

KARYA ILMIAH TERAPAN

**ANALISIS TERJADINYA KERETAKAN SILINDER LINER
MESIN DIESEL PENGGERAK UTAMA PADA KAPAL SPOB
TIRTA SAMUDRA XX**



Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Menyelesaikan
Program Studi Diploma III Teknologi Nautika
(Diklat Pelaut Tingkat III Pembentukan)

ARIEF YUDHA PRATAMA
NIT. 123305201028
AHLI TEKNOLOGI NAUTIKA TINGKAT III

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNOLOGI NAUTIKA
(DIKLAT PELAUT TINGKAT III PEMBENTUKAN)
POLITEKNIK PELAYARAN SUMATERA BARAT
TAHUN 2024**

	POLITEKNIK PELAYARAN SUMATERA BARAT	No. Dokumen	: FR-PRODI- TN-25	
		Tgl. Ditetapkan	: / /2023	
		Tgl. Revisi	: -	
		Tgl. Diberlakukan	: / /2023	
		PERNYATAAN KEASLIAN		

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Arief Yudha Pratama

NIT : 123305201028

Program Studi : Teknologi Nautika

Menyatakan bahwa Karya Ilmiah Terapan yang saya tulis dengan Judul :

“ANALISIS TERJADINYA KERETAKAN SILINDER LINER MESIN DIESEL
PENGGERAK UTAMA PADA KAPAL SPOB TIRTA SAMUDRA XX “

merupakan karya asli seluruh ide yang ada dalam Karya Ilmiah Terapan tersebut, kecuali tema dan yang saya nyatakan sebagai kutipan, merupakan ide saya sendiri.

Jika pernyataan di atas terbukti tidak benar, maka saya bersedia menerima sanksi yang ditetapkan oleh Politeknik pelayaran Sumatera Barat.

Padang Pariaman, 31 Juli 2024



Arief Yudha Pratama

	POLITEKNIK PELAYARAN SUMATERA BARAT	No. Dokumen	: FR-PRODI-TN-25	
		Tgl. Ditetapkan	: 03/01/2022	
		Tgl. Revisi	: -	
		Tgl. Diberlakukan	: 03/01/2022	

PENGESAHAN KARYA ILMIAH TERAPAN

JUDUL:

**ANALISIS TERJADINYA KERETAKAN SILINDER LINER MESIN DIESEL
PENGGERAK UTAMA PADA KAPAL SPOB TIRTA SAMUDRA XX**

Disusun Oleh:

ARIEF YUDHA PRATAMA

NIT. 123305201028

PROGRAM STUDI TEKNOLOGI NAUTIKA

Telah dipertahankan di depan penguji Karya Ilmiah Terapan

Politeknik Pelayaran Sumatera Barat

Pada tanggal, 5 Agustus 2024

Menyetujui :

Penguji I



(Dr.SARIFUDDIN, M.Pd., M.Mar.E.)
NIP. 19671209 199903 1 001

Penguji II



(EDI KURNIAWAN, M.Pd.T.)
NIP. 19890319 202321 1 012

Mengetahui :

Ketua Program Studi Teknologi Nautika



(SYAMSYIR, S.T, M.T., M.Mar.E.)
NIP. 19710703 199303 1 003

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Kuasa, yang telah melimpahkan segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Karya Ilmiah Terapan dengan lancar sebagai salah satu persyaratan untuk menyelesaikan Program Studi Diploma III (D3) pada Program Studi Teknologi Nautika Politeknik Pelayaran Sumatera Barat dengan judul **“Analisis Terjadinya Keretakan Silinder Liner Mesin Diesel Penggerak Utama Pada Kapal SPOB Tirta Samudra XX”**.

Karya Ilmiah Terapan ini mengambil judul tersebut karena ketertarikan penulis terhadap masalah yang sering diabaikan yang menjadi salah satu faktor penghambat terwujudnya pengoperasian kapal dengan baik.

Karya Ilmiah Terapan ini menggunakan metode penelitian kualitatif yang bersifat deskriptif sebagai jenis penelitian. Data yang diperoleh merupakan data yang dikumpulkan dari hasil observasi, wawancara dan studi pustaka. Data dikumpulkan kemudian dilakukan interpretasi dan penyusunan simpulan sehingga tersaji fakta komprehensif sesuai tujuan penelitian.

Pada kesempatan ini penulis menyampaikan banyak terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu sehingga Karya Ilmiah Terapan ini dapat terselesaikan tepat pada waktunya, ucapan terimakasih antara lain kepada :

1. Yth. Budi Riyanto, S.E., M.M., M.Mar.E., selaku Direktur Politeknik Pelayaran Sumatera Barat.

2. Yth. Bapak Syamsir, S. T, M. T., M. Mar. E. selaku Ketua Program Studi Teknologi Nautika Politeknik Pelayaran Sumatera Barat.
3. Yth. Bapak Abdi Seno, M.Si., M.Mar.E. selaku dosen pembimbing satu dan Bapak Dody Efrianto, S.Si., M.Sc selaku dosen pembimbing dua dalam Penulisan Karya Ilmiah Terapan.
4. Yth. Bapak dan Ibu Dosen Politeknik Pelayaran Sumatera Barat yang telah memberikan ilmu kepada taruna/taruni selama menempuh pendidikan di Politeknik Pelayaran Sumatera Barat.
5. PT. USDA SEROJA JAYA dan *Crew* Kapal SPOB Tirta Samudra XX yang telah memberikan kesempatan untuk menimba ilmu pada saat melaksanakan Praktek Laut (PRALA).

Akhir kata penulis berharap Karya Ilmiah Terapan ini dapat memberikan pengetahuan dan wawasan umumnya kepada para pembaca dan khususnya penulis, serta dapat memberikan manfaat dan kebaikan bagi banyak pihak demi kemaslahatan bersama serta bernilai ibadah di hadapan Allah SWT. Penulis memohon maaf apabila terdapat kesalahan dan kekurangan dalam penulisan karya ilmiah terapan ini. Tak lupa penulis juga mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari semua pihak untuk menyempurnakan Karya Ilmiah Terapan ini, karena tentu masih banyak kekurangan dalam penyusunan Karya Ilmiah Terapan.

Padang Pariaman,

2024

ARIEF YUDHA PRATAMA
NIT. 123305201028

ABSTRAK

ARIEF YUDHA PRATAMA, 2024, NIT 123305201028, “Analisis Terjadinya Keretakan Silinder Liner Mesin Diesel Penggerak Utama Utama Pada Kapal SPOB Tirta Samudra XX“. Diploma III Teknologi Nautika Politeknik Pelayaran Sumatera Barat. Pembimbing I Abdi Seno, M.Si., M.Mar.E dan Pembimbing II Dody Efrianto S.Si., M.Sc.

Silinder liner merupakan komponen mesin yang terpasang pada main engine, fungsinya sebagai tempat terjadinya pembakaran bahan bakar dimana energi termal diubah menjadi energi kinetik. Mesin diesel merupakan salah satu mesin penggerak utama pada kapal. Mesin diesel merupakan mesin yang sistem pembakarannya memanfaatkan prinsip kenaikan suhu pada campuran gas dan bahan bakar saat kompresi. Keretakan silinder liner sangat berpengaruh besar pada kinerja mesin disel penggerak utama yang membutuhkan kompresi untuk pembakarannya.

Dalam penelitian ini penulis menggunakan metode kualitatif yang bersifat deskriptif sebagai jenis penelitian. Data yang diperoleh merupakan data yang dikumpulkan dari hasil observasi, wawancara dan studi pustaka. Tujuan dilakukan penelitian ini yaitu untuk untuk mengetahui penyebab, dampak dan upaya terjadinya keretakan silinder liner.

Hasil penelitian menyimpulkan bahwa penyebab terjadinya keretakan silinder liner adalah naiknya temperatur air tawar dan turunya *pressure lubricating oil*. Dampak terjadinya keretakan silinder liner adalah *overheating* dan naiknya *temperatur lubricating oil*. Kemudian upaya untuk mencegah yaitu dengan membersihkan *cooler* dan membersihkan *filter lubricating oil*.

Kata Kunci : analisis, silinder liner, retak, mesin diesel penggerak utama.

ABSTRACT

ARIEF YUDHA PRATAMA, 2024, NIT 123305201028, "Analysis of the Occurrence of Cylinder Liner Cracks in the Main Propulsion Diesel Engine on the SPOB Tirta Samudra XX Ship". Diploma III in Nautical Technology, West Sumatra Maritime Polytechnic. Supervisor I Abdi Seno, M.Sc., M.Mar.E Supervisor II Dody Efrianto S.Sc., M.Sc.

The cylinder liner is an engine component installed on the main engine, its function is as a place for fuel combustion where thermal energy is converted into kinetic energy. The diesel engine is one of the main propulsion engines on the ship. The diesel engine is an engine whose combustion system utilizes the principle of increasing temperature in the mixture of gas and fuel during compression. Cylinder liner cracks have a major impact on the performance of the main propulsion diesel engine which requires compression for combustion.

In this study, the author used a descriptive qualitative method as the type of research. The data obtained are data collected from the results of observations, interviews and literature studies. The purpose of this study was to determine the causes, impacts and efforts to prevent cylinder liner cracks.

The results of the study concluded that the cause of cylinder liner cracks was the increase in fresh water temperature and the decrease in lubricating oil pressure. The impact of cylinder liner cracks was overheating and an increase in lubricating oil temperature. Then efforts to prevent it were to clean the cooler and clean the lubricating oil filter.

Keywords : *analysis, cylinder liner, cracks, main propulsion diesel engine.*

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMBUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
DAFTAR SINGKATAN	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang Penelitian.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	5
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Review Penelitian Sebelumnya	6
2.2 Landasan Teori	9
2.3 Kerangka Penelitian.....	35
BAB 3 METODE PENELITIAN	

3.1 Jenis Penelitian	36
3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian	37
3.3 Sumber dan Jenis Data.....	38
3.4 Teknik Pengumpulan Data	39
3.5 Instrumen Penelitian	41
3.6 Teknik Analisis Data	41
BAB 4 HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	
4.1 Gambaran Umum Objek Penelitian.....	44
4.2 Hasil Penelitian.....	50
4.3 Pembahasan	60
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan.....	67
5.2 Saran	68
Daftar Pustaka	69
Lampiran – lampiran.....	73

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Review Penelitian Sebelumnya.....	6
Tabel 3.1 Metode Analisis SWOT	43
Tabel 4.1 Jadwal Kegiatan PMS	48
Tabel 4.2 Studi Pustaka Log Book Kamar Mesin SPOB Tirta Samudra XX...	52

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Pengukuran Silinder Liner	12
Gambar 2.2 Langkah Hisap.....	17
Gambar 2.3 Langkah Kompresi	18
Gambar 2.4 Langkah Usaha	19
Gambar 2.5 Langkah Buang	20
Gambar 2.6 <i>Cylinder Liner</i>	21
Gambar 2.7 <i>Cylinder Head</i>	22
Gambar 2.8 <i>Valve in</i>	22
Gambar 2.9 <i>Crankcase</i>	23
Gambar 2.10 <i>Rock Arm</i>	24
Gambar 2.11 <i>Valve Ex</i>	24
Gambar 2.12 <i>Valve Spring</i>	25
Gambar 2.13 Piston.....	26
Gambar 2.14 <i>Flywheel</i>	27
Gambar 2.15 <i>Cam Shaft</i>	27
Gambar 2.16 <i>Crank Shaft</i>	28
Gambar 2.17 Skema Sistem Pelumasan	31
Gambar 2.18 Sistem Pendingin Air Laut	33
Gambar 2.19 Sistem Pendingin Air Tawar	34
Gambar 2.20 Kerangka Penelitian	35
Gambar 4.1 Kapal SPOB Tirta Samudra XX.....	44

Gambar 4.2 Liner	45
Gambar 4.3 Mesin Penggerak Utama	46
Gambar 4.4 <i>Cylinder Liner</i> Weichai	47
Gambar 4.5 Temperatur Normal Air Tawar & Naiknya Temperatur	51
Gambar 4.6 Tekanan LO Normal dan Tekanan LO Tidak Normal	53
Gambar 4.7 Log Book Turunnya RPM Mesin Penggerak Utama	55
Gambar 4.8 Perawatan Sistem Pendingin	57
Gambar 4.9 Filter LO Kotor dan Filter LO Bersih	58
Gambar 4.10 Penggantian Liner Mesin Penggerak Utama	59

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Draft Pertanyaan	73
Lampiran 2. Transkrip Hasil Wawancara.....	74
Lampiran 3. <i>Ship Particulairs</i>	78
Lampiran 4. Surat Pengantar <i>Sign On</i>	79
Lampiran 5. Surat Pemberitahuan <i>Sign Off</i>	80
Lampiran 6. Surat Keterangan Kerja	81
Lampiran 7. Lembar Observasi Pelaksanaan Praktek Laut	82
Lampiran 8. Dokumen Lapangan.....	83
Lampiran 9. Lembar Persetujuan Seminar.....	84
Lampiran 10. Lembar Bimbingan Persetujuan Proposal I.....	85
Lampiran 11. Lembar Bimbingan Persetujuan Proposal II.....	86
Lampiran 12. Lembar Bimbingan Penyusunan KIT I.....	87
Lampiran 13. Lembar Bimbingan Penyusunan KIT II	88
Lampiran 14. Berita Acara Keretakan Silinder Liner	89
Lampiran 15. Berita Acara Kenaikan Temperatur L.O.....	90
Lampiran 16. Lembar Penguji I	91
Lampiran 17. Lembar Penguji II.....	92
Lampiran 18. Daftar Riwayat Hidup.....	93

DAFTAR SINGKATAN

ECM	: <i>Engine Control Modul</i>
ECU	: <i>Electronic Control Unite</i>
IMO	: <i>International Maritime Organization</i>
LNG	: <i>Liqitied Natural Gas</i>
L.O	: <i>Lubrication Oil</i>
MFO	: <i>Marine Fuel Oil</i>
MMSI	: <i>Maritime Mobile Services Identities</i>
PRALA	: <i>Praktek Laut</i>
PSI	: <i>Poundper Squate Inch</i>
RPM	: <i>Revolution Per Minute</i>
SPOB	: <i>Self Propelled Oil Barge</i>
SOP	: <i>Standar Operasional Prosedur</i>
TMA	: <i>Titik Mati Atas</i>
TMB	: <i>Titik Mati Bawah</i>

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Penelitian

Kapal adalah kendaraan pengangkut penumpang dan barang di perairan seperti di laut atau di sungai, seperti halnya sampan atau perahu yang lebih kecil (R. Alif, 2019). Kapal biasanya cukup besar untuk membawa perahu kecil seperti sekoci (R. Alif, 2019). Menurut Undang-undang Republik Indonesia nomor 17 tahun 2008 pasal 1 ayat 36 tentang pelayaran, definisi kapal adalah kendaraan air dengan bentuk dan jenis tertentu, yang digerakkan dengan tenaga angin, tenaga mekanik dan energi lainnya. Di Indonesia kapal merupakan bagian dari salah satu alat transportasi.

Transportasi laut merupakan salah satu urat nadi perekonomian Indonesia. Jika transportasi laut terganggu, maka perekonomian nasional juga terganggu. Salah satu alat transportasi laut yang digunakan di Indonesia adalah kapal. Dimana kapal berperan penting sebagai sistem pengoperasian kelancaran operasional jalur laut (Bambang Susantono, 2014). Transportasi laut banyak digunakan di Perairan Indonesia sehingga Indonesia dijuluki Negara Maritime.

Mesin diesel pertama diperkenalkan oleh Rudolph Diesel seorang ilmuwan Jerman pada tahun 1892. Mesin diesel adalah mesin pembakaran dalam, karena cara penyalaan bahan bakarnya dilakukan dengan menyemprotkan bahan bakar kedalam udara yang bertekanan dan bertemperatur tinggi (Boentarto, 1994). Mesin diesel dikembangkan dalam versi dua-tak dan empat-tak. Mesin ini

awalnya digunakan sebagai pengganti mesin uap. Sejak tahun 1910-an, mesin ini mulai digunakan untuk kapal niaga dan kapal perang, kemudian diikuti lokomotif, truk, pembangkit listrik, dan peralatan berat lainnya (Arismunandar, 1986). Mesin disel sering dipakai sebagai mesin penggerak utama disebuah kapal.

Silinder liner merupakan komponen mesin yang terpasang pada main engine, fungsinya sebagai tempat terjadinya pembakaran bahan bakar dimana energi termal diubah menjadi tenaga kinetik (Saputro, 2018). Silinder liner merupakan tempat terjadinya pembakaran yang menghasilkan tenaga atau usaha di dalam mesin dan tempat berlangsungnya proses kerja mesin, langkah hisap, kompresi, usaha, buang (Dinamika Bahari, 2017). Bentuk silinder liner harus tahan karat, tahan terhadap temperature tinggi, tidak mudah aus, memiliki kemampuan menyerap dan mentransfer panas. Silinder liner berbentuk tabung terbuat dari bahan baja tuang yang baik. Ketebalan liner kurang lebih 5-10mm, untuk mesin 2 tak lubang 500-980mm. Silinder liner memiliki fungsi untuk melindungi bagian dalam silinder blok dari gesekan langsung ring piston. Silinder liner juga berfungsi sebagai rumah untuk piston dimana piston bergerak dari titik mati atas ke titik mati bawah dan sebaliknya (H. Ahmad Firdaus, 2019). Silinder liner berperan penting pada mesin diesel.

Selama penulis melaksanakan praktek laut, penulis mendapatkan permasalahan retaknya silinder liner pada mesin disel penggerak utama 4 tak. Mesin diesel penggerak utama tersebut bermerk weichai dengan No. 17183800806 model X6170ZC520-2. Di saat melakukan perjalanan dari Port

Jambi menuju Port Pelintung mesin weichai mengalami keretakan silinder liner diesel penggerak utama 4 tak yaitu pada silinder No. 4. Keretakan tersebut diakibatkan karena suhu dalam sistem pendingin mengalami kenaikan dan kualitas minyak pelumas yang menurun sehingga terjadi kenaikan suhu di dalam ruang bakar atau silinder liner. Indikasi keretakan silinder liner yaitu harus dilakukan *overhaul* atau penggantian silinder liner dengan yang baru. Ciri-ciri silinder liner retak yaitu silinder dan piston mengalami baret karena gesekan. Adapun ciri-ciri yang lain yaitu air pendingin masuk ke dalam ruang bakar, kenaikan *temperature exhaust* yang normalnya 380°C menjadi 455°C, mesin tidak dapat berjalan dan susah hidup, bocornya kompresi pada ruang bakar masuknya minyak lumas ke dalam ruang bakar. Dampak yang ditimbulkan dari terjadinya keretakan silinder liner tersebut adalah terjadinya penurunan kecepatan kapal akibat terjadi masalah pada main engine.

Dari pengalaman dan pengamatan yang diperoleh maka penulis mengambil penulisan tugas akhir dengan judul : **“Analisis Terjadinya Keretakan Silinder Liner Mesin Diesel Penggerak Utama Pada Kapal SPOB Tirta Samudra XX”**

1.2. Rumusan Masalah

Banyaknya permasalahan yang terjadi pada mesin induk sangat tidak terbatas. Salah satu dari permasalahan tersebut yaitu keretakan silinder liner yang dapat mengakibatkan penurunan daya mesin dan dapat berakibat pada kerusakan komponen yang lain. Akibat kerusakan tersebut dapat

memperlambat kinerja kapal sehingga menyebabkan keterlambatan pada pengiriman. Adapun rumusan masalah dari penelitian ini yaitu :

- 1.2.1 Apakah yang menyebabkan terjadinya keretakan pada silinder liner mesin diesel penggerak utama ?
- 1.2.2 Bagaimanakah dampak yang dapat ditimbulkan dari retaknya silinder liner mesin diesel penggerak utama ?
- 1.2.3 Upaya apa yang dapat dilakukan apabila terjadi keretakan silinder liner mesin diesel penggerak utama ?

1.3. Batasan Masalah

Pembatasan suatu masalah digunakan untuk menghindari adanya penyimpangan maupun pelebaran pokok masalah agar penelitian tersebut lebih terarah dan memudahkan dalam pembahasan sehingga tujuan penelitian akan tercapai. Dalam penelitian ini, maka penulis akan membatasi pembahasan karya ilmiah terapan ini hanya pada ruang lingkup Keretakan Silinder Liner pada Kapal SPOB Tirta Samudra XX.

1.4. Tujuan Penelitian

Dari judul penelitian tersebut, yaitu “Analisis Terjadinya Keretakan Silinder Liner Mesin Diesel Penggerak Utama Pada Kapal SPOB Tirta Samudra XX” maka tujuan yang akan dicapai dalam penelitian ini adalah :

- 1.4.1. Untuk mengetahui penyebab terjadinya keretakan pada silinder liner mesin diesel penggerak utama.
- 1.4.2. Untuk mengetahui dampak yang ditimbulkan dari retaknya silinder liner mesin diesel penggerak utama..

1.4.3. Untuk mengetahui upaya pencegahan pada terjadinya keretakan silinder liner mesin diesel penggerak utama.

1.5. Manfaat Penelitian

Berdasarkan dari judul penelitian yang diambil, penulis berharap penelitian ini dapat menjadi acuan bagi pihak yang membutuhkan sebagai sumber informasi mengenai keretakan silinder liner yang berguna untuk kelancaran pengoperasian. Manfaat yang didapat antara lain :

1.5.1. Manfaat Secara Teoritis

- a. Sebagai tambahan wawasan dan pengetahuan bagi penulis untuk kedepannya yang bisa digunakan atau diaplikasikan dalam dunia kerja.
- b. Sebagai sumbangsih pikiran dan bekal ilmu permesinan bagi pembaca khususnya terkait keretakan silinder liner mesin disel.

1.5.2. Manfaat Secara Praktis

- a. Bagi crew di atas kapal, hasil penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat sebagai bahan informasi, evaluasi dan masukan tentang keretakan silinder liner terhadap kinerja mesin disel.
- b. Bagi pembaca, diharapkan penelitian ini dapat menjadi sumbangsih pikiran kepada pembaca terkait dalam kegiatan perawatan *liner* di kapal.

BAB 2
TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Review Penelitian Sebelumnya

Tabel 2.1. Review Penelitian Sebelumnya

Judul / Topik	Tujuan penelitian	Hasil Penelitian
<p>Analisis Penyebab Terjadinya Keretakan <i>Cylinder Liner Main Engine</i> di MV. Tanto Salam (Nanda Pratama Ivan, 2023).</p>	<p>Tujuan penelitian ini adalah untuk mencari faktor penyebab terjadinya keretakan pada <i>cylinder liner</i>, untuk mengetahui dampak terjadinya keretakan <i>cylinder liner main engine</i>, untuk mengetahui upaya yang dilakukan apabila terjadi keretakan pada <i>cylinder liner</i> tersebut agar dapat mencegah kerusakan yang sama pada <i>main</i></p>	<p>Faktor Penyebab :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Faktor mesin : Pelumasan <i>cylinder liner</i> tidak maksimal, kurang maksimal pendinginan pada <i>cylinder liner</i> dan terjadi keausan pada <i>cylinder liner</i> 2. Faktor manusia : Kurang pengetahuan masinis pada perawatan <i>cylinder liner</i> 3. Faktor material : Kualitas bahan pembuat <i>cylinder liner</i> tidak maksimal 4. Faktor metode : Pengoperasian dan perawatan tidak sesuai prosedur <p>Dampak :</p>

	<p><i>engine</i> khususnya <i>cylinder liner</i> yang retak.</p>	<p>Terjadinya keterlambatan pengiriman muatan yang disebabkan <i>main engine</i> mengalami masalah selama pelayaran kapal</p> <p>Upaya :</p> <p>Melakukan perawatan dan pengecekan pada <i>aparator cylinder oil</i> agar penyemprotan <i>cylinder oil</i> dapat keluar sesuai konsumsi yang dibutuhkan, kemudian untuk memaksimalkan sistem pendinginan pada <i>cylinder liner</i> dilakukan perawatan terhadap <i>fresh water cooler main engine</i> serta melakukan pembersihan dari kotoran dan kerrang yang menempel pada <i>filter sea chest</i>. Melakukan pengecekan keausan pada <i>cylinder liner</i> kemudian dilakukan pengukuran dan pengecekan secara berkala pada diameter bor <i>cylinder liner</i> dan memeriksa catatan jam kerja pada <i>cylinder liner main engine</i>.</p>
--	--	--

<p>Analisa Penyebab Terjadinya Keretakan Pada <i>Cylinder Liner</i> Mesin Diesel Generator Di Atas Kapal KM. HTS 38 (Jemmy Radika Syafitri, 2022)</p>	<p>Tujuan dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui factor penyebab terjadinya keretakan dalam <i>cylinder liner</i> pada mesin generator di Kapal KM. HTS 38.</p>	<p>Faktor penyebab :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Kondisi <i>cylinder liner</i> sudah aus 2. Gas buang tinggi 3. Tekanan air pendingin kurang <p>Dampak :</p> <p>Pembakaran dalam <i>cylinder liner</i> tidak sempurna, merusak <i>viscosity</i> minyak lumas.</p> <p>Upaya :</p> <p>Perbaikan retaknya <i>cylinder liner</i> pada mesin diesel dengan reparasi <i>cylinder oversize</i> :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Cara mekanis : Dibersihkan dengan kertas gosok, palu ketok, sikat baja atau dengan alat mekanik lainnya dengan memperhatikan permukaan <i>cylinder</i> agar tidak terjadi kerusakan pada permukaannya. 2. Cara kimiawi : Dibersihkan dengan bahan kimia, yaitu larutan alkalin yang dicampur dengan
---	---	---

		<p>bahan kimia seperti <i>calcined soda</i>, <i>caustic soda</i>, <i>waterglass</i>, sabun dan <i>potassium bichromate</i> menggunakan larutan kimia dengan komposisi tertentu.</p>
--	--	---

2.2. Landasan Teori

Berikut penulis uraikan beberapa landasan teori yang menjadi acuan dalam penyusunan makalah ini diantaranya:

2.2.1 Analisis

Menurut Sugiono (2015:335), analisis adalah aktivitas yang memuat kegiatan memilah mengurai, membedakan sesuatu kemudian digolongkan dan dikelompokkan menurut kriteria tertentu lalu dicari makna dan kaitanya masing-masing. Dari pengertian tersebut peneliti dapat menyimpulkan pengertian analisis adalah kegiatan penguraian suatu pokok untuk berfikir menguraikan sesuatu keseluruhan menjadi komponen-komponen kecil sehingga dapat mengenal tanda-tanda komponen, hubungan masing-masing komponen dan fungsi setiap komponen dalam satu keseluruhan yang padu.

2.2.2 Silinder Liner

2.2.2.1 Pengertian Silinder Liner

Silinder liner adalah tempat untuk Bergeraknya *piston* dari titik mati atas ke titik mati bawah yang bentuknya

menyerupai tabung. Silinder liner merupakan tempat berlangsungnya proses kerja suatu mesin dimana terjadi langkah hisap, langkah kompresi, langkah usaha dan langkah buang di dalamnya (Hanso B, 2016). Ukuran silinder liner ini harus sesuai dengan ukuran pada ring *piston* dan ukuran *piston*. Silinder liner harus mampu menerima gaya yang besar dari *piston*, tidak mudah aus dan tahan terhadap temperature yang tinggi. Liner harus memiliki sifat tahan karat karena permukaan bagian luarnya berhubungan langsung dengan air pendingin. Liner juga harus mampu menyerap panas dan mentransfer energi panas dari permukaan dalam liner ke permukaan luar liner (Muhammad Wahyu Aji Prayoga, 2020).

2.2.2.2 Jenis-Jenis Silinder Liner

Jenis jenis silinder liner dibagi menjadi dua, yang pertama silinder liner *wet type* atau tipe liner basah pada silinder liner basah terdapat o-ring yang menjadi pembatas selubung air sehingga bisa terhindar dari kebocoran sistem pendingin. Yang kedua silinder liner *dry type* atau tipe kering sering disebut *sleeve* bisa digunakan untuk memperbaiki *parent bore* saat rusak. *Dry type* sangat rapat dengan dinding lubang silinder pada blok mesin.

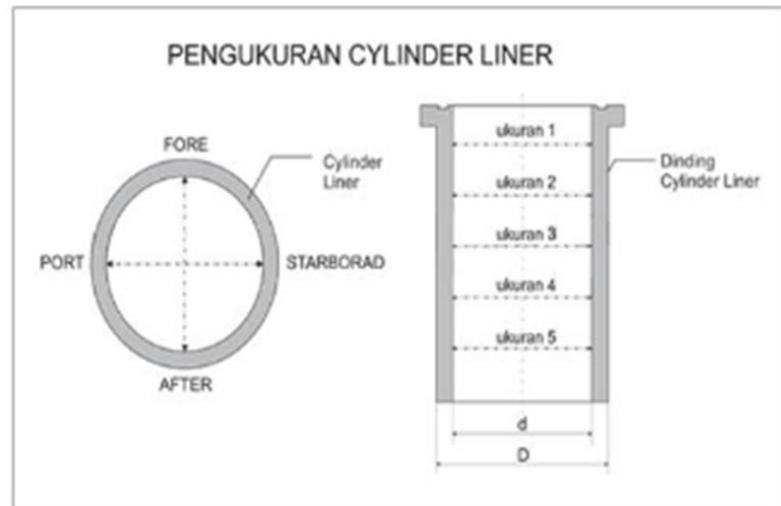
2.2.2.3 Keretakan Silinder Liner

Retak yang terjadi pada tabung silinder liner atau blok diakibatkan karena lelehnya material. Karena bekerja dengan tekanan yang berubah-ubah pada temperatur yang sangat tinggi maka dapat menimbulkan lelehnya material. Bila saluran pendingin atau pelumas mengalami gangguan temperatur kerja maka blok silinder liner dapat berubah menjadi tinggi. Untuk memperbaiki hal tersebut maka perlu dilakukan pengelasan pada blok silinder liner jika retak yang dialami tidak terlalu dalam dan tidak terlalu luas. Setelah itu dilakukan penyekrapan agar dapat kembali seperti konstruksi semula. Namun apabila keretakan yang dialami liner cukup dalam dan lebar maka komponen tersebut harus diganti dengan yang baru (Arset Natan, 2023).

Ciri-ciri retaknya *cylinder liner* terhadap mesin :

- a. Bocornya kompresi pada ruang bakar
- b. Masuknya minyak lumas ke dalam ruang bakar
- c. Terjadi keausan pada *piston*
- d. Air pendingin masuk kedalam ruang bakar
- e. Mesin tidak dapat berjalan dan susah hidup

2.2.2.4 Kontruksi Silinder Liner



Gambar 2.1 Pengukuran Silinder Liner

Ruang silinder liner adalah bagian utama dari motor bakar. Bagian silinder agar terbentuk susunan motor yang lengkap. Pada blok silinder terdapat lubang silinder yang berdinding halus, dimana *piston* bergerak bolak-balik dan pada bagian sisi-sisi blok silinder dibuatkan sirip-sirip maupun lubang-lubang mantel air pendingin yang digunakan untuk pendinginan motor. Kepala silinder dengan silinder bersama-sama membentuk ruang bakar, yaitu tempat untuk melakukan pembakaran bahan bakar. Ruang engkol dan blok silinder dapat dituang menjadi satu bagian atau saling terpisah dan kemudian disatukan dengan baut. Variasi lain dalam kontruksi blok silinder ialah dengan pemasangan tabung silinder ke dalam blok silinder. Tabung ini terbuat dari baja tuang atau besi tuang.

Blok silinder liner merupakan rumah tabung-tabung silinder liner yang di dalamnya terdapat saluran air pendingin. Air pendingin masuk dari bagian bawah tabung silinder menuju lubang saluran air pendingin bagian atas guna memberikan pendinginan pada kepala silinder liner. Selain itu, terdapat juga saluran-saluran minyak yang berfungsi untuk memberikan pelumasan dan terdapat juga rumah poros nok beserta tabung tempat duduk bantalannya yang dilengkapi dengan lubang-lubang dengan berbagai macam ulir untuk mengikat bagian lain yang berhubungan dengan blok silinder liner (Hery Sunaryo, 1998) dalam (Hanso B, 2016).

2.2.2.5 Prosedur Pengoprasian

- a. Periksa kondisi dan level air accu.
- b. Periksa sambungan-sambungan dan klem pada sambungan pipa.
- c. Periksa kondisi dan level air pendingin
- d. Periksa kondisi dan level L.O
- e. Periksa kondisi dan posisi pengaturan bahan bakar (*rack*)
- f. Putar *flywheel* 3-4 putaran.
- g. Jika normal *start* mesin.
- h. Pada saat melakukan *start* jangan terlalu lama karena motor *starter* cepat panas.

- i. Apabila pada *start* mesin tidak langsung hidup maka beri waktu sesaat untuk melakukan *start* ulang agar motor *starter* tidak terlampau panas.
- j. Jika baterai sudah lemah dan motor *starter* berputar lambat, jangan lakukan *start* berulang-ulang agar kontak pada solenoid tidak cepat aus.

2.2.3 Mesin Diesel

2.2.3.1 Pengertian Mesin Diesel

Mesin diesel yaitu mesin yang sistem pembakarannya menggunakan panas kompresi dalam yang terjadi antara *silinder blok* dan *silinder head*. Mesin diesel sering digunakan oleh sarana angkutan salah satunya digunakan pada kapal yang mempunyai kapasitas mesin besar dan tenaga yang besar karena mesin diesel cocok digunakan jarak jauh atau lebih tahan panas dibanding jenis lainnya. Langkah kerja mesin diesel yaitu dengan cara mengabutkan bahan bakar berupa solar yang akan masuk pada silinder dengan rasio kompresi yang sangat tinggi. Mesin diesel memiliki efisiensi termal terbaik dari mesin lainnya, khususnya pada kapal yang menggunakan mesin diesel berkecepatan rendah akan memiliki efisiensi termal lebih dari 50%, sesuai putaran yaitu putaran rendah (*Low Speed*) < 240 RPM, putaran menengah (*Intermediate Speed*) 240–950 RPM, dan putaran tinggi (*High*

Speed) > 950 RPM (Ir. Philip Kristanto, 2015) dalam (Iwjalv Dimas, 2019).

2.2.3.2 Jenis–Jenis Mesin Diesel

Mesin diesel terbagi menjadi 2 jenis yaitu mesin diesel 2 tak dan mesin diesel 4 tak. Perbedaan antara mesin diesel 2 tak dan mesin diesel 4 tak yaitu sebagai berikut (Tri Yuswidjajanto, 2021) dalam Hafizh A.K, 2022 (Kurniawan. H.A, 2022) :

a. Mesin Diesel 2 Tak

Pada mesin diesel 2 tak hanya membutuhkan satu kali putaran poros engkol dalam menyelesaikan siklusnya yang hanya memiliki satu *valve* yaitu *exhaust valve*. Pada siklus ini udara kompresi akan masuk melalui *blower* pada *turbocharge* menuju *scaving air* atau biasa disebut udara bilas. Udara yang masuk ke *scaving port* akan menggantikan gas hasil pembakaran dengan udara bersih yang akan digunakan untuk proses pembakaran bahan bakar dalam ruang bakar nantinya.

Kekurangan mesin diesel 2 tak yaitu konsumsi bahan bakarnya lebih besar daripada mesin diesel 4 tak. Keuntungan mesin diesel 2 tak yaitu lebih responsive dan tenaga yang dihasilkan lebih besar dari mesin diesel 4 tak.

b. Mesin Diesel 4 Tak

Penyelesaian siklus mesin diesel 4 tak yaitu memerlukan 2 kali putaran poros engkol. Proses ini akan menghasilkan usaha pembakaran melalui 4 proses yaitu proses hisap, proses kompresi, proses usaha dan proses buang. Mesin diesel 4 tak memiliki satu pasang *valve* yaitu *inlet valve* dan *exhaust valve* sehingga mesin ini tidak memiliki *scaveng port*.

Kekurangan mesin diesel 4 tak yaitu tenaga yang dihasilkan dari putaran mesin cenderung lebih rendah dari mesin diesel 2 tak dan mesin ini cenderung kurang responsive. Keuntungan yang dimiliki yaitu konsumsi bahan bakar lebih sedikit dari mesin diesel 2 tak.

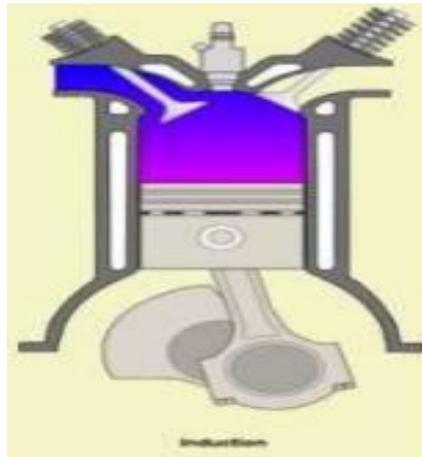
2.2.3.3 Langkah Kerja Mesin Diesel

Sama halnya dengan mesin bensin, mesin diesel juga membutuhkan proses untuk melakukan pembakaran. Tahapan pembakaran tersebut terdiri dari 4 proses yaitu sebagai berikut (Tri Yuswidjajanto, 2021) :

a. Langkah Hisap

Tahapan proses hisap yaitu udara akan masuk ke dalam *combustion chamber* atau biasa disebut ruang bakar. Seperti pada motor bensin, piston akan membentuk kevakuman di dalam silinder. *Piston* atau torak kemudian

bergerak dari titik mati atas (TMA) menuju titik mati bawah (TMB) dan katup hisap akan terbuka sehingga akan memungkinkan udara masuk ke dalam ruang bakar. Pada tahap ini katup buang akan tertutup dan hanya katup hisap yang terbuka.



Gambar 2.2. Langkah Hisap

(Sumber : Bona Septano, 17.13)

b. Langkah Kompresi

Saat tahapan kompresi kedua katup berada dalam keadaan tertutup, kemudian piston akan bergerak dari titik mati bawah menuju titik mati atas. Udara yang dihisap pada saat proses hisap akan ditekan sampai tekanan naik dengan temperature yang dapat mencapai 900 °C.



Gambar 2.3. Langkah Kompresi

(Sumber : Bona Septano, 17.13)

c. Langkah Usaha

Saat *piston* berada pada titik mati atas katup *inlet* dan katup *outlet* dalam posisi tertutup. Udara dalam ruang bakar akan dimampatkan dengan cara ditekan oleh *piston*. Kemudian akan terjadi pertemuan antara udara bersuhu tinggi dengan bahan bakar yang disemprotkan oleh *injector* sehingga akan menimbulkan terjadinya ledakan. Bahan bakar yang disemprotkan oleh *injector* sangat mudah menimbulkan ledakan karena bahan bakar tersebut merupakan bahan bakar yang sudah dimampatkan dengan tekanan tertentu. Akibat ledakan dalam ruang bakar tersebut akan memberikan gaya dorong ke bawah terhadap *piston* sehingga akan mencapai titik mati bawah.



Gambar 2.4. Langkah Usaha

(Sumber : Bona Septano, 17.13)

d. Langkah Buang

Proses ini dimulai saat *piston* berada pada titik mati bawah akibat ledakan yang mendorong *piston* dari titik mati bawah, *piston* akan bergerak ke atas untuk menekan udara hasil pembakaran keluar melalui katup *outlet*. Katup *inlet* dalam keadaan tertutup, katup *outlet* akan semakin terbuka lebar seiring dengan pergerakan naik *piston* yang mendorong udara hasil pembakaran keluar menuju *manifold*.



Gambar 2.5. Langkah Buang

(Sumber : Bona Septano, 17.13)

2.2.3.4 Prinsip Kerja Mesin Diesel

Prinsip kerja mesin diesel yaitu merubah energi kimia menjadi energi mekanis. Energi kimia didapatkan melalui proses reaksi kimia yaitu pembakaran dari bahan bakar solar dan *oksidiser* (udara) di dalam silinder (ruang bakar). Pembakaran pada mesin diesel terjadi karena kenaikan *temperatur* campuran udara dan bahan bakar akibat kompresi *piston* hingga mencapai *temperatur* nyala dari bahan bakar (Tri Yuswidjanto, 2021) dalam Hafizh A.K, 2022.

Tekanan gas hasil pembakaran bahan bakar dan udara akan mendorong *piston* yang dihubungkan dengan poros engkol menggunakan batang *piston*, sehingga *piston* dapat bergerak bolak-balik (*reciprocating*). Gerak bolak-balik pada

piston ini akan diubah menjadi gerak rotasi oleh poros engkol (*crank shaft*). Begitupula sebaliknya, gerak rotasi poros engkol juga akan diubah menjadi gerak bolak-balik *piston* pada langkah kompresi (Kurniawan. HA, 2022).

2.2.3.5 Bagian-Bagian Mesin Diesel

Adapun bagian-bagian dari main engine atau mesin diesel adalah sebagai berikut (Tri Yuswidjajanto, 2021), (Hanso B, 2016) :

a. Silinder Mesin Diesel

Silinder merupakan bagian utama pada mesin diesel. dalam silinder menghasilkan daya dari hasil proses pembakaran bahan bakar. Diameter dalam silinder disebut lubang atau *bore*. Bagian dalam silinder mesin diesel dibentuk dengan lapisan atau *liner*. Material pembentuk silinder yaitu besi cor special.



Gambar 2.6. *Cylinder Liner*

b. Kepala Silinder (*Cylinder Head*)

Menutup satu ujung silinder dan sering berisikan katup tempat bahan bakar diisikan dan gas buang dikeluarkan.



Gambar 2.7. *Cylinder Head*

c. Katup (*Klep*) Mesin Diesel

Katup buang berfungsi untuk mengatur gas buang sisa pembakaran dari mesin diesel. Katup pemasukan berfungsi untuk mengatur masuknya campuran udara ke dalam ruang bakar.



Gambar 2.8. *Valve In*

d. Carter (*Crankcase*)

Berfungsi menyatukan silinder dengan *piston* dan melindungi semua bagian yang bergerak dan bantalannya, serta merupakan reservoir bagi minyak pelumas. Disebut sebuah blok silinder jika lapisan silinder disisipkan didalamnya. Bagian bawah dari carter disebut plat landasan (*bed plat*).



Gambar 2.9. *Crankcase*

e. *Rock Arm*

Merupakan bagian penting dari mesin diesel yang posisinya berada di atas *cylinder head*. Fungsinya adalah mengatur gerakan *valve*, kapan waktunya menutup dan kapan waktunya membuka.



Gambar 2.10. *Rock Arm*

f. *Valve*

Mesin diesel tidak akan menyala apabila tidak terdapat *valve*. *Valve* berfungsi untuk mengatur udara masuk dan keluar serta sebagai penutup lubang saat terjadi kompresi.



Gambar 2.11. *Valve Ex*

g. *Valve Spring*

Merupakan salah satu komponen penting mesin diesel. Fungsinya sebagai penghubung antara *rocker arm* dengan *valve*.



Gambar 2.12. *Valve Spring*

h. Torak (*Piston*) Mesin Diesel

Piston merupakan bagian penting dalam sistem kerja mesin diesel. *piston* berfungsi untuk menerima tekanan dari hasil pembakaran yang terjadi di dalam ruang bakar. Dengan fungsi tersebut, maka *piston* harus terpasang rapat dalam silinder. Beberapa cincin (*ring*) akan dipasang pada *piston* untuk merapatkannya dengan silinder. *Piston ring* yang terbuat dari logam biasanya digunakan pada silinder dengan temperatur kerja menengah ke atas. Sedangkan pada silinder dengan temperatur kerja rendah, bahan *ring* biasanya terbuat dari karet atau disebut ring sil (*seal ring*). Pergerakan *piston* akan selalu naik turun. Pada saat seperti ini, tekanan akan difungsikan untuk memutar poros engkol dengan memanfaatkan batang *piston*. Komponen-komponen pelengkap pada *piston* yaitu (Hanso B, 2016) :

- 1) Batang *Piston* Penghubung (*Connecting rod*), kegunaannya untuk menghubungkan *piston* dengan poros engkol.
- 2) Pena Torak (*Piston Pin*), kegunaannya yaitu untuk mengikat *piston* dengan batang penghubung melalui lubang *bushing*.
- 3) Cincin Torak (*Ring Piston*), kegunaannya yaitu untuk membentuk perepatan kedap terhadap kebocoran gas antara celah torak dengan silinder dan mengatur pelumasan torak dengan dinding silinder.



Gambar 2.13. *Piston*

i. Roda Gila (*Flywheel*)

Dengan berat yang cukup dikuncikan poros engkol dan menyimpan energi kinetik selama langkah daya dan mengembalikannya selama langkah yang lain. Roda gila membantu menstart mesin dan juga bertugas membuat putaran poros engkol seragam.



Gambar 2.14. *Flywheel*

j. Poros Nok (*Cam Shaft*)

Yang digerakkan oleh poros engkol, penggerak rantai atau roda gigi pengatur waktu mengoperasikan katup pemasukan dan katup buang melalui titik nok, pengikut nok, batang dorong dan lengan ayun. Pegas katup berfungsi menutup katup.



Gambar 2.15. *Cam Shaft*

k. Poros Engkol (*Crankshaft*) Mesin Diesel

Poros engkol berputar dibawah aksi *piston* melalui batang engkol (*crankweb*), kemudian meneruskan daya dari *piston* kepada poros yang digerakkan. Bagian dari poros

engkol yang di dukung oleh bantalan utama dan berputar di dalamnya disebut uap (*journal*).



Gambar 2.16. *Crank Shaft*

2.2.3.6 Sistem Pelumasan Silinder Liner

Susunan mesin induk atau utama sangat amat banyak komponen yang bergerak bersama-sama dan mengakibatkan terjadinya banyak gesekan. Jika ini tidak diatasi dengan benar, dalam waktu singkat mesin akan menjadi panas. Berdasarkan dengan karakteristik suatu objek dan bagian mesin, kemungkinan besar akan mengalami kerusakan atau bahkan meledak. Ini merupakan situasi yang sangat berbahaya bagi kru yang berada di sekitarnya dan bisa menyebabkan kebakaran serius atau bahkan tenggelamnya kapal.

Untuk mencegah masalah tersebut, gesekan yang terjadi harus diminimalkan sebisa mungkin. Salah satu cara melakukannya adalah dengan memberikan pelumasan, yaitu dengan menempatkan lapisan minyak atau film di antara dua permukaan yang bergesekan. Dengan cara ini, gesekan

langsung antara logam dengan logam dapat dihindari. Tujuan dari pelumasan adalah sebagai berikut :

1. Mengurangi gesekan dan keausan.
2. Mengalirkan panas akibat gesekan.
3. Melindungi permukaan dari korosi.
4. Membersihkan kotoran dan partikel asing.
5. Meredakan kebisingan.
6. Berfungsi sebagai segel yang rapat.
7. Merawat permukaan mesin.

2.2.3.7 Jenis Pelumasan

Sistem pelumasan pada mesin diesel atau mesin utama sangat penting, terutama untuk bagian-bagian yang memerlukan pelumasan seperti bantalan roda gigi, dinding silinder, dan komponen lainnya. Minyak pelumas harus dapat mengalir ke area-area ini. Terdapat dua jenis sistem pelumasan yaitu :

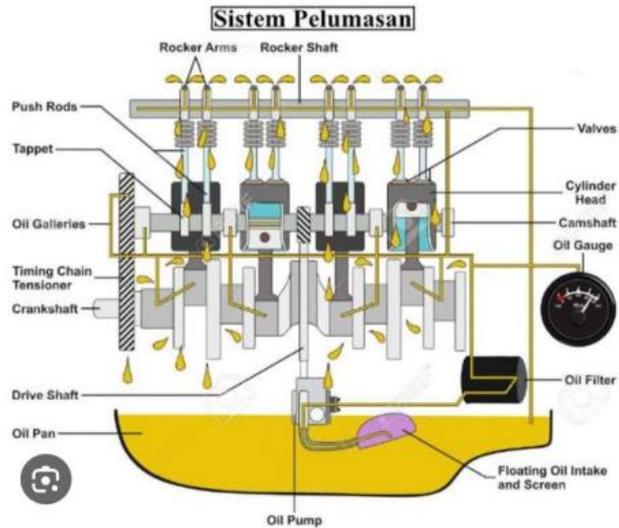
1. Sistem racik

Sistem ini sederhana dan cocok untuk mesin berukuran kecil. Pada batang penggerak, terdapat alat berbentuk pendek yang mengimaskan minyak pelumas dari carter ke bagian yang memerlukan pelumasan saat bergerak. Bagian yang membutuhkan banyak pelumasan, seperti bantalan

utama poros engkol, memerlukan pompa untuk mengalirkan minyak pelumas melalui saluran-saluran.

2. Sistem tekan

Fungsi sistem pelumasan adalah menyediakan jumlah minyak pelumas yang cukup, bersih, dan dingin untuk melumasi semua komponen yang bergerak dalam mesin dengan baik. Minyak pelumas dialirkan dengan tekanan dari pompa minyak pelumas ke area yang memerlukan pelumasan. Pompa minyak pelumas umumnya menggunakan sistem roda gigi. Minyak pelumas mengalir melalui saluran dan pipa ke berbagai komponen, termasuk bantalan, roda gigi, dan piston. Namun, pelumasan dinding silinder tetap menggunakan sistem racik. Ini sebenarnya adalah kombinasi antara sistem racik dan sistem pompa. Pada mesin dengan desain silinder segaris, silinder dilumasi dengan minyak pelumas yang sesuai dengan kondisi lingkungan setempat. Minyak pelumas ini memiliki viskositas lebih tinggi daripada minyak pelumas untuk komponen bergerak. Pelumasan silinder ini adalah jenis pelumasan sekali pakai karena minyak tersebut akan terbakar, berbeda dengan pelumasan komponen bergerak yang terus-menerus dalam sirkulasi.



Gambar 2.17 Skema Sistem Pelumasan

(Sumber : Kapal SPOB Tirta Samudra XX - 2023)

2.2.3.8 Sistem Pendinginan Silinder Liner

Sebagian besar sistem yang bekerja pada kapal terjadi secara terus-menerus, sehingga tidak dapat menghindari terjadinya keausan & keretakan pada komponen-komponennya yang kemudian akan menurunkan kinerja bahkan kegagalan sistem. Perlu dilakukan penelusuran pengaruh kegagalan komponen sesuai dengan level sistem. Komponen dapat dinilai dan dilakukan tindakan perbaikan guna mengevaluasi desain sistem dengan melihat bermacam-macam mode kegagalan sistem. Kegagalan dan perbaikan adalah hal penting untuk memprediksi perilaku suatu sistem dimasa yang akan datang. Sistem layanan pendingin mesin

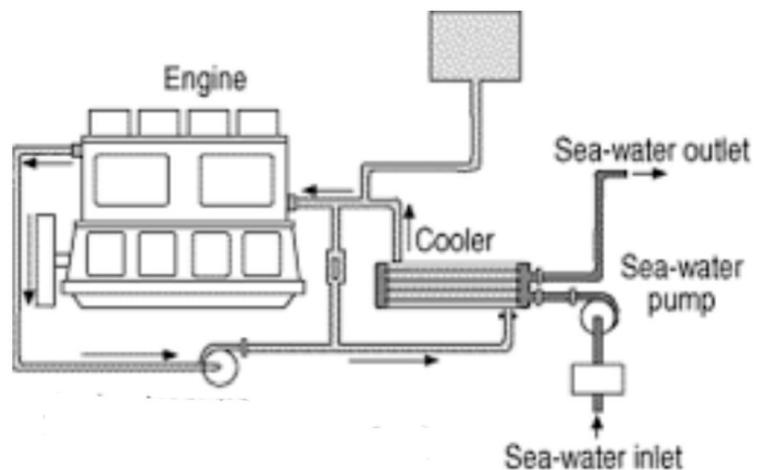
utama merupakan salah satu sistem yang perlu dilakukan analisa mendalam. Tujuan sistem pendingin adalah untuk mempertahankan temperatur operasi mesin yang efisien pada kecepatan dengan segala kondisi Fluida pendingin menyerap sebagian panas yang dihasilkan oleh pembakaran di dalam silinder sebanyak 15–35%. Berdasarkan hasil pengujian, 25–35% hasil pembakaran merambat ke dalam dinding silinder dan harus dibuang (Maleev, 1986) dalam (Hanso B, 2016).

Sistem pendingin dibagi menjadi dua sebagai berikut :

1. Air laut

Air laut merupakan suatu barang yang mudah didapatkan disekitar kapal. Tidak usah dibeli dan secara langsung diambil, sehingga pendinginan memakai air laut tidak perlu memakai sistem tertutup. Air laut yang telah digunakan untuk mendinginkan langsung dibuang dan pendinginan selanjutnya di ambil saja. Pada umumnya air laut mengandung kadar garam yang tinggi dibandingkan air tawar, maka dari itu air laut jarang sekali digunakan langsung untuk mendinginkan mesin, dikhawatirkan bila langsung menggunakan air laut dapat mengkristal di dalam mesin sehingga lama-kelamaan sistem pendinginnya akan buntu. Pada kapal-kapal sekarang pada umumnya pendinginnya memakai sistem pendingin tertutup, yaitu

memakai air tawar. Sedangkan air laut hanya digunakan untuk mendinginkan air tawar tersebut pada pesawat-pesawat pendingin (*Cooler*). Air laut selalu digunakan sebagai bahan pendingin secara tidak langsung bahan pendingin (air tawar atau minyak pelumas) yang diambil panas dari motor akan menyerahkan panas tersebut melalui sebuah alat pemindah panas (alat pendingin) ke air laut lagi.



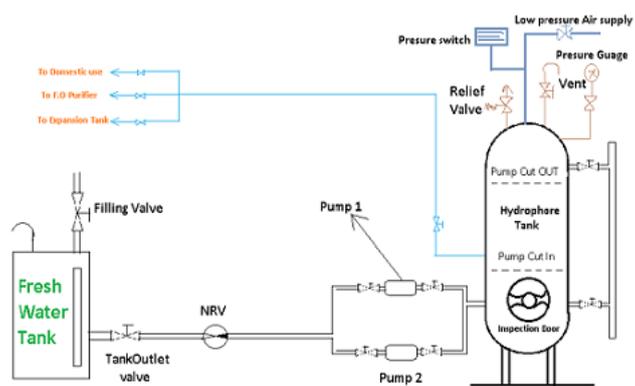
Gambar 2.18. Sistem Pendingin Air Laut

(Sumber : Kapal SPOB Tirta Samudra XX - 2023)

2. Air tawar

Air tawar memiliki beberapa sifat yang baik. Dengan menghilangkan udara didalamnya maka air tawar mengakibatkan sedikit korosi dan juga tidak

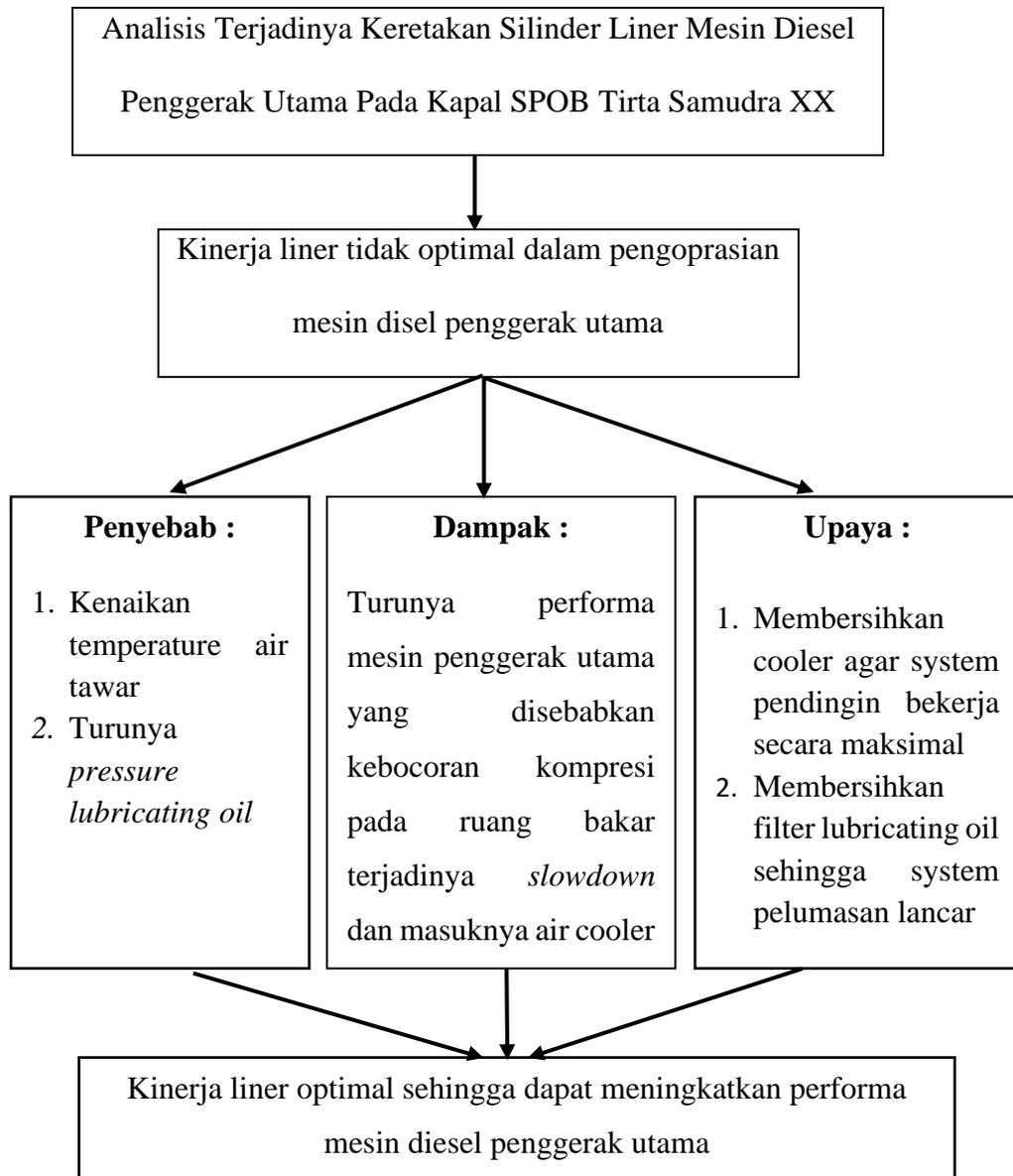
mengakibatkan pengendapan kerak sehingga dapat digunakan untuk pendinginan mesin. Air tawar diatas kapal selalu diusahakan penggunaannya dalam siklus tertutup untuk dapat digunakan berulang kali. Siklus tertutup tersebut terdiri dari ruang pendingin dari bagian motor yang harus didinginkan juga saluran, kran penutup, pompa, dan pesawat pendingin.



Gambar 2.19 Sistem Pendingin Air Tawar

(Sumber : Kapal SPOB Tirta Samudra XX - 2023)

2.3 Kerangka Penelitian



Gambar 2.20 Kerangka Penelitian