

SKRIPSI

ANALISA KEAUSAN RING PISTON PADA MESIN INDUK DI ATAS KAPAL KM. TONASA LINES XVIII



A. MUH. FATURUSI

NIT. 21.42.001

TEKNIKA

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

**ANALISA KEAUSAN *RING PISTON* PADA MESIN *INDUK* DI KAPAL KM.
TONASA LINES XVIII**

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk
Menyelesaikan Program Pendidikan
Diploma IV Pelayaran

Program Studi Teknika

Disusun dan Diajukan Oleh

A. MUH. FATURUSI
NIT. 21. 42. 001

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

SKRIPSI

ANALISA KEAUSAN RING PISTON PADA MESIN INDUK DI KAPAL KM. TONASA LINES XVIII

Disusun dan Diajukan oleh :

A. MUH. FATURUSI
NIT. 21. 42. 001

Telah Dipertahankan di Depan Panitia Ujian Skripsi

Pada Tanggal, 13 Juni 2025

Pembimbing I

Menyetujui

Pembimbing II


Samsul Bahri, M.T., M.Mar.E
NIP.19730828 200604 1 001


Jamaluddin, S.H., M.M., M.Mar.E
NIP.19720701 200712 1 001

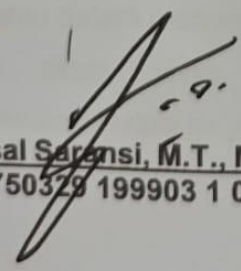
Mengetahui :

a.n.Direktur

Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar

Ketua Program Studi Teknika

Pembantu Direktur I


Capt. Faisal Saransi, M.T., M.Mar.
NIP.19750328 199903 1 002


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

PRAKATA

Dengan ini penulis panjatkan puji syukur kehadiran ALLAH SWT yang telah memberikan taufik hidayah-nya kepada penulis untuk menyelesaikan skripsi tentang profesi ke pelautan dengan judul” analisa keausan *Ring Piston* pada mesin induk di kapal KM.Tonasa Lines VXIII.”

Penulis menyadari bahwa dalam penelitian ini masih banyak kekurangan, baik dari segi bahasa, struktur kalimat, penulisan, maupun pembahasan materi, yang disebabkan oleh keterbatasan penguasaan materi, waktu, serta data yang tersedia.

Selama penyusunan skripsi, penulis mendapatkan banyak bimbingan dan bantuan baik secara langsung maupun tidak langsung dari berbagai pihak hingga selesai penulisan skripsi ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih dan rasa syukur kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan, khususnya kepada:

1. Capt. Rudy Susanto, M.Pd., selaku Direktur Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.
2. Ir. Alberto, S.Si.T., M.Mar.E., M.A.P., selaku Ketua Program Studi Teknika Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.
3. Samasul Bahri, M.T., M.Mar.E., selaku Dosen Pembimbing I.
4. Jamaluddin, S.H., M.M., selaku Dosen Pembimbing II.
5. Seluruh staf pengajar Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar atas bimbingan yang diberikan selama proses pendidikan di PIP Makassar.
6. Semua civitas akademika Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.
7. Rekan-rekan taruna-taruni senior angkatan XLI serta junior yang turut membantu dalam menyelesaikan skripsi ini.
8. Semua pihak yang telah memberikan dukungan dalam penyelesaian skripsi ini yang tidak dapat penulis sebutkan.

Penulis juga menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan di berbagai aspek. Tentunya, hal ini mungkin melibatkan ungkapan atau kata-kata yang tidak sempurna. Dengan kerendahan hati, penulis memohon saran dan kritik yang konstruktif, yang dapat meningkatkan kualitas tulisan ini serta bermanfaat bagi dunia kemaritiman, khususnya untuk penulis pribadi, agar dapat diterapkan dalam pelaksanaan tugas dan tanggung jawab di atas kapal.

Makassar, 13 Juni 2025



A. MUH. FATURUSI
NIT. 21.42.00

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Nama : A. Muh. Faturusi

Nomor Induk Taruna : 21.42.001

Program Studi : Teknika

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi yang berjudul:

**ANALISA KEAUSAN *RING PISTON* PADA MESIN INDUK DI KAPAL KM.
TONASA LINES XVIII**

Adalah hasil karya saya sendiri. Semua ide yang terdapat dalam skripsi ini, kecuali untuk tema dan kutipan yang saya sebutkan, merupakan hasil pemikiran dan penyusunan saya secara mandiri. Apabila terbukti sebaliknya, saya bersedia menerima sanksi yang berlaku di Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.

Makassar, 13 Juni 2025



A. MUH. FATURUSI
NIT. 21.42.00

ABSTRAK

A. MUH. FATURUSI, 2025 Analisa Keausan Ring Piston Pada Mesin Induk Di Kapal KM. Tonasa Lines VXIII. Skripsi Program Teknik Ilmu Pelayaran Makassar. Yang dibimbing oleh bapak Samsul Bahri dan bapak Jamaluddin.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui secara menyeluruh faktor-faktor penyebab keausan ring piston pada mesin induk di kapal KM. Tonasa Lines XVIII, serta tindakan perawatan dan perbaikan yang dilakukan untuk mencegah kerusakan serupa di kemudian hari. Ring piston merupakan salah satu komponen vital dalam sistem pembakaran internal yang berfungsi untuk menjaga tekanan kompresi dan mencegah kebocoran gas serta oli. Keausan pada ring piston dapat mengakibatkan menurunnya efisiensi mesin, peningkatan konsumsi bahan bakar, hingga kerusakan komponen lainnya.

Metode penelitian yang digunakan adalah metode kualitatif deskriptif melalui observasi langsung di lapangan saat praktek laut (PRALA), wawancara dengan perwira mesin, dan studi dokumentasi teknis dari kapal KM. Tonasa Lines XVIII. Data dikumpulkan dan dianalisis untuk mengidentifikasi penyebab utama keausan serta langkah-langkah perbaikan yang dilakukan oleh kru kapal.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa keausan ring piston disebabkan oleh pelumasan yang tidak optimal akibat oli yang sudah tidak sesuai standar, sistem pendingin yang tidak bekerja maksimal, dan kelelahan material karena jam kerja piston yang tinggi. Dampak dari keausan ini meliputi kebocoran oli, penurunan daya mesin, hingga gangguan operasional kapal. Tindakan yang dilakukan meliputi penggantian ring piston yang rusak, pembersihan komponen terkait seperti cylinder head dan liner, serta peningkatan jadwal perawatan rutin sistem pelumasan dan pendingin. Perawatan yang konsisten dan pemantauan kondisi mesin secara berkala menjadi kunci dalam menjaga performa mesin induk tetap optimal dan mencegah kerusakan yang lebih parah di masa depan.

Kata Kunci: Ring Piston, Mesin Induk, Keausan, Perawatan, Pelumasan, Pendinginan, Efisiensi Mesin.

ABSTRACT

A. MUH. FATURUSI, 2025. Analysis of Piston Ring Wear on the Main Engine of KM. Tonasa Lines XVIII. Undergraduate Thesis, Marine Engineering Study Program, Makassar Polytechnic of Maritime Science. Supervised by Mr. Samsul Bahri, M.T., M.Mar.E and Mr. Jamaluddin, S.H., M.M., M.Mar.E.

This study aims to comprehensively identify the factors that cause piston ring wear in the main engine of the KM. Tonasa Lines XVIII ship, as well as the maintenance and repair actions taken to prevent similar damage in the future. The piston ring is a critical component in internal combustion engines, responsible for maintaining compression pressure and preventing leakage of gases and oil. Wear on the piston ring can lead to decreased engine efficiency, increased fuel consumption, and further component damage.

The research method used is a qualitative descriptive approach through direct field observation during sea practice (PRALA), interviews with engine officers, and review of technical documentation from KM. Tonasa Lines XVIII. Data were collected and analyzed to identify the main causes of wear and the repair procedures carried out by the ship's crew.

The results show that piston ring wear was caused by suboptimal lubrication due to degraded oil quality, ineffective cooling systems, and material fatigue from prolonged operating hours. The impact of this wear included oil leakage, reduced engine power, and operational disturbances. Repairs included replacing the damaged piston rings, cleaning associated components such as the cylinder head and liner, and enhancing the routine maintenance schedule for the lubrication and cooling systems. Consistent maintenance and regular monitoring of engine conditions are key to maintaining optimal main engine performance and preventing more severe damage in the future.

Keywords: Piston Ring, Main Engine, Wear, Maintenance, Lubrication, Cooling, Engine Efficiency.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGANTAR	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
PRAKATA	iv
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	3
C. Batasan Masalah	3
D. Tujuan Dan Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
A. Pengertian Piston	5
B. Cara Kerja Piston	8
C. Fungsi Ring Piston	12
D. Komponen-Komponen Piston	13
E. Pengertian Pelumasan	19
F. Tujuan Pelumasan	21
G. Pengaruh Viskositas Terhadap Piston	23
H. Pengertian pendingin	25
I. Fungsi pendingin	26
J. Pengaruh Pendingin Terhadap Piston dan Ring Piston	27
K. Kerangka Pikir	30
L. Hipotesis	31
BAB III METODE PENELITIAN	32
A. Tempat Dan Waktu Penelitian	32
B. Metode Pengumpulan Data	32
C. Jenis Dan Sumber Data	33

D. Metode Penelitian	33
F. Jadwal Penelitian	34
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	35
A. Deskripsi Hasil Penelitian	35
B. Pembahasan	45
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	53
A. Kesimpulan	53
B. Saran	53
DAFTAR PUSTAKA	55
LAMPIRAN	56
RIWAYAT HIDUP	65

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Piston Autotermic	6
Gambar 2. 2 Piston Oval	7
Gambar 2. 3 Piston Split	8
Gambar 2. 4 Piston Slipper	8
Gambar 2. 5 Siklus Kerja Mesin 4 Tak	10
Gambar 2. 6 Siklus Kerja Mesin 2 Tak	12
Gambar 2. 7 Piston	13
Gambar 2. 8 Ring kompresi dan ring oli	15
Gambar 2. 9 Piston Pin	15
Gambar 2. 10 Piston Skirt	16
Gambar 2. 11 Connecting Rod	17
Gambar 2. 12 Bearing	18
Gambar 2. 13 Sistem Pelumasan	21
Gambar 4. 1 Ring piston	53

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Jadwal Penelitian	33
Tabel 4. 1 Tekanan dan Suhu Oli pada Mesin Induk	38
Tabel 4. 2 Tekanan dan Suhu Oli pada Saat Terjadi Keausan	38
Tabel 4. 3 Tekanan dan Suhu Oli Setelah Perbaikan	39
Tabel 4. 4 Data Standar Clereance Ring Piston	39
Tabel 4. 5 Data Standar Gap Ring Piston	39
Tabel 4. 6 Pengukuran Gap Ring Piston	40

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Dalam dunia permesinan kapal niaga, mesin induk merupakan komponen utama yang berfungsi sebagai penggerak kapal, di mana energi mekanik dihasilkan dari proses pembakaran bahan bakar di dalam ruang bakar, atau yang dikenal sebagai internal combustion engine. Menurut Richard Oliver (2021), mesin induk memainkan peranan sentral dalam menunjang manuver dan daya dorong kapal. Di atas kapal KM. TONASA LINES XVIII, sistem penggerak utama ini terdiri dari mesin diesel tipe empat langkah dan dua langkah, yang keduanya mengandalkan udara bertekanan untuk proses starting engine. Udara tersebut dihasilkan oleh kompresor udara (air compressor) dan disimpan dalam sebuah bejana udara (air reservoir). Bejana udara ini dirancang dengan kapasitas yang cukup besar agar mampu melakukan proses start beberapa kali tanpa perlu pengisian ulang udara secara langsung dalam waktu singkat, sehingga menjamin kesiapan mesin dalam kondisi darurat atau operasional berulang.

Dalam struktur mekanisnya, poros engkol (crankshaft) pada mesin induk dikopel langsung ke poros utama (main shaft). Ujung poros utama terhubung dengan baling-baling (propeller), yang mana rotasi poros akan menggerakkan baling-baling tersebut dan menciptakan gaya dorong untuk menggerakkan kapal ke arah yang diinginkan. Sistem ini bekerja secara kontinu (running continuously) selama kapal beroperasi, sering kali tanpa jeda dalam jangka waktu panjang. Durasi kerja yang tinggi ini dapat menyebabkan peningkatan temperatur, gesekan, dan tekanan kerja yang signifikan, yang pada akhirnya akan berdampak terhadap kondisi teknis dan keandalan sistem mesin. Oleh karena itu, sistem permesinan induk menjadi salah satu titik kritis yang perlu mendapatkan perhatian khusus dalam operasi dan pemeliharaan kapal. Salah satu permasalahan umum yang sering dijumpai akibat

kondisi kerja yang berat ini adalah keausan pada ring piston.

Dalam sistem kerja mesin, tenaga putar (torque) yang dihasilkan berasal dari tekanan gas hasil pembakaran di dalam ruang bakar. Tekanan ini kemudian ditransmisikan melalui komponen utama yaitu piston, dilanjutkan ke connecting rod, dan diteruskan ke crankshaft sehingga menghasilkan gerakan rotasi yang diperlukan untuk memutar shaft dan propeller. Selama proses pembakaran, ring piston memiliki fungsi vital untuk menjaga agar gas hasil pembakaran tetap berada di dalam ruang bakar dengan cara menekan rapat dinding silinder. Kinerja optimal ring piston ini akan memastikan pembakaran berjalan efisien dan tekanan maksimum dapat dicapai, yang pada akhirnya berkontribusi pada efisiensi dan tenaga mesin secara keseluruhan.

Namun, seiring waktu dan jam kerja mesin yang terus bertambah, ring piston akan mengalami degradasi material akibat gesekan mekanis yang berulang, tekanan tinggi, serta pengaruh suhu ekstrem. Jika ring piston mengalami keausan atau kerusakan, maka akan terjadi kebocoran oli maupun gas pembakaran, yang dapat menyebabkan penurunan performa mesin, peningkatan konsumsi bahan bakar, dan bahkan potensi kerusakan lanjutan pada komponen lain.

Berdasarkan pentingnya peran ring piston serta potensi dampak kerusakannya terhadap performa mesin secara keseluruhan, maka diperlukan suatu kajian teknis yang mendalam. Oleh karena itu, penulis tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul: **“Analisa Keausan Ring Piston Mesin Induk di Kapal KM. TONASA LINES XVIII”** sebagai upaya untuk memahami sejauh mana tingkat keausan memengaruhi efisiensi dan keandalan mesin induk dalam operasi kapal niaga.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Faktor apa sajakah yang menyebabkan keausan *ring piston* pada mesin induk?
2. Apa dampak yang diakibatkan dari keausan *ring piston* pada mesin induk?

C. Batasan Masalah

Mengingat luasnya pembahasan masalah dalam skripsi, maka dalam penjabaran penulis akan membatasi hanya pada penanganan gangguan keausan *ring piston* pada mesin induk di atas kapal KM.TONASA LINES XVIII.

D. Tujuan Dan Manfaat Penelitian

1. Tujuan Penelitian

- a. Mengidentifikasi faktor – faktor penyebab keausan *ring piston* pada mesin induk.
- b. Mengidentifikasi dampak yang diakibatkan dari keausan *ring piston* pada mesin induk.
- c. Untuk mengetahui apa sajakah langkah yang harus dilakukan untuk mengatasi keausan *ring piston* pada mesin induk.

2. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Bagi industri maritim : Sebagai referensi untuk perawatan dan pemeliharaan mesin induk khususnya dalam mendiagnosis keausan pada ring piston sebagai indikator awal kerusakan.
- b. Bagi operaor kapal : Memberikan wawasan tentang penanganan dini terhadap masalah keausan pada ring piston, sehingga operasional kapal dapat berjalan lebih lancar tanpa gangguan pada mesin induk.
- c. Bagi peneliti lebih lanjut: Menambah literatur terkait diagnosis

kausan pada ring piston yang dapat diterapkan pada sistem mesin kapal lainnya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Pengertian Piston

Menurut Smith, J., & Brown, A. (2021). *Piston* adalah komponen utama dalam mesin pembakaran internal, seperti mesin mobil atau mesin sepeda motor, yang berfungsi untuk mengubah energi panas yang dihasilkan oleh pembakaran bahan bakar menjadi energi mekanik. Secara sederhana, piston bergerak naik turun di dalam silinder mesin, memampatkan campuran bahan bakar dan udara, serta mendorong sisa pembakaran ke saluran pembuangan. Penjelasan Piston dalam Konteks Mesin Pembakaran Internal:

Piston umumnya terbuat dari bahan logam yang ringan namun kuat, seperti aluminium, untuk mengatasi suhu tinggi dan tekanan besar yang terjadi selama siklus pembakaran. *Piston* bergerak di dalam silinder mesin dengan bantuan komponen lain seperti *ring piston*, yang berfungsi untuk menjaga tekanan dan mencegah kebocoran kompresi. Tugas utama *piston* adalah: Mengompresi campuran bahan bakar dan udara dalam silinder pada tahap kompresi serta Menghasilkan tenaga mekanik pada tahap pembakaran ketika campuran bahan bakar terbakar dan menghasilkan ekspansi gas yang mendorong *piston*. Mendorong gas hasil pembakaran keluar pada tahap pembilasan atau *exhaust*.

1. Bahan *Piston*

Piston dibuat dari bahan aluminium karena *piston* harus ringan, kuat dan tahan temperatur tinggi. Oleh karena itu aluminium sebagai bahan baku komponen sering didapatkan dalam bentuk paduan dengan unsur seperti ; Cu, Zn, Si, Mg, Sn, dan sebagainya sehingga dapat meningkatkan kekuatan mekaniknya.

2. Macam – Macam *piston*

a. *Piston Autothermic*

Piston autothermic merupakan jenis piston dengan rancangan khusus yang memiliki perbedaan signifikan dibandingkan piston konvensional, khususnya dalam aspek material penyusun dan konfigurasi geometrisnya. Piston ini umumnya diproduksi menggunakan paduan aluminium yang telah direkayasa secara khusus untuk menghasilkan sifat ekspansi termal yang terkontrol dan optimal. Dari segi struktur, diameter pada bagian atas piston autothermic dirancang lebih kecil dibandingkan dengan bagian bawahnya.

Desain tersebut memberikan keuntungan saat mesin beroperasi dalam suhu kerja normal, namun berpotensi menurunkan efisiensi piston ketika mesin berada dalam kondisi suhu rendah atau pada saat *cold start*. Untuk mengatasi keterbatasan ini, pihak manufaktur telah mengembangkan ring piston yang memiliki koefisien ekspansi termal lebih rendah. Pengembangan ini memungkinkan ring piston untuk beradaptasi secara lebih cepat terhadap perubahan suhu, sehingga mendukung pencapaian kinerja mesin yang stabil dan efisien, baik pada suhu rendah maupun tinggi dalam keseluruhan siklus operasi mesin.



Gambar 2. 1 Piston Autothermic

Sumber: <https://www.geraiteknologi.com/2021/05/macam-jenis-piston.html>

b. Piston Oval

Bagian piston di sekitar pin piston (bos pin) dibuat dengan dinding yang lebih tebal dibandingkan sisi kerja piston (*thrust side*). Tujuan desain ini adalah untuk mengatur distribusi ekspansi termal. Saat suhu operasi meningkat, area dengan dinding lebih tebal di sekitar pin piston akan mengalami pemuaian lebih besar dan lebih cepat dibandingkan area lainnya. Akibatnya, terjadi deformasi berbentuk oval pada piston, di mana diameter sekitar lubang pin piston menjadi lebih kecil daripada sisi kerjanya. Namun, saat mesin dalam kondisi dingin, pemuaian ini tidak terjadi, dan piston kembali ke bentuk silindris. Desain ini memastikan kelonggaran (*clearance*) piston terhadap silinder tetap optimal, baik pada suhu rendah maupun saat mesin mencapai suhu kerja.



Gambar 2. 2 Piston Oval

Sumber: <https://www.geraiteknologi.com/2021/05/macam-jenis-piston.html>

c. Piston Split

Piston split dirancang dengan karakteristik alur spesifik, umumnya berbentuk huruf "T" atau "U", yang terletak pada sisi kerja (*thrust side*) piston. Alur ini diorientasikan secara tegak lurus terhadap poros pin piston. Fungsi primer dari alur ini adalah untuk mengakomodasi ekspansi termal piston. Desain ini memungkinkan piston untuk beradaptasi secara lebih fleksibel terhadap fluktuasi suhu yang terjadi selama siklus operasi mesin, menjaga clearance yang optimal di dalam silinder.



Gambar 2. 3 Piston Split

Sumber : <https://www.geraiteknologi.com/2021/05/macam-jenis-piston.html>

d. Piston Slipper

Piston slipper dirancang agar hanya bagian tertentu yang bersentuhan dengan dinding silinder, sementara area sejajar dengan pin piston tidak mengalami kontak langsung. Bagian sejajar ini dipotong untuk mengurangi massa piston dan memungkinkan penggunaan connecting rod yang lebih pendek. Desain ini meningkatkan efisiensi mekanis dan mendukung kinerja mesin yang lebih ringan dan bertenaga.



Gambar 2. 4 Piston Slipper

Sumber : <https://www.geraiteknologi.com/2021/05/macam-jenis-piston.html>

B. Cara Kerja Piston

Piston pada motor diesel bekerja berdasarkan prinsip siklus termal yang bergantung pada jenis mesin, yaitu motor diesel empat langkah atau dua langkah. Pada mesin diesel empat langkah, satu siklus pembakaran lengkap memerlukan dua kali putaran poros engkol dan terdiri dari empat tahapan

gerakan piston. Siklus ini diawali ketika piston berada pada posisi Titik Mati Atas (TMA), yang dianggap sebagai posisi nol di mana belum terjadi pembangkitan torsi.

1. Cara Kerja *Piston* Pada Motor Diesel 4 Langkah

a. Langkah Hisap (*Intake Stroke*)

Saat poros engkol memutar piston ke arah bawah menuju Titik Mati Bawah (TMB), volume ruang di atas piston bertambah dan menyebabkan penurunan tekanan. Hal ini memungkinkan udara luar masuk ke dalam silinder melalui satu atau lebih katup masuk yang dikendalikan secara mekanis.

b. Langkah Kompresi (*Compression Stroke*)

Setelah piston mencapai TMB, gerakannya dibalik menuju TMA. Katup masuk tertutup, dan udara di dalam silinder mulai dikompresi secara cepat. Tekanan dapat mencapai sekitar 35–40 bar, sementara suhu meningkat hingga 550°C–600°C. Sesaat sebelum piston mencapai TMA, injektor bahan bakar menyembrotkan bahan bakar dalam bentuk kabut ke dalam udara panas di silinder. Karena suhu yang tinggi, campuran ini akan menyala secara spontan tanpa bantuan busi.

c. Langkah Usaha (*Power Stroke*)

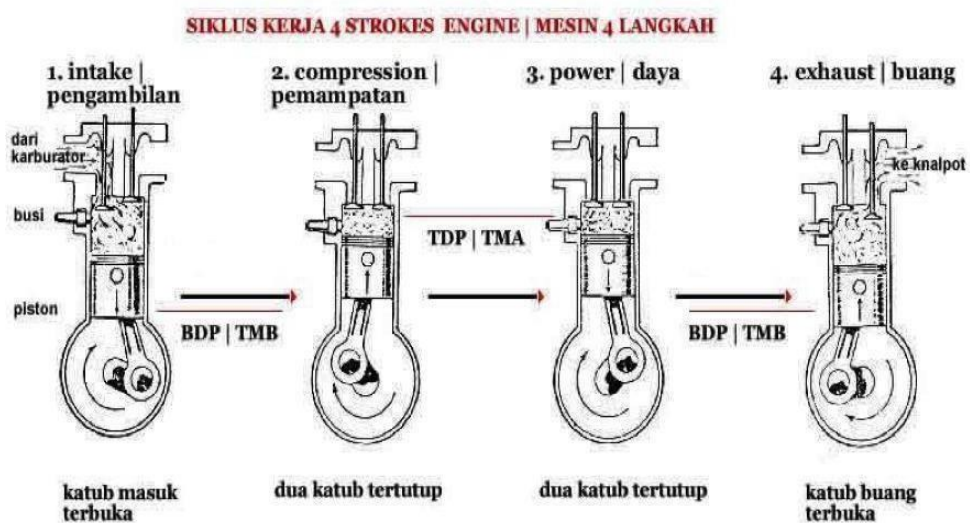
Setelah terjadi pembakaran, piston terdorong ke bawah akibat tekanan tinggi dari hasil ekspansi gas pembakaran. Tekanan dapat mencapai 40–50 bar, dan suhu ruang bakar dapat naik hingga 1500°C–1600°C. Gas hasil pembakaran terus mengembang hingga mendekati TMB, di mana tekanan dan suhu mulai menurun. Selanjutnya, katup buang mulai terbuka untuk melepaskan gas sisa pembakaran. Suhu gas buang pada tahap ini berkisar 600°C–700°C, dengan tekanan sekitar 3–4 bar.

d. Langkah Buang (*Exhaust Stroke*)

Pada langkah ini, piston bergerak kembali ke atas untuk mendorong keluar sisa gas pembakaran melalui katup buang yang terbuka. Tekanan gas dalam silinder sedikit lebih tinggi dari tekanan atmosfer. Sebelum piston mencapai TMA, katup masuk sudah mulai terbuka

untuk memulai siklus berikutnya.

Selama keempat langkah ini, piston mengalami gaya dari dua sisi, namun tekanan di bawah piston relatif konstan (mendekati tekanan atmosfer), sehingga kontribusi kerja dari sisi bawah piston dapat diabaikan. Oleh karena itu, perhitungan kerja efektif hanya difokuskan pada sisi atas piston. Meskipun terdapat sedikit kerja positif selama langkah hisap akibat masuknya udara, nilainya tidak signifikan dibandingkan dengan total energi yang dihasilkan selama siklus pembakaran.



Gambar 2. 5 Siklus Kerja Mesin 4 Tak

Sumber: (Sulistiya, 2013)

2. Cara Kerja *Piston* Pada Motor Diesel 2 Langkah

Pada motor diesel dua langkah, siklus kerja piston diselesaikan dalam satu putaran poros engkol, yang mencakup dua langkah piston. Siklus dimulai saat piston berada pada Titik Mati Bawah (TMB) dan bersiap memasuki langkah kompresi. Silinder pada motor dua langkah dilengkapi dengan sistem pembilasan (*scavenging*) yang terdiri atas lubang-lubang bilas yang terdistribusi di sekitar dinding silinder bagian bawah. Lubang-lubang ini terhubung ke saluran bilas yang menyalurkan udara bertekanan rendah, umumnya di kisaran 0,5–1,5 bar, melalui pompa bilas. Sementara itu, pada bagian kepala silinder terdapat sebuah katup buang (*exhaust valve*) yang menghubungkan ruang silinder ke

sistem pembuangan gas. Pada awal siklus, saat piston berada di TMB, lubang bilas dan katup buang dalam kondisi terbuka. Udara bilas yang dipasok oleh pompa akan mengalir masuk melalui scavenging ports dan mendorong gas sisa hasil pembakaran ke luar melalui katup buang. Konfigurasi tangensial dari lubang bilas menghasilkan aliran udara berputar, yang secara efektif meningkatkan efisiensi pembilasan silinder dan memastikan pengisian ulang udara pembakaran secara optimal.

Tahapan kerja piston pada motor diesel dua langkah dapat dijelaskan sebagai berikut

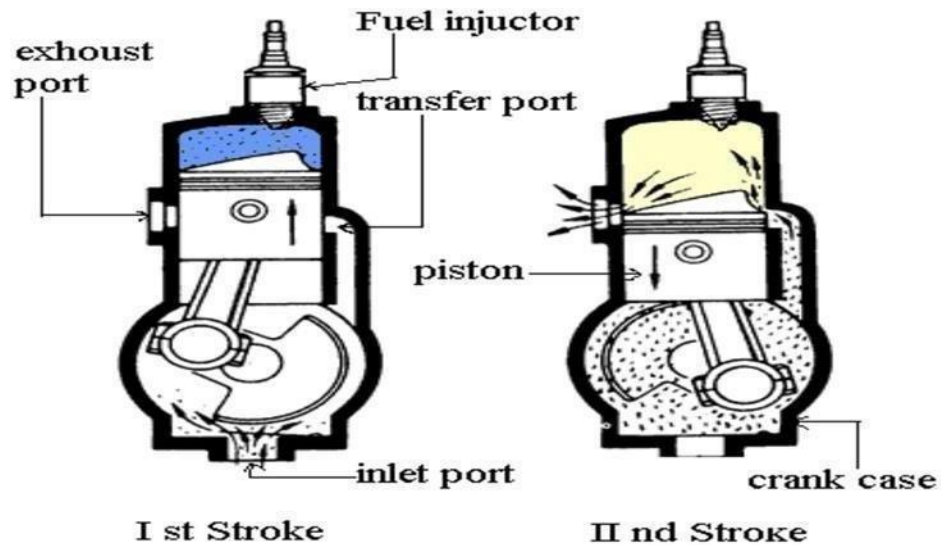
a. Langkah isap dan Kompresi (*Intake and Compression Stroke*)

Saat piston mulai bergerak ke atas dari TMB, lubang-lubang bilas tertutup lebih dahulu, diikuti dengan penutupan katup buang. Sejak saat itu, proses kompresi dimulai, dengan karakteristik tekanan dan suhu yang sebanding dengan mesin diesel empat langkah. Menjelang Titik Mati Atas (TMA), bahan bakar disemprotkan oleh injektor ke dalam ruang bakar, memulai proses pembakaran.

b. Langkah Usaha dan Buang (*Power and Exhaust Stroke*)

Setelah campuran udara dan bahan bakar terbakar, tekanan tinggi mendorong piston ke bawah dalam langkah usaha. Sekitar 20 derajat sebelum piston mencapai TMB, katup buang terbuka, memungkinkan gas sisa pembakaran keluar dari silinder. Tekanan internal silinder turun drastis. Sesaat setelah itu, piston membuka lubang-lubang bilas, dan karena tekanan bilas lebih tinggi daripada tekanan dalam silinder, udara pembilasan kembali mengalir masuk untuk mengulangi proses siklus.

Meskipun motor dua langkah menghasilkan satu langkah usaha dalam setiap putaran poros engkol—yang menjadikannya efisien dalam hal densitas daya—proses pembilasan tetap membutuhkan suplai energi eksternal. Dalam hal ini, pompa bilas digerakkan secara mekanis oleh mesin induk, berperan penting dalam memastikan kontinuitas suplai udara segar serta mengeluarkan gas buang secara efisien dari silinder..



Gambar 2. 6 Siklus Kerja Mesin 2 Tak

Sumber: <https://fastnlow.net/ternyata-mesin-diesel-juga-ada-yang-2-tak/>

C. Fungsi Ring Piston

Ring piston merupakan komponen esensial dalam sistem mesin pembakaran internal, yang menjalankan berbagai fungsi penting demi menjaga efisiensi termal, keandalan operasional, serta daya tahan komponen mesin. Adapun fungsi utama dari ring piston dijelaskan sebagai berikut:

1. Menyegel Ruang Bakar (*Combustion Chamber Sealing*)

Fungsi utama ring piston adalah membentuk perapat antara permukaan piston dan dinding silinder guna mencegah kebocoran gas selama proses kompresi maupun buang. Ring kompresi bertanggung jawab atas tugas ini. Apabila terjadi keausan pada ring kompresi, maka tekanan kompresi akan turun, berdampak langsung pada penurunan output daya mesin serta deviasi tekanan kompresi dari nilai ideal.

2. Mencegah Perpindahan Oli ke Ruang Bakar (*Oil Control*)

Ring piston juga berfungsi sebagai pembatas agar oli pelumas tidak masuk ke ruang bakar dan terbakar bersama campuran udara dan bahan bakar. Pelumas diperlukan untuk menunjang pergerakan piston, namun keberadaannya di ruang bakar dapat menyebabkan peningkatan konsumsi oli, timbulnya asap putih pada gas buang, serta aroma khas akibat pembakaran oli.

3. Mengatur Lapisan Oli pada Dinding Silinder (*Oil Film Regulation*)

Ring oli berperan dalam menyapu kelebihan pelumas pada permukaan dinding silinder. Saat piston bergerak naik, ring oli menyebarkan lapisan oli tipis sebagai pelumas. Ketika piston turun, ring kompresi akan mengikis kelebihan oli tersebut untuk mencegah pembakaran oli residu di dalam ruang bakar.

4. Transfer Panas dari Piston ke Dinding Silinder (*Heat Transfer*)

Karena ring piston terbuat dari material dengan konduktivitas termal tinggi, komponen ini berfungsi sebagai jalur penghantar panas dari kepala piston menuju dinding silinder. Fungsi ini berperan penting dalam disipasi panas, menjaga suhu piston agar tetap dalam batas kerja yang aman, serta mencegah kerusakan akibat overheating.

5. Distribusi Lapisan Oli Pelindung (*Oil Film Formation*)

Ring oli, yang sering kali dilengkapi dengan pegas, bertugas mendistribusikan lapisan oli pelindung secara merata pada dinding silinder selama langkah naik piston. Pada langkah turun, ring akan mengeliminasi oli berlebih untuk mencegah pembentukan deposit dan menjaga kebersihan ruang bakar.

D. Komponen-Komponen Piston

1. Piston



Gambar 2. 7 Piston

Sumber : <https://laspalmastecnologica.blogspot.com/2015/02/tema-1- introduccion.html>

Piston merupakan elemen reciprocating yang memiliki peran utama dalam mentransmisikan energi termal menjadi energi mekanis. Fungsinya adalah mengubah tekanan gas hasil pembakaran di dalam ruang bakar menjadi gerakan linier translasi, yang selanjutnya dikonversi menjadi gerakan rotasi oleh mekanisme poros engkol (*crankshaft*). Dirancang untuk bekerja dalam kondisi operasional yang ekstrem—baik dari sisi temperatur maupun tekanan—piston pada mesin diesel umumnya dibuat dari paduan aluminium atau besi cor, dengan modifikasi komposisi material tertentu guna meningkatkan ketahanan terhadap panas, keausan, dan deformasi termal. Geometrinya berbentuk silinder, namun diproduksi dengan toleransi presisi tinggi terhadap dinding silinder, untuk memastikan gesekan minimum sekaligus mempertahankan kemampuan sealing yang andal.

Pada permukaan luar piston terdapat sejumlah alur yang dirancang sebagai tempat pemasangan ring piston, termasuk ring kompresi untuk penyegelan gas pembakaran dan ring oli untuk mengatur distribusi serta pengikisan pelumas pada dinding silinder. Di bagian bawah, piston terhubung ke batang penghubung (*connecting rod*) melalui pin piston (*gudgeon pin*), membentuk mata rantai kinematik yang memungkinkan gaya tekan dari piston ditransmisikan secara efisien ke sistem poros engkol.

2. Ring kompresi dan Ring Oli



Gambar 2. 8 Ring kompresi dan ring oli

Sumber : <https://bacabrosur.blogspot.com/2020/08/perbedaan-ring-piston-kompresi-1-dan-2.html>

Ring piston pada mesin diesel terdiri dari dua jenis utama: ring kompresi dan ring oli, masing-masing menjalankan fungsi penting untuk menjaga performa mesin. Ring kompresi berfungsi menyegel ruang bakar dengan menjaga tekanan selama langkah kompresi dan mencegah kebocoran gas ke crankcase. Biasanya terbuat dari baja tahan panas dan tekanan tinggi.

Sementara itu, ring oli mencegah oli masuk ke ruang bakar serta mengikis kelebihan oli dari dinding silinder, sehingga memastikan pelumasan optimal tanpa meningkatkan konsumsi oli atau membentuk deposit karbon. Ring ini juga dibuat dari baja berkualitas tinggi untuk ketahanan jangka panjang.

3. Piston Pin



Gambar 2. 9 Piston Pin

Sumber : <https://www.cokerengineering.com/piston-pins/>

Pin piston (*gudgeon pin*) adalah komponen penting di tengah piston yang menghubungkan piston dengan batang penghubung (*connecting rod*). Pin ini berfungsi sebagai poros engsel, memungkinkan gerakan linier piston diteruskan dan dikonversi menjadi gerakan rotasi pada *crankshaft*, sehingga menghasilkan tenaga mekanis.

4. Piston Skirt



Gambar 2. 10 *Piston Skirt*

Sumber: <https://info.jepistons.com/understanding-piston-skirt-design>

Piston skirt merupakan bagian piston berbentuk silindris memanjang yang terletak di bagian bawah struktur utama piston. Komponen ini dirancang dengan profil melengkung yang presisi untuk menjaga keselarasan (*alignment*) piston terhadap dinding silinder selama proses kerja mesin. Fungsi utama piston skirt adalah memastikan piston bergerak secara akurat dan stabil dalam lintasan vertikal, menghindari kemiringan atau geseran lateral yang dapat menyebabkan gesekan berlebih, keausan dini, serta kerusakan permukaan silinder. Desain piston skirt juga berperan penting dalam mendistribusikan beban lateral yang timbul akibat tekanan pembakaran dan gerakan reciprocating piston.

5. Connecting Rod



Gambar 2. 11 *Connecting Rod*

Sumber : <https://www.hotrod.com/articles/ctrp-1011-connecting-rods/>

Batang penghubung (*connecting rod*) merupakan elemen mekanis esensial dalam sistem mesin pembakaran dalam yang berfungsi sebagai penghubung antara piston dan poros engkol (*crankshaft*). Komponen ini memegang peran penting dalam mentransfer gaya hasil pembakaran dari piston ke poros engkol. Melalui mekanisme ini, gerak linier reciprocating piston dikonversi menjadi gerak rotasi pada crankshaft, yang kemudian menjadi sumber tenaga penggerak utama bagi keseluruhan sistem mesin

6. Bearing



Gambar 2. 12 *Bearing*

Sumber: <https://diesel-czesci.pl/pl/e-sklep/john-deere/109883-panewki-korbowodowe-john-deere-6329-6359-075.html>

komponen mekanik yang digunakan untuk mengurangi gesekan antara dua bagian yang bergerak relatif satu sama lain, seperti poros dan rumah poros, dengan cara mendukung atau menahan beban.

E. Pengertian Pelumasan

Menurut J. Paulo Davim (2011) Pelumasan adalah suatu proses di mana suatu cairan pelumas (biasanya minyak atau grease) digunakan untuk mengurangi gesekan dan keausan antara dua permukaan yang bergerak relatif satu sama lain.

1. Fungsi Pelumasan

- a. Mengurangi gesekan antara dua permukaan yang saling bergesekan.
- b. Mengurangi keausan pada permukaan yang bersentuhan.
- c. Mengurangi panas akibat gesekan yang terjadi selama operasi.
- d. Menjaga kebersihan permukaan dengan menghilangkan kontaminan atau partikel yang dapat menyebabkan keausan.

2. Jenis Pelumasan

- a. Pelumasan Cair: Menggunakan minyak atau cairan lainnya yang mengalir bebas di antara permukaan yang bergesekan. Pelumas ini dapat berbentuk *mineral oil*, *synthetic oil*, atau *bio-based lubricants*.
- b. Pelumasan Padat: Menggunakan bahan padat, seperti grafit atau *molibdenum disulfida*, yang berfungsi mengurangi gesekan.
- c. Pelumasan Semi-Padat (*Grease*): Merupakan campuran antara minyak dan bahan pengental, digunakan ketika pelumasan cair tidak memadai.

3. Tipe Pelumasan

- a. Pelumasan Fluid Film (*Full Film Lubrication*): Ketika lapisan pelumas cukup tebal untuk memisahkan sepenuhnya dua permukaan yang bergerak, sehingga gesekan hampir tidak terjadi.
- b. Pelumasan Elastohydrodynamic (EHL): Terjadi pada kondisi di mana lapisan pelumas lebih tipis, tetapi masih cukup untuk memisahkan permukaan yang bersentuhan dengan cara elastis.
- c. Pelumasan *Boundary Lubrication*: Terjadi ketika lapisan pelumas sangat tipis atau bahkan tidak ada, dan sebagian besar interaksi antar permukaan bergantung pada sifat material permukaan itu sendiri.

4. Sifat Pelumasan

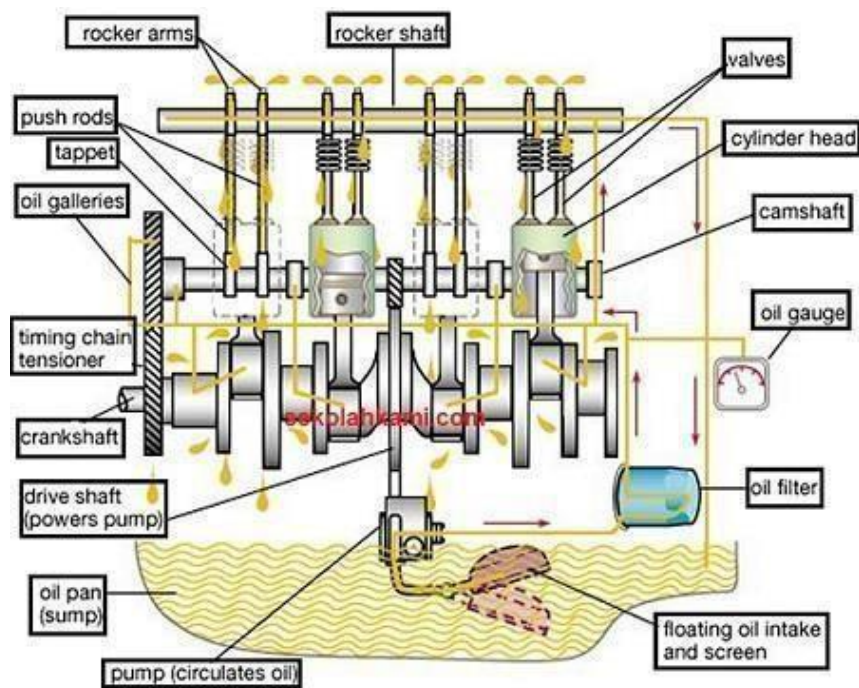
- a. Viskositas yang tepat: Viskositas pelumas harus cukup tinggi untuk menciptakan lapisan pelumasan yang efektif, tetapi tidak terlalu kental sehingga menghambat pergerakan.
- b. Stabilitas termal: Pelumas harus dapat bertahan pada suhu tinggi tanpa terdegradasi atau kehilangan sifat pelumasnya.
- c. Ketahanan terhadap oksidasi: Pelumas harus mampu bertahan lama tanpa teroksidasi atau rusak oleh udara.
- d. Kemampuan mengikat partikel atau kotoran: Pelumas harus dapat mengikat dan mengeluarkan partikel atau kotoran yang ada di dalam sistem.

5. Pengaruh Pelumasan terhadap Keausan

Dalam konteks tribologi, pelumasan yang baik dapat memperpanjang umur pakai komponen mesin dengan cara mengurangi gesekan dan keausan. Gesekan yang berlebihan dapat menyebabkan panas yang tinggi, yang pada gilirannya akan mempercepat kerusakan permukaan. Pelumasan bertujuan untuk menciptakan lapisan pelumas yang efektif sehingga permukaan yang bergesekan tidak langsung bersentuhan dan mencegah kerusakan akibat keausan.

6. Sistem Pelumasan

Sistem pelumasan adalah rangkaian komponen dan prosedur yang digunakan untuk mengalirkan pelumas (minyak atau grease) ke bagian-bagian mesin atau peralatan yang bergerak untuk mengurangi gesekan dan keausan, serta menjaga suhu operasi tetap dalam batas yang aman. Dalam sistem pelumasan, pelumas berfungsi untuk membentuk lapisan antara permukaan yang saling bergesekan, mencegah kontak langsung antar permukaan tersebut, dan mengurangi kerusakan yang diakibatkan oleh gesekan, keausan, dan panas.



Gambar 2. 13 Sistem Pelumasan

Sumber : <https://images.app.goo.gl/UKmKEXGFAovzztg88>

F. Tujuan Pelumasan

Menurut Suharto (2019), Pelumasan adalah salah satu aspek penting dalam sistem mekanik, terutama pada mesin pembakaran internal, yang bertujuan untuk mengurangi gesekan antar komponen bergerak, mengurangi keausan, serta memperpanjang umur komponen-komponen tersebut. Tujuan pelumasan secara umum adalah untuk memastikan bahwa mesin dapat beroperasi dengan efisien dan menghindari kerusakan akibat gesekan yang berlebihan. Adapun tujuannya untuk :

1. Mengurangi Gesekan dan Keausan

Tujuan utama dari pelumasan adalah untuk mengurangi gesekan antara komponen yang bergerak, seperti antara piston dan dinding silinder. Gesekan yang berlebihan dapat menyebabkan panas yang tinggi, meningkatkan keausan, dan menurunkan efisiensi mesin. Pelumas membentuk lapisan tipis di antara permukaan yang bergerak, mengurangi kontak langsung antara permukaan logam dan meminimalkan gesekan. .

2. Mendinginkan Komponen Mesin

Pelumasan juga berfungsi untuk menyerap panas yang dihasilkan selama operasi mesin. Ketika pelumas mengalir melalui komponen mesin yang bergerak (seperti piston, poros engkol, dan katup), ia menyerap panas dan membawa panas tersebut ke permukaan untuk didinginkan. Hal ini mencegah suhu komponen mesin meningkat hingga mencapai titik kritis yang bisa menyebabkan kerusakan atau perubahan bentuk.

3. Menghindari Korosi dan Karat

Pelumas berfungsi sebagai pelindung terhadap kelembapan dan kontaminasi yang dapat menyebabkan korosi pada komponen mesin. Selain itu, beberapa jenis pelumas mengandung aditif yang mencegah terjadinya karat dan oksidasi pada permukaan logam yang dapat memperburuk kinerja mesin.

4. Membersihkan dan Mengangkat Kotoran

Pelumas juga berfungsi untuk membersihkan kotoran dan partikel halus yang terbentuk selama operasi mesin, seperti serpihan logam dan sisa pembakaran. Pelumas membantu mengangkat kotoran ini dan mengalirkannya ke filter oli atau sistem pembuangan, sehingga mencegah terjadinya penyumbatan atau kerusakan pada komponen mesin.

Menurut Maanen (2020), penerapan pelumas pada komponen mesin yang bergerak merupakan prosedur standar dalam sistem permesinan. Dalam konteks teknik kelautan, pelumasan berperan penting dalam menjaga performa dan keandalan operasi mesin melalui beberapa fungsi utama sebagai berikut :

- a. Meminimalisir gesekan dan keausan
- b. Media transfer panas
- c. Pelindung terhadap korosi

G. Pengaruh Viskositas Terhadap Piston

Menurut Zhang, W. & Liu, H. (2022), viskositas merupakan salah satu karakteristik fisik paling krusial dari pelumas yang secara langsung memengaruhi performa termal dan mekanis piston dalam sistem mesin pembakaran internal. Viskositas didefinisikan sebagai tingkat resistansi fluida terhadap aliran atau kekentalannya, yang menjadi parameter utama dalam menentukan efektivitas pelumas dalam membentuk lapisan film di antara permukaan logam yang saling bergesekan.

Dalam konteks mesin diesel, viskositas pelumas yang tepat menjadi kunci untuk memastikan pergerakan piston yang lancar dan stabil di dalam silinder, sekaligus meminimalkan kontak langsung antar permukaan logam. Hal ini berdampak langsung terhadap pengurangan gesekan, penekanan keausan, dan pemeliharaan efisiensi kerja mesin dalam jangka panjang. Jika pelumas terlalu kental (viskositas tinggi), sirkulasi dapat terganggu, menyebabkan peningkatan konsumsi energi dan potensi overheating. Sebaliknya, viskositas yang terlalu rendah tidak mampu membentuk film pelindung yang memadai, meningkatkan risiko keausan dan kerusakan komponen vital seperti piston, liner, dan batang penghubung.

Lebih lanjut, fungsi pelumas tidak hanya terbatas sebagai agen pelumasan dan proteksi mekanis, tetapi juga berperan sebagai media transfer panas (cooling agent). Dalam konfigurasi mesin trunk piston, pelumas disirkulasikan melalui saluran internal yang terhubung dengan poros engkol dan batang penghubung untuk menyalurkan panas dari piston menuju crankcase, membantu menjaga suhu kerja piston dalam batas operasional. Pada mesin crosshead, sistem pelumasan berperan serupa. Karena pelumas juga digunakan sebagai fluida pendingin, keuntungannya adalah kebocoran pelumas ke dalam crankcase tidak menimbulkan gangguan operasional, berbeda dengan sistem pendingin berbasis air atau oli khusus yang memerlukan pipa teleskopik untuk masuk dan keluar dari piston.

Zhang, X. & Lee, H. (2022) turut menegaskan bahwa viskositas menentukan resistansi internal fluida terhadap gaya gesek saat mengalir, yang secara langsung berkaitan dengan kapabilitas pelumas dalam mempertahankan film pelindung di area kritis piston yang bergerak secara resiprokal. Pengendalian viskositas yang baik akan mendukung stabilitas operasi, menekan fluktuasi termal, dan memperpanjang umur pakai piston serta komponen lainnya.

Secara keseluruhan, viskositas pelumas tidak hanya berperan dalam menjaga kinerja mekanis, tetapi juga merupakan faktor utama dalam efisiensi sistem pendinginan piston, yang jika tidak dikelola dengan tepat dapat mengakibatkan penurunan integritas struktural piston dan gangguan operasional mesin secara keseluruhan. Oleh karena itu, pemilihan pelumas berdasarkan klasifikasi viskositas yang sesuai dengan desain mesin dan kondisi operasional menjadi aspek vital dalam sistem manajemen pelumasan kapal.

Berikut adalah beberapa pengaruh air pendingin terhadap keausan piston dan ring piston:

1. Pengurangan Gesekan dan Keausan

Piston bergerak naik turun dalam silinder dengan kecepatan tinggi dan tekanan yang sangat besar. Untuk mengurangi gesekan antara piston dan dinding silinder, pelumas digunakan. Viskositas pelumas mempengaruhi seberapa baik pelumas dapat membentuk lapisan tipis antara permukaan piston dan dinding silinder. Pelumas dengan viskositas yang terlalu rendah akan mengakibatkan lapisan pelumas menjadi terlalu tipis, yang mengarah pada peningkatan gesekan dan keausan. Sebaliknya, viskositas yang terlalu tinggi dapat menyebabkan pelumas sulit untuk mengalir dan mengisi celah-celah kecil, meningkatkan resistansi gerakan piston.

2. Stabilitas Temperatur dan Pengendalian Panas

Piston bekerja pada suhu yang sangat tinggi karena panas yang dihasilkan oleh pembakaran bahan bakar. Pelumas dengan viskositas yang tepat akan membantu dalam pengaturan suhu, menjaga suhu

piston tetap stabil dengan menyerap panas yang dihasilkan dan mencegah terjadinya keausan karena pemanasan berlebih. Pelumas yang terlalu kental pada suhu tinggi bisa menyebabkan gesekan berlebih, sedangkan pelumas yang terlalu cair akan mudah menguap atau teroksidasi, meninggalkan lapisan film pelumas yang tidak memadai.

3. Efisiensi Mesin

Viskositas pelumas juga mempengaruhi efisiensi pembakaran dan keseluruhan performa mesin. Pelumas yang memiliki viskositas yang sesuai dapat mengurangi gesekan, yang pada gilirannya meningkatkan efisiensi bahan bakar dan menurunkan konsumsi bahan bakar. Pada mesin modern, terutama pada mesin dengan beban dan kecepatan tinggi, pelumas yang tepat dengan viskositas yang optimal membantu mesin berjalan lebih halus dan efisien.

H. Pengertian pendingin

Menurut Putra, P. D. (2018) air pendingin adalah air yang digunakan untuk menyerap dan menghilangkan panas yang dihasilkan oleh proses pembakaran dan gesekan mekanis dalam mesin kapal. Mesin induk, yang berfungsi untuk menggerakkan kapal, menghasilkan sejumlah besar panas selama beroperasi, baik akibat pembakaran bahan bakar maupun akibat gesekan antar komponen mesin. Sistem pendinginan yang menggunakan air ini berperan untuk menjaga suhu komponen mesin tetap dalam batas yang aman agar mesin dapat beroperasi secara optimal.

Air pendingin pada mesin induk kapal bisa berasal dari dua sumber:

1. Air Laut

Digunakan pada sistem pendinginan terbuka, di mana air laut langsung digunakan untuk mendinginkan mesin, lalu dikeluarkan kembali ke laut.

2. Air Tawar

Pada sistem tertutup, air tawar digunakan dalam sirkulasi yang tertutup untuk mendinginkan mesin, dan biasanya air ini tidak dibuang ke laut, tetapi didaur ulang dalam sistem.

I. Fungsi pendingin

Secara keseluruhan, air pendingin pada mesin induk kapal memiliki peran yang sangat penting untuk menjaga kinerja, efisiensi, dan umur panjang mesin kapal, serta memastikan operasi kapal tetap berjalan dengan aman dan optimal. Berikut contoh fungsi pendingin:

1. Menjaga Suhu Mesin agar Tetap Stabil

Fungsi utama air pendingin adalah menjaga suhu mesin agar tetap stabil pada tingkat yang aman dan efisien. Tanpa pendinginan yang memadai, mesin akan mengalami overheating, yang bisa merusak komponen-komponen internalnya.

2. Mencegah Overheating (Panas Berlebih)

Mesin induk kapal yang tidak didinginkan dengan baik akan cepat mengalami peningkatan suhu, yang dapat menyebabkan kerusakan pada bagian-bagian penting mesin, seperti silinder, piston, dan turbocharger. Sistem pendinginan berfungsi untuk menjaga suhu mesin pada tingkat yang aman.

3. Meningkatkan Kinerja Mesin

Mesin yang terjaga suhunya akan bekerja lebih efisien. Sistem pendinginan yang optimal memastikan mesin beroperasi pada suhu yang sesuai dengan kinerja terbaiknya, yang berdampak positif pada efisiensi bahan bakar dan tenaga yang dihasilkan.

4. Memperpanjang Umur Mesin

Dengan menjaga suhu mesin tetap stabil, sistem pendinginan juga memperpanjang usia pakai mesin. Mesin yang terus bekerja pada suhu yang terlalu tinggi cenderung mengalami keausan lebih cepat dan risiko kerusakan yang lebih besar.

5. Mengoptimalkan Proses Pembakaran

Suhu mesin yang terkontrol dengan baik memungkinkan proses pembakaran dalam mesin induk kapal berjalan lebih efisien, menghasilkan lebih sedikit polusi dan lebih banyak tenaga dari bahan bakar yang digunakan.

6. Keamanan Operasional

Sistem pendinginan yang efektif juga berfungsi untuk meningkatkan tingkat keamanan operasional kapal. Mesin yang tidak cepat panas akan mengurangi risiko kegagalan mesin yang bisa membahayakan keselamatan kapal dan awaknya.

J. Pengaruh Pendingin Terhadap Piston dan Ring Piston

Menurut Budi, S., & Wibowo, A. (2019). Pengaruh air pendingin pada keausan *piston* dan *ring piston* sangat penting dalam memastikan kinerja mesin tetap optimal dan mengurangi risiko kerusakan pada komponen-komponen tersebut. *Piston* dan *ring piston* merupakan komponen yang sangat terpengaruh oleh suhu mesin, karena mereka berada di dalam ruang pembakaran dan harus bekerja di bawah tekanan dan suhu tinggi. Berikut adalah beberapa pengaruh air pendingin terhadap keausan *piston* dan *ring piston*:

1. Pengaturan Suhu Mesin

Air pendingin membantu menjaga suhu mesin agar tetap stabil dan berada dalam rentang yang aman. Suhu yang terlalu tinggi dapat menyebabkan peningkatan gesekan dan tekanan di sekitar piston dan ring piston, yang pada gilirannya mempercepat keausan. Dengan air pendingin yang berfungsi dengan baik, suhu mesin tetap terjaga pada level optimal (biasanya sekitar 80-90°C pada sebagian besar mesin kapal), yang mengurangi kemungkinan keausan yang disebabkan oleh suhu berlebih.

2. Mengurangi Overheating

Jika sistem pendinginan tidak berfungsi dengan baik dan mesin menjadi terlalu panas (*overheating*), piston dan ring piston akan bekerja di suhu yang lebih tinggi dari yang diinginkan. Ini bisa menyebabkan:

- a. Pemuaian yang berlebihan pada piston, yang membuatnya lebih sulit bergerak di dalam silinder, meningkatkan gesekan.
- b. Penurunan kualitas pelumasan, karena oli pelumas bisa

terdegradasi atau menjadi terlalu tipis akibat suhu yang terlalu tinggi. Dengan adanya air pendingin yang bekerja efektif, risiko overheating dapat diminimalkan, sehingga suhu mesin tetap terjaga dan proses pelumasan berjalan dengan lancar, mengurangi keausan akibat gesekan berlebihan.

4. Mencegah Deformasi Komponen

Suhu yang terlalu tinggi atau tidak stabil dapat menyebabkan komponen mesin, termasuk piston dan ring piston, mengalami deformasi atau perubahan bentuk yang tidak diinginkan. Piston yang memuai atau terdistorsi akibat suhu tinggi dapat menyebabkan ring piston tidak dapat bergerak dengan bebas, sehingga meningkatkan gesekan dan keausan. Dengan sistem pendinginan yang efektif, suhu mesin tetap terkendali, mengurangi risiko deformasi komponen.

5. Mempertahankan Efisiensi Pembakaran

Sistem pendinginan yang baik juga berpengaruh pada kualitas pembakaran. Mesin yang beroperasi pada suhu yang optimal menghasilkan pembakaran yang lebih efisien dan lebih bersih, yang mengurangi pembentukan deposit atau kerak di sekitar piston dan ring piston. Akumulasi deposit dapat menghambat kinerja ring piston dan menyebabkan keausan yang lebih cepat.

6. Keseimbangan Suhu di Seluruh Mesin

Air pendingin juga berperan dalam mendistribusikan suhu secara merata di seluruh mesin. Komponen mesin yang bekerja di bawah suhu yang tidak merata (misalnya, lebih panas di bagian tertentu dari piston) dapat menyebabkan stress termal yang akhirnya berkontribusi pada keausan yang lebih cepat. Dengan adanya sistem pendinginan yang bekerja dengan baik, suhu mesin lebih terdistribusi secara merata, yang mengurangi potensi stress termal pada piston dan ring piston.

7. Efek pada Ketahanan Pelumasan

Sistem pendinginan yang buruk dapat mengakibatkan suhu mesin yang tinggi, yang berisiko merusak kualitas pelumasan.

Pelumas yang terlalu panas akan kehilangan viskositasnya dan tidak dapat melumasi dengan efektif.

K. Kerangka Pikir



L. Hipotesis

Terjadinya disebabkan oleh :

1. Diduga perawatan pada mesin induk tidak semua dengan plan maintenance system
2. Diduga minyak pelumas dan air pendingin pada mesin induk tidak normal.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Tempat Dan Waktu Penelitian

Studi ini dilaksanakan di atas kapal KM. TONASA LINES XVIII selama kurun waktu 12 bulan.

B. Metode Pengumpulan Data

Metode yang diterapkan dalam pengumpulan data untuk penelitian ini mencakup beberapa pendekatan, yaitu:

1. Metode Penelitian Lapangan

Pengumpulan data dilaksanakan melalui pengamatan secara langsung terhadap objek yang menjadi fokus penelitian. Informasi diperoleh melalui:

a. Metode Observasi (pengamatan)

Melalui teknik ini, penulis akan mengadakan sesi tanya jawab secara langsung dengan personel mesin di atas kapal, khususnya Masinis II dan kru lainnya yang berkaitan dengan prosedur perawatan mesin utama.

b. Metode Wawancara (*interview*)

Data sekunder diperoleh dengan cara mempelajari buku panduan (manual book), literatur teknis, jurnal ilmiah, serta berbagai tulisan lain yang relevan dengan topik tekanan kompresi pada mesin utama guna mendapatkan dasar teori yang mendukung penelitian ini.

2. Metode Penelitian Pustaka (*library research*)

Penulis mengumpulkan informasi dengan menelaah panduan teknis, referensi ilmiah, buku-buku, jurnal akademik, serta berbagai sumber tulisan lain yang membahas topik tekanan kompresi pada mesin utama, guna membangun dasar teoritis sebagai pijakan dalam pelaksanaan penelitian

C. Jenis Dan Sumber Data

Guna meninjau kelengkapan dalam penyusunan bagian pembahasan ini, penulis memanfaatkan berbagai jenis data serta sumber informasi yang relevan sebagaimana dijelaskan berikut ini:

1. Data Primer

- a. *Log Book kapal*, berisi informasi tentang kegiatan pemeliharaan dan perbaikan mesin utama selama berada di atas kapal.
- b. *Metode Survey*, yaitu dengan melakukan pengamatan langsung serta pencatatan di lokasi tempat penelitian berlangsung.

2. Data Sekunder

Merupakan informasi pendukung yang melengkapi data utama, diperoleh dari hasil pengujian mesin saat uji coba pelayaran (sea trial) dan dokumentasi teknis dalam buku manual.

D. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif sebagai metodologinya. Berbeda dengan teknik eksperimental, metode ini didasarkan pada filosofi postpositivisme dan digunakan untuk meneliti hal-hal yang ada dalam situasi alamiah (Muri Yusuf, 2017). Alat utama dalam penelitian ini adalah peneliti, dan teknik triangulasi—yaitu, mengintegrasikan banyak pendekatan—digunakan untuk memperoleh data. Metode induktif dan kualitatif digunakan untuk menganalisis data, dengan penekanan pada pemahaman mendalam sebagai lawan dari generalisasi. Dengan meneliti orang, organisasi, atau peristiwa tertentu secara keseluruhan, penelitian deskriptif kualitatif bertujuan untuk mengkarakterisasi, mengklarifikasi, dan menawarkan penjelasan menyeluruh tentang masalah yang sedang diselidiki

F. Jadwal Penelitian

Tabel 3. 1 Jadwal Penelitian

No	Kegiatan	TAHUN 2022/2023											
		BULAN											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Pengumpulan bukureferensi												
2	Pemilih judul												
3	Penyusunan Proposal dan bimbingan												
4	Seminar proposal												
5	Perbaikan seminar proposal												
6	Pengambilan data (PRALA)												
TAHUN 2023/2024													
7	Pengambilan data(PRALA)												
TAHUN 2024													
8	Seminar hasil												