



**“ANALISIS PENYEBAB KERUSAKAN *CYLINDER LINER*
PADA *DIESEL GENERATOR* DI MV. FRANCISCA”**

SKRIPSI

**Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Terapan Pelayaran Pada
Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang**

Oleh

ARGA PARJORO SIDABALOK
572011217621 T

**PROGRAM STUDI TEKNIKA DIPLOMA IV
POLITEKNIK ILMU PELAYARAN
SEMARANG
2024**

HALAMAN PERSETUJUAN

ANALISIS PENYEBAB KERUSAKAN CYLINDER LINER PADA DIESEL
GENERATOR DI MV. FRANCISCA
Disusun Oleh:

ARGA PARJORO SIDABALOK
NIT. 572011217621 T

Telah disetujui dan diterima, selanjutnya dapat diujikan di depan Dewan Penguji

Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang

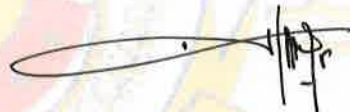
Semarang, *20 Juli*..... 2024

Dosen Pemimbing I
Materi



Dr. ANDY WAHYU HERMANTO, S. T., M. T.
Pembina (IV/a)
NIP. 19791212 200012 1 001

Dosen Pembimbing II
Metodelogi dan Penulisan



ELY SULISTIYOWATI, S. ST., M.M.
Penata Tk. I (III/d)
NIP. 19780801 200812 2 001

Mengetahui
Ketua Program Studi Teknika



Dr. ALI MUKTAR SITOMPUL, M.T, M.Mar.E
Penata Tingkat I, (III/d)
NIP.19730331 2006041 001

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi dengan judul "ANALISIS PENYEBAB KERUSAKAN CYLINDER LINER PADA DIESEL GENERATOR DI MV. FRANCISCA",

Nama : ARGA PARJORO SIDABALOK

NIT : 572011217621 T

Program Studi : D IV TEKNIKA

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Penguji Skripsi Prodi TEKNIKA,
Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang pada hari , tanggal 2024.

Semarang, 15 Juli 2024

PENGUJI

Penguji I : Dr. F. PAMBUDI WIDIATMAKA, S. T., M. T.
Pembina (IV/a)
NIP. 19641126 199903 1 002

Penguji II : Dr. ANDY WAHYU HERMANTO, S.T., M. T.
Pembina (IV/a)
NIP. 19791231 201012 2 003

Penguji III : ARYANTI FITRIANINGSIH., S. T., M. T.
Pembina (IV/a)
NIP. 19800807 200912 2 001

Mengetahui,
Direktur Politeknik Ilmu Pelayaran
Semarang

Capt. SUKIRNO M.M.Tr., M.Mar.
Pembina Tingkat I (IV/b)
NIP. 19671210 1999031 001

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Arga Parjoro Sidabalok

NIT : 572011217621 T

Program studi : Teknika

Skripsi dengan judul “Analisis Penyebab Kerusakan *Cylinder Liner* pada *Diesel Generator* di MV. Francisca”

Dengan ini saya menyatakan bahwa yang tertulis dalam skripsi ini benar-benar hasil karya (penelitian dan tulisan) sendiri, bukan jiplakan dari karya tulis orang lain atau pengutipan dengan cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku, baik sebagian atau seluruhnya. Pendapat dan temuan orang lain yang terdapat dalam skripsi ini dikutip atau dirujuk berdasarkan kode etik ilmiah. Atas pernyataan ini saya siap menanggung resiko/sanksi yang dijatuhkan apabila ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya ini.

Semarang, 12 Juli 2024

Yang menyatakan pernyataan,



ARGA PARJORO SIDABALOK
NIT. 572011217621

HALAMAN MOTO DAN PERSEMBAHAN

Moto :

1. Ketahuilah hari besok harus lebih baik dari hari ini,
2. Yakin adalah kunci jawaban dari segala permasalahan.
3. Tetaplah satu titik dari berbagai sudut pandang.

Persembahan :

1. Kepada kedua orang tua, Bapak Alponsus Sidabalok dan Ibu Erina Panjaitan yang senantiasa merawat, mendukung, mendoakan, menasihati, dan mengupayakan apapun termasuk semuanya untuk keberlangsungan kehidupan peneliti dengan baik.
2. Dosen pembimbing I, Bapak Dr. Andy Wahyu Hermanto, S. T., M. T.
3. Dosen pembimbing II, Ibu Ely Sulistiyowati, S. ST., M.M.
4. Almamaterku Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang

PRAKATA

Damai Sejahtera bagi kita semua. Segala puji dan rasa syukur sebagai pujian kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala limpahan nikmat, karunia dan rahmat-Nya, sehingga peneliti diberi kemudahan dalam menyelesaikan dan menuntaskan penulisan skripsi yang berjudul “Analisis Penyebab Kerusakan *Cylinder Liner* pada *Diesel Generator* di MV. Francisca”.

Skripsi ini disusun guna memenuhi persyaratan pendidikan dalam memperoleh gelar Sarjana Terapan Pelayaran (S.Tr.Pel) pada program pendidikan Diploma IV (D. IV) Teknika di Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang. Dalam menyelesaikan penyusunan skripsi ini, peneliti mendapat banyak doa, bantuan, bimbingan, dan dukungan dari banyak pihak. Sehingga, dengan penuh rasa hormat peneliti menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Capt. Sukirno M.M.Tr., M.Mar. selaku Direktur Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.
2. Dr. Ali Muktar Sitompul, M.T., M.Mar.E. selaku Ketua Program Studi Teknika di Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.
3. Dr. Andy Wahyu Hermanto, S. T., M. T. selaku Dosen Pembimbing Materi Penulisan Skripsi yang dengan sabar dan tanggung jawab memberikan dukungan, bimbingan dan arahan dalam penyusunan skripsi.
4. Ibu Ely Sulistiyowati, S. ST., M.M.. selaku Dosen Pembimbing Metodologi dan Penulisan yang dengan sabar dan tanggung jawab memberikan dukungan, bimbingan dan arahan dalam penyusunan skripsi.
5. Seluruh dosen, perwira dan tenaga pengajar yang telah memberikan ilmu pengetahuan yang bermanfaat kepada peneliti selama melaksanakan pendidikan di Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.
6. Pimpinan beserta karyawan perusahaan VMS Shipping Group yang telah memberikan kesempatan pada peneliti untuk melakukan penelitian dan praktik laut di atas kapal.
7. Nakhoda, *Chief Engineer* beserta seluruh kru MV. Francisca yang telah membantu peneliti dalam melaksanakan praktik laut.

8. Seluruh sahabat dan keluarga, Teknik 8 Bravo. Terimakasih telah memberikan dukungan dan motivasi dalam penyelesaian studi ini.
9. Seluruh pihak yang telah membantu dalam penyelesaian penulisan skripsi yang tidak dapat peneliti sebutkan satu per satu.

Demikian prakata dari peneliti, dengan segala kerendahan hati, peneliti menyadari masih banyak kekurangan sehingga peneliti mengharapkan saran dan masukan yang bersifat membangun guna kesempurnaan skripsi ini. Peneliti berharap semoga skripsi ini dapat memberikan banyak manfaat.

Semarang, 12 Juli 2024

Yang membuat pernyataan,



ABSTRAKSI

Sidabalok, Arga Parjoro. NIT. 572011217621 T, 2024, “*Analisis Penyebab Kerusakan Cylinder Ciner pada Diesel Generator di MV. Francisca*”, Skripsi. Program Diploma IV, Program Studi Teknik, Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang, Pembimbing I: Dr. Andy Wahyu Hermanto, S. T., M. T., Pembimbing II: Ely Sulistiyowati, S.ST., M.M.

Diesel Generator berfungsi untuk mengubah tenaga mekanik menjadi tenaga listrik. Tenaga listrik tersebut diperoleh melalui induksi elektromagnetik dimana rotor dapat bergerak melalui putaran crankshaft yang terjadi melalui proses pembakaran didalam *cylinder liner* yang melibatkan piston dan *cylinder head*. Ditemukan permasalahan pada ruang pembakaran mesin diesel generator no. 2 di kapal MV. Francisca yaitu *cylinder liner* no. 2 dan 5 mengalami kerusakan saat dioperasikan. Sehingga penelitian ini bertujuan untuk mengetahui faktor apa saja penyebab kerusakan *cylinder liner* pada diesel generator di MV. Francisca, untuk mengetahui dampak apa saja yang ditimbulkan dari kerusakan *cylinder liner* di MV. Francisca, dan untuk mengetahui bagaimana upaya untuk mencegah terjadinya kerusakan *cylinder liner* pada diesel generator di MV. Francisca.

Metode penelitian yang digunakan adalah metode kualitatif dengan pendekatan deskriptif dengan teknik pengumpulan data yang berasal dari metode observasi, metode wawancara, dan penilaian kepustakaan. Informan dalam penelitian ini adalah chief engineer dan watch keeping engineer MV. Francisca. Teknik analisa data yang digunakan adalah metode *fishbone*.

Faktor penyebab kerusakan *cylinder liner* pada diesel generator di MV. Francisca yaitu korosi pada *cylinder liner*, keretakan pada *cylinder liner*, kenaikan suhu pada *fresh water cooler*, dan metode perawatan yang pelaksanaannya dilakukan ketika terdapat masalah. Hal tersebut mengakibatkan tenaga yang dihasilkan dari mesin diesel kurang maksimal akibat pembakaran yang tidak sempurna, merusak *viscosity* minyak lumas, hubungan antar *crew engine* ketika bekerja, dan spare part yang tidak tersedia. Upaya yang dilakukan adalah tes kualitas air pada *fresh water cooler*, komunikasi yang baik antar *crew engine*, penggunaan metode perawatan dengan yang lebih teratur, dan pembuatan tempat penyimpanan *chemical* yang lebih layak pakai.

Kata kunci : Analisis, Kerusakan, *Cylinder Liner*, *Diesel Generator*, MV. Francisca

ABSTRACT

Sidabalok, Arga Parjoro. NIT. 572011217621 T, 2024, “*Analisis Penyebab Kerusakan Cylinder Ciner pada Diesel Generator di MV. Francisca*”, Skripsi. Program Diploma IV, Program Studi Teknika, Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang, Pembimbing I: Dr. Andy Wahyu Hermanto, S. T., M. T., Pembimbing II: Ely Sulistiyowati, S.ST., M.M.

Diesel generators serve to convert mechanical power into electricity. The electrical power is obtained through electromagnetic induction where the rotor can move through the crankshaft rotation that occurs through the combustion process in the cylinder liner involving the piston and cylinders head. A problem was found in the combustion chamber of the diesel engine generator no. 2 on the ship MV. Francisca, the cylinders of the liner No. 2 and 5 were damaged during operation. So this research is aimed at finding out what factors cause the cylinder liner damage to the diesel generator at MV. Francisca, to find out what impact is caused by cylindrical damage at the liner in MV. Francesca, and to know how efforts are being made to prevent the occurrence of the damage of cylindre liner to diesel generators at the MV. Francisca.

The research methods used are qualitative methods with descriptive approaches with data collection techniques derived from observation methods, interview methods and library evaluation. The informants in this study are the chief engineer and watch keeping engineer MV. Francisca. The data analysis technique used is the fishbone method.

Factors that cause cylinder liner damage to the diesel generator in the MV. Francisca are corrosion on the cylinders liner, crack on the liner cylindre, temperature rise on the fresh water cooler, and the methods of treatment that are implemented when there is a problem. This results in less power generated by the diesel engine due to imperfect combustion, damaged oil viscosity, inter-crew engine connections during operation, and unavailable spare parts. Efforts were made to test the water quality of the fresh water cooler, better communication between the crew engines, the use of treatment methods with more regular ones, and the creation of more efficient chemical storage facilities.

Keyword: Analysis, Damage, Cylinder Liner, Diesel Generator, MV. Francisca

DAFTAR ISI

SKRIPSI.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN.....	iv
HALAMAN MOTO DAN PERSEMBAHAN.....	v
PRAKATA.....	vi
ABSTRAKSI.....	viii
ABSTRACT.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB 1.....	1
PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Fokus Penelitian.....	4
C. Rumusan masalah.....	5
D. Tujuan Penelitian.....	5
E. Manfaat Hasil Penelitian.....	5
BAB II.....	7
LANDASAN TEORI.....	7
A. Kajian Pustaka.....	7
B. Kerangka Penelitian.....	20
BAB III.....	23

METODE PENELITIAN.....	23
A. Metode.....	23
B. Waktu dan Tempat Penelitian.....	24
C. Sumber Data Penelitian.....	24
D. Teknik Pengumpulan Data.....	26
E. Instrumen Penelitian.....	28
F. Teknik Analisis Data.....	29
G. Pengujian keabsahan data	32
BAB IV	34
HASIL PENELITIAN.....	34
A. Gambaran konteks penelitian.....	34
B. Deskripsi Data.....	37
C. Temuan.....	40
D. Hasil pembahasan penelitian.....	43
BAB V.....	61
SIMPULAN DAN SARAN	61
A. Simpulan	61
B. Keterbatasan Masalah	62
C. Saran.....	62
DAFTAR PUSTAKA	63
LAMPIRAN – LAMPIRAN	65
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	75

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 <i>Cylinder Liner</i>	8
Gambar 2. 2 Proses kerja diesel 4 langkah	12
Gambar 2. 3 Diesel Generator di MV. Francisca.....	13
Gambar 2. 4 Nalco 2000	18
Gambar 2. 5 Kerangka pikir penelitian	21
Gambar 3. 2 Metode Fishbone	32
Gambar 4. 1 Plat Spesifikasi Generator	38
Gambar 4. 2 Sketsa gambar mesin diesel generator di MV. Francisca.....	39
Gambar 4. 3 Kerusakan cylinder liner pada mesin diesel generator.....	41
Gambar 4. 4 Analisis kerusakan dengan metode diagram <i>fishbone</i>	44
Gambar 4. 5 Keretakan cylinder liner	49
Gambar 4. 6 Fresh Water Cooler yang kotor	51

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Ship Particular MV. Francisca.....	24
Tabel 4. 1 Spesifikasi mesin diesel generator di MV. Francisca	39
Tabel 4. 2 Program pengecekan dan perawatan	42
Tabel 4. 3 Laporan kenaikan suhu fresh water cooler.....	51



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Transkrip Wawancara.....	65
Lampiran 2 Ship Particular	71
Lampiran 3 Crew List	73
Lampiran 4 Piping Diagram Cooling Water Auxiliary Engine	74



BAB 1

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Dalam dunia pelayaran saat ini *motor diesel* menjadi pilihan yang tepat untuk efektifitas pengoperasian yang ada di kapal dibandingkan dengan mesin uap. *Motor diesel* dapat digunakan sebagai motor penggerak utama dan juga motor bantu yang dapat membangkitkan tenaga listrik. Motor bantu tersebut dinamakan dengan generator. Generator berfungsi untuk mengonversi energi mekanik menjadi energi listrik. Energi listrik tersebut dihasilkan melalui induksi elektromagnetik, di mana ketika rotor berputar, belitan kawat akan memotong medan magnet di kutub magnet, sehingga terjadi perbedaan tegangan yang menghasilkan arus listrik. Arus ini mengalir melalui kabel atau kawat yang ujung-ujungnya terhubung dengan cincin geser. Cincin-cincin ini menggerakkan sikat-sikat yang berfungsi sebagai terminal penghubung keluar.

Rotor dapat berputar melalui poros engkol mesin yang digerakkan oleh tekanan gas hasil pembakaran campuran bahan bakar dan udara. Tekanan ini mendorong torak yang terhubung dengan poros engkol menggunakan batang torak, sehingga torak dapat bergerak maju-mundur. Gerakan maju-mundur torak kemudian diubah menjadi gerakan rotasi oleh poros engkol. Sebaliknya, gerakan rotasi poros engkol juga diubah menjadi gerakan maju-mundur torak pada langkah kompresi. Dalam generator, energi mekanis ini diubah menjadi energi listrik sehingga menghasilkan gaya gerak listrik (GGL).

Salah satu faktor utama kelancaran operasional kapal adalah terpenuhinya kebutuhan listrik. Generator kapal menggunakan mesin diesel, yang memiliki karakteristik utama pada metode penyalaan bahan bakarnya. Bahan bakar mesin diesel diinjeksikan ke dalam silinder berisi udara bertekanan tinggi. *Cylinder liner* merupakan salah satu komponen dalam blok mesin, berfungsi melindungi bagian dalam silinder dari gesekan dengan *ring piston*. *Cylinder liner* berbentuk seperti tabung dan dibuat dengan metode *horizontal centrifugal casting*, di mana logam cair dituangkan ke dalam cetakan yang berputar.

Cylinder liner yang telah digunakan sering mengalami kerusakan atau kelongsoran, seperti abrasi, erosi, dan korosi. Perawatan dan pengukuran menggunakan alat *inside micrometer* diperlukan pada *cylinder liner* dan piston. Kelayakan komponen dapat dinilai melalui berbagai cara untuk menentukan apakah komponen-komponen mesin diesel masih layak digunakan atau tidak. Hal ini penting untuk menjaga kelancaran operasional *diesel engine* dan mencegah kerusakan signifikan.

Cylinder liner merupakan jantung mesin dan tempat bahan bakar dibakar dan daya ditimbulkan. Pembakaran yang terjadi menimbulkan tenaga panas yang akan berdampak buruk jika sistem pendinginan tidak berjalan dengan baik. Sistem pendinginan merupakan serangkaian langkah untuk mengatasi masalah *overheating* pada mesin, sehingga mesin dapat tetap beroperasi dengan efisien. Prinsip dasar dari sistem pendinginan adalah memindahkan panas mesin ke udara, yang dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu pendinginan udara (*air cooling*) langsung ke udara atau menggunakan fluida sebagai perantara dalam

pendinginan air. Proses sirkulasi air pendingin dimulai dari radiator, kemudian air ditekan oleh pompa air dan disalurkan ke kantong-kantong (*water jacket*) pada silinder mesin

Pendinginan pada generator yang tidak stabil dapat menyebabkan *cylinder liner* mengalami *overheat* yang dapat mempercepat keausan pada *cylinder liner*. Gerak dari naik turunnya sebuah piston pada saat melakukan pembakaran menyebabkan hal yang sangat fatal apabila tidak diperhatikan suhu dari pendingin. Terlepas dari pengawasan suhu pendingin, perawatan pada generator memang sangat di perlukan, termasuk memperhatikan *running hours*.

Generator wajib untuk menerima atau mengalami *overhaul* dikarenakan batas jam kerja yang sudah ditentukan, maka operator wajib melakukannya. Untuk menghindari terjadinya korosi yang sering terjadi pada *cylinder liner*, yang dari permasalahan tersebut dapat terjadi kebocoran di dinding *cylinder liner* sehingga menyebabkan air masuk kedalam proses pembakaran.

Pada bulan oktober 2023 saat peneliti melaksanakan praktek laut di kapal MV. Francisca, tepatnya saat kapal sedang sandar di Rotterdam. Terjadi kenaikan *temperature* yang tidak normal pada saat peneliti mendapatkan perintah untuk mengecek dan mengisi air yang ada di dalam tabung radiator pada *diesel generator*. Peneliti langsung melaporkan kejadian tersebut kepada masinis untuk dilakukan pengecekan ke generator. Setelah dilakukan pengecekan pada *diesel generator*, masinis kembali ke *Engine Control Room* untuk melihat jumlah daya yang dihasilkan pada *diesel generator* nomor 2. Daya yang dihasilkan pada *diesel generator* nomor 2 ternyata menurun,

seharusnya 380 Volt daya yang dihasilkan dalam keadaan normal menjadi 300 Volt daya yang dihasilkan. Masinis mematikan *diesel generator* nomor 2 dengan memindahkan beban daya ke *diesel generator* nomor 1 agar dapat menemukan sumber masalah yang ada.

Pada saat mesin *diesel generator* nomor 2 telah dimatikan, seluruh *crew engine* melakukan *overhaul* untuk mengetahui penyebab dari tingginya suhu pendingin dan timbul suara yang tidak umum pada *diesel generator* nomor 2. Pelaksanaan *overhaul* tersebut, ditemukan adanya kerusakan pada *cylinder liner* yang merupakan sumber dari terjadinya penurunan daya yang dihasilkan dan suhu pendingin yang meningkat pada *diesel generator* di MV. Francisca

Berkaitan dengan kejadian yang peneliti alami diatas, peneliti tertarik melakukan penelitian dengan judul “**Analisis penyebab kerusakan *cylinder liner* pada *diesel generator* di MV Francisca**”

B. Fokus Penelitian

Penelitian ini membahas tentang permasalahan yang ada pada motor diesel pembangkit listrik yang memiliki 2 komponen didalamnya, mesin dan alternator. Peneliti akan berfokus pada permasalahan yang terdapat di mesin terutama pada proses pembakarannya yang melibatkan piston, *cylinder liner*, poros engkol, dan *injector*. Jenis komponen yang ada pada diesel generator tersebut peneliti memilih *cylinder liner* yang pernah mengalami perbaikan sebelumnya pada saat praktek laut. *Cylinder liner* yang mengalami kerusakan akibat masuknya air kedalam ruang bakar.

C. Rumusan masalah

Latar belakang permasalahan yang telah diuraikan diatas yang menjadi masalah pokok sebagai berikut:

1. Faktor apa saja yang menyebabkan kerusakan *cylinder liner* pada *diesel generator* di MV Francisca?
2. Bagaimana dampak akibat kerusakan *cylinder liner* pada *diesel generator* di MV Francisca?
3. Bagaimana upaya untuk mengatasi terjadinya kerusakan *cylinder liner* pada *diesel generator* di MV Francisca?

D. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui factor apa saja yang menyebabkan kerusakan *cylinder liner* pada *diesel generator* di MV. Francisca
2. Untuk mengetahui dampak dari akibat kerusakan *cyinder liner* pada *diesel generator* di MV. Francisca
3. Untuk mengetahui upaya untuk mengatasi terjadinya kerusakan *cylinder liner* pada *diesel generator* di MV. Francisca

E. Manfaat Hasil Penelitian

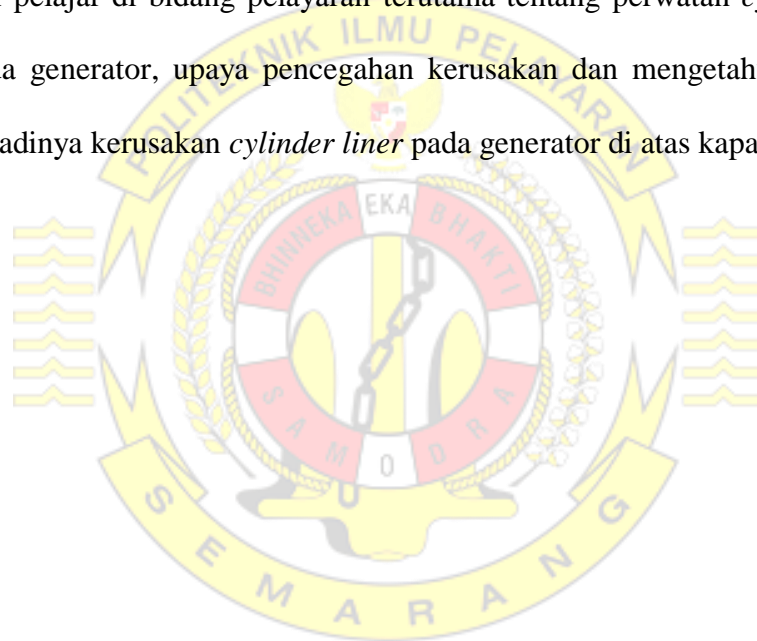
Dengan adanya penelitian ini peneliti berharap dalam penelitian skripsi ini bermanfaat bagi peneliti sendiri dan bagi para pembaca yaitu manfaat teoritis dan manfaat praktis sebagai berikut:

1. Manfaat Teoritis

Penelitian ini merupakan kesempatan bagi penulis untuk meningkatkan pengetahuan yang lebih tentang *cylinder liner* pada generator khususnya penyebab kerusakan dan bagaimana upaya untuk mengatasinya, dan juga sebagai tambahan literasi bagi pembaca umum baik dari universitas maupun akademi pelayaran.

2. Manfaat Praktis

Hasil dari penelitian ini dapat menambah wawasan kepada masinis dan pelajar di bidang pelayaran terutama tentang perawatan *cylinder liner* pada generator, upaya pencegahan kerusakan dan mengetahui penyebab terjadinya kerusakan *cylinder liner* pada generator di atas kapal.



BAB II

LANDASAN TEORI

A. Kajian Pustaka

Bab ini akan menguraikan dasar teori yang terkait dengan topik “Analisis Penyebab Kerusakan *Cylinder Liner* Pada Mesin *Diesel Generator* di MV. Francisca”. Peneliti akan menjelaskan pengertian dan definisi-definisi terlebih dahulu untuk membangun hubungan yang lebih jelas dalam pemahaman topik yang dibahas.:

1. Pengenalan *Cylinder Liner*

(Hasiah, 2019) *Cylinder liner* adalah ruang proses pembakaran (*combustion chamber*) dalam mesin diesel yang berfungsi sebagai pelapis dalam silinder mesin, mengalami gesekan konstan akibat tekanan dan pergerakan piston. Mekanisme kerja pada *cylinder liner* meliputi hisap, kompresi, kerja, dan buang. Berbentuk tabung atau selubung air, *cylinder liner* berfungsi menyekat antara air pendingin dan piston, dengan ukuran yang sama dengan piston dan *ring piston*. *Cylinder liner* harus tahan terhadap suhu tinggi, tidak mudah aus, dan mampu menahan gaya besar dari piston.

Ketebalan *cylinder liner* mencapai 5-10 mm agar tidak mudah bocor saat terjadi pengaratan, meskipun berhubungan langsung dengan air pendingin dan suhu tinggi selama pembakaran. Terdapat dua tipe *cylinder liner*: tipe basah (*wet type*) dan tipe kering (*dry type*). Pada tipe basah,

terdapat *o-ring* yang berfungsi sebagai pembatas selubung air sehingga sistem pendingin terhindar dari kebocoran. Tipe kering, atau *sleeve*, dapat digunakan untuk memperbaiki *parent bore* yang rusak dan sangat rapat dengan dinding lubang silinder pada blok mesin. Sebagai contoh, generator kapal MV. Francisca tempat penulis melakukan praktik menggunakan *wet type liner* sebagai pilihan untuk *cylinder liner*.



Gambar 2.1 *Cylinder Liner*

Sumber: <https://www.ebay.co.uk/>

2. Struktur dan Material *Cylinder Liner*

Cylinder liner harus dipastikan dapat tahan panas dan karat dari air pendingin, struktur bahan pembuatannya harus diperhatikan secara khusus. Proses pembuatan *cylinder liner* menggunakan metode Horizontal *Centrifugal Casting*. *Centrifugal Casting* adalah proses pengecoran logam yang menggunakan gaya sentrifugal untuk membentuk bagian silinder,

berbeda dengan pengecoran yang menggunakan gravitasi dan tekanan untuk mengisi cetakan. *Centrifugal Casting*, logam cair dituangkan ke dalam cetakan yang berputar, menghasilkan coran yang padat dan bebas cacat karena pengaruh gaya sentrifugal. Metode ini terbagi menjadi dua posisi: vertikal dan horizontal. *Vertical centrifugal casting* adalah proses menuangkan logam cair ke dalam cetakan yang berputar secara tegak, sedangkan *horizontal centrifugal casting* adalah proses menuangkan logam cair ke dalam cetakan yang berputar secara mendatar. Selain metode pembuatannya, terdapat juga lima bahan pembuat *cylinder liner*.

- a. Blok silinder mesin terbuat dari besi tuang

Cylinder liner terbuat dari bahan besi tuang yang sama dengan bahan pembuat blok silinder mesin. Komposisi metalnya ditambahkan dengan grafit atau timah hitam dalam perlit.

- b. Berbahan *Monichro liner* atau besi tuang special

Monichro liner, atau besi tuang khusus ini, adalah campuran besi yang mengandung nikel, *chrome*, dan *molybdenum*. Nikel dan *chrome* meningkatkan ketahanan terhadap keausan, korosi, dan panas, sementara *molybdenum* meningkatkan keuletan.

- c. Besi tuang *super tarkalloy*

Super tarkalloy merupakan campuran besi tuang dengan silicon, boron, dan manganese. Keunggulan dari jenis ini antara lain:

- 1) Daya tahan aus tinggi
- 2) Mampu meminimalisir keausan pada *piston ring*

- 3) Biaya produk lebih rendah dibandingkan *chrome plated liner*
- 4) Terbebas dari *piston ring scuffing* dan *piston seizure*
- 5) Meningkatkan produktivitas komponen hingga menghasilkan kualitas yang tinggi

d. *Liner porous chrome plated*

Jenis ini memiliki keunggulan dengan komponen yang padat, meningkatkan daya tahan terhadap aus dan korosi, mengurangi koefisien aus, serta meningkatkan ketahanan terhadap suhu tinggi. Pada jenis ini, tidak ada lubang oli untuk pelumas karena permukaan liner dengan pelapisan chrome berpori sangat halus. Solusinya, pelapisan chrome ini memiliki lekukan pada permukaan liner untuk menahan oli pelumas. Rasio daya tahan aus pada *chrome plated* cukup tinggi, yaitu 2 hingga 3 kali lebih kuat dibandingkan liner dari besi tuang. Jenis *cromard liner* merupakan jenis terbaiknya dari *chrome plated liner* yang memiliki banyak kekurangan. Keunggulan *cromard liner*, antara lain:

- 1) Daya tahan korosi, konduksi panas dan ketahanan aus yang sangat baik.
- 2) Ketidakrataan permukaan *cromard* ini ternyata memberikan untung yakni oli akan terpelihara secara merata.
- 3) Ketebalan dinding yang tipis dapat menghasilkan lubang yang lebih besar meskipun ukuran blok silinder sama.

3. Mesin Diesel

Mesin diesel adalah motor bakar yang proses pembakarannya terjadi di dalam mesin itu sendiri (*internal combustion engine*), di mana pembakaran terjadi karena udara murni dikompresi dalam ruang bakar (silinder) hingga mencapai tekanan dan suhu yang tinggi. Bahan bakar disemprotkan atau dikabutkan pada saat yang sama, sehingga terjadilah pembakaran. Pembakaran ini menghasilkan ledakan yang mendadak meningkatkan panas dan tekanan di dalam ruang bakar. Tekanan tersebut mendorong piston ke bawah, yang menyebabkan poros engkol berputar. Mesin diesel 4 langkah adalah jenis mesin diesel di mana setiap satu kali siklus usaha memerlukan 4 langkah piston atau 2 putaran poros engkol.

a. Langkah pengisian (hisap)

Piston bergerak dari TMA ke TMB. Katup hisap terbuka dan katup buang tertutup, karena piston bergerak kebawah maka tekanan didalam silinder menjadi vacum (dibawah satu atmosfer) sehingga udara murni masuk kedalam silinder.

b. Langkah kompresi

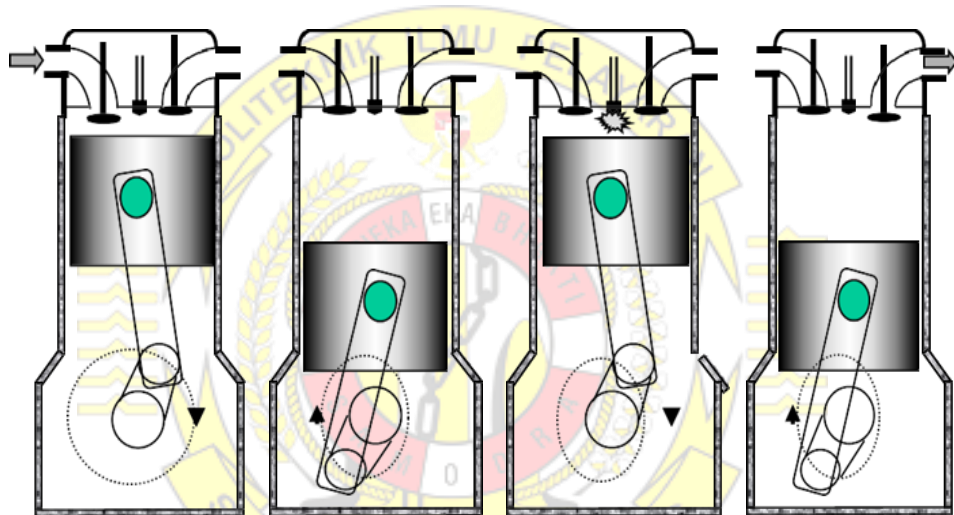
Piston bergerak dari Titik Mati Bawah (TMB) ke Titik Mati Atas (TMA). Katup hisap dan katup buang dalam keadaan tertutup, udara di dalam silinder ditekan sehingga menghasilkan panas dan tekanan yang tinggi. Pada akhir proses kompresi, bahan bakar disemprotkan dengan tekanan sangat tinggi melalui lubang kecil, menyebabkan terjadinya pembakaran (ledakan).

c. Langkah usaha

Pembakaran menghasilkan tekanan yang tinggi dalam ruang bakar, tekanan ini mendorong piston dari TMA menuju TMB, melakukan usaha.

d. Langkah pembuangan

Akhir langkah usaha katup buang terbuka, sehingga gas buang keluar melalui katup tersebut, karena didorong oleh piston bergerak dari TMB menuju TMA.



Gambar 2. 2 Proses kerja diesel 4 langkah

Sumber: Achmad Kusairi Samlawi, Motor Bakar

(Teori Dasar Motor Diesel)

4. Diesel Generator

Generator menerima daya dari mesin diesel, ia dapat menghasilkan arus melalui induksi elektromagnetik. Akibat induksi elektromagnetik, perubahan *fluks magnet* menghasilkan arus listrik. *Fluks magnet* adalah banyaknya garis medan magnet yang melalui suatu bidang.

Seorang ilmuwan Jerman bernama Michael Faraday memiliki gagasan bahwa medan magnet dapat menghasilkan arus listrik. Pada tahun 1821, Faraday menunjukkan bahwa perubahan medan magnet dapat menciptakan arus listrik. Galvanometer adalah alat yang digunakan untuk mendeteksi keberadaan arus listrik.

Gaya gerak listrik yang terjadi akibat perubahan jumlah garis gaya magnet disebut gaya gerak listrik induksi, sedangkan arus yang mengalir disebut arus induksi, dan fenomena ini disebut induksi elektromagnetik.

Faktor-faktor yang mempengaruhi besar EMF induksi meliputi:

- a. Laju perubahan medan magnet. Semakin cepat perubahan medan magnet, semakin besar EMF induksinya.
- b. Jumlah kumparan. Semakin banyak jumlah kumparan maka semakin besar pula EMF induksinya.
- c. Kekuatan magnet. Semakin kuat fenomena magnet, semakin besar ggl induksi yang dihasilkan.



Gambar 2. 3 *Diesel Generator* di MV. Francisca

Sumber: Dokumentasi Pribadi

5. Pemeliharaan Rutin

Pemeliharaan di kapal MV Francisca menggunakan sistem Perawatan Berencana dalam pelaksanaannya. (Handoyo, 2014) Perawatan Berencana adalah seluruh prosedur perawatan sudah tercantum melalui *Manual Instruction Book*. Perawatan dilakukan sesuai jam kerja, walaupun dalam kondisi baik harus diganti dengan yang baru. Persediaan suku cadang harus diperhatikan untuk memperbaiki kerusakan secepatnya dan menghindari gangguan operasional kapal.

Melakukan pemeliharaan terencana pada kapal dapat melibatkan beberapa langkah, yang semuanya harus dilaksanakan dengan benar menurut setiap prosedur yang ditetapkan

a. Perawatan Pencegahan (*Prevention Maintenance*)

Konsep bahwa mencegah kerusakan lebih baik daripada menunggu kerusakan yang lebih serius adalah prinsip yang harus ditanamkan dalam pikiran setiap individu yang bertanggung jawab atas perawatan. Perawatan Pencegahan merupakan bagian integral dari rencana perawatan yang bertujuan untuk beberapa hal:

- 1) Mengawasi perkembangan perawatan secara berkelanjutan hingga mencapai batas nilai yang diizinkan
- 2) Mendeteksi kerusakan pada tahap awal untuk merencanakan perawatan lebih lanjut
- 3) Mencegah kerusakan atau memperparahnya yang dapat mengganggu operasi kapal

- 4) Memastikan keselamatan serta nilai ekonomis kapal.
- 5) Oleh karena itu, perawatan pencegahan harus dilakukan pada setiap pesawat atau mesin di kapal agar tanda-tanda kerusakan dapat dideteksi lebih awal dan diperbaiki dengan tepat waktu

b. Perawatan dan Pemeliharaan (*Maintenance & Repair*)

Perawatan dan pemeliharaan merupakan bagian integral dari rencana perawatan yang bertujuan untuk beberapa hal:

- 1) Memperbaiki segala kerusakan yang terdeteksi, meskipun belum saatnya untuk melakukan perbaikan
- 2) Mencegah timbulnya kerusakan atau peningkatan kerusakan yang lebih parah
- 3) Melaksanakan tugas-tugas yang diperlukan untuk menjaga kondisi mesin sesuai dengan nilai keselamatan dan ekonomi kapal.
- 4) Persiapan yang cermat, termasuk persiapan alat, suku cadang yang diperlukan, serta identifikasi siapa yang akan melakukan perbaikan dan kapan perbaikan akan dilaksanakan.

c. Perawatan Berkala (*Scheduled Maintenance*)

Perawatan berkala adalah bagian dari pelaksanaan pekerjaan perawatan pencegahan yang dijadwalkan secara rutin berdasarkan kalender waktu atau jam kerja (*Running Hours*) dengan mengacu pada *Manual Instruction Book*. Hal ini mencakup:

- 1) Perawatan yang dilakukan berdasarkan waktu kalender, seperti perawatan harian, mingguan, bulanan, triwulanan, tahunan (survei tahunan), dan lima tahunan (survei khusus).

2) Perawatan yang dilakukan berdasarkan jam kerja, seperti perawatan setiap 24 jam, setiap 500 jam, setiap 1000 jam, dan seterusnya, dihitung setelah selesai dilakukannya perbaikan besar (*overhaul*).

Dalam praktiknya, jadwal perawatan berkala ini disesuaikan dengan keberadaan kapal, dengan mempertimbangkan agar tidak mengganggu operasinya. Sistem perawatan berkala ini banyak diterapkan oleh perusahaan pelayaran modern, yang tetap memprioritaskan optimalisasi operasi kapal.

6. Pendinginan pada Mesin *Diesel Generator*

(Sroyer et al., 2019) Secara umum, *mesin diesel* menggunakan sistem pendinginan dengan jaket dan loop tertutup. Cairan pendingin mengalir ke seluruh mesin, menyerap panas dari *cylinder liner*, kepala silinder, serta komponen mesin lainnya. Semakin rendah suhu cairan pendingin yang keluar dari mesin, semakin optimal kinerja mesin. Suhu cairan pendingin terlalu tinggi, dapat menyebabkan kerusakan struktural akibat pemanasan berlebihan pada komponen mesin.

Jaket air juga dapat digunakan untuk mendinginkan minyak pelumas melalui penukar panas. Umumnya, suhu keluaran jaket sekitar 180°F dengan kenaikan suhu melalui mesin antara 8 dan 15°F dianggap sebagai kondisi optimal.

Air adalah cairan pendingin yang paling umum digunakan pada mesin diesel, namun penggunaannya dapat menyebabkan korosi, endapan mineral, dan risiko pembekuan. Mengatasi masalah ini, zat *antifreeze* seperti *etilen glikol* atau *propilen glikol* harus ditambahkan pada mesin yang beroperasi di suhu mendekati atau di bawah titik beku. Campuran antara *antifreeze* dan air biasanya efektif hingga suhu serendah -40°F . Zat *antifreeze* komersial juga mengandung bahan kimia penghambat korosi untuk mencegah korosi dan mengurangi perpindahan panas

Secara umum, mesin diesel yang digunakan untuk layanan darurat di reaktor nuklir tidak terlalu berisiko terkena pembekuan. Kondisi ini, zat *antifreeze* mungkin tidak diperlukan, tetapi penggunaan bahan kimia penghambat korosi masih dianjurkan untuk mencegah korosi pada mesin.

Kualitas air yang digunakan sebagai pendingin mesin sangat penting. Air harus bebas dari endapan dan bahan kimia yang dapat menyebabkan pembentukan kerak. Biasanya, digunakan air demineralisasi dengan pH antara 8 dan 9,5. Pencegahan penumpukan kerak pada *cylinder liner* dan kepala silinder, disarankan untuk menambahkan penghambat korosi seperti *Nalco 2000*. Penelitian secara rutin terhadap komposisi kimia cairan pendingin diperlukan, dan penggunaan penghambat korosi harus disesuaikan dengan kebutuhan untuk memastikan kualitas air yang optimal secara kimia



Gambar 2. 4 Nalco 2000

Sumber: <https://www.starsource-usa.com/>

7. Pelumasan pada Mesin *Diesel Generator*

(Siskayanti & Kosim, 2017) “Pelumas adalah zat cair yang diterapkan di antara dua benda yang bergerak untuk mengurangi gesekan. Penggunaannya memiliki dampak pada mengurangi keausan pada besi, berfungsi sebagai pendingin, dan mengurangi kebisingan. Suhu dalam mesin terlalu tinggi, pelumas dapat mengalami kerusakan. Zat ini merupakan hasil dari proses pemurnian minyak bumi pada suhu antara 105 hingga 135 derajat celsius. Pelumas bertindak sebagai penghalang antara dua permukaan yang berkontak.

Pelumas mengandung 90 jenis oli dan 10 jenis bahan aditif. Viskositas menurun, lebih banyak panas dihasilkan ketika mengenai suatu benda, yang selanjutnya meningkatkan suhu dan mencegah mesin melumasi dirinya dengan baik. Penting untuk memahami bahwa pelumasan adalah proses yang terjadi di dalam sistem, dan karena itu sangat krusial karena mesin memiliki komponen bergerak yang membutuhkan pelumas. Sistem

pelumasan memiliki peran yang sangat penting dalam menjalankan mesin, terutama pada mesin-mesin besar.

Pelumasan yang tidak optimal dapat menyebabkan kerusakan cepat pada komponen mesin. Efek pelumasan adalah mengurangi gesekan dan melindungi bagian-bagian yang bergerak dari keausan. Mesin utama terdiri dari banyak komponen yang bergerak, dan setiap mesin memiliki tantangan uniknya sendiri. Tanpa pelumasan yang memadai, mesin dapat mengalami pemanasan yang cepat dalam hitungan menit. Gesekan antar bagian-bagian dapat menyebabkan panas yang berlebihan, mengancam untuk menyebabkan kerusakan atau bahkan ledakan, yang merupakan risiko serius bagi awak kapal dan menyebabkan kerugian besar bagi perusahaan karena kerusakan parah pada mesin dapat mengakibatkan penundaan operasi kapal dan pengiriman barang. Pencegahan terhadap potensi masalah harus diupayakan semaksimal mungkin.

Pencegahan dapat dicapai dengan menerapkan pelumas di antara dua permukaan yang bergesekan, mengurangi gesekan dan memperlambat proses keausan mesin, sehingga meningkatkan masa pakai operasionalnya.

Secara umum fungsi dari minyak pelumas adalah:

- a. Pelumasan: Minyak pelumas membentuk lapisan pelumas di antara dua permukaan yang bergerak dan bergesekan, kecuali pada saat benturan, ini bertujuan untuk mengurangi keausan pada mesin serta mengurangi kebisingan yang dihasilkan oleh gesekan antara dua objek yang bergerak
- b. Pendinginan: Minyak pelumas juga berperan dalam menyerap panas yang dihasilkan oleh gesekan antara piston dan dinding silinder serta

antara bantalan yang menopang poros yang berputar, dengan demikian minyak pelumas membantu dalam mendinginkan atau mengurangi panas pada bagian-bagian yang bergesekan.

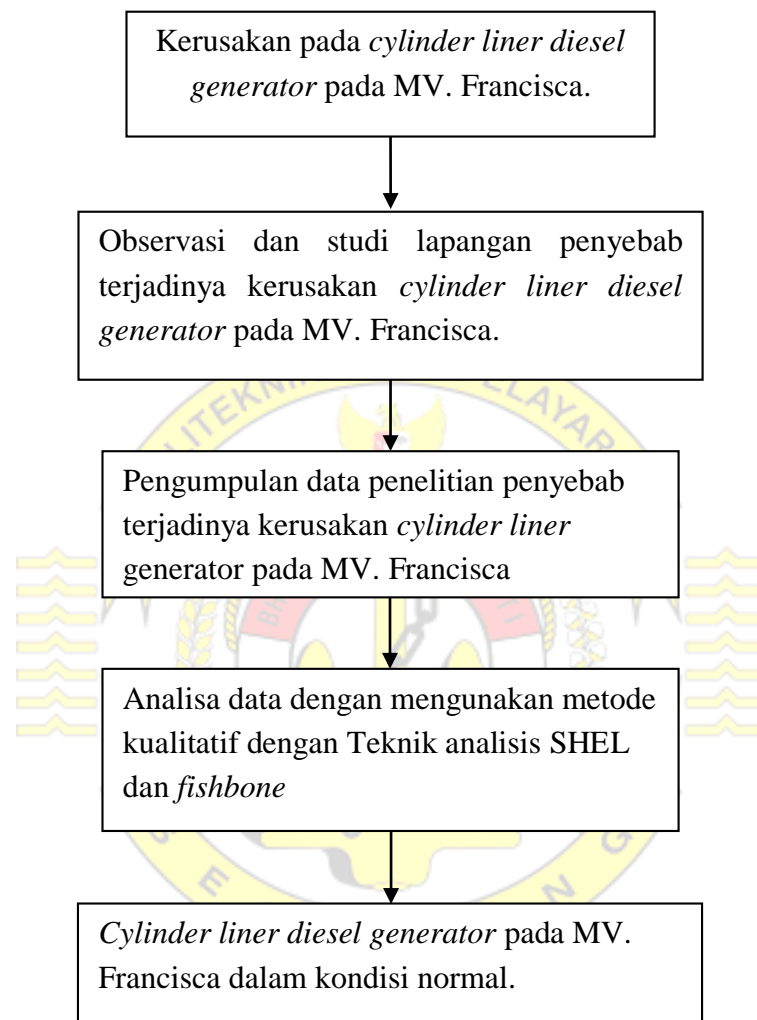
- c. Perapat: Minyak pelumas mengalir di antara celah-celah antara liner silinder, piston, dan cincin piston untuk mencegah kebocoran selama proses kompresi.
- d. Pembersihan: Kebocoran minyak pelumas di seluruh komponen mesin dapat menghasilkan kotoran atau karbon akibat pembakaran yang tidak sempurna, saat suhu tinggi terjadi oksidasi. Minyak pelumas dapat mencegah endapan menempel pada cincin piston dan mencegah goresan pada permukaan piston dan *cylinder liner*.

B. Kerangka Penelitian

Kerangka penelitian ini disusun dengan tujuan untuk mengarahkan dan merincikan analisis mendalam terhadap permasalahan yang dihadapi, dalam hal ini adalah pecahnya *cylinder liner*, dengan kerangka penelitian ini, diharapkan dapat diperoleh jawaban yang jelas dan akurat mengenai penyebab terjadinya kerusakan tersebut.

Penyusunan kerangka penelitian yang sistematis ini didasari oleh beberapa alasan. Pertama, kerangka penelitian menjadi panduan bagi peneliti dalam melakukan analisis yang terarah dan komprehensif, hal ini penting untuk menghindari kesimpangan dan memastikan bahwa semua aspek yang relevan dipertimbangkan dalam analisis. Kedua, kerangka penelitian membantu peneliti dalam merincikan langkah-langkah analisis secara detail, sehingga proses analisis menjadi lebih terstruktur dan mudah dipahami. Ketiga, kerangka

penelitian memungkinkan peneliti untuk mengidentifikasi variabel-variabel yang perlu dianalisis dan menentukan metode analisis yang tepat untuk digunakan.



Gambar 2. 5 Kerangka pikir penelitian

Berdasarkan kerangka pikiran tersebut, timbul masalah yang berupa kerusakan pada *cylinder liner generator* di MV. Francisca. Untuk mengatasi masalah ini, dilakukan penelitian untuk menganalisis faktor penyebab dan mengidentifikasi dampak yang timbul akibat kenaikan suhu air pendingin pada sistem jaket pendingin mesin *diesel generator*, perubahan suara mesin, serta

penipisan ketebalan *cylinder liner*. Data dikumpulkan dan kemudian dilakukan perbaikan pada mesin diesel tersebut untuk mengembalikan kinerja mesin penggerak utama ke kondisi normal.



BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Berdasarkan hasil pengelolaan dokumen yang sudah diperoleh dengan sebuah penelitian serta pembahasan bab sebelumnya, maka penulis bisa menarik kesimpulan tentang analisis penyebab kerusakan *cylinder liner* pada diesel generator di MV. Francisca sebagai berikut:

1. Penyebab rusaknya *cylinder liner* pada *diesel generator* di MV. Francisca antara lain korosi pada *cylinder liner*, kebocoran pada *cylinder liner*, kotornya *fresh water cooler*, menurunnya *viscosity* minyak pelumas, dan minimnya *spare part* yang tersedia.
2. Kerusakan *cylinder liner* pada *diesel generator* di MV. Francisca diakibatkan karena korosi pada *cylinder liner* yang membuat kualitas bahan menjadi mudah terkikis, masuknya air kedalam ruang pembakaran yang membuat putaran pada *crankshaft* menurun, peningkatan gesekan antara piston dan dinding silinder akibat minyak lumas dan karbon terkontaminasi air, dan kelelahan bahan yang diakibatkan karena kandungan mineral pada air pendingin mesin dan jadwal PMS terganggu.
3. *Cylinder liner* yang sudah mengalami korosi harus diganti dengan yang baru, pembersihan rutin pada *fresh water cooler*, pengecekan pH air dan *coolant* sebelum digunakan, serta melakukan komunikasi dan request *spare part* kepada perusahaan.

B. Keterbatasan Masalah

Terdapat beberapa faktor yang menjadi keterbatasan masalah dalam penelitian yang di berlangsungkan, yaitu:

1. Penelitian yang dilakukan penulis hanya membahas mengenai faktor-faktor penyebab rusaknya *cylinder liner* pada *diesel generator*, bukan keseluruhan *diesel generator*.
2. Pengumpulan data melalui wawancara dengan KKM dan *Watch Keeping Engineer*, tidak semua jawaban sesuai dengan sumber literatur
3. Pembahasan pada penelitian ini hanya membahas tentang kerusakan pada *diesel generator* serta alternatif cara meningkatkan efisiensi pengoperasian *diesel generator*.

C. Saran

Berikut saran guna menjaga *diesel generator* dalam kondisi prima adalah

1. Diharapkan jadwal perawatan di kapal dilaksanakan secara berkala untuk memeriksa keadaan *cylinder liner*, piston, dan keadaan kandungan air pendingin mesin.
2. Penyebab kerusakan *cylinder liner diesel generator* MV. Francisca dapat dihindari dengan pemeliharaan dan pengoperasian *diesel generator* yang perlu dilangsungkan dengan benar.
3. Saat mengoperasikan serta merawat *diesel generator*, operator harus mengacu pada *manual book* pengoperasian yang relevan dan pemilihan metode perawatan yang baik untuk memastikan *diesel generator* beroperasi dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, K. (2018). Motor Bakar (Teori Dasar Motor Diesel)(HMKB781).
https://mesin.ulm.ac.id/assets/dist/bahan/Motor_Diesel_Full_compressed.pdf
- Agung, H. (2020). *Analisi Penyebab Tercampurnya Minyak Lumas Dengan Bahan Bakar Pada Karter Mesin Diesel Generator DI MV. KT02.*
<https://repository.pip-semarang.ac.id/2582/>
- Andi Prastowo. (2012). *Metode penelitian kualitatif dalam perspektif rancangan penelitian.* Ar-ruzz Media.
- Andika, P. (2020) Optimalisasi Kinerja Bosch Pump Pada Motor Diesel Penggerak Generator Di Kapal MV. ENERGY MIDAS. <https://repository.pip-semarang.ac.id/2573/>
- Arikunto Suharsimi. (2016). *Prosedur penelitian: Suatu pendekatan praktik.* Rineka Cipta.
- Budi, U.(2009). *Jenis Korosi dan Penanggulangnya.*
<https://ejournal.undip.ac.id/index.php/kapal/search>
- Hamid Darmadi. (2013). *Metode penelitian pendidikan dan sosial* (1st ed.). ALFABETA.
- Handoyo, J. J. (2014). *Sistem Perawatan Permesinan Kapal* (M. Ester, Ed.). Deepublish.
- Hasiah, H., Adnan, A., Musa, L., & Nurdin, A. (2019). Analisis Kinerja Diesel Generator Listrik Dikapal Mt. Fortune Glory Xli. *Jurnal Venus*, 7(14), 113-132.
- Kusnadi. (2011). *Fishbone diagram dan langkah-langkah pembuatannya.*
<https://eriskusnadi.com/2011/12/24/fishbone-diagram-dan-langkah-langkah-pembuatannya/>
- M. Afdhal Chatra. (2023). *Metode Penelitian Kualitatif* (Efitra, Ed.). PT. Sonpedia Publishing Indonesia. <https://books.google.co.id/booksfnd&pg>
- Siskayanti, R., & Kosim, M. E. (2017). Zat Oli. *Jurnal Rekayasa Proses*, 11(2),
<http://journal.ugm.ac.id/jrekpros/>
- Sroyer, D. W., Zaki, M., Abrori, L., Sidhi, S. D. P., Kelautan, P., & Sorong, P. (2019). Perawatan Fresh Water Cooler Pada Sistem Pendinginan Mesin Diesel

Penggerak Generator Listrik Di Kapal Navigasi Milik Distrik Navigasi Kelas I Ambon Fresh Water Cooler Treatment in the Diesel Engine Cooling System of Electric Generator in Navigation Ship. *Aurelia Journal (Authentic Research of Global Fisheries Application Journal, 1(1), 1–11.*

Suharso, D., Pratama, I, & Sapta, H. (2024) Analisis Penyebab Terjadinya Keretakan Cylinder Liner Main Engine di MV. Tanto Salam. *Indonesian Journal of Marine Engineering (Vol. 1, No.1)*

Sugiono. (2015). *Metode Penelitian Pendidikan (22nd ed.)*. ALFABETA, cv.



LAMPIRAN – LAMPIRAN

Lampiran 1 Transkrip Wawancara

Identitas Informan

Nama : Igor Zotin

Jabatan : Chief Engineer

Hasil Wawancara

Peneliti : “Selamat siang, *chief*. Mohon maaf mengganggu waktunya, izin untuk mengajukan beberapa pertanyaan tentang permasalahan yang terjadi pada diesel generator. untuk kejadian kerusakan *cylinder liner* pada diesel generator dikapal ini, apa sajakah faktor penyebabnya, *chief*?”

Chief Engineer: “Selamat siang juga, Det, baik saya jelaskan beberapa faktor yang menjadi penyebab kerusakan *cylinder liner* yang kita alami beberapa waktu lalu. Det, kerusakan *cylinder liner* itu biasanya banyak faktor yang mempengaruhi, bisa karena korosi pada material cylinder liner, bisa saja juga karena fresh water cooler yang kotor.

Peneliti : “Berarti seperti kejadian yang kemarin itu ya *chief*?”

Chief Engineer : “Betul det”

Peneliti : “Dan untuk penyebab terjadinya kerusakan cylinder liner itu apa ya *Chief*?”

Chief engineer: “Nah penyebabnya banyak det, bisa karena faktor teknis dan non teknis, bisa karena faktor manusianya juga bisa karena mesinnya itu det.

Peneliti : “Siap *chief*, kalua non teknis seperti apa *chief*?”

Chief engineer: “Nah begini, Contohnya itu tentang perawatan, perawatan merupakan suatu hal kecil namun berdampak besar bagi seorang engineer. perawatan merupakan suatu hal yang dapat berdampak besar jika tidak dilakukan sesuai dengan ketentuannya, Seperti yang terjadi pada diesel generator di kapal ini. Hal ini terjadi karena masinis 3 kurang dalam melakukan perawatan sesuai dengan plan maintenance system (PMS) yang nantinya akan berdampak juga pada kebutuhan akan spare part yang akan segera digunakan agar jadwal pelayaran kapal tidak terganggu. Hal tersebut merupakan tanggung jawab seorang masinis serta kedisiplinan dalam melakukan tugasnya di kapal.”

Peneliti : “Siap chief, bagaimana dengan faktor mesinnya chief?”

Chief engineer: “Ohh, tentu banyak kalau itu, seperti kemarin cylinder liner yang bocor karena sudah aus termakan korosi, penyebab kebocoran pada cylinder liner, contohnya suhu yang tinggi pada fresh water cooler, perawatan yang buruk, kandungan pH air pendingin dan bahkan bisa jadi disebabkan dari kondisi material cylinder liner itu sendiri. Faktor-faktor tersebut dapat terjadi apabila kurang dalam melakukan perawatan dan perbaikan sesuai dengan PMS (plain maintenance system).”

Peneliti : “Siap chief, kalau dengan menurunnya pelumasan pada *cylinder liner* seperti kemarin bagaimana chief?”

Chief engineer: “Jadi begini det, air dan minyak lumas biasanya tidak tercampur secara homogen. Kehadiran air dapat menyebabkan pelumas menjadi encer atau teremulsifikasi. Pelumas yang teremulsifikasi tidak dapat melapisi permukaan piston dengan cylinder liner dengan baik. Selain itu, kerak atau karbon yang terdapat pada cylinder liner juga sangat berpengaruh karena ketika karbon tercampur dengan air partikel karbon akan mengendap dan masuk ke celah-celah ring piston dan dinding silinder sehingga dapat mempengaruhi proses pelumasan dan pergerakan antara *cylinder liner* dan piston menjadi terganggu.”

Peneliti : “Siap chief, terima kasih banyak informasinya, terakhir chief, bagaimana dengan faktor dari yang selain disebutkan tadi, ada tidak chief?”

Chief engineer: “Kalau dari yang kita alami kemarin itu karena kualitas dari air pendingin yang buruk det, ketika air menguap karena panas, mineral-mineral ini dapat meninggalkan endapan pada permukaan cylinder head dan komponen-komponen lain dalam sistem pendinginan, yang kemudian dapat mengganggu aliran pendingin dan memicu *overheating* serta memberikan tempat yang ideal untuk pertumbuhan korosi.”

Peneliti : “Terima kasih atas penjelasan yang sangat lengkap dan detail, *chief*, ini membantu saya dalam penyusunan skripsi kedepannya dan pengalaman yang sangat berharga sebagai bekal nantinya waktu saya menjadi *engineer*.”

Chief engineer: “Sama-sama, Det, semoga nantinya diberikan kemudahan juga untuk menyelesaikan kuliahmu dan bisa menjadi *engineer* yang hebat.”

Peneliti : “Aamiin, siap terima kasih, *chief* buat doa dan ilmu yang diberikan.”

Identitas Informan

Nama : Ruslan Pustovit

Jabatan : Watch Keeping Engineer

Hasil Wawancara

Peneliti : “Izin bertanya, Bass, mengenai masalah penyebab kerusakan *Cylinder Liner* pada *Diesel Generator* dikapal ini, menurut Bass apa saja faktor penyebabnya?”

WKE : “Kalau dari masalah yang kita kerjakan itu, bahwa ada beberapa faktor yang dapat menyebabkan kerusakan *Cylinder Liner*, contohnya korosi pada *cylinder liner*, keretakan pada *cylinder liner*, dan *fresh water cooler* yang kotor. Faktor-faktor tersebut dapat terjadi apabila kurang dalam melakukan perawatan dan perbaikan sesuai dengan PMS (*plain maintenance system*). Kemudian bisa juga karena menurunnya pelumasan pada dinding *cylinder liner* dan piston.”

Peneliti : “Siap Bass, jadi semua itu karena faktor mesinnya ya Bass?”

WKE : “Betul itu det.”

Peneliti : “Siap Bass, kalau dengan menurunnya pelumasan pada cylinder liner dan piston seperti kemarin bagaimana, Bass?”

WKE : “Jadi begini det, air dan minyak lumas biasanya tidak tercampur secara homogen. Kehadiran air dapat menyebabkan pelumas menjadi encer atau teremulsifikasi. Pelumas yang teremulsifikasi tidak dapat melapisi permukaan piston dengan baik. Selain itu, kerak atau karbon yang terdapat pada piston juga sangat berpengaruh karena ketika karbon tercampur dengan air partikel karbon akan mengendap dan masuk ke celah-celah ring piston dan dinding silinder sehingga dapat mempengaruhi proses pelumasan dan pergerakan piston menjadi terganggu..”

Peneliti : “Siap Bass, terima kasih banyak informasinya Bass, sama seperti informasi Chief Igor yang diberikan kepada saya, lalu bagaimana dengan faktor dari yang selain disebutkan tadi, ada tidak Bass?”

WKE : “Kalau dari yang kita alami kemarin itu ada det, ketika air menguap karena panas, mineral-mineral ini dapat meninggalkan endapan pada permukaan cylinder head dan komponen-komponen lain dalam sistem pendinginan, yang kemudian dapat mengganggu aliran pendingin dan memicu overheating serta memberikan tempat yang ideal untuk pertumbuhan korosi. Kalau kualitas air pendingin buruk tentu saja akan berdampak pada kompenen yang dialiri det pasti sama seperti jawaban Chief Igor kan det?”

Peneliti : “Siap betul Bass terima kasih, Bass, atas penjelasan yang sangat detail dan lengkap.”

WKE : “Sama-sama, Det, semoga ilmunya bermanfaat buat kamu.”

Peneliti : “Siap, Bass, aamiin.”



Lampiran 2 Ship Particular



Ships name	MV."FRANCISCA".		
Flag	Netherlands.		
Homeport	Zwartsluis.		
IMO Nr.	9113214		
Call Sign	P.C.G.Y.		
MMSI Nr.	246174000		
Owners	Francisca Shipping.	Mobil Ph. : ++ 31 (0)6 8352 0285 Sat. Ph. : 424617413 E Mail : master.francisca@gmail.com	
Managers	Q-Shipping BV Over 7 3161 Rhooon The Netherlands	Phone : ++ 31 (0)10 440 3612 Fax : ++ 31 (0)10 440 3620 E Mail : info@q-shipping.nl	
Tonnages	DWAT : 5930,00 mt.	TDWCC: 5500,00 mt	
	Brutto : 4015,00 GT	Netto : 1974,00 NT.	
	Suez : 4121,84 GT	Suez : 3327,77 NT	
Light Ship	2180 mt.		
Ships Dimensions	Length o.a.: 99,99 mtr.	Length b.p. : 94,27 mtr.	Beam : 17,00 mtr.
	Draught : 6,36 mtr	Frreboard: : 1,84 mtr.	Depth : 8,20 mtr.

Hold Dimension & Capacities	Hold nr 1 : 25,00 x 13,20 x 8,50 mtr.	Grain/Bale : 2709 cbm.	
	Hold Nr 2 : 37,80 x 13,20 x 8,50 mtr.	Grain/Bale : 4325 cbm.	
Both Holds fully box shaped & Plane floor.			
Grain fitted / Dangerous good fitted / CO 2 Fitted. Grain/Bale: 7034 cbm.			
Hatch Dimension & Hatch covers	Hatch cover nr 1 : 25,30 x 13,20 mtr. Hatch cover nr 2: 38.10.x 13,20 mtr.		
	Total hatch cover size : 64,77 x 13,20 mtr.		
Deck Strength	Tank top : 10,0 mt/m2	Hatch covers : 2,36 mt/m2	
Hold Ventilation	Electrical ventilation 30 air changes / hour.		
Container intake	Total	452 TEU	189 FEU + 66 TEU
	On Deck	310 TEU	122 FEU + 58 TEU
	In Hold	142 TEU	67 FEU + 8 TEU
Units of 14 MT Homogeneously Laden		281 TEU ?	
45 Foot Boxes (depends on Stowage & weight)		80 Units.	
On Deck		16 Units/Layer	
In Holds (if fitted with notches by FEU spans)		48 Units / Layer	
Stack weight	Tank top	75 mt at 3 Tiers TEU	130 mt. at 3 Tiers FEU
	Hatch covers	55 mt at 5 Tiers TEU	70 mt. at 5 Tiers FEU
Reefers	50 reefer plugs		
Classification	LR. X 100A1 - X LMC-UMS. Strengthened for Heavy Cargoes. Double bottom strengthened for 35 mt. steel coils, Bottom strengthened for loading/unloading safe aground, Certified container securing arrangements. Certified dangerous cargoes		
Build	1997 by Madenci Gemi Sanayai , Istanbul, Turkey. Newb.nr 010		
Main Engine	MAN-B&W: 7S35 MC M KIV of 4.900 KW at 170 RPM. No: 37013 fitted with MAN-B&W-Alpha VBS 1080 Controllable Pitch Propeller (Diam. 4000 mm)		
Speed/Cons.	12 knots / 15.00 mt. HFO 380 cst. 15 knots / 19,75 mt. HFO 380 cst.		
Auxiliaries	MAN-B&W D2842 LE20 375 KW at 1500 RPM (2 Pc.) With Newage Stamford Generators HMC 534E2 449 KVA/380V/50 Hz.		
Consumption	1,6 mt/24hr with 1 generator working 3,2 mt/24hr with 2 generators working for Reefer Plugs		
Em. Auxiliary	MAN-B&W D2866E 120KW at 1500 RPM (1 Pc) With Newage Stamford Generator HMC 10345 KVA/50 Hz.		
Shaft Generator	Newage Stamford HCM 734 E2 of 1035 KW at 1500 RPM/380V/50Hz. Serial No: CO 55111/01 Manf.11-95 With ASUG Step-Up Gearbox Type: GDG1265X8.9 Serial No: Q6100 4037/03 direct to shaft.		

Lampiran 3 Crew List

IMO CREW LIST (IMO FAL form 5)

						page No.
1.	Name and type of ship	"Fransisca	General Cargo	2. Port of Antva/Departure	3. Date of Arrival/Departure	
2.	IMO number	s113214				
3.	Call sign	PCGY		Rotterdam	05/08/2023	
4.	Flag State of ship			5. Next port of call Straumasvik	6. Natane and No. of identity document	
	Dutch	Straumasvik				
7.	No. 8. Family name, Given name	9. Rank or Rating	10. Nationality	11. Date and place of birth	(1. pasport) (2. exp date)	
1.	Vosvodin Hys	Master	Russian	12/02/1988 USSR	763617179 09/11/2030	
2.	Nugroho Radikyo	Ch. Off	Indonesian	17/06/1991 Surakarta	C4733130 03/09/2024	
3.	Rayaaldy	3rd Off	Indonesian	02/02/1997 Palopo	C8079415 27/07/2026	
4.	Savelyev Oleg	Ch. Eng	Ukrainian	18/09/1959 Ukraine	DKS70434 15/01/2023	
5.	Pustovit Ruslan	WKE	Ukrainian	24/12/1982 Ukraine	FBS19148 23/05/2025	
6.	Ipatenko Volodymyr	MTM	Ukrainian	24/12/1999 Ukraine	FT834796 18/01/2025	
7.	Ferlin Armala	BSN	Indonesian	15/08/1974 Palopo	C33945559 24/05/2024	
8.	Mursalim Sudir nab	A/B	Indonesian	15/7/1982 Cimpu	C7834421 25/06/2026	
9.	Mazayyla	A/B	Indonesian	17/11/1983 Palopo	CD562690 22/05/2026	
10.	Novanza Iqbal	Cook	Indonesian	14/11/182 Jakarta	X1147259 01/04/2026	
11.	Maloring Classa	Deck Cadet	Indonesian	26/03/2003 Bandung	C6789648 26/06/2025	
12.	Sidabalok Argo Parjoro	Engine Cadet	Indonesian	19/05/2004 Blora	C8541954 20/04/2027	

12 Date and signature by authorized agent or officer

05/08/2023, Vocvodin, Ilya



DAFTAR RIWAYAT HIDUP

1. Nama : Arga Parjoro Sidabalok
2. Tempat, Tanggal Lahir : Blora, 19 Mei 2004
3. NIT : 572011217621 T
4. Agama : Katolik
5. Jenis Kelamin : Laki-Laki
6. Golongan Darah : AB
7. Alamat : Lingkungan Kidangan RT004/RW 006,
Kec. Jepon Kab. Blora Jawa Tengah
8. Nama Orang tua
 - a. Ayah : Alponsus Sidabalok
 - b. Ibu : Erina Panjaitan
9. Alamat : Lingkungan Kidangan RT 004 / RW 006,
Kec. Jepon Kab. Blora Jawa Tengah
10. Riwayat Pendidikan :
 - SD : SDK Krida Dharma Blora
 - SMP : SMPK Adi Sucipto Blora
 - SMA : SMA Seminari St. Vincentius a Paulo Garum
 - Perguruan Tinggi : Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang
11. Praktek Laut
 - Perusahaan Pelayaran : VMS Shipping Group
 - Divisi / Bagian : Engine Cadet

