press

## LAMPIRAN

### Lampiran 1 Crew list KMP. Duta Banten

 <b>PT. JEMLA FERRY</b> RO - RO FERRY SERVICES														
<b>CREW LIST</b>														
NO	NAMA	JABATAN	SERTIFIKAT KOMPETENSI			BASIC SAFETY TRAINING			SERTIFIKAT PENGUKUHAN		BUKU PELAUT		SERTIFIKAT KESEHATAN	
			TINGKAT	NOMOR	TAHUN	NOMOR	BERLAKU	NOMOR	BERLAKU	NOMOR	BERLAKU	NOMOR SERTF	BERLAKU	
1	SULARSO BACHTIAR	Nakhoda	ANT II	6200092957NB0118	2018	6200092957010324	07 Jun 2029	6200092957NB0123	26 Mar 2028	H 074130	02 - 05 - 2026	6200092957MC10524	11 - 07 - 2026	
2	ASEP NURJAMAN	Mualim I	ANT III M	6201013281M30216	2021	62010132081011120	26 Nov 2025	6201017909NB0121	27 Apr 2026	G 052201	23 - 03 - 2025	6201013281MC10524	29 - 10 - 2026	
3	SERI WURYANTO	Mualim II	ANT II	6200471032N20317	2017	6200471032010321	13 Apr 2026	6200471032NB0322	27 Apr 2027	G 020665	15 - 09 - 2025	6200471032MC10524	07 - 02 - 2026	
4	SUWIKNYO RAHARJO	Mualim III Sr	ANT III M	6200566974N30218	2016	6200566974010520	21 Apr 2025	6200566974NC00221	23 Mar 2026	I 044525	13 - 05 - 2027	6200566974MC10524	09 - 08 - 2026	
5	DWI EDI PURNOMO	Mualim III Yr	ANT III M	6201476548M30317	2017	6201476548012520	22 Des 2025	6201476548M30322	18 Apr 2027	F 325361	22 - 10 - 2025	6201476548MC10524	10 - 04 - 2026	
6	HENDRI	K K M	ATT II	6200410989T22425	2025	6200410989010321	18 Mar 2026	6200410989T22425	10 Jan 2030	G 051799	23 - 08 - 2026	6200410989MC10523	24 - 02 - 2025	
7	AGUS RAHAYU M.	Masinis II	ATT III M	6200002526S30217	2017	6200002526010720	26 Aug 2025	6200002526S0C0222	02 Mar 2027	F 184350	05 - 08 - 2026	6200002526MC10524	12 - 06 - 2026	
8	SANDI SUSANTO	Masinis III	ATT III M	6200397474S30218	2018	6200397474010320	06 May 2025	6200397474SC0223	10 Sept 2028	F 333134	21 - 07 - 2025	6200397474MC10524	20 - 07 - 2026	
9	KUKUH HERLAMBANG	Masinis IV Sr	ATT III M	6201697043S30316	2016	6201697043010321	02 Aug 2026	6201697043SC0321	02 Aug 2026	F 184435	16 - 10 - 2026	6201697043MC10524	09 - 08 - 2026	
10	MARIF ROHMA TULLOH	Masinis IV Yr	ATT III M	6211521585S30322	2022	6211521585010324	24 Jun 2029	6211521585SC0322	11 Mar 2027	E 086882	12 - 08 - 2025	6211521585MC10524	21 - 03 - 2026	
11	HANAFI	Juru Listrik	RATINGS	6201484348350215	2015	6201484348012422	05 April 2027	-	-	F 107040	31 - 07 - 2025	6201484348MC10523	15 - 12 - 2025	
12	ASRAN	Serang	RATINGS	6200484856340717	2017	6200484856010720	04 Mar 2025	-	-	G 099353	02 - 11 - 2026	6200484856MC8213	03 - 11 - 2025	
13	IWAN RIYANTO	Mandor Mesin	RATINGS	6200409783420716	2016	6200409783010120	03 Sep 2025	-	-	F 107133	21 - 08 - 2025	6200409783MC10523	04 - 01 - 2025	
14	AHEN HENDARSYAH	Juru Mudi	RATINGS	6200540010342418	2016	6200540010010120	22 Jul 2025	-	-	I 044524	13 - 05 - 2027	620054001001MC10523	18 - 07 - 2025	
15	SAEFULLOH	Juru Mudi	RATINGS	6201028877340716	2016	6201028877010120	24 Sept 2025	-	-	F 106964	08 - 06 - 2025	6201028877MC3523	29 - 03 - 2025	
16	USEP	Juru Mudi	RATINGS	6200145932340216	2016	6200145932010120	28 Feb 2025	-	-	H 074058	21 - 04 - 2026	6200145932MC10524	07 - 08 - 2026	
17	GANJAR GUSTINA R	Juru Mudi	RATINGS	6200389236340717	2017	6200389236011124	01 Aug 2029	-	-	E 113260	27 - 10 - 2026	6200389236MC10524	09 - 08 - 2026	
18	LUCKY SAHABAT	Juru Minyak	RATINGS	6201026314420217	2017	6201026314010122	25 Aug 2027	-	-	F 019803	03 - 10 - 2026	6201026314MC10523	18 - 02 - 2025	
19	WENDI PRAMONO	Juru Minyak	RATINGS	6201113354020716	2016	6201113354010520	17 Mar 2025	-	-	J 071387	02 - 08 - 2027	6201113354MC10524	31 - 01 - 2026	
20	MUHSON SAIFUL A	Juru Minyak	RATINGS	6200320210420215	2015	6200320210010520	21 Apr 2025	-	-	G 051519	24 - 02 - 2026	6200320210MC10524	09 - 06 - 2026	
21	LASIMAN	Juru Minyak	RATINGS	6200318573420716	2016	6200318573010320	14 Sept 2025	-	-	G 030465	01 - 12 - 2025	6200318573MC10523	19 - 07 - 2025	
22	DEKA AZA MUFIDIN	Wiper	RATINGS	6211847961420520	2020	6211847961010523	26 Sept 2028	-	-	F 180270	22 - 11 - 2025	6211847961MC9623	04 - 01 - 2025	
23	WAHYU AGDANI	Wiper	ATT V	6211449379T50223	2023	6211449379010120	23 Mar 2025	6211449379T0223	09 Aug 2028	G 104309	15 - 03 - 2025	6211449379MC10524	29 - 07 - 2026	
24	AGUS SUDARYANTO	Kelasi	RATINGS	6200426698340215	2015	6200426698010120	27 Feb 2025	-	-	H 074252	22 - 06 - 2026	6200426698MC3523	07 - 02 - 2025	
25	DEDI SUJANTO	Kelasi	RATINGS	6201196069340216	2016	6201196069010120	13 Jul 2025	-	-	F 085453	23 - 11 - 2026	6201196069MC3523	28 - 01 - 2025	
26	TRIO SUPARNO	Kelasi	RATINGS	6201594892332415	2015	6201594892010521	29 Nov 2026	-	-	F 132944	25 - 05 - 2025	6201594892MC8923	26 - 01 - 2025	
27	ABDUL GHOFAR	Kelasi	RATINGS	6200355061340516	2016	6200355061010320	11 May 2025	-	-	H 071002	01 - 09 - 2025	6200355061MC10523	01 - 09 - 2025	
28	YOGA PRABOWO	Kelasi	RATINGS	6211421097340717	2017	6211421097010124	28 Mar 2029	-	-	G 052357	18 - 05 - 2025	6211421097MC10524	18 - 07 - 2026	
29	DWI WIDODO	Kelasi	RATINGS	6201114656340716	2016	6201114656010721	03 Jun 2026	-	-	E 113397	14 - 12 - 2026	6200355061MC10524	01 - 10 - 2026	
30	ARIF EKO YUSTANTO	Kelasi	RATINGS	6201594841340518	2018	6201594841010523	03 Mar 2028	-	-	I 044521	13 - 05 - 2027	6201594841MC8924	22 - 07 - 2026	
31	EGI RAMADHAN	Juru Masak	RATINGS	6211529996340518	2018	6211529996010720	12 Okt 2025	-	-	I 004487	07 - 02 - 2026	6211529996MC10524	26 - 10 - 2026	
32	KHATAMIN NURSYADE	Kadet dek	-	-	-	6212317601014420	13 Apr 2028	-	-	I 1103721	18 - 05 - 2027	6212317601MC2024	05 - 03 - 2025	
33	M. FITRYAN RACHMAN	Kadet Mesin	-	-	-	6212317612014423	13 Apr 2028	-	-	I 1103710	16 - 05 - 2027	6212317612MC2024	06 - 03 - 2025	
34	M. IQBAL TANJUNG	Kadet Mesin	-	-	-	6212317651014423	13 Apr 2028	-	-	I 1103684	16 - 05 - 2027	621231765MC2024	06 - 03 - 2025	

KMP. Duta Banten , 23 Januari 2025

<b>Sularso Bachtiar</b>	
Nakhoda	

## Lampiran 2 Ship Particular KMP Duta Banten



### **DATA KAPAL** SHIP'S PARTICULAR

Nama Kapal	:	KMP. Duta Banten
Pemilik Kapal	:	PT. Jemla Ferry
Bendera	:	Indonesia
Jenis	:	Ro-Ro Passenger Ship
Galangan Pembangunan	:	Naikai Shipbuilding & Engineering Co. Ltd.
Tahun Pembangunan	:	1979
Bahan	:	Baja
Klasifikasi	:	BKI
Surat Ukur No.	:	1916 / Ba
Length ( O.A. )	:	120.58 M.
Length ( B.P. )	:	110.00 M.
Length ( Register )	:	113.77 M.
Breadth ( M <sup>LD</sup> )	:	17.80 M.
Depth ( M <sup>D</sup> )	:	6.60 M.
Draught Loaded ( Designed )	:	5.40 M.
Air Draft	:	28 M.
Ramp Door		
Type	:	Handrail
Haluan, ~ Ramp	:	4.50 x 5.55 M.
~ Apron	:	4.50 x 3.00 M.
Buritan, ~ Ramp	:	5.50 x 6.30 M.
~ Apron	:	5.50 x 2.00 M.
Samping, ~ Ramp	:	6.46 x 7.00 M.
~ Apron	:	6.46 x 4.75 M.
GRT	:	8.011 T.
NRT	:	3.853 T.
Kapasitas Tangki		
F.O.	:	332.12 T.
F.W.	:	178.71 T.
Ballast ; Heeling	:	1.382.24 T. ; 259.83 T.
Mesin Induk		
Merk	:	Pliestick NKK corp.
Type	:	14 PC 2 - 2 V
Tenaga Kuda / PK	:	2 x 7000 PS
Jumlah Mesin	:	2 ( dua ) Unit
Kecepatan Maximum	:	13.9 Knots
Tahun Pembuatan Mesin	:	1978
R.P.M.	:	519
Jenis Bahan Bakar	:	HSD
Mesin Bantu / Generator		
Merk	:	Daihatsu
Type	:	6PSHTC - 26 D
Tenaga Kuda / PK	:	3 x 850 PS ; 3 x 618 KW
Jumlah Mesin	:	3 ( tiga ) Unit
Kapasitas Muat		
Jumlah Penumpang	:	502 Orang
Kendaraan	:	127 Campuran
Anak Buah Kapal	:	35 Orang
Fasilitas Radio		
Merk	:	ICOM IC-500M
Kode Panggilan	:	YHCJ
No. Reg. BKI	:	7763
Nomor IMO/MMSI	:	7909061/525019409



Lampiran 3 Foto Over Haul AE



Lampiran 4 Spesifikasi Auxiliary engine

NO.	DESCRIPTION	QUANTITY
1.	<b>Auxiliary Engine</b>	3
	Merk	Daihatsu
	Model	PS-26
	Bore	260 mm
	Stroke	320 mm
	RPM	720
	HP	840
2.	<b>Turbocharger</b>	3
	Type	VTR- 250
3.	<b>Alternator</b>	3
	Merk	Shinko
	Type	FVKI- AF- 1000
	Hz	60
	Ampere	876

Lampiran 5 Wawancara bersama Third Engineer

NO	PERTANYAAN	RESPONDEN
1.	Apa yang menyebabkan terjadinya kebocoran cylinder liner	Penyebab cylinder liner bisa bocor itu biasanya dikarenakan suply air pendingin rendah sehingga suhu di dalam jacket cooling lebih rendah, bisa juga dikarenakan suply air pendingin yang kurang sehingga mengakibatkan suhu di dalam jacket cooling mengalami peningkatan suhu yang sangat tinggi, atau mungkin bisa juga disebabkan oleh jam kerja dari cylinder liner sendiri melebihi batas waktu yang di tentukan yang menyebabkan dinding luar dari liner tersebut keropos dan sudah tidak simetris lagi dan juga ketika melihat jam kerja dari liner tersebut ternyata sudah melewati dari yang seharusnya
2.	Langkah awal apa bas yang biasa dilakukan ketika terjadi peningkatan suhu	Pertama yang akan kita lakukan adalah melaksanakan koordinasi dengan KKM terkait tingginya gas buang pada salah satu cylinder, selanjutnya melaksanakan stop mesin untuk mencegah hal buruk yang berkemungkinan terjadi contohnya Black out, kenapa black out termasuk hal yang buruk, karena sejatinya kapal itu alat komunikasi dan navigasi harus selalu dalam keadaan menyala ketika berada di

NO	PERTANYAAN	RESPONDEN
3.	<p>Apa solusi yang dilaksanakan apabila terjadi kebocoran pada Cylinder liner</p>	<p>lintasan terkhusus kapal penyeberangan hal itu sangat vital karena ada nyawa manusia yg berjumlah besar berada di kapal baik itu abk maupun penumpang, oleh karena itu kelayakan dan kelancaran pada pengoperasian dari auxiliary engine sangat di perlukan</p> <p>Setelah melakukan pengecekan suhu, dan pengecekan jam kerja selanjutnya kita akan melaksanakan pengangkatan terhadap liner yang terindikasi mengalami keretakan setelah kita malakukan pengangkatan liner kita akan lakukan pengecekan secara kasat mata apakah ada korosi keretakan atau adanya keausan yang berlebih pada ruang bakar cylinder liner, setelah mendapatkan hal diatas selanjutnya kita mengukur diameter dalam dan luar dari liner itu sendiri</p>

Lampiran 6 Plan Maintenance System Kmp Duta Banten

NO	CYLINDER NO	DESEMBER 2024						
		1	2	3	4	5	6	PMS
1	PISTON RING	27-Nov-23	27-Nov-23	27-Nov-23	27-Nov-23	27-Nov-23	Ganti baru	10.000 jam
2	CYLINDER HEAD	27-Nov-23	27-Nov-23	27-Nov-23	27-Nov-23	27-Nov-23	Inspection inlet vV	10.000 jam
3	INJECTOR	4175 5	4175 5	4175 5	4175 5	4175 5	Gantit & test ulang	1.250 jam
4	EXHAUST VALVE	27-Nov-23	27-Nov-23	27-Nov-23	27-Nov-23	27-Nov-23	Ganti spring	10.000 jam
5	STARTING AIR VALVE	4175 5	4175 5	4175 5	4175 5	4175 5	Check clearance	1.250 jam
6	SAFETY VALVE	27-Nov-23	27-Nov-23	27-Nov-23	27-Nov-23	27-Nov-23	Cabut & skier	2.500 jam
7	FUEL INJECTION PUMP	01-Dec-21	01-Dec-21	01-Dec-21	17-Oct-18	17-Oct-18	Overhaul & inspect	20.000 jam
8	CRANK PIN BEARING	13383 55	13383 55	13383 55	27841 5	27841 5	13383 55	5.000 jam
9	CYL LINER	4175 5	4175 5	4175 5	4175 5	4175 5	Check clearance	20.000 jam
10	MAIN BEARING	27-Nov-23	27-Nov-23	27-Nov-23	27-Nov-23	27-Nov-23	Inspection	10.000 JAM
11	TURBO CHARGE	4175 5	4175 5	4175 5	4175 5	4175 5	Check warna LO	10.000 jam
12	Sump Tk			4175 5	31 - Des - 2023		Overhaul & inspect	100 jam
							Check warna LO	10.000 jam
							Overhaul & inspect	