

**ANALISA MENURUNNYA KINERJA BOSCH PUMP
CYLINDER NO 3 MAIN ENGINE DI MV. HI 03**



Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Untuk
Menyelesaikan Program Pendidikan Dan
Pelatihan Pelaut (DP) Tingkat I.

**NASRUL
25.07.102.015
AHLI TEKNIKA TINGKAT 1**

**PROGRAM PELAUT TINGKAT 1
POLITEKNK ILMU PELAYARAN MAKASSAR
TAHUN 2025**

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : NASRUL

Nomor Induk Perwira Siswa : 25.07.102.015

Jurusan : Ahli Teknika Tingkat I

Menyatakan bahwa KIT yang saya tulis dengan judul:

**ANALISA MENURUNNYA KINERJA BOSCH PUMP
CYLINDER NO 3 MAIN ENGINE DI MV. HI 03**

Merupakan karya asli. Seluruh ide yang ada dalam KIT tersebut, kecuali tema dan yang saya nyatakan sebagai kutipan, merupakan ide yang saya sendiri.

Jika pernyataan diatas terbukti tidak benar, maka saya bersedia menerima sanksi yang ditetapkan oleh Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.

Makassar, 24 September 2025



Nasrul
25.07.102.01

PERSETUJUAN SEMINAR KARYA ILMIAH TERAPAN

Judul : ANALISA MENURUNNYA
MENURUNNYA KINERJA BOSCH PUMP
CYLINDER NO 3 MAIN ENGINE DI MV HI
03

Nama Pasis : NASRUL

NIS : 25.07.102.015

Program Diklat : Ahli Teknik Tingkat I

Dengan ini dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diseminarkan.

Makassar, 15 september 2025

Menyetujui:

Pembimbing I



Dr. Muh. Ivan, M.Si., M.Mar.E
NIP. 19770304200812100

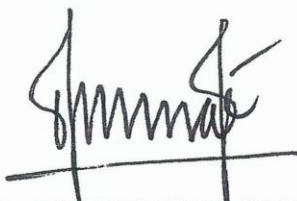
Pembimbing II



Arifuddin Danduru, S.SiT., M.M.Mar.E
NIP. 19790312 202321 1 007

Mengetahui:

Manager Diklat Teknis
Peningkatan dan Penjenjangan



Ir. SUYUTI, M.Si., M.Mar.E
NIP. 196805082002121002

**ANALISA MENURUNNYA KINERJA
BOSCH PUMP CYLINDER NO 3
MAIN ENGINE DI MV HI 03**

Disusun dan Diajukan oleh:

NASRUL

NIS. 25.07.102.015

Ahli Teknik Tingkat I

Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian KIT

Pada tanggal 19 September 2025

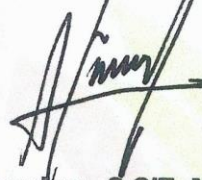
Menyetujui,

Pembimbing I



Dr. Muh. Ivan, M.Si., M.Mar.E
NIP. 19680508 200212 1 002

Pembimbing II



Arifuddin Danduru, S.SiT., M.M.Mar.E
NIP. 19790312 202321 1 007

Mengetahui

a.n. Direktur

Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar

Pembantu Direktur I



Capt. FAISAL SARANSI, M.T.
NIP.19750329 199903 1 002

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadiran Allah yang Maha Esa atas Rahmat dan karuniaNya, sehingga penulis dapat menyelesaikan karya tulis ilmiah terapan ini dengan judul "Analisa Menurunnya Kinerja Bosch Pump Cylinder No 3 Main Engine MV. HI 03" walau dalam keterbatasan waktu dan berbagai kendala yang ada. Penyusun karya tulis ilmiah terapan merupakan persyaratan untuk memenuhi kewajiban dalam menyelesaikan kurikulum Diklat Teknik Profesi Kepelautan Program Studi Mesin Tingkat I, guna pencapaian kompetensi keahlian pelaut sebagai pemegang Sertifikat Ahli Tehnika Tingkat I (ATT – I) di Politeknik Ilmu Pelayaran (PIP) Makassar.

Dalam penyusunan karya ilmiah terapan ini penulis merasa jauh dari sempurna seperti terbatasnya pengetahuan teori mengenai hal-hal yang terkait dengan ilmu tata bahasa Indonesia yang benar sehingga mudah dipahami bagi para pembaca, baik sistematika penulisan maupun isi materinya, kritik dan saran saya harapkan demi kesempurnaan karya ilmiah terapan ini.

Atas bantuan, saran dan bimbingan yang telah diberikan, penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada :

1. Capt. Rudy Susanto ,M .Pd . selaku direktur pelaksana Politeknik Ilmu Pelayaran (PIP) Makassar.
2. Bapak Ir. Suyuti, M.Si., M.Mar.E. selaku Manager Diklat Teknis, Peningkatan dan Penjenjangan Politeknik Ilmu Pelayaran (PIP) Makassar.
3. Bapak Dr. Muh. Ivan, M.Si., Mar. E selaku pembimbing I yang dengan kesabaran, ketelitian memberi bimbingan dalam penyusunan karya ilmiah terapan ini.
4. Bapak Arifuddin Danduru, S.SiT., M.M.,M.Mar.E selaku pembimbing II yang dengan kesabaran, ketelitian memberi bimbingan dalam penyusunan karya ilmiah terapan ini.
5. Seluruh dosen dan staf Politeknik Ilmu Pelayaran (PIP) Makassar.
6. Orang tua, dan keluarga yang tidak henti-hentinya dengan penuh cinta kasih dan sayang memberi dukungan, motivasi dan doanya.

7. Rekan-rekan pasis peserta pasis peserta Diklat ATT I Angkatan XLVI/ 2025.

8. Pihak-pihak lain yang tidak bisa penulisan sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari masih sangat banyak kekurangan dan keterbatasan dalam karya tulis ilmiah ini, oleh karena itu kritik dan saran untuk kesempurnaan penulisan karya tulis ilmiah terapan ini sangat diharapkan.

Akhir kata semoga karya tulis ini dapat memberi manfaat bagi penulis pribadi, dunia pelayaran dan para pembaca yang seprofesi,

Makassar, 24 September 2025



Nasrul

25.07.102.015

ABSTRAK

Nasrul, 2025. "Analisa Menurunnya Kinerja Bosch Pump Cylinder no 3 Main Engine MV. HI 03". dibimbing oleh Dr. Muh. Ivan M.Si, M.Mar.E., dan Arifuddin Danduru, S.SiT.,M.M.,M.Mar.E

Mesin induk merupakan komponen utama dalam sistem penggerak kapal yang berperan penting dalam menunjang kelancaran operasional pelayaran. Gangguan pada sistem bahan bakar, khususnya pada komponen Bosch pump dan injector, dapat menyebabkan penurunan performa mesin yang signifikan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh kerusakan Bosch pump terhadap kinerja injector pada mesin induk kapal MV. HI 03. Dalam beberapa bulan terakhir, mesin induk kapal mengalami gejala penurunan kinerja, seperti meningkatnya suhu gas buang, menurunnya daya mesin, serta timbulnya getaran tidak normal. Berdasarkan hasil pemeriksaan, ditemukan bahwa tekanan bahan bakar yang dihasilkan oleh Bosch pump tidak stabil, sehingga proses pengabutan oleh injector terganggu dan menyebabkan pembakaran tidak sempurna.

Hasil analisis menunjukkan bahwa tekanan bahan bakar menurun dari standar 1000 bar menjadi 850–900 bar akibat keausan komponen internal Bosch pump. Hal ini berdampak pada pola semprotan injector dan efisiensi pembakaran. Tindakan darurat seperti dekopel silinder dan penurunan RPM dilakukan untuk menstabilkan mesin. Penelitian ini merekomendasikan perawatan preventif, penyediaan suku cadang penting, serta peningkatan kompetensi teknis awak kapal sebagai solusi menjaga performa mesin.

Kata Kunci: Bosch Pump, Mesin Induk MV. HI 03, Perawatan Preventif, Sistem Bahan Bakar.

ABSTRACT

Nasrul, 2025. *"Analysis of Decrease In The Concert Bosch Pump cylinder No 3 MV. Hi 03."* Supervised by Dr. Muh, Ivan M.Si.,M.Mar.E. dan Arifuddin Danduru, S.SiT.,M.M.,M.Mar.E

The main engine is a key component in a ship's propulsion system, playing a crucial role in supporting smooth shipping operations. Disruptions to the fuel system, particularly the Bosch pump and injector components, can cause a significant decrease in engine performance. This study aims to analyze the effect of Bosch pump damage on injector performance in the main engine of the MV. Hi 03. In recent months, the ship's main engine has been experiencing symptoms of decreased performance, such as increased exhaust gas temperature, decreased engine power, and abnormal vibrations. The inspection revealed unstable fuel pressure generated by the Bosch pump, disrupting the injector's atomization process and leading to incomplete combustion.

The analysis showed that fuel pressure decreased from the standard 1,000 bar to 850–900 bar due to wear on the internal components of the Bosch pump. This impacted the injector spray pattern and combustion efficiency. Emergency measures such as cylinder decoupling and reducing the RPM were taken to stabilize the engine. This study recommends preventive maintenance, the provision of essential spare parts, and improving the technical competence of the ship's crew as solutions to maintain engine performance.

Keywords: Bosch Pump, MV HI 03 Main Engine, Preventive Maintenance, Fuel System.

DAFTAR ISI	
Nomor	Halaman
HALAMAN SAMPUL	i
PERNYATAAN PERNYATAAN KEASLIAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN SEMINAR	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	3
C. Batasan Masalah	3
D. Tujuan Penulisan	4
E. Manfaat Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
A. Definisi Mesin Diesel	6
B. Sistem Instalasi	7
C. Bosch Pump	8
D. Bagian – Bagian Bosch Pump	9
E. Perawatan Bosch Pump	11
F. Pengertian Injector	13
G. Bagian-Bagian Injector Mesin Induk	14

H. Cara Pengabutan Bahan Bakar	17
I. Kerangka Pemikiran	20
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	21
A. Objek Penelitian	21
B. Waktu dan Tempat Penelitian	21
C. Metode Penelitian	21
D. Teknik Pengumpulan Data	21
E. Teknik Analisis Data	22
F. Alat dan Instrumen	23
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	24
A. Kronologi Kejadian	24
B. Diagnosa Awal dan Tindakan Darurat	25
C. Analisis Teknis	26
D. Rencana Perbaikan	26
E. Dampak dan Pelajaran	27
BAB V PENUTUP	28
A. Kesimpulan	28
B. Saran	28
DAFTAR PUSTAKA	30
RIWAYAT HIDUP	46

DAFTAR TABEL

Nomor	Halaman
4.1 Kondisi Gas Buang Pada Main Engine Pukul 03.00	26
4.2 Kondisi Gas Buang Pada Main Engine Pukul 14.00	27

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Halaman
2.1 Gambar Sistem Aliran Bahan Bakar	7
2.2 Gambar Bosch Pump	8
2.3 Gambar Injector Pada Kapal Mv. Hi 03	14
2.4 Gambar Nozzle Needle Mv.Hi 03	14
2.5 Gambar Nozzle Mv.Hi 03	15
2.6 Gambar Nut Hi 03	15
2.7 Gambar Nozzle Holder	15
2.8 Gambar Pressure Spring Hi 03	16
2.9 Gambar Spring Retainer Hi 03	16
2.10 Gambar Spindel Guide Hi 03	17
2.11 Gambar Cap Nut For Nozzle Hi 03	17
2.12 Gambar Bentuk Hasil Pengabutan Bahan Bakar Dari Injector	19

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Halaman
1 Lampiran Data Bosch Pump	33
2 Lampiran injector/ fuel injection valve	40
3 Lampiran Dokumentasi Inspeksi Pada Main Engine	43
4 Lampiran ship	44
5 Lampiran crew list	45

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kapal MV. HI 03 merupakan salah satu kapal niaga berbendera Indonesia yang beroperasi di rute pelayaran nasional. Sebagai tulang punggung operasional, mesin induk kapal ini memegang peranan krusial dalam menjamin kelancaran pelayaran. Mesin induk tersebut menggunakan sistem injeksi bahan bakar berteknologi tinggi, di mana Bosch pump dan injector menjadi komponen utama yang menentukan efisiensi pembakaran. Bosch pump berfungsi untuk menekan bahan bakar ke *injector* dengan tekanan mencapai 320–350 kg/cm², sementara *injector* bertugas mengabutkan bahan bakar tersebut ke dalam ruang bakar. Jika salah satu dari kedua komponen ini mengalami gangguan, maka performa mesin induk secara keseluruhan akan menurun drastis.

Dalam beberapa bulan terakhir, mesin kapal MV. HI 03 dilaporkan penurunan performa mesin induk yang ditandai oleh meningkatnya suhu gas buang (*exhaust gas temperature*), turunnya daya mesin, serta timbulnya getaran yang tidak normal saat mesin beroperasi. Setelah dilakukan pemeriksaan menyeluruh oleh bagian permesinan, diketahui bahwa permasalahan utama bersumber dari unit Bosch pump yang tidak bekerja secara optimal. Pompa ini bertanggung jawab untuk menyuplai bahan bakar bertekanan tinggi ke sistem injector dengan tekanan yang stabil dan sesuai kebutuhan. Ketidak optimalan kinerja Bosch pump mengakibatkan tekanan bahan bakar yang dikirimkan ke injector menjadi tidak stabil. Akibatnya, proses pengabutan bahan bakar oleh injector tidak berlangsung sempurna. Bukannya menghasilkan kabut bahan bakar halus yang ideal untuk proses pembakaran, injector justru menyemprotkan bahan bakar dalam bentuk tetesan (*droplet*). Hal ini berdampak langsung pada proses pembakaran di dalam ruang silinder, di mana campuran udara dan

bahan bakar menjadi tidak homogen, menyebabkan pembakaran tidak merata, tidak sempurna, dan kurang efisien.

Proses pembakaran yang tidak sempurna berdampak serius pada efisiensi termal mesin, di mana konsumsi bahan bakar menjadi lebih tinggi dari kondisi normal untuk menghasilkan daya yang sama. Selain itu, kondisi ini juga memicu peningkatan emisi gas buang, termasuk karbon monoksida (CO), hidrokarbon (HC), dan partikel karbon (PM) yang berbahaya. Peningkatan emisi tersebut tidak hanya berisiko terhadap lingkungan, namun juga dapat menyebabkan pelanggaran terhadap regulasi internasional, seperti ketentuan MARPOL Annex VI yang mengatur batas emisi dari kapal.

Lebih lanjut, pembakaran tidak sempurna berpotensi mempercepat kerusakan pada komponen-komponen vital mesin seperti piston, ring piston, dan liner silinder. Akumulasi residu karbon yang tidak terbakar dapat menimbulkan keausan yang lebih cepat serta meningkatkan kemungkinan kerusakan mekanis yang lebih parah apabila tidak segera ditangani. Hal ini tentu saja berdampak pada peningkatan biaya perawatan dan pemeliharaan mesin, serta menimbulkan potensi kerugian akibat waktu henti kapal (*off-hire time*) yang tidak direncanakan. Dengan mempertimbangkan seluruh permasalahan tersebut, maka diperlukan suatu kajian teknis yang mendalam untuk menganalisis keterkaitan antara kinerja Bosch pump, kestabilan tekanan bahan bakar, serta kualitas pengabutan oleh injector dalam proses pembakaran mesin induk kapal.

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi secara komprehensif penyebab gangguan pada sistem bahan bakar, menganalisis dampaknya terhadap efisiensi mesin dan emisi gas buang, serta merumuskan langkah-langkah perbaikan yang tepat. Solusi yang dirumuskan diharapkan dapat menjadi acuan dalam upaya pemeliharaan dan pengoperasian mesin yang lebih efektif, guna mengembalikan performa mesin induk ke kondisi optimal serta mencegah terjadinya kerusakan yang lebih serius di masa mendatang.

Sesuai latar belakang tersebut maka penulis tertarik mengangkat menjadi judul KIT yaitu ” **Analisa Menurunnya Kinerja Bosch Pump Cylinder No 3 Main Engine Di MV. HI 03**”

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, permasalahan utama yang diangkat dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana pengaruh kerusakan Bosch pump terhadap kinerja / injector pada mesin induk MV. HI 03?
 - a. Apa saja indikator yang menunjukkan bahwa Bosch pump tidak bekerja dengan baik?
 - b. Bagaimana mekanisme penurunan tekanan injeksi memengaruhi pola semprotan injector?
2. Langkah apa yang dapat dilakukan untuk memulihkan kinerja injector akibat Bosch Pump yang tidak bekerja optimal?
 - a. Apakah perbaikan Bosch Pump dapat mengembalikan tekanan injeksi ke level normal?
 - b. Bagaimana prosedur perawatan preventif untuk mencegah terulangnya masalah serupa di masa depan?

C. Batasan Masalah

Agar penelitian ini lebih terfokus dan mendalam, maka ruang lingkup permasalahan dibatasi pada hal-hal berikut:

1. Analisis Teknis Bosch Pump dan Injector:

Penelitian hanya membahas komponen Bosch pump dan injector pada mesin induk kapal MV. HI 03, tanpa memasukkan sistem bahan bakar lainnya seperti fuel filter atau purifier.

2. Parameter yang Dianalisis:

- a. Tekanan injeksi bahan bakar.

- b. Pola semprotan injector (atomisasi vs. tetesan).
 - c. Suhu gas buang dan daya mesin.
3. Solusi Perbaikan:
- Fokus pada perbaikan Bosch pump dan kalibrasi injector, tanpa membahas modifikasi desain mesin.

D. Tujuan Penulisan

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengidentifikasi Penyebab Kerusakan Bosch Pump:
Menganalisis faktor-faktor yang menyebabkan penurunan tekanan injeksi, seperti kebocoran internal, keausan komponen, atau kontaminasi bahan bakar.
2. Menilai Dampak pada Kinerja Injector:
Menjelaskan bagaimana tekanan injeksi yang tidak stabil memengaruhi pola semprotan bahan bakar dan efisiensi pembakaran.
3. Memberikan Rekomendasi Perbaikan:
Menyusun langkah-langkah perbaikan teknis untuk memulihkan kinerja Bosch pump dan injector.
4. Menyusun Strategi Perawatan Preventif:
Merancang jadwal perawatan berkala untuk mencegah kerusakan serupa di masa depan.

E. Manfaat Penulisan

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Manfaat Teoritis:

Bagi Dunia Pendidikan: Menambah referensi akademis tentang sistem injeksi bahan bakar mesin diesel kapal, khususnya hubungan antara Bosch pump dan injector.

Bagi Peneliti Lain: Memberikan dasar untuk penelitian lanjutan terkait optimisasi sistem injeksi.

2. Manfaat Praktis:

- a. Bagi Perwira Mesin Kapal: Memberikan panduan deteksi dini kerusakan Bosch pump dan langkah perbaikan yang efektif.
- b. Bagi Perusahaan Pelayaran: Mengurangi biaya operasional akibat kerusakan mesin dan meningkatkan efisiensi bahan bakar.
- c. Bagi Lingkungan: Mengurangi emisi gas buang berbahaya melalui pembakaran yang lebih sempurna

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Definisi Mesin *Diesel*

Menurut (Grochowalska et al., 2022) Mesin Diesel adalah sumber energi mekanik yang umum digunakan di kapal. Biasanya terdapat mesin Diesel dua tak berkecepatan rendah dan empat tak berkecepatan menengah. Sumber energi dalam mesin-mesin tersebut adalah proses pembakaran minyak Diesel atau minyak bakar berat. Karena dimensi besar dari mesin-mesin kelautan dan periode operasi yang panjang (beroperasi terus menerus selama beberapa minggu), polusi udara dapat menjadi signifikan. Organisasi Maritim Internasional telah mendirikan Komite Perlindungan Lingkungan Maritim, yang telah menetapkan batasan terhadap jumlah sulfur dalam bahan bakar yang dapat diterima untuk daerah kontrol emisi sulfur (SECA). Batasan-batasan ini terlalu rendah untuk memungkinkan penggunaan bahan bakar berat di SECA ini. Oleh karena itu, minyak Diesel kelautan digunakan. Perlu dicatat bahwa sebuah mesin kelautan dengan daya nominal 10 MW mengkonsumsi 48 ton bahan bakar per hari (dengan asumsi konsumsi bahan bakar spesifik adalah 200 g/kWh). Karena polusi udara yang signifikan dan biaya operasi yang tinggi dari mesin-mesin kelautan akibat konsumsi bahan bakar, insinyur dan ilmuwan harus meningkatkan proses dalam silinder sehingga pembakaran lebih bersih dan efisien.

Mesin Diesel merupakan salah satu solusi untuk memperlambat penipisan bahan bakar fosil karena efisiensinya yang tinggi. Namun, emisi polutan yang tinggi membatasi penggunaannya dalam banyak bidang

B. Sistem Instalasi

Gambar 2.1 Sistem Aliran Bahan Bakar

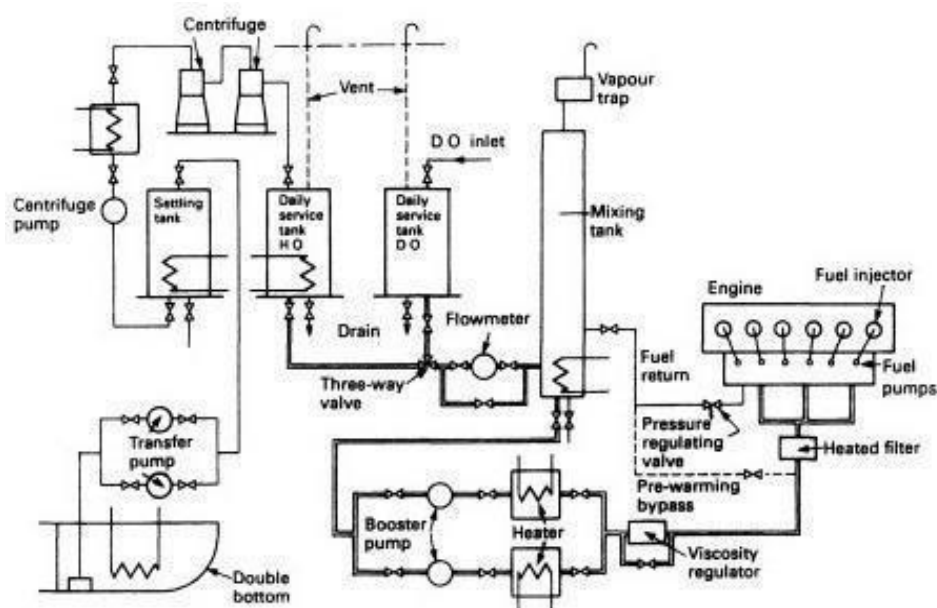


Figure 2.11 Fuel oil supply system

Sumber: <https://maritimeworld.web.id/fuel-oil-system-sistembahan-bakar-in.html>.diakses tanggal 22 oktober 2025.

Berikut adalah penjelasan mengenai sistem instalasi injector bahan bakar Diesel :

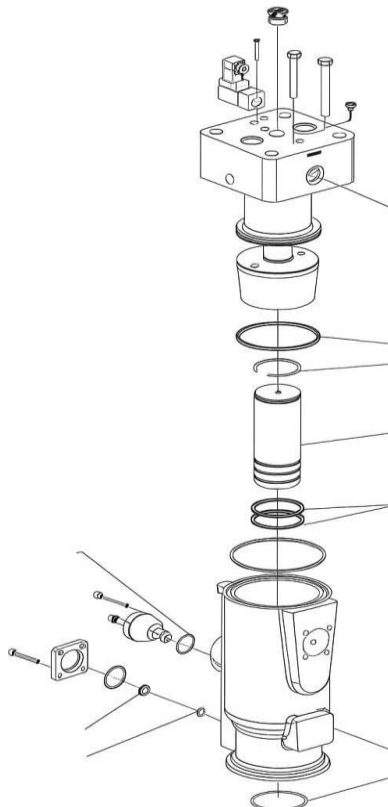
1. Tangki penyimpanan bahan bakar: merupakan tempat penyimpanan bahan bakar yang akan digunakan oleh mesin Diesel.
2. Pompa bahan bakar: bertugas untuk memompa bahan bakar dari tangki ke dalam sistem injeksi.
3. Filter bahan bakar: berfungsi untuk menyaring kotoran dan partikel yang terdapat pada bahan bakar sebelum masuk ke sistem injeksi agar tidak merusak komponen lain pada sistem injeksi.
4. Saluran bahan bakar: merupakan jalur yang menghubungkan pompa bahan bakar dengan injector dan menyediakan bahan bakar yang akan disemprotkan ke ruang bakar.
5. Injector: bertugas untuk menyemprotkan bahan bakar ke dalam ruang bakar dengan tekanan yang tinggi dan presisi yang tepat.

6. Regulator tekanan bahan bakar: berfungsi untuk mengontrol tekanan bahan bakar yang masuk ke dalam injector agar sesuai dengan kebutuhan mesin.
7. Settling tank: tanki pengendapan bahan bakar sebelum di pompa ke Purifier.
8. Service tank: tanki bahan bakar yang sudah siap di gunakan.
9. Fuel oil heater: pemanasan bahan bakar di dalam system baik di settling tank dan service tank .
10. Purifier: suatu pesawat bantu untuk memisahkan minyak, air dan kotoran.

C. Bosch Pump

Bosch pump, atau pompa injeksi, adalah komponen penting dalam mesin diesel yang bertugas memompa bahan bakar dari tangki menuju injektor dengan tekanan tinggi. Tekanan ini diperlukan agar bahan bakar dapat diinjeksikan (disemprotkan) ke ruang bakar dalam bentuk kabut, sehingga pembakaran bisa terjadi secara optimal.

Gambar 2.2 Bosch Pump



Proses atomisasi ini membantu mempercepat pembakaran, mengurangi emisi, serta meningkatkan efisiensi dan tenaga mesin. Pompa injeksi buatan Bosch tersedia dalam berbagai tipe, seperti inline pump, rotary (VE) pump, dan high-pressure pump untuk sistem common rail, yang masing-masing memiliki mekanisme kerja dan aplikasi berbeda tergantung pada jenis dan kebutuhan mesin. Selain memberikan tekanan, pompa ini juga bertanggung jawab mengatur jumlah bahan bakar yang dikirimkan serta waktu penyemprotan (injection timing), yang semuanya sangat memengaruhi performa mesin. Kerusakan pada Bosch pump dapat menyebabkan gejala seperti asap berlebih, suara mesin kasar, tenaga mesin menurun, hingga pembakaran yang tidak sempurna. Oleh karena itu, perawatan dan penyetelan berkala sangat diperlukan untuk menjaga pompa ini bekerja secara optimal.

D. Bagian – Bagian *Bosch Pump*

Secara umum Bosch Pump terbagi menjadi 3 bagian, yaitu:

1. Bagian Atas (Top Assembly)

Terdapat blok utama yang dilengkapi berbagai sambungan seperti valve dan pressure switch. Bagian ini berfungsi sebagai pengatur aliran dan pengendali tekanan bahan bakar. Komponen-komponen seperti penutup atas, baut pengikat, dan katup non-balik juga terpasang di area ini untuk memastikan aliran hanya satu arah serta menjaga tekanan stabil.

Komponen-komponen penting di bagian ini meliputi:

- a. Penutup atas (*top cover*), yang melindungi mekanisme internal dari debu dan kelembapan.
- b. Baut pengikat dan *bracket*, untuk menjaga kesatuan struktur dan menghindari getaran selama operasi.
- c. Katup non-balik (*check valve*) atau *one-way valve*, yang memastikan bahan bakar hanya mengalir ke satu arah dan mencegah aliran balik yang dapat mengganggu proses injeksi.
- d. Saluran *relief*, yang berfungsi membuang tekanan berlebih demi menjaga keselamatan dan umur pakai pompa.

2. Bagian Tengah (*Plunger dan Seal*)

Bagian ini menampilkan *hydraulic plunger* yang menjadi inti dari mekanisme pemompaan. Plunger bekerja naik-turun untuk menyalurkan bahan bakar dengan tekanan tertentu. Pada bagian ini juga terdapat beberapa sealing ring yang berfungsi mencegah kebocoran cairan dan memastikan tekanan tetap terjaga selama operasi.

Komponen-komponen penting di bagian ini meliputi:

- a. Plunger dan barrel, sebagai pasangan komponen utama dalam menghasilkan tekanan. Plunger bergerak dalam barrel dengan toleransi tinggi untuk mencegah kebocoran.
- b. Seal dan o-ring, yang berfungsi menjaga kebocoran fluida serta mempertahankan tekanan selama siklus kerja pompa.
- c. Return spring, yang mengembalikan posisi plunger ke keadaan semula setelah proses pemompaan.
- d. Sleeve atau control rack, tergantung tipe pompa, untuk mengatur volume bahan bakar yang disalurkan berdasarkan kebutuhan beban mesin.

3. Bagian Bawah (Housing dan Dudukan)

Bagian bawah merupakan housing utama atau badan pompa yang menampung seluruh komponen internal. Di dalamnya terdapat cover, retaining ring, serta inspection port yang memungkinkan pemeriksaan kondisi internal tanpa membongkar keseluruhan unit. Housing ini menjadi fondasi bagi komponen lain sekaligus pelindung terhadap kerusakan mekanis dari luar.

Pump base/housing, yaitu badan utama pompa yang menyatukan seluruh bagian dari atas hingga bawah.

Komponen-komponen penting di bagian ini meliputi:

- a. Retaining ring dan locking mechanism, berfungsi menjaga plunger dan komponen lainnya tetap berada di posisinya selama pompa bekerja.

- b. Inspection port atau cover, yang memungkinkan teknisi melakukan pemeriksaan kondisi internal pompa tanpa membongkar seluruh unit, mempermudah pemeliharaan dan diagnosa.
- c. Mounting bracket atau base support, untuk menyatukan pompa dengan mesin dan meredam getaran yang mungkin timbul saat beroperasi.

E. Perawatan *Bosch Pump*

Perawatan Bosch pump, atau pompa injeksi bahan bakar Bosch, merupakan langkah penting untuk menjaga performa mesin diesel agar tetap optimal, efisien, dan tahan lama. Karena pompa ini bekerja pada tekanan tinggi dan sangat bergantung pada presisi mekanis, maka perawatan rutin dan tepat sangat diperlukan. Adapun perawatan Bosch pump meliputi aspek pemeriksaan visual, pembersihan, pelumasan, penggantian komponen aus, hingga kalibrasi teknis.

1. Pemeriksaan Rutin dan Diagnostik

Langkah awal perawatan dimulai dengan pemeriksaan visual dan diagnostik secara rutin, baik menggunakan alat bantu manual maupun digital (diagnostic scanner atau test bench). Tanda-tanda kerusakan seperti kebocoran bahan bakar, karat, aus pada seal, atau getaran abnormal harus segera diidentifikasi. Pemeriksaan juga dilakukan pada bagian sambungan, konektor, serta selang bahan bakar untuk memastikan tidak ada kebocoran atau longgar yang dapat memengaruhi tekanan dan aliran.

2. Pembersihan Komponen Pompa

Pompa injeksi harus selalu bersih dari endapan kotoran, lumpur, atau kontaminan lainnya. Kotoran yang masuk ke dalam pompa dapat merusak plunger, valve, atau nozzle, serta menyebabkan penyumbatan atau abrasi. Oleh karena itu, pembersihan komponen luar dan dalam pompa secara berkala sangat penting, terutama pada bagian saringan bahan bakar (fuel filter) dan saluran masuk (inlet

port). Pembersihan internal sebaiknya dilakukan oleh teknisi berpengalaman menggunakan alat pembersih ultrasonik atau metode flushing khusus.

3. Penggantian Komponen yang Aus

Komponen seperti seal, o-ring, spring, dan bahkan plunger barrel bisa mengalami keausan akibat tekanan tinggi dan gesekan terus-menerus. Oleh karena itu, komponen-komponen tersebut perlu diperiksa berdasarkan jam kerja mesin atau rekomendasi pabrik. Jika ditemukan aus, retak, atau deformasi, segera lakukan penggantian untuk mencegah kerusakan sistem secara keseluruhan.

4. Pelumasan

Beberapa tipe Bosch pump, terutama yang masih menggunakan sistem mekanis konvensional, memiliki bagian-bagian internal yang membutuhkan pelumasan. Pastikan bahwa oli pelumas yang digunakan sesuai dengan spesifikasi dan volumenya mencukupi. Kekurangan pelumasan dapat menyebabkan gesekan tinggi, keausan cepat, dan bahkan kegagalan pompa secara tiba-tiba.

5. Kalibrasi dan Penyetelan

Pompa injeksi Bosch memerlukan kalibrasi secara berkala untuk mengatur volume bahan bakar, timing penyemprotan, serta tekanan kerja sesuai dengan spesifikasi mesin. Kalibrasi biasanya dilakukan di bengkel khusus menggunakan fuel injection pump test bench, yang mampu mensimulasikan beban dan kecepatan mesin. Proses ini penting untuk memastikan bahwa pengiriman bahan bakar tetap presisi, efisien, dan sesuai dengan kebutuhan mesin.

6. Pemeriksaan Sistem Bahan Bakar Secara Keseluruhan

Perawatan Bosch pump juga harus diikuti dengan perawatan sistem bahan bakar lainnya, seperti tank bahan bakar, fuel line, filter bahan bakar, dan injector. Pastikan bahan bakar yang digunakan bersih dan tidak mengandung air, sulfur berlebihan, atau kontaminan lainnya.

Gunakan additive diesel jika diperlukan, untuk membantu membersihkan sistem bahan bakar dari dalam.

7. Frekuensi Perawatan

Frekuensi perawatan Bosch pump tergantung pada jenis mesin, lingkungan kerja, dan jam operasional. Namun, secara umum, perawatan ringan seperti pemeriksaan dan pembersihan dapat dilakukan setiap 250–500 jam kerja, sedangkan perawatan menyeluruh termasuk kalibrasi dilakukan setiap 1000–2000 jam kerja, atau sesuai petunjuk dari manual pabrikan

F. Pengertian Injector

Injector adalah alat yang berfungsi untuk menyemprotkan bahan bakar ke dalam ruang pembakaran dengan cara mengubahnya menjadi kabut pada tekanan tinggi mencapai 320 kg/cm^2 . Proses pengabutan ini dilakukan oleh pompa bahan bakar, yang sering disebut Bosch pump, yang dioperasikan oleh camshaft. Pompa tersebut menekan bahan bakar hingga mencapai tekanan yang diperlukan, tergantung pada jenis atau merek mesin, sehingga bahan bakar dapat mendorong pegas Injector. Setelah itu, bahan bakar masuk ke Injector, mengangkat spindle atau jarum nozzle, dan menyebar ke dalam silinder dalam bentuk partikel halus untuk memastikan pembakaran yang efisien. (Suharno 2022).

Kesempurnaan proses pembakaran di dalam silinder, dari sudut pandang Injector, bergantung pada:

1. Temperatur yang cukup Tinggi diperlukan Untuk menjamin pembakaran yang sempurna dari campuran bahan bahan bakar dan Udara.
2. Percampuran antara partikel bahan bakar, panas dan udara berlangsung dengan cepat.

G. Bagian-Bagian Injector Mesin Induk

Gambar 2.3 *Injektor/ Fuel Injection Valve*



Sumber: Dokumentasi MV. HI 03 (2025)

Komponen-Komponen Injector:

1. *Nozzle Needle*

Berfungsi membuka dan menutup saluran bahan bakar berdasarkan tekanan yang diterima. Ketika tekanan bahan bakar meningkat, jarum ini terdorong ke atas, memungkinkan bahan bakar keluar dalam bentuk kabut

Gambar 2.4 *Nozzle Needle*



Sumber : MV HI 03 (2025)

2. *Nozzle*

Nozzle berfungsi mengatur aliran bahan bakar berdasarkan tekanan yang diterima. Ketika tekanan meningkat, *nozzle* membuka dan menyemburkan bahan bakar sesuai kebutuhan mesin. Proses buka-tutup jarum *nozzle* dapat dipantau dengan pin inspeksi.

Gambar 2.5 Nozzle



Sumber: MV HI 03 (2025)

3. Nut

Nut berfungsi untuk menyetel tekanan bahan bakar yang disemprotkan oleh Injector. Dengan mengubah posisi screw ini, operator dapat meningkatkan atau mengurangi tekanan injeksi, yang berpengaruh pada jumlah dan kecepatan penyemprotan bahan bakar ke dalam ruang bakar

Gambar 2.6 Nut



Sumber: MV. HI 03 (2025)

4. Nozzle Holder

Nozzle holder berfungsi sebagai tempat bertemunya bahan bakar dan mengatur tekanan saat penginjeksian dimulai. Ketegangan dari pegas nozzle (*nozzle spring*) yang terpasang di dalamnya dapat disesuaikan untuk mengatur awal penginjeksian

Gambar 2.7 Nozzle Holder



Sumber: MV HI 03. (2025)

5. *Pressure Spring*

Pressure spring berfungsi untuk menahan jarum Injector (*nozzle needle*) pada posisi tertutup sampai tekanan bahan bakar mencapai level tertentu. Ketika tekanan bahan bakar dari pompa injeksi melebihi kekuatan pegas, jarum akan terangkat, memungkinkan bahan bakar untuk disemprotkan ke dalam ruang bakar

Gambar 2.8 *Pressure Spring*



Sumber: MV. HI 03(2025)

6. *Spring Retainer*

Pressure Spindle adalah untuk menahan pegas (*spring*) dan *spindel* (penekan jarum) agar tetap berada pada posisinya, serta sebagai penghubung antara keduanya untuk mengatur kekuatan injeksi bahan bakar dan memastikan jarum kembali ke posisi nya setelah proses penyemprotan bahan bakar.

Gambar 2.9 *Spring Retainer*



Sumber: MV. HI 03 (2025).

7. *Spindel Guide*

Spindel guide adalah komponen pada injektor yang terletak di ujung atas dan bawah *spindel* (jarum pengabut) fungsinya adalah memastikan *spindel* dapat menekan jarum secara optimal dan stabil.

Gambar 2.10 *Spindel guide*

Sumber: MV. HI 03 (2025)

8. *Cap Nut for Nozzle*

Fungsi utama dari *cap nut for nozzle* adalah untuk melindungi *nozzle* dari debu, kotoran, dan kerusakan fisik, memastikan *nozzle* tetap bersih dan berfungsi optimal, serta mencegah kebocoran dan kerusakan saat di pasang dengan presisi.

Gambar 2.11 *Cap Nut For Nozzle*

Sumber: MV. HI 03 (2025)

H. Cara Pengabutan Bahan Bakar

Proses pengabutan bahan bakar mesin Diesel modern memanfaatkan pompa mekanis bertekanan tinggi untuk menyemprotkan bahan bakar secara langsung tanpa memerlukan udara bertekanan. Sementara itu, mesin utama pada Kapal MV. HI 03 menggunakan sistem pompa injeksi bahan bakar konvensional yang berfungsi sebagai distributor rotari.

1. Sebelum Penyemprotan Bahan Bakar dalam bentuk kabut

Bahan bakar bertekanan tinggi mengalir dari pompa melalui saluran minyak menuju kolam minyak di dasar bodi nozzle.

2. Saat Pengabutan Bahan Bakar

Saat tekanan di dalam penampungan bahan bakar meningkat, tekanan tersebut mendorong jarum *nozzle* untuk bergerak ke atas melawan gaya pegas, sehingga menyebabkan *nozzle* menyemburkan bahan bakar.

3. Akhir Injeksi bahan bakar

Pada saat *Bosch Pump* berhenti menyuplai bahan bakar, tekanan menurun, dan pegas mendorong jarum *nozzle* kembali ke posisi semula. Sisa bahan bakar melumasi komponen dan kembali ke jalur pembuangan. Berdasarkan cara penggunaan dan penempatannya, Injector dapat dikategorikan menjadi dua jenis: Injector tidak langsung (*precombustion chamber*) dan Injector langsung (*direct injection*). Masing-masing jenis ini memiliki kelebihan dan kekurangan yang membuatnya sering digunakan dalam berbagai aplikasi. Berikut perbedaan antara keduanya:

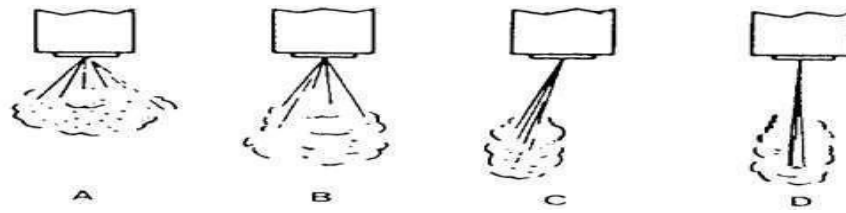
a. Injector Tidak Langsung (*Precombustion Chamber*)

Dalam sistem ini, bahan bakar tidak disemprotkan langsung ke dalam ruang bakar utama (*cylinder*). Sebaliknya, bahan bakar terlebih dahulu melewati ruang awal yang disebut *precombustion chamber* (PC). Proses pembakaran dimulai di ruang ini sebelum menyebar ke ruang bakar utama

b. Injector Langsung (*Direct Injection*)

Pada sistem Injector langsung, *nozzle* mengeluarkan bahan bakar sebagai kabut halus menuju silinder mesin. Pembakaran berlangsung simultan di dalam silinder tersebut untuk mencapai efisiensi maksimal. Bahan bakar perlu diatomisasi sehingga dapat campur rata dengan udara sebelum proses pembakaran. Sementara itu, panas yang diperlukan diproduksi melalui tekanan udara, serta adanya oksigen adalah kunci bagi reaksi kimia pembakaran. Konsep utama pembakaran di silinder didasarkan pada prinsip "segitiga api": udara, bahan bakar, dan sumber panas.

Gambar 2.12 Bentuk Hasil Pengabutan Bahan Bakar Dari Injector



Sumber: Erfian, N. I. P. (2023)

Dalam Pemeriksaan tekanan Injector sangat Penting untuk memastikan proses pembakaran berlangsung optimal, karena hal ini berkaitan erat dengan kesesuaian campuran bahan bakar dan udara. Proses ini mencakup overhaul Injector, dan penyetelan menggunakan alat uji, serta pemasangan Injector pada ragum dengan pelindung aluminium sebelum membongkar komponen Injector. (Sumber: Dona, S. (2021)

I. Kerangka Pemikiran

