SKRIPSI

ANALISIS MENURUNNYA TEKANAN KOMPRESI MESIN INDUK DI KAPAL MV. NOAH ASYERA

DEWA GEDE NARENDRA KUSUMA

NIT : 21.42.009

TEKNIKA

PROGRAM PENDIDIKAN DIPLOMA IV PELAYARAN

POLITEKNIK ILMU PELAYARAN MAKASSAR

TAHUN 2025

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Nama : Dewa Gede Narendra Kusuma

Nomor Induk Taruna : 21.42.009

Program Studi : Teknika

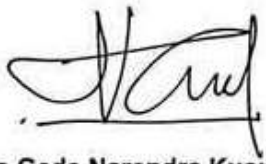
Menyatakan bahwa skripsi dengan judul:

Analisis Menurunnya Tekanan Kompresi Mesin Induk di Kapal MV. NOAH ASYERA

Tulisan ini sepenuhnya hasil pemikiran pribadi. Semua pemaparan yang ada di dalamnya kecuali yang berhubungan dengan topik umum atau kutipan yang telah disebutkan secara jelas merupakan hasil olah pikir mandiri.

Jika di waktu mendatang ternyata pernyataan ini terbukti tidak sesuai dengan kenyataan, maka saya siap menanggung segala konsekuensi sesuai aturan yang berlaku di Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.

Makassar, 16 Februari 2025



Dewa Gede Narendra Kusuma

NIT: 21.42.009

ii

ANALISIS MENURUNNYA TEKANAN KOMPRESI MESIN INDUK DI KAPAL MV. NOAH ASYERA

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Menyelesaikan

Program Pendidikan Diploma IV Pelayaran

Program Studi Teknika

Disusun dan Diajukan oleh

DEWA GEDE NARENDRA KUSUMA

NIT. 21.42.009

PROGRAM PENDIDIKAN DIPLOMA IV PELAYARAN

POLITEKNIK ILMU PELAYARAN MAKASSAR

TAHUN 2025

SKRIPSI

ANALISIS MENURUNNYA TEKANAN KOMPRESI MESIN INDUK DI KAPAL MV. NOAH ASYERA

Disusun dan Diajukan Oleh

DEWA GEDE NARENDRA KUSUMA

NIT. 21.42.009

Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Skripsi

Pada Tanggal 19 Maret 2025

Menyetujui,

Pembimbing I	Pembimbing II
Ir. Suyuti, M.Si., M.Mar.E	**Wati Rimalia, M.Kom.**
NIP. 19680508 200212 1 002	**NIP.**

Mengetahui:

a.n. Direktur Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar Pembantu Direktur I	Ketua Program Studi TEKNIKA
Capt. Faisal Saransi, Mt., M. Mar.,	**Ir. Alberto, S.Si.T., M.Mar.E.,M.A.P**
NIP. 19750329 199903 1 002	**NIP.19760409 200604 1 001**

KATA PENGANTAR

Tidak henti-hentinya puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul **"ANALISIS MENURUNNYA TEKANAN KOMPRESI MESIN INDUK DI KAPAL MV. NOAH ASYERA"**

Dalam penyusunan skripsi ini penulis menyadari masih terdapat banyak kekurangan baik dari penggunaan kalimat, segi bahasa, cara penulisan, waktu dan data yang di peroleh maupun keterbatasan penulis dalam menguasai materi. Penulis senantiasa menerima kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan skripsi ini.

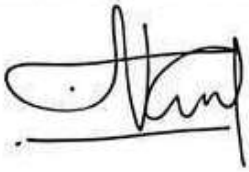
Pada kesempatan ini, atas dorongan dan bantuan baik dari segi spiritual maupun materil dari semua pihak kepada penulis, penulis mengucapkan terima kasih dengan segenap kerendahan hati. Penulis mengucapkan terima kasih terutama kepada :

1. Bapak Capt. Rudy Susanto, M.Pd selaku Direktur Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar;
2. Bapak Capt. Faisal Saransi, Mt., M. Mar. selaku Pembantu Direktur I Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar;
3. Bapak Dr. Capt. Moh Aziz Rohman, M.M., M.Mar. selaku Pembantu Direktur II Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar;
4. Ibu Capt. Oktavera Sulistiana, M.T.,M.Mar. selaku Pembantu Direktur III Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar;
5. Bapak Ir. Alberto, S.Sit.T., M.Mar.E., M.A.P. selaku Ketua Program studi Teknika Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar;
6. Bapak Ir. Suyuti, M.SI., M.Mar.E. selaku Dosen Pembimbing I penulis yang selalu mengarahkan dan membimbing penulis selama penulis menyusin dan menyelesaikan skripsi ini;

7. Ibu Wati Rimalia, M.Kom. selaku Dosen Pembimbing II selama proses penyusunan skripsi ini;
8. Para Dosen dan Staff Pengajar Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar;
9. Seluruh Crew MV. NOAH ASYERA yang terlibat dalam proses pengumpulan data selama penulis melaksanakan penelitian.
10. Kepada kedua orang tua penulis, Bapak Ir. Dewa Made Tjahyadi dan Ibu Gusti Ayu Putu Dewi Anggreni dan seluruh saudara penulis yang telah menyemangati dan memberikan Doa selama penulis menyelesaikan skripsi ini.
11. Rekan saya Made Vionica Sasmitha Wikananda yang senantiasa membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini;
12. Seluruh rekan Taruna (i) Angkatan XLII, Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.

Dan akhirnya penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca pada umumnya dan bagi penulis pada khususnya. Semoga Tuhan Yang Maha Esa senantiasa melindungi dan memberkati kita semua.

Makassar, 16 Maret 2025



Dewa Gede Narendra Kusuma

NIT: 21.42.009

d with CamScanner

vi

ABSTRAK

DEWA GEDE NARENDRA KUSUMA, 2024. Analisis Menurunnya Tekanan Kompresi Mesin Induk di Kapal MV. NOAH ASYERA (dibimbing oleh Ir. Suyuti, M.SI., M.Mar.E dan Wati Rimalia, M.Kom).

Tekanan kompresi merujuk pada proses pemampatan udara dalam ruang bakar yang diiringi dengan penginjeksian bahan bakar, yang selanjutnya memicu terjadinya pembakaran. Peran tekanan kompresi sangat vital dalam operasional mesin induk; penurunan tekanan kompresi akan memengaruhi kinerja mesin induk tersebut. Tulisan ini terinspirasi dari kejadian nyata yang dialami penulis selama pelayaran dari Bontang ke Dumai. Fokus utama kajian ini yaitu mengungkap penyebab melemahnya daya tekan kompresi pada penggerak utama kapal MV. NOAH ASYERA.

Kajian ini dilakukan langsung di atas kapal MV. NOAH ASYERA milik PT. Solusi Pelayaran Nusantara dalam kurun waktu kurang lebih satu tahun. Pendekatan yang digunakan bersifat deskriptif dengan orientasi kualitatif, di mana informasi dikumpulkan melalui bahan utama maupun referensi pendukung. Proses penggalian data melibatkan pengamatan langsung, percakapan terarah, serta pencatatan arsip guna menjamin keakuratan informasi yang dihimpun.

Dari temuan di lapangan, penyebab dominan berkurangnya tekanan kompresi pada penggerak utama berasal dari ausnya ring piston akibat minimnya oli pada dinding silinder. Langkah penanganan yang dilakukan mencakup penggantian ring piston serta optimalisasi sistem pelumasan pada bagian tersebut.

***Kata Kunci** : Tekanan Kompresi, Mesin Induk, Ring Piston, Pelumasan*.

ABSTRACT

DEWA GEDE NARENDRA KUSUMA, 2024. Analysis of Decreasing Compression Pressure of Main Engine on MV. NOAH ASYERA (mentored by Ir. Suyuti, M.SI., M.Mar.E and Wati Rimalia, M.Kom).

Compression pressure refers to the process of compressing air within the combustion chamber, along with fuel injection, which ultimately triggers the combustion process. Compression pressure is vital to ensuring optimal function of the main engine, and any drop in this parameter directly impacts its overall efficiency. This research stems from the author's firsthand observations while onboard during the journey between Bontang and Dumai. The core objective of this study is to investigate the root causes behind the declining compression pressure in the main engine of the MV. NOAH ASYERA.

The research was conducted over the span of about one year aboard the MV. NOAH ASYERA, a vessel operated by PT. Solusi Pelayaran Nusantara. A qualitative descriptive method served as the foundation for this study, utilizing information drawn from firsthand experiences as well as supporting references. Data gathering was carried out through direct observation, structured interviews, and review of relevant records to maintain data reliability and accuracy.

The findings of the study indicate that the primary cause of reduced compression pressure in the main engine is a damaged piston ring, which resulted from insufficient lubrication on the cylinder liner. To address this issue, the solution involved replacing the piston ring and enhancing lubrication on the cylinder liner.

Keywords: *Compression Pressure, Main Engine, Piston Ring, Lubrication.*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL		i
HALAMAN PERNYATAAN		ii
HALAMAN PERSETUJUAN		iii
HALAMAN PENGESAHAN		iv
KATA PENGANTAR		v
ABSTRAK		vii
ABSTRACT		viii
DAFTAR ISI		ix
DAFTAR GAMBAR		xi
BAB I	PENDAHULUAN	1
	A. Latar Belakang	1
	B. Rumusan Masalah	5
	C. Batasan Masalah	5
	D. Tujuan Penelitian	5
	E. Manfaat Penelitian	6
BAB II	TINJAUAN PUSTAKA	7
	A. Pengertian Kompresi	7
	B. Perbandingan Kompresi	9
	C. Diagram PV Mesin Diesel 4 Tak dan 2 Tak	10
	D. Pengertian Mesin Diesel	11
	E. Prinsip Kerja Mesin Induk	12

F. Komponen Mesin Induk Yang Berpengaruh Terhadap Tekanan Tekanan Kompresi 20
G. Sistem Pelumasan 29
H. Kerangka Pikir Penelitian 31
I. Hipotesis 32
BAB III METODE PENELITIAN 33
A. Tempat dan Waktu Penelitian 33
B. Definisi Operasional Variabel 33
C. Populasi dan Sampel 33
D. Metode Pengumpulan Data 34
E. Jenis dan Sumber Data 34
F. Metode Analisis 35
G. Jadwal Pelaksanaan Penelitian 36
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN MASALAH 38
A. Sejarah Singkat MV. Noah Asyera 38
B. Mesin Penggerak Utama 39
C. Data Spesifikasi Mesin Penggerak Utama 39
D. Analisis Data 40
E. Pembahasan Masalah 49
BAB V PENUTUP 56
A. Kesimpulan 56
B. Saran 57
DAFTAR PUSTAKA 58
RIW AYAT HIDUP 69

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Perbandingan Kompresi 7

Gambar 2.2 Diagram PV Mesin Diesel 4 Tak 9

Gambar 2.3 Diagram PV Mesin Diesel 2 Tak 9

Gambar 2.4 Langkah Hisap (*Intake*) 11

Gambar 2.5 Langkah Kompresi 12

Gambar 2.6 Langkah Usaha (*Power*) 13

Gambar 2.7 Langkah Buang (*Exhaust*) 14

Gambar 2.8 Langkah hisap dan kompres 16

Gambar 2.9 Langkah ekspansi dan buang 17

Gambar 2.10 *Piston Crown* 19

Gambar 2.11 Piston Skirt 21

Gambar 2.12 *Ring Piston* 22

Gambar 2.13 Pegas Terpotong Miring 25

Gambar 2.14 Pegas Duplex 25

Gambar 2.15 Perbandingan Kompres Pegas Terpotong Tegak 26

Gambar 2.16 Sistem Pelumasan M/E 2 Tak 27

Gambar 3.1 Tabel Jadwal Penelitian 29

Gambar 4.1 Mesin Penggerak Utama 32

Gambar 4.2 Tabel Standar Tekanan Kompresi (Pcom) Mesin Induk (Mpa) 34

Gambar 4.3 Tabel Standar Tekanan Kompresi (Pcom) Konversi ke (kg/cm^2) 35

Gambar 4.4 Data Pcom Sebelum Perbaikan 37

Gambar 4.5 Data Pcom Sebelum Perbaikan 39

Gambar 4.6 Data Pcom Setelah Perbaikan 45

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Bidang transportasi memiliki peran krusial dalam mendukung kelancaran kegiatan sehari-hari masyarakat, baik dalam skala domestik maupun internasional. Di Indonesia, pentingnya sistem transportasi semakin menonjol karena kondisi geografis yang unik. Indonesia, sebagai negara maritim terbesar di dunia, terbentuk dari jutaan hektare wilayah yang mencakup ribuan pulau yang terbentang luas di seluruh nusantara, mulai dari wilayah besar hingga pulau-pulau kecil di berbagai penjuru, di mana sekitar dua pertiga wilayahnya terdiri atas perairan. Kondisi ini menjadikan jalur laut sebagai moda transportasi utama yang tidak tergantikan (Kadarisman, dkk, 2016). Pengangkutan laut berfungsi sebagai elemen strategis dalam memperlancar arus perpindahan manusia, logistik, serta layanan antarwilayah, khususnya di wilayah yang sulit dijangkau oleh moda darat dan udara. Dengan lebih dari 17.000 pulau yang tersebar di seluruh penjuru negeri, transportasi laut menjadi elemen utama dalam menunjang pertumbuhan ekonomi nasional. Moda ini juga menjadi solusi unggulan dalam distribusi muatan berkapasitas besar karena keunggulan efisiensi dan biaya operasional yang lebih rendah dibandingkan pilihan transportasi lainnya.

Seiring berjalannya waktu, sektor transportasi laut mengalami kemajuan yang luar biasa, untuk menunjang perkembangan tersebut maka diperlukan sebuah kapal yang dapat beroprasi guna menunjang proses trasnportasi tersebut. Hal ini sebagaimana disampaikan oleh (Hamidi, dkk, 2023), bahwa kapal menjadi bagian penting dalam sistem transportasi nasional. Selain itu, kapal juga memiliki peran vital sebagai alat angkut barang dan Fasilitas transportasi utama yang berfungsi

Sebagai sarana untuk mengangkut muatan atau barang dari satu pelabuhan menuju pelabuhan lainnya.

Mengacu pada Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 17 Tahun 2008 mengenai pelayaran, kapal diartikan sebagai alat angkut yang beroperasi di wilayah perairan, memiliki beragam bentuk serta tipe, dan dapat digerakkan oleh tenaga mesin, angin, maupun sumber energi alternatif lainnya, serta mencakup unit yang ditarik, ditunda, atau memiliki kemampuan untuk mengapung secara mandiri. Definisi ini juga meliputi kendaraan bawah laut, struktur terapung yang bersifat tetap, serta alat transportasi air berteknologi daya dukung dinamis. Seiring perkembangan teknologi, mayoritas kapal modern kini mengandalkan mesin penggerak, salah satu yang paling umum digunakan adalah mesin diesel (diesel engine).

Khusniawati dan Pallipui (2020) menyampaikan bahwa mesin diesel digolongkan ke dalam jenis mesin pembakaran internal karena proses pelepasan energi terjadi langsung dalam ruang silinder melalui pembakaran bahan bakar. Di sektor pelayaran, mesin jenis ini kerap dipilih sebagai penggerak utama kapal karena kelebihannya dalam menghemat konsumsi bahan bakar serta kemudahan dalam pengoperasian, sehingga banyak digunakan dibandingkan jenis mesin lainnya. Keistimewaan mesin diesel terletak pada cara kerjanya yang berbeda dibanding sistem lain. Proses pembakarannya mengikuti prinsip fisika yang dikenal sebagai hukum Charles, di mana peningkatan tekanan saat udara dikompresi menyebabkan suhu naik secara signifikan. Hasil pembakaran tersebut menghasilkan energi panas yang dikonversi menjadi tenaga mekanis, mendorong piston untuk bergerak dan memutar crankshaft, yang selanjutnya menggerakkan baling-baling kapal. Karena sistem ini mengandalkan tekanan kompresi sebagai inti pembakarannya, kualitas kinerja mesin sangat dipengaruhi oleh tingkat tekanan yang dihasilkan.

Dalam artikel yang diterbitkan oleh Purnomo dan Munahar (2019) di jurnal *Quantum Teknika*, dijelaskan bahwa tahap kompresi pada mesin diesel merupakan momen di mana udara di dalam silinder mengalami peningkatan tekanan sekaligus suhu secara signifikan. Tidak seperti mesin bensin yang mencampurkan bahan bakar dan udara sejak awal, sistem pada mesin diesel hanya memampatkan udara tanpa adanya bahan bakar dalam fase ini. Proses pemampatan ini menghasilkan suhu tinggi yang cukup untuk membakar bahan bakar secara otomatis Saat bahan bakar cair disuntikkan ke ruang bakar di penghujung proses kompresi.

Seiring berjalannya waktu dan bertambahnya jam operasi mesin, kerusakan dapat terjadi akibat keausan pada komponen-komponen mesin. Penelitian oleh Hendri Saputra (2017) mencatat kasus di kapal *MT. Reinhold Schulte* yang mengalami masalah selama pelayaran dari Singapura ke Taiwan. Pada mesin induk silinder nomor 6, Ditemukan ketidakwajaran berupa peningkatan suhu pada gas buang serta kemunculan suara ketukan yang biasa disebut dengan istilah diesel knocking. Sebagai langkah awal, katup indikator silinder nomor 6 dibuka, dan terlihat butiran-butiran membara hasil pembakaran yang tidak sempurna. Ketika katup indikator silinder lain dibuka untuk perbandingan, butiran tersebut tidak ditemukan. Untuk memastikan kondisi mesin, dilakukan pengukuran menggunakan alat *Diagram Indikator* yang dipasang pada katup indikator. Hasil pemeriksaan menunjukkan adanya gangguan pada silinder nomor 6 akibat penurunan tekanan kompresi, yang berdampak pada berkurangnya tenaga yang dihasilkan. Penurunan ini terlihat dari tekanan maksimal (Pmax) silinder nomor 6 yang normalnya mencapai 130 bar, turun menjadi 122 bar. Jika kondisi serupa terjadi pada semua silinder, tenaga dorong mesin induk dipastikan akan menurun secara signifikan.

Penurunan tekanan kompresi pada mesin induk bisa juga terjadi karena keausan pada ring piston yang telah melebihi jam kerja serta

kebocoran pada exhaust valve seperti yang dijelaskan oleh (Widodo, 2023) dalam penelitiannya yang berjudul Pada penelitian berjudul " Peningkatan Efisiensi Pembakaran pada Mesin Induk Demi Mendukung Operasi MV. Express 61 Secara Lancar," ditemukan bahwa selama pelayaran kapal MV. Express 61 di wilayah Saudi Aramco, mesin induk mengalami masalah yang menyebabkan suhu gas buang meningkat hingga mencapai 400 ºC yang dimana menurut standar manual book suhu gas buang normal pada mesin tersebut adalah 380 ºC. Setelah dilakukan pengambilan diagram (P-V) ditemukan hasil bahwa tekanan kompresi pada mesin induk mengalami penurunan dari 34.0 bar (kondisi normal) menjadi 30.5 bar. Hal ini menyababkan keterlambatan proses pengorasian kapal yang mengakibatkan kapal tersebut mendapatkan claim serta teguran dari pihak pencarter.

Penulis memilih topik ini karena mesin induk adalah komponen yang pasti ada di setiap kapal, sehingga memudahkan penulis dalam melakukan penelitian. Selain itu, tekanan kompresi memiliki peranan yang sangat penting untuk diperhatikan, mengingat tekanan tersebut langsung mempengaruhi daya dorong kapal. Penurunan tekanan kompresi dapat berdampak negatif pada kinerja daya dorong kapal.

Sehubungan dengan pentingnya tekanan kompresi pada sebuah mesin serta pengalaman penulis saat melaksanakan PRALA di atas kapal yang dimana terjadi penurunan tekanan kompresi pada mesin induk, penulis tertarik mengangkat permasalahan tersebut dan menuangkannya dalam bentuk penelitian karya ilmiah atau skripsi dengan judul ***‘’ANALISIS MENURUNNYA TEKANAN KOMPRESI MESIN INDUK DI KAPAL MV. NOAH ASYERA”***

B. Rumusan Masalah

Mengacu pada uraian dalam latar belakang, fokus permasalahan utama yang diangkat dalam penelitian ini dirumuskan sebagai berikut:

1. Faktor-faktor yang menyebabkan penurunan tekanan kompresi pada mesin utama kapal.
2. Tindakan yang dapat diambil untuk mencegah penurunan tekanan kompresi pada mesin utama kapal.
3. Dampak yang ditimbulkan jika mesin utama kapal mengalami penurunan tekanan kompresi.

C. Batasan Masalah

Agar fokus pembahasan lebih jelas, penulis membatasi kajian pada faktor-faktor yang memicu penurunan tekanan kompresi pada mesin utama kapal. Pembahasan akan terpusat pada penyebab penurunan tekanan kompresi yang disebabkan oleh kerusakan pada ring piston, yang terjadi akibat kurangnya pelumasan pada liner silinder.

D. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mencapai hal-hal berikut:

1. Untuk Menganalisis berbagai penyebab menurunnya tekanan kompresi pada mesin induk kapal.
2. Untuk mengetahui langkah-langkah yang dapat diambil guna mencegah penurunan tekanan kompresi pada mesin induk kapal.
3. Untuk memahami dampak yang dapat timbul Jika mesin induk di kapal mengalami penurunan pada tekanan kompresinya.

E. Manfaat Penelitian

1. Manfaat Teoritis

   Penelitian ini diharapkan dapat memperluas pemahaman dan pengetahuan mengenai penurunan tekanan kompresi pada mesin utama kapal, serta memberikan kontribusi dalam pengembangan teori di lingkungan akademik.

2. Manfaat Praktis

   a. Studi ini diharapkan mampu memperkaya wawasan penulis sebagai calon perwira mesin kapal, terutama dalam mempersiapkan diri menghadapi situasi teknis serupa di kemudian hari.
   b. Memberikan wawasan kepada pembaca tentang cara-cara mengatasi masalah yang timbul akibat penurunan tekanan kompresi pada mesin induk melalui solusi yang diusulkan.
   c. Menyediakan informasi penting mengenai faktor penyebab penurunan tekanan kompresi pada mesin induk, yang dapat bermanfaat bagi rekan-rekan mahasiswa/i, terutama bagi mereka yang akan melakukan praktek laut.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Pengertian Kompresi

Menurut Muhammad, F. M. (2024), kompresi merupakan tahap di mana perpaduan antara udara dan bahan bakar dipadatkan di ruang pembakaran. Performa mesin utama sangat bergantung tingkat tekanan kompresi yang ideal, karena energi maksimum dihasilkan ketika pembakaran terjadi pada suhu yang sesuai. Selama fase ini, piston bergerak dari posisi terendah (TMB) menuju titik tertinggi (TMA) untuk memadatkan campuran tersebut, tekanan kompresi tercipta. Bagian utama yang memampatkan bensin dan udara untuk menciptakan gaya gas yang menggerakkan mesin adalah piston.

Dengan mengurangi volumenya, udara dikompresi selama proses kompresi, sehingga meningkatkan suhu dan tekanan. Proses pembakaran terjadi ketika panas dari udara terkompresi bereaksi dengan bahan bakar yang diinjeksikan. Pada tahap ini, keseimbangan antara udara dan bahan bakar harus optimal agar proses pembakaran berlangsung maksimal. Tekanan rata-rata yang muncul akibat pergerakan piston dalam ruang bakar dikenal dengan istilah tekanan kompresi.

Terdapat dua jenis tekanan kompresi, yaitu:

1. Tekanan Kompresi Motorik

   Pengukurannya pada mesin dilakukan dengan menggunakan alat yang disebut compression tester. Alat ini dipasang pada lubang busi dengan kondisi katup gas terbuka sepenuhnya. Pengukuran dilakukan dengan menyalakan starter selama 10-15 detik hingga angka tertinggi tercatat pada skala alat.

   Tekanan kompresi motorik merujuk pada tekanan yang terjadi selama proses pemadatan Perpaduan udara dan bahan bakar di

ruang pembakaran mesin internal. Tekanan ini merupakan faktor penting yang memengaruhi kinerja mesin, baik pada mesin bensin maupun diesel. Dalam mesin pembakaran dalam, langkah kompresi terjadi sebelum proses pembakaran dimulai. Pada tahap ini, Piston naik untuk menekan campuran udara dan bahan bakar, menghasilkan kondisi yang lebih padat dan terkonsentrasi.

Tekanan kompresi motorik yang optimal memiliki dampak yang baik pada mesin, seperti:

a. Efisisensi Pembakaran

   Tekanan kompresi yang optimal memastikan Campuran udara dan bahan bakar terbakar secara optimal, yang selanjutnya meningkatkan efisiensi proses pembakaran.

b. Daya Mesin

   Tekanan kompresi yang sesuai sangat penting untuk menghasilkan daya mesin yang maksimal.

c. Efisiensi Bahan Bakar

   Pembakaran yang lebih efisien membantu memanfaatkan energi bahan bakar secara optimal, sehingga mengurangi konsumsi bahan bakar

d. Mencegah Detonasi dan Knocking

   Tekanan kompresi yang terlalu tinggi dapat menyebabkan detonasi atau knocking yang berpotensi merusak mesin.

2. Tekanan Kompresi Pembakaran

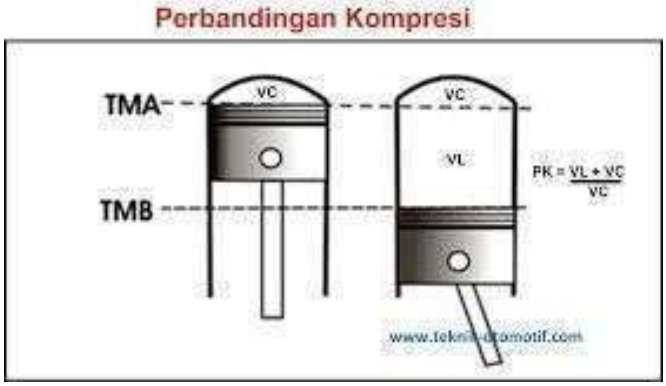
   Saat kapal berlayar dan mesin bekerja pada kapasitas penuh atau kinerja puncak, tekanan ini diukur. Pengukur kompresi, yang sering dipasang pada kepala silinder, tidak dapat mengukur tekanan ini secara langsung, berbeda dengan tekanan motor. Nilai tekanan kompresi ini bisa mencapai hingga sepuluh kali lipat lebih tinggi dibandingkan dengan tekanan motorik.

Tekanan kompresi pembakaran merujuk pada tekanan yang terbentuk ketika Perpaduan antara udara dan bahan bakar (atau hanya udara pada mesin diesel) dimampatkan dalam ruang bakar mesin pembakaran dalam. Proses ini berlangsung selama langkah kompresi pada siklus empat langkah mesin bensin (otto) atau selama fase kompresi pada mesin diesel. Tekanan kompresi pembakaran memiliki peran penting dalam efisiensi dan kinerja optimal mesin pembakaran dalam.

B. Perbandingan Kompresi

Rasio kompresi merupakan angka yang diperoleh Dari rasio antara volume langkah piston dengan total kapasitas silinder mesin, yang meliputi ruang bakar dan volume langkah piston.

Gambar 2.1 Perbandingan Kompresi



Sumber : (www.teknik.otomotif.com)

Untuk menghitung perbandingan kompresi sebuah mesin dapat dilakukan dengan menggunakan rumus:

PK = (VL + VC) : VC

Keterangan :

PK = Perbandingan kompresi (*Compression Ratio*)

VL = Volume langkah piston

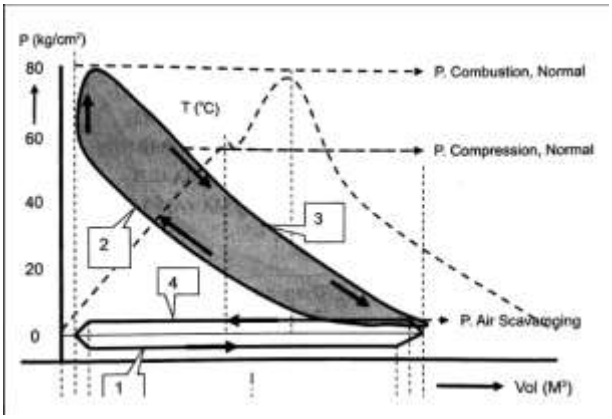
VC = Volume ruang bakar atau volume kompresi

C. Diagram PV Mesin Diesel 4 Tak dan 2 Tak

Proses udara dengan tekanan yang tetap dikenal sebagai siklus Diesel. Secara umum, mesin diesel dirancang untuk mengikuti siklus ideal Diesel, yang memiliki beberapa kesamaan dengan siklus Otto, tetapi berbeda dalam cara energi panas (kalor) dimasukkan ke dalam sistem. Dalam siklus Diesel, pemasukan kalor dilakukan pada kondisi tekanan konstan, sedangkan dalam siklus Otto, kalor dimasukkan pada volume konstan.

Perbedaan utama antara kedua siklus ini adalah jumlah energi panas (qm) yang masuk ke dalam sistem. Dalam siklus Diesel, panas ditambahkan secara perlahan selama langkah ekspansi awal pada tekanan konstan, menghasilkan efisiensi yang sedikit berbeda dibandingkan dengan siklus Otto. Hal ini disebabkan oleh perbedaan dalam proses pembakaran dan rasio kompresi yang digunakan pada kedua siklus tersebut.

Gambar 2.2 Diagram PV Mesin Diesel 4 Tak

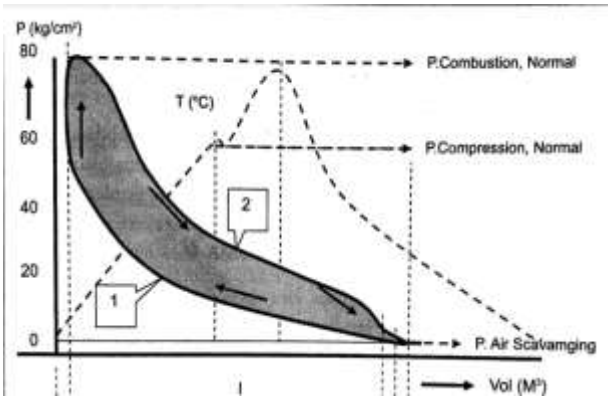


Sumber : (Handoyo, 2015)

Keterangan :

1. Piston bergerak dari TMA ke TMB = tahap pengisian udara bersih
2. Piston bergerak dari TMB ke TMA = tahap pemadatan udara
3. Piston bergerak dari TMA ke TMB = tahap pelebaran gas atau tenaga
4. Piston bergerak dari TMB ke TMA = tahap pembuangan gas sisa

Gambar 2.3 Diagram PV Mesin Diesel 2 Tak



Sumber : (Handoyo, 2015)

Keterangan:

1. Pergerakan piston dari TMA ke TMB melibatkan proses ekspansi gas, pembuangan, dan pengisian dengan gas baru."
2. "Pergerakan piston dari TMB ke TMA mencakup pemasukan udara bersih serta tahap kompresi.

D. Pengertian Mesin Diesel

Mesin pembakaran dalam merupakan jenis mesin di mana proses pembakaran berlangsung di dalam ruang mesin (Tanadi et al., 2022). Setelah udara bersih dikompresi dalam ruang silinder, suhu dan tekanannya meningkat, yang kemudian memicu dimulainya pembakaran. Pembakaran terjadi Ketika bahan bakar disemprotkan atau dialirkan ke ruang silinder dalam bentuk kabut.

Mesin diesel memiliki beberapa ciri khas, yaitu:

1. Hanya udara yang masuk dan mengalami kompresi.
2. Bahan bakar disemprotkan ke ruang pembakaran dalam bentuk kabut yang sangat halus.
3. Proses pembakaran berlangsung tanpa membutuhkan alat tambahan

Gagasan yang dikemukakan oleh Rudolf Diesel (1859–1891) menyatakan bahwa Zat pembakar disemprotkan ke udara yang telah dipanaskan terlebih dahulu sebagai kabut halus, sementara piston di dalam silinder memampatkan udara yang dibutuhkan untuk pembakaran. Pada proses terakhir kompresi, zat pembakar dan udara telah digabungkan secara tepat. Banyak orang menyebut mesin diesel sebagai "mesin kompresi udara" atau "mesin semprot". Penyemprotan zat pembakar terjadi pada akhir langkah kompresi, sementara pembakaran zat pembakar terjadi di dalam silinder. Bahan bakar dapat menyala sendiri tanpa bantuan sumber pengapian eksternal karena tekanan udara dan suhu tinggi menjelang akhir kompresi.

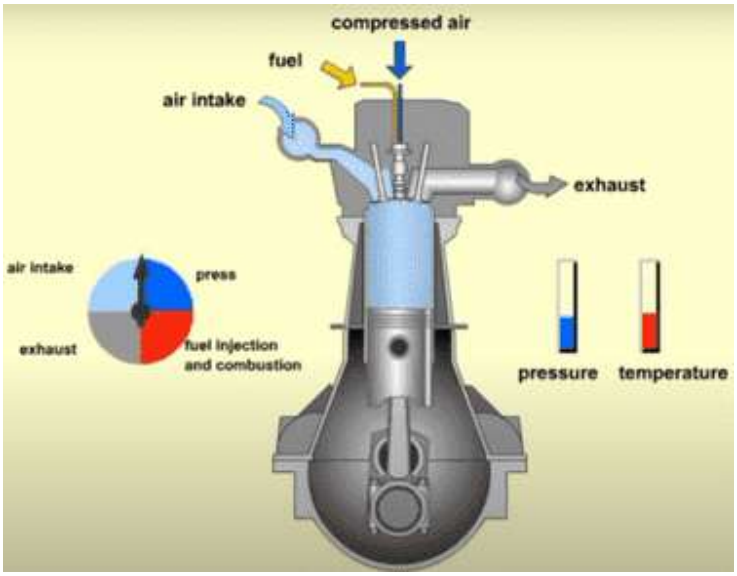
E. Prinsip Kerja Mesin Induk

1. Mesin 4 TAK

   Dijelasakan oleh Handoyo (2015), Proses operasional mesin diesel 4 dan 2 TAK dapat dijelaskan sebagai beriku:

a. Langkah Hisap (*Intake*)

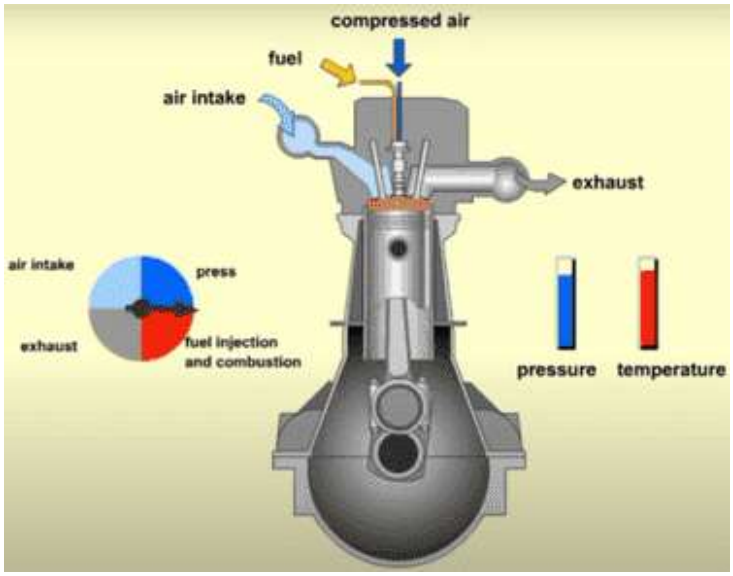
Gambar 2.4 Langkah Hisap (*Intake*)



1) Dimulai dari Titik Mati Atas (TMA), piston bergerak ke arah Titik Mati Bawah (TMB) sebagai gerakan awal yang didorong oleh dua hal: a) Putaran crankshaft yang digerakkan oleh motor listrik, dan b) Tekanan dari udara bantu (air starting) yang mendorong piston, lalu berlanjut mengikuti siklus pembakaran.
2) Katup masuk mulai terbuka sekitar 25 derajat sebelum piston mencapai TMA.
3) Katup buang akan tertutup kira-kira 20 derajat setelah piston melewati TMA.
4) Ketika katup berada dalam posisi terbuka, udara segar mulai mengalir masuk ke ruang silinder..
5) Karena tekanan di dalam silinder lebih rendah dibandingkan tekanan atmosfer luar (1 atm), piston berperan seperti pompa yang menyedot udara ke dalam silinder.
6) Volume di atas piston bertambah, menyebabkan penurunan tekanan, sehingga udara segar dengan mudah terdorong masuk untuk mengisi ruang pembakaran.
7) Piston mencapai posisi titik mati bawah (TMB)

b. Langkah Kompresi (*Compression*)

Gambar 2.5 Langkap Kompresi (*compression*)



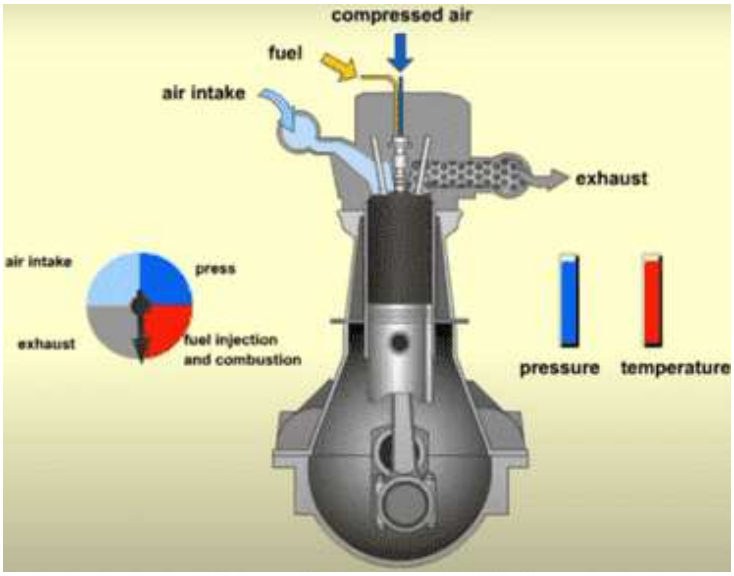
Sumber : (youtube nue azzahra)

1) Proses dimulai saat piston bergerak naik dari Titik Mati Bawah (TMB) menuju Titik Mati Atas (TMA).
2) Sekitar 30 derajat setelah melewati TMB, Katup masuk tertutup untuk menjaga agar udara terperangkap di dalam silinder.
3) Udara bersih yang tertahan di atas piston kemudian dipadatkan, menghasilkan tekanan hingga 40 bar (kg/cm²) dan temperatur sekitar 400°C—suhu ini cukup tinggi untuk menyalakan bahan bakar gas.
4) Ketika piston hampir mencapai TMA, kira-kira 10 derajat sebelumnya, bahan bakar cair dialirkan melalui sistem pompa Bosch dan disemprotkan ke dalam ruang bakar dengan tekanan antara 250–400 kg/cm².
5) Kabut bahan bakar yang tersebar dalam silinder segera bereaksi dengan udara panas bertekanan tinggi, memulai proses pembakaran internal.

6) Setelah piston melampaui TMA beberapa derajat, hasil pembakaran menghasilkan edakan yang mendorong piston turun dan menggerakkan putaran crankshaft—fase ini dikenal sebagai langkah usaha atau power stroke..

c. Langkah Usaha (*Power*)

Gambar 2.6 Langkah Usaha (*Power*)



Sumber : (youtube nue azzahra)

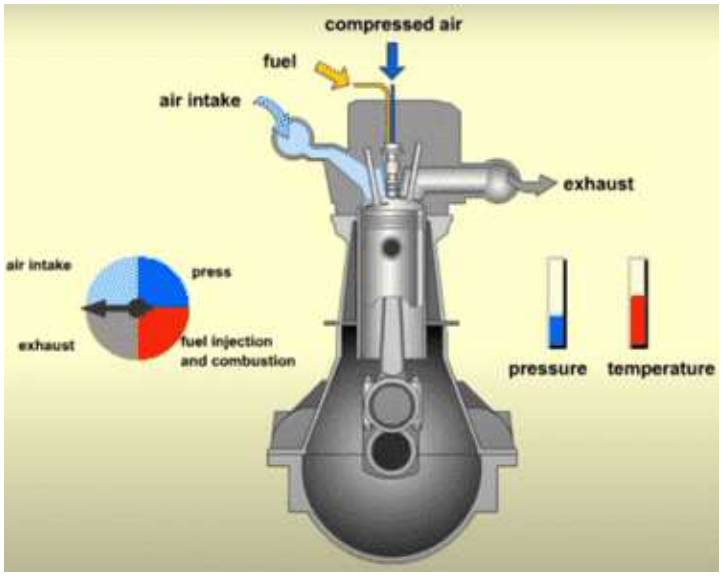
1) Proses ledakan di dalam silinder menghasilkan energi potensial yang menjadi sumber utama dalam langkah usaha. Proses ini terjadi akibat Keberadaan campuran bahan bakar dan udara yang kaya oksigen, ditambah dengan suhu tinggi yang tercipta akibat tekanan kompresi.
2) Piston yang berada di Titik Mati Atas (TMA) mendapatkan dorongan kuat secara langsung hingga mencapai Titik Mati Bawah (TMB), yang disebabkan oleh tenaga maksimal dari hasil pembakaran.
3) Gaya dorong yang diterima piston diteruskan melalui batang penghubung (connecting rod), memutar crankshaft (poros

engkol), lalu menggerakkan poros propulsi yang terhubung ke baling-baling kapal, sehingga kapal dapat melaju.

4) Pada fase ini, baik katup pemasukan maupun katup pembuangan masih dalam kondisi tertutup secara bersamaan.
5) Saat piston hampir mencapai posisi sekitar 40 derajat sebelum TMB, katup buang mulai terbuka, menandai dimulainya proses pengeluaran gas sisa dari dalam silinder.
6) Gas sisa dari pembakaran harus dikeluarkan seluruhnya karena keberadaannya dapat menghambat proses pembakaran selanjutnya di dalam ruang silinder.
7) Setelah piston mencapai TMB, piston berada dalam posisi siap untuk memasuki tahapan kerja berikutnya dalam siklus mesin.

d. Langkah Buang (*Exhaust*)

Gambar 2.7 Langkah Buang (*Exhaust*)



Sumber : (youtube nue azzahra)

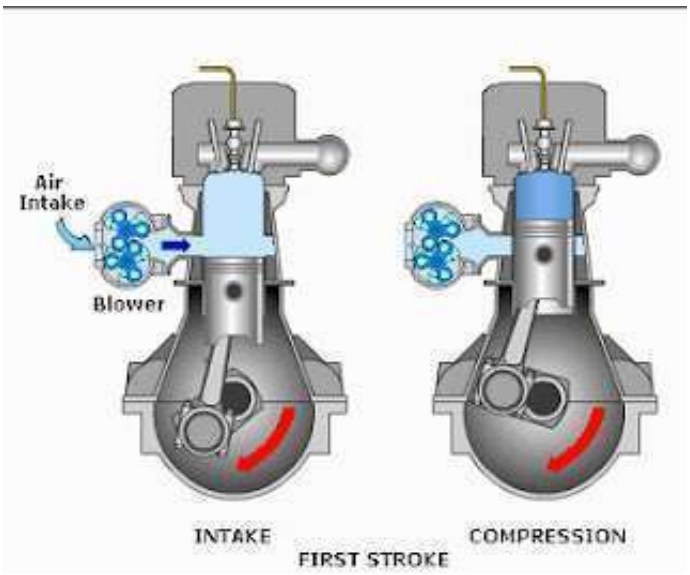
1) Pergerakan piston dimulai dari Titik Mati Bawah (TMB) menuju Titik Mati Atas (TMA) selama fase pembuangan.

2) Sepanjang piston naik menuju TMA, katup buang tetap dalam kondisi terbuka, sementara katup masuk belum terbuka atau masih tertutup rapat.
3) Dalam perjalanan ke atas tersebut, as sisa pembakaran terdorong keluar melalui katup buang karena tekanan di dalam silinder lebih tinggi dibandingkan dengan tekanan atmosfer.
4) Ketika posisi engkol mendekati sekitar 25 derajat sebelum TMA, katup masuk perlahan mulai terbuka, memberikan jalan bagi udara segar yang telah didinginkan oleh Inter Cooler—dengan suhu sekitar 40°C—dan dipompa oleh sistem Turbo Charger.
5) Udara segar yang masuk sebelum piston mencapai TMA berfungsi untuk membersihkan sisa gas pembakaran di dalam silinder. Katup buang tetap terbuka hingga piston tepat berada di TMA guna memastikan tidak ada gas residu yang tersisa.
6) Antara 25 derajat engkol sebelum TMA hingga 20 derajat setelah TMA, terjadi proses pembilasan di mana udara segar mengalir masuk dan secara aktif mendorong keluar sisa gas dari ruang silinder, memastikan ruang bakar dalam kondisi bersih dan temperatur yang stabil.
7) Dengan berakhirya langkah keempat atau langkah pembuangan ini, piston siap untuk memulai kembali ke langkah pertama, yaitu langkah pemasukan, dalam siklus kerja mesin berikutnya

2. Mesin 2 TAK

a. Langkah Hisap Dan Kompresi

Gambar 2.8 Langkah hisap dan kompresi



Sumber : **(**www.railmotorsociety.org.au**)**

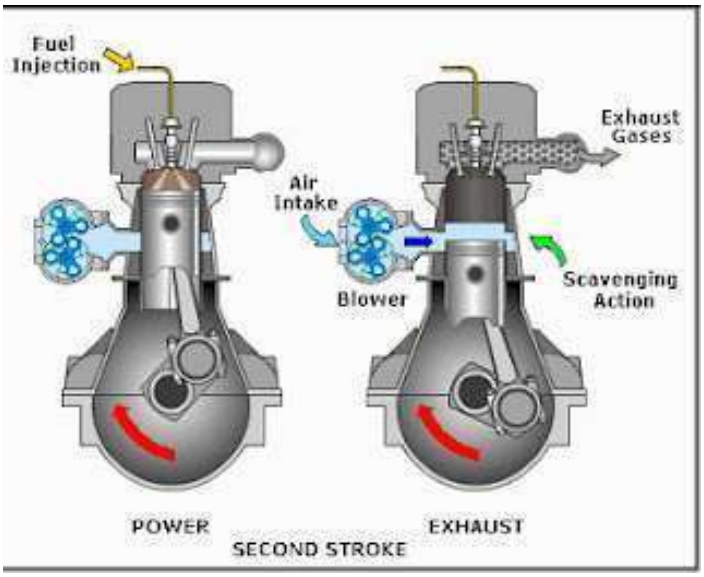
1) Usai mencapai posisi Titik Mati Atas (TMA), piston mulai turun menuju Titik Mati Bawah (TMB) dengan bantuan tekanan udara awal (starting air). Setelah piston bergerak melewati sekitar 20% dari perjalanan ke arah TMB, piston langsung masuk ke tahap kompresi hingga kembali ke TMA. Sekitar 10 derajat sebelum TMA hingga 5 derajat setelahnya, terjadi proses injeksi bahan bakar yang kemudian terbakar dalam kondisi volume tetap.
2) Pergerakan piston ke arah bawah menyebabkan crankshaft (poros engkol) berputar. Gerakan ini ditimbulkan oleh Energi panas yang dihasilkan dari proses pembakaran sebelumnya di dalam ruang silinder.
3) Ketika piston berada sekitar 20% sebelum mencapai TMB, ia telah melewati batas atas dari saluran pembuangan, yang

menandai dimulainya proses pelepasan gas sisa pembakaran hingga piston sepenuhnya turun ke TMB.

4) Pada posisi sekitar 10% sebelum mencapai TMB, piston menyentuh bagian atas dari saluran pembilasan, menandakan dimulainya tahap awal pembilasan atau pembersihan sisa gas dari ruang bakar.

b. Langkah Ekspansi Dan Buang

Gambar 2.9 Langkah ekspansi dan buang



Sumber : **(**www.railmotorsociety.org.au**)**

1) Piston memulai pergerakannya dari Titik Mati Bawah (TMB) menuju ke arah Titik Mati Atas (TMA).
2) Proses pembilasan berlangsung karena saluran pembilas masih terbuka hingga sekitar seperlima dari langkah piston ke atas. Dalam tahap ini, sisa gas hasil pembakaran didorong keluar oleh hembusan udara dari Blower Turbo Charger yang bekerja pada tekanan kurang lebih 1,5 kg/cm^2.

3) Ketika piston telah naik sekitar 20% dari langkahnya, saluran gas buang tertutup, diikuti dengan penutupan saluran udara pembilas yang terjadi setelah piston naik sekitar 10% lagi.
4) Tahap awal kompresi dimulai saat kedua saluran—baik udara pembilas maupun gas buang—telah tertutup sempurna, dan piston terus menekan udara sambil bergerak naik melewati 20% dari langkahnya.
5) Udara bersih yang telah masuk ke ruang bakar lalu dimampatkan, menghasilkan tekanan sekitar 40 kg/cm² selama fase kompresi berlangsung.
6) Injeksi bahan bakar dimulai ketika piston hampir mencapai TMA, tepatnya sekitar 8 derajat sebelum titik tersebut, Tempat di mana bahan bakar disemprotkan langsung ke ruang pembakaran.
7) Setelah udara dikompresi dan menghasilkan temperatur tinggi, bahan bakar yang telah disemprotkan akan terbakar secara spontan, membentuk suhu dalam silinder yang bisa mencapai sekitar 1200°C hingga piston melampaui sekitar 5 derajat setelah TMA

F. Komponen Mesin Induk Yang Berpengaruh Terhadap Tekanan Kompresi

Komponen mesin induk yang berpengaruh terhadap tekanan kompresi sangatlah banyak, akan tetapi komponen-komponen yang penulis uraikan pada kali ini adalah komponen yang berpengaruh terhadap tekanan kompresi sesuai dengan pembahasan yang penulis ambil, adapaun komponen-komponen tersebut diantarnya:

1. Piston

Salah satu bagian utama dari mesin utama, piston memainkan peran penting dalam menghasilkan tenaga penggerak selama tahap kompresi. Energi ini diperoleh dengan mengompresi

udara yang sudah bercampur dengan zat pembakaran, yang selanjutnya dibakar untuk mendapatkan tenaga mesin. dara masuk ke dalam silinder melalui katup masuk yang terbuka ketika piston berada di Titik Mati Atas (TDC) dan bergerak menuju Titik Mati Bawah (TMB). Selanjutnya, ketika piston naik kembali dari TMB ke TDC, katup masuk dan katup buang akan tertutup kembali.

Sebagaimana dijelaskan oleh Jodiaman (2019), piston merupakan bagian utama dalam mesin yang bekerja bersama blok silinder dan kepala silinder dalam membentuk ruang bakar. Selama siklus kerja mesin berlangsung, piston bergerak naik-turun dan berfungsi sebagai penghubung untuk menyalurkan energi hasil pembakaran menuju poros engkol (crankshaft). Oleh sebab itu, piston memiliki peran sentral dalam mendukung kelangsungan siklus kerja mesin sekaligus menghasilkan tenaga dari proses pembakaran bahan bakar..

2. *Piston Crown*

Piston crown merupakan bagian paling atas dari piston dalam mesin pembakaran internal yang memiliki fungsi krusial dalam proses pembakaran serta transformasi energi. Komponen ini bergerak naik dan turun di dalam silinder untuk membantu menghasilkan daya pada mesin. Letaknya berada di sisi yang berseberangan dengan piston pin, dan umumnya memiliki bentuk melengkung ke dalam (cekung) atau ke luar (cembung), tergantung desain mesin. Untuk menahan suhu ekstrem dan tekanan tinggi selama proses pembakaran, piston crown biasanya dibuat dari material tahan panas seperti aluminium atau campuran logam ringan lainnya.

Gambar 2.10 *Piston Crown*

Sumber : damen schelde marine services

Fungsi utama dari *piston crown* adalah:

a. Menghasilkan Tekanan Pembakaran

Piston crown merupakan bagian yang berada di dekat ruang bakar atau ruang pembakaran dalam silinder mesin. Ketika Ketika campuran udara dan bahan bakar terbakar, piston crown menerima tekanan tinggi dari gas hasil pembakaran. Bentuk cembung atau cekung pada *piston crown* membantu dalam mengarahkan gas hasil pembakaran kea rah yang diinginkan untuk menghasilkan daya yang optimal.

b. Mengarahkan Panas

Proses pembakaran di dalam mesin menghasilkan suhu yang sangat tinggi. Piston crown dirancang untuk menangani panas yang dihasilkan selama pembakaran dan mencegah *overheating.* Bahan yang digunakan untuk piston crown biasanya memiliki sifat termal yang baik untuk menyalurkan panas secara efisien dan mencegah deformasi piston.

c. Mengurangi Gesekan

Piston crown bergerak naik dan turun di dalam ruang silinder mesin. Untuk mengurangi pergerakan antara piston dan dinding silinder, piston crown dilengkapi dengan cincin piston. Cincin piston ini berfungsi untuk meredam gesekan, sekaligus mencegah kebocoran gas pembakaran ke ruang di bawah piston. Dengan adanya cincin piston, kinerja mesin dapat lebih efisien dan mengurangi potensi kerusakan akibat gesekan yang berlebihan.

3. Piston Skirt

Piston skirt adalah bagian bawah dari piston yang memiliki peran utama dalam menutup celah pada dinding silinder saat piston di posisi Titik Mati Atas (TMA). Fungsi penutupan ini sangat krusial guna menghindari masuknya udara ke ruang bakar secara tidak diinginkan, karena hal tersebut dapat mengganggu proses pembakaran dan menyebabkan hasil pembakaran menjadi kurang optimal akibat adanya kerusakan. Piston skirt biasanya terbuat dari bahan ringan, seperti perpaduan aluminium dan tembaga, namun saat ini lebih banyak digunakan campuran aluminium dan silikon. Hal ini disebabkan oleh koefisien muai yang lebih rendah pada campuran aluminium dan silikon, yang membuatnya lebih tahan terhadap perubahan suhu ekstrem di dalam mesin.

Gambar 2.11 Piston Skirt

Berikut adalah beberapa poin penting terkait *piston skirt:*

a. Fungsi Dukungan Struktural

Piston skirt memberikan dukungan struktural kepada piston secara keseluruhan. Ketika piston bergerak naik dan turun di dalam ruang silinder, piston skirt berperan penting dalam menjaga kestabilan piston. Bagian ini membantu mengurangi getaran yang dapat timbul selama siklus mesin, sehingga meminimalkan keausan dan memperpanjang umur komponen. Selain itu, piston skirt juga berfungsi untuk memastikan piston tetap berada pada jalur yang benar, mengurangi gesekan antara piston dan dinding silinder, serta mengoptimalkan kinerja mesin secara keseluruhan. Desain piston skirt yang baik dapat membantu meningkatkan kekuatan dan kestabilan piston.

b. Mengurangi Gesekan

Piston skirt berada dalam kontak langsung dengan dinding silinder, dan gesekan antara keduanya dapat memengaruhi efisiensi mesin. Oleh karena itu, piston skirt biasanya dilengkapi dengan lapisan pelapis atau lapisan anti- gesekan untuk mengurangi gesekan dan keausan yang berlebihan.

c. Pengaturan Panas

Piston skirt juga berperan dalam mengatur suhu mesin. Selama siklus pembakaran, suhu di dalam silinder dapat meningkat secara signifikan. Bagian piston skirt berfungsi untuk mengalirkan panas yang dihasilkan oleh piston ke dinding silinder, sehingga dapat menurunkan suhu piston dan menghindari terjadinya panas berlebih yang bisa merusak komponen mesin.

d. Mengurangi Kebocoran Gas

Piston skirt juga membantu mengurangi kemungkinan kebocoran gas pembakaran dari ruang pembakaran ke ruang di bawah piston. Ini adalah fungsi penting

4. Cincin Piston (*Piston Ring*)

Menurut (Ngatmin, dkk, 2023) dalam jurnal *Ocean Engineering* menjelaskan bahwa Ring piston elemen mesin yang dipasang pada alur khusus (ring groove) di bagian atas piston atau torak. Komponen ini dirancang dengan diameter luar yang sedikit lebih besar dari diameter piston itu sendiri, sehingga mampu memberikan tekanan ke dinding silinder untuk memastikan kerapatan optimal dalam ruang bakar. Karena sifat elastisnya, ring piston dapat menyesuaikan dengan permukaan silinder, memastikan segel yang baik dan mencegah kebocoran gas pembakaran, *ring piston* dapat mengembang saat mesin beroperasi.

Gambar 2.12 *Ring Piston*

Sumber : https://www.almship.com/

Pada mesin diesel induk kapal dua langkah, terdapat empat ring piston, yaitu:

a. *Top Compression Ring* (Cincin Kompresi Atas)

Fungsi : Menutup ruang bakar selama langkah kompresi dan pembakaran untuk mencegah kebocoran gas pembakaran. Ini adalah cincin yang pertama kali terkena tekanan dan panas dari pembakaran.

Posisi : Terletak di alur teratas pada piston

b. *Second Compression Ring* (Cincin Kompresi Kedua)

Fungsi : Membantu top compression ring dalam menutup ruang bakar dan mengontrol kebocoran gas yang mungkin lolos dari *top compression ring*. Selain itu, juga membantu dalam mengendalikan minyak.

Posisi : Terletak di alur kedua pada piston, tepat di bah top compression ring

c. *Oil Control Ring* (Cincin Pengontrol Oli)

Fungsi : Mengontrol jumlah oli yang mencapai dinding silinder untuk pelumasan, sekaligus mencegah oli masuk ke ruang bakar. Cincin ini berfungsi untuk mengelap kelebihan oli dari dinding silinder dan mengembalikannya ke bak oli.

Posisi : Terletak di alur paling bawah pada piston.

Struktur: Biasanya terdiri dari tiga bagian: dua ring tipis dan satu expander atau spacer di tengah.

d. *Scraper Ring* (Cincin Pengikis) atau *Middle Ring* (Cincin Tengah)

Fungsi : Berfungsi ganda sebagai cincin kompresi dan pengontrol oli. Cincin ini membantu mengikis oli berlebih dari dinding silinder dan juga menambah seal gas.

Posisi : Terletak antara cincin kompresi atas dan cincin pengontrol oli

Menurut (Paripurna, 2023) piston ring memiliki beberapa fungsi utama, berikut adalah penjelasan fungsi dari piston ring:

1) Sealing (penutupan)

Salah satu fungsi utama piston ring adalah untuk membantu menutup atau mengisolasi ruang pembakaran di dalam silinder. Hal ini mencegah gas pembakaran bocor ke ruang di bawah piston dan mencegah oli mesin naik ke ruang pembakaran. Keberhasilan piston ring dalam menjaga segel ini sangat penting untuk efisiensi dan kinerja mesin.

2) Pengurangan Gesekan

Piston ring membantu mengurangi gesekan Di antara piston dan dinding silinder, saat piston bergerak naik dan turun, piston ring melumasi permukaan dan mengurangi gesekan, yang pada gilirannya membantu meningkatkan efisiensi mesin.

3) Pengaturan Distribusi Pelumas

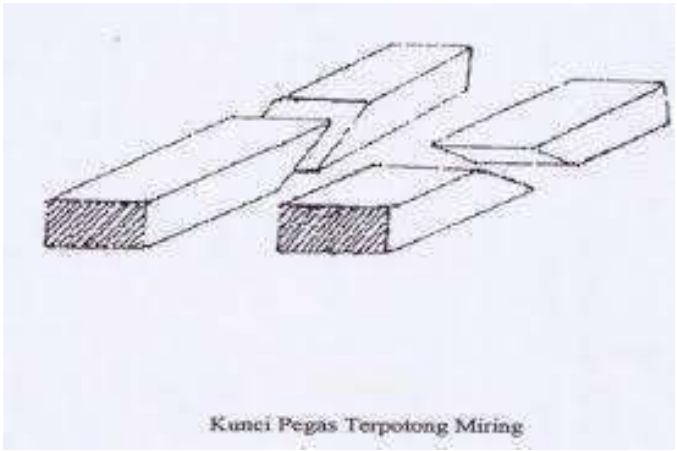
Piston ring juga berperan dalam mengatur distribusi minyak pelumas di sekitar piston dan dinding silinder. Beberapa piston ring dilengkapi dengan saluran atau lubang khusus untuk mengarahkan minyak ke area yang membutuhkannya, seperti permukaan antar piston dan dinding silinder.

Dalam bukunya *Motor Diesel Kapal Jilid I*, P. Van Maanen menyebutkan bahwa terdapat tiga metode penerapan pada sistem kunci pegas, yaitu:

a) Pegas Terpotong Miring

Jenis ini dirancang dengan ujung yang dipotong secara miring dan memiliki keseragaman pada jarak horizontalnya. Desain ini membuat celah Kebocoran akan lebih minimal jika dibandingkan dengan pegas yang memiliki potongan tegak lurus.

Gambar 2.13 Pegas Terpotong Miring

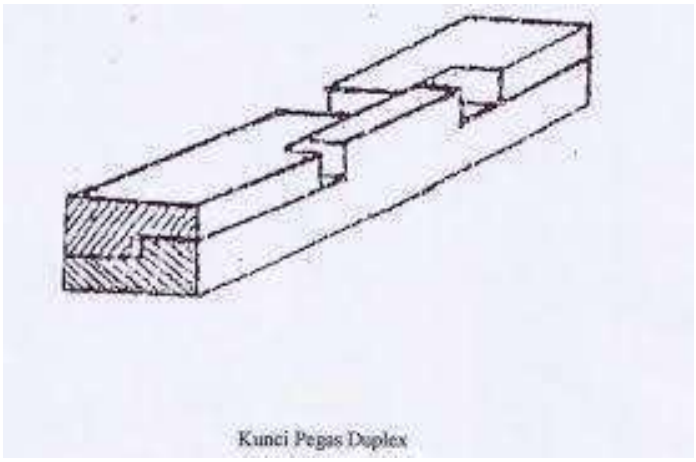


Sumber : (Purnomo, 2019)

b) Pegas Duplex

Jenis pegas ini terbentuk dari susunan cincin-cincin yang dipasang berdekatan secara rapat. Karena strukturnya yang kompleks, Pegas duplex lebih rentan terhadap kerusakan dibandingkan dengan pegas kompresi konvensional. Oleh karena itu, proses pemasangannya harus dilakukan dengan cermat dan penuh kehati-hatian agar dapat berfungsi dengan optimal.

Gambar 2.14 Pegas Duplex

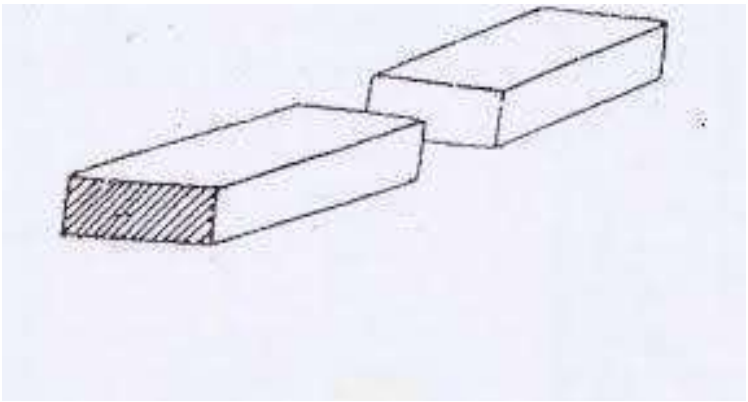


Sumber : (Purnomo, 2019)

c) Pegas Terpotong Tegak

Pegas ini dipasang di bagian paling atas piston. Saat mengalami kenaikan suhu, pegas akan memuai, menyebabkan kedua ujungnya semakin mendekat satu sama lain.

Gambar 2.15 Pegas Terpotong Tegak

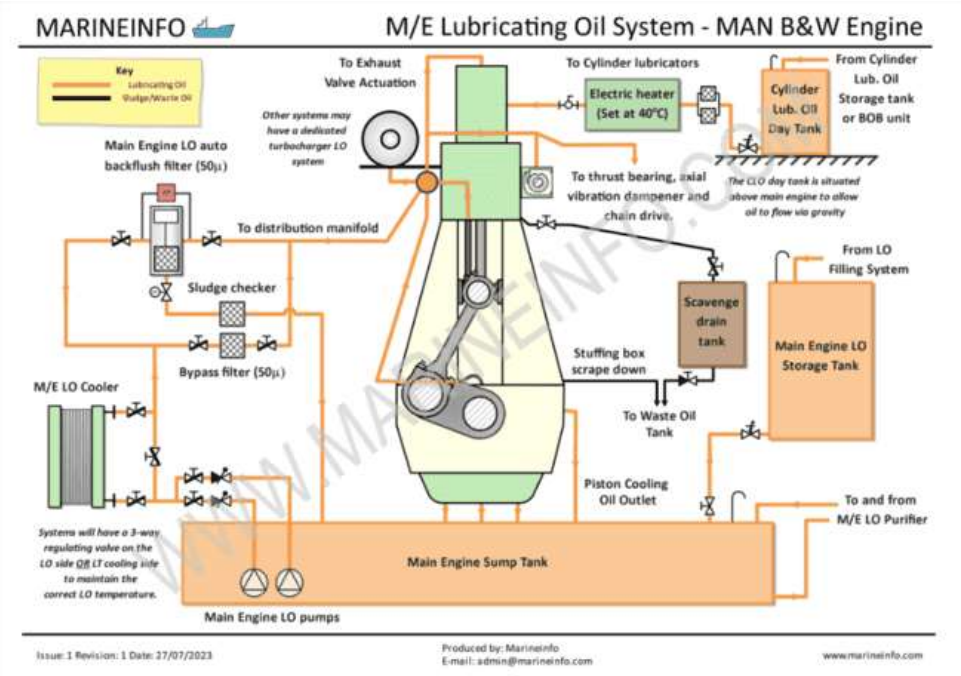


Sumber : (Purnomo, 2019)

G. Sistem Pelumasan

Pelumas mesin memiliki peran penting dalam mengurangi gesekan antara komponen bergerak seperti piston dan bearing. Selain itu, pelumas juga berperan sebagai media pendingin, meredam getaran, serta membersihkan kotoran yang menempel pada bagian-bagian mesin yang mengalami pergerakan terus-menerus. Pada mesin diesel, sistem pelumasan dirancang dengan kapasitas besar, sehingga memerlukan bantuan pompa pelumas untuk menjamin distribusi oli secara optimal ke seluruh bagian mekanis mesin.

Gambar 2.16 Sistem Pelumasan M/E 2 Tak



Sumber : **(www.marine.info.com)**

Menurut Mustain, L. & Hidayat, T. (2019), terdapat dua jenis utama Dua jenis sistem pelumasan yang biasa digunakan pada mesin adalah sistem pelumasan basah dan sistem pelumasan kering.

1. Sistem pelumasan basah

   Jenis ini menggunakan bak oli (carter) yang terintegrasi langsung dengan mesin. Setelah pelumas selesai menjalankan fungsinya pada komponen seperti piston, pelumas tersebut akan mengalir kembali ke bak penampungan awal, lalu disirkulasikan kembali ke mesin dengan bantuan pompa oli. Sistem ini banyak diterapkan pada mesin generator.

2. Sistem pelumasan kering

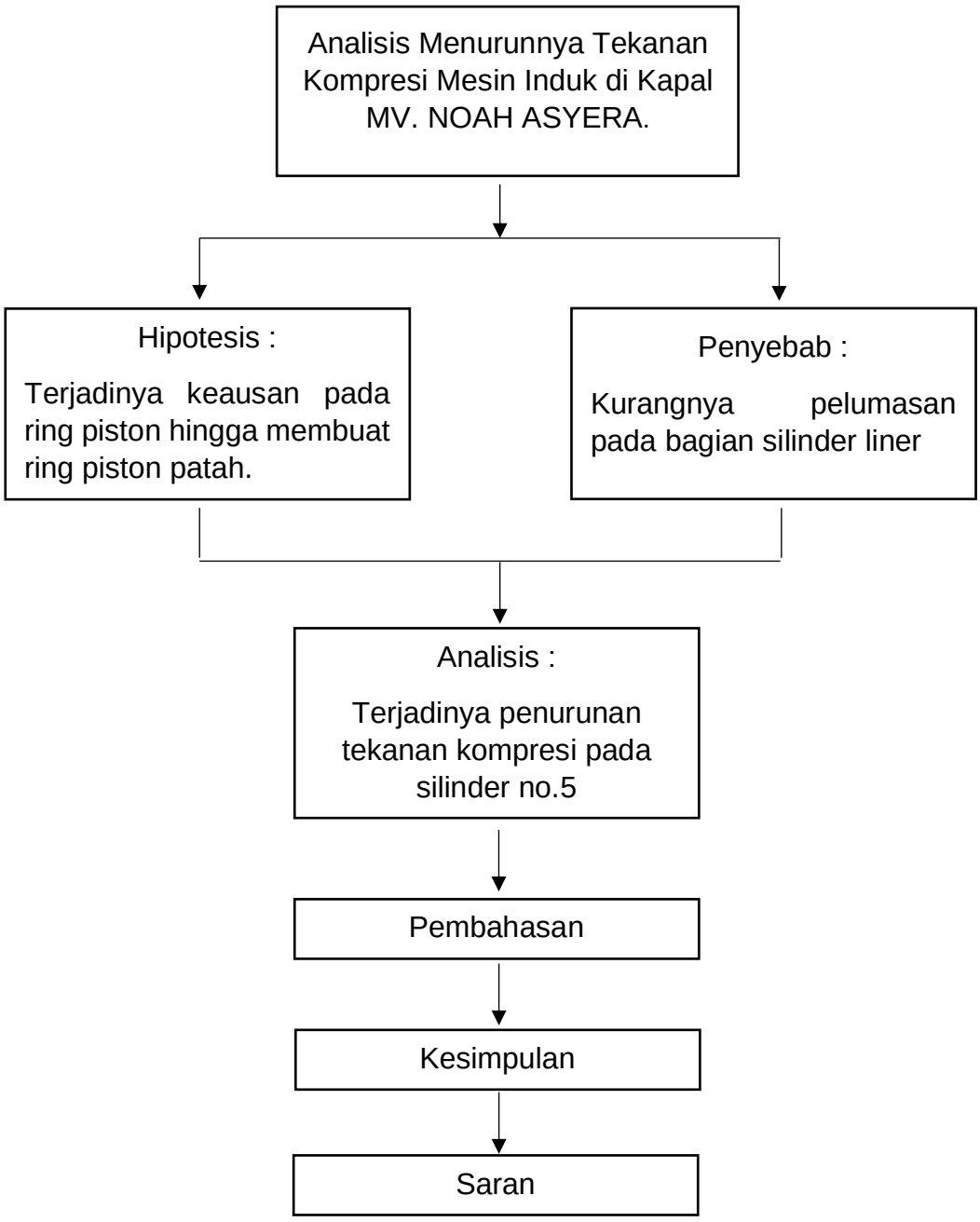
   Pada sistem ini, bak penampung oli tidak menyatu dengan mesin, melainkan diletakkan secara terpisah. Oli yang sudah digunakan untuk melumasi piston dan bearing dialirkan kembali ke tangki terpisah menggunakan pompa pelumas. Umumnya sistem ini digunakan pada Mesin Penggerak Utama (Main Engine), dan dilengkapi dengan oil cooler sebagai alat bantu untuk menurunkan suhu oli sebelum digunakan kembali.

Prinsip Kerja

Pelumas yang tersimpan dalam *sump tank* disedot oleh *main engine lub oil pump*, lalu melewati *suction filter* sebelum dialirkan ke mesin induk melalui *lube oil cooler* agar suhu oli dapat diturunkan hingga mencapai temperatur kerja yang telah ditetapkan. Temperatur oli yang telah melewati pendingin ini diatur sedemikian rupa agar sesuai dengan kebutuhan operasional mesin induk. Setelah itu, oli pelumas disalurkan ke *engine bearing*, dan setelah menjalankan fungsinya, pelumas akan kembali ke *lube oil sump tank* untuk disirkulasikan ulang.

H. Kerangka Pikir Penelitian

Penulis menguraikan alur pemikiran melalui penyusunan bagan sebagai landasan dalam menyusun dan menjawab inti permasalahan yang telah dirumuskan, dengan rincian:



I. Hipotesis

Merujuk pada pembatasan permasalahan yang telah dijelaskan sebelumnya, penurunan tekanan kompresi pada mesin utama diduga disebabkan oleh kerusakan pada ring piston akibat kurangnya pelumasan pada bagian *cylinder liner.* Kurangnya pelumasan di dalam silinder liner, hal ini membuat ring piston mengalami gesekan terhadap silinder liner yang membuat suhu di dalam liner meningkat dan menyebabkan keausan dan kerusakan pada ring piston. Hal inilah yang membuat ring piston haus kemudian patah yang nantinya akan berdampak pada menurunnya tekanan kompresi pada mesin induk, hal ini dapat terjadi karena udara yang dimampatkan di dalam mesin mengalami kebocoran akibat dari patahnya ring piston tersebut.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Tempat dan Waktu Penelitian

Riset ini direncanakan berlangsung di atas kapal MV. NOAH ASYERA selama kurun waktu 12 bulan, dimulai pada tanggal 02 Agustus 2023 dan berakhir pada 03 Agustus 2024.

B. Definisi Operasional Variabel

Kompresi merupakan tahapan di mana udara ditekan dengan cara mengurangi volumenya, Akibat proses pemampatan, suhu dan tekanan udara di dalam silinder meningkat secara signifikan. Udara panas yang terbentuk kemudian bereaksi dengan bahan bakar yang telah diinjeksikan dalam bentuk kabut, sehingga memicu terjadinya proses pembakaran secara spontan. Tekanan rata-rata yang dihasilkan dari dorongan piston di dalam ruang bakar dikenal sebagai tekanan kompresi.

C. Populasi dan Sampel

1. Populasi

   Populasi adalah keseluruhan individu atau objek yang menjadi objek utama dalam suatu penelitian, di mana tiap anggotanya memiliki setidaknya satu ciri yang sama. Dalam konteks penelitian ini, populasi mencakup seluruh pelabuhan yang menjadi lokasi persinggahan kapal tempat penulis menjalani praktik laut

2. Sampel

   Sampel adalah sebagian kecil dari populasi yang dipilih untuk dijadikan subjek penelitian dan dianalisis secara mendalam. Dalam skripsi ini, yang menjadi sampel adalah mesin induk atau mesin utama penggerak kapal yang digunakan penulis selama masa praktik laut.

D. 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.

E. 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.

F. Metode Analisis

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.

G. Jadwal Pelaksanaan Penelitian

Gambar 3.1 Tabel Jadwal Penelitian

NO	Nama Object	TAHUN 2023											
		BULAN											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Diskusi buku referensi												
2	Membahas judul												
3	Pemilihan judul & bimbingan penetapan judul												
4	Seminar judul												
5	Penetapan judul untuk proposal												
6	Penyusuna n proposal												
7	Seminar proposal												
8	Penyusunan / judul penelitian												
9	Pengambilan data penelitian								*(BERLAYAR)*				
		TAHUN 2024											
		BULAN											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		(BERLAYAR)											
10	Pengolahan data												
11	Diagram persentase												
12	Penyusunan / pengolahan data												
13	Korseksi hasil pengetikan												
14	Pra seminar (power point)												

NO	Nama Object	TAHUN 2025											
		BULAN											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
15	Seminar hasil												
16	Perbaikan												
17	Penyusunan												
18	Selesai												