

**PENGARUH MENURUNNYA KINERJA INJECTOR
TERHADAP PERFORMA MESIN DIESEL GENERATOR
KM.NGGAPULU**



Diajukan Dalam Rangka Penyelesaian
Program Studi Diploma III Permesinan Kapal

LUKMANUL HAKIM
NPM.2202027

**PROGRAM DIPLOMA III PERMESINAN KAPAL
POLITEKNIK TRANSPORTASI SUNGAI DANAU DAN
PENYEBRANGAN PALEMBANG
TAHUN 2025**

**PENGARUH MENURUNNYA KINERJA INJECTOR
TERHADAP PERFORMA MESIN DIESEL GENERATOR
KM.NGGAPULU**



Diajukan Dalam Rangka Penyelesaian
Program Studi Diploma III Permesinan Kapal

LUKMANUL HAKIM
NPM.2202027

**PROGRAM DIPLOMA III PERMESINAN KAPAL
POLITEKNIK TRANSPORTASI SUNGAI DANAU DAN
PENYEBRANGAN PALEMBANG
TAHUN 2025**

HALAMAN PENGESAHAN
PENGARUH MENURUNNYA KINERJA INJECTOR TERHADAP
PERFORMA MESIN DIESEL GENERATOR KM.NGGAPULU

Disusun dan Diajukan Oleh:

Lukmanul Hakim
NPM.2202027

Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian KKW
Politeknik Transportasi Sungai, Danau dan Penyeberangan Palembang
Pada tanggal, 19 Agustus 2025

Menyetujui

Penguji I



Dr. Andri Yulianto, M.T., M.Mar.E.
NIP. 19760718 199808 1 001

Penguji II



Charul Insani Ilham, ATD., M.M
NIP. 19601215 198703 1 007

Penguji III



Siti Nurhalil Triwahyuni, S.T., M.Sc.
NIP. 19881110 201902 2 002

Mengetahui
Ketua Program Studi
Diploma III Permesinan Kapal


Dzaskoro Budi Sidharta, M.Sc.
NIP. 19780513 200912 1001

PERSETUJUAN SEMINAR KERTAS KERJA WAJIB

Judul : Pengaruh Menurunnya Kinerja Injector Terhadap Performa Mesin Diesel Generator Km.Nggapulu
Nama : Lukmanul Hakim
NPM : 2202027
Program Studi : D-III Permesinan Kapal

Dengan ini dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diseminarkan.

Palembang, 15 Agustus 2025

Menyetujui

Pembimbing I



Yohan Wibisono, M.Pd.
NIP. 19750510 200604 1 001

Pembimbing II



Raden Muhamad Firzatullah, M.KOM.
NIP. 19940406 202203 1 010

Mengetahui

Ketua Program Studi
Diploma III Permesinan Kapal



Driskoro Budi Sidharta, M.Sc.
NIP. 19780513 200912 1 001

SURAT PERALIHAN HAK CIPTA

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Lukmanul Hakim

NPM : 2202027

Program Studi : D - III Permesinan Kapal

Adalah **Pihak 1** selaku peneliti asli karya ilmiah yang berjudul "Pengaruh Menurunnya Kinerja Injector Terhadap Performa Mesin Diesel Generator Km. Nggapulu", dengan ini menyerahkan karya ilmiah kepada :

Nama : Politeknik Transportasi SDP Palembang

Alamat : Jl. Sabar Jaya no. 116, Perajin, Banyuasin 1
Kab.Banyuasin, sumatera Selatan

Adalah **Pihak ke II** selaku pemegang hak cipta berupa laporan Tugas Akhir Taruna/I Program Studi Diploma III Permesinan Kapal selama batas waktu yang tidak ditentukan.

Demikianlah surat pengalihan hak ini kami buat, agar dapat dipergunakan sebagaimana mestinya

Palembang, 19 Agustus 2025

Pemegang Hak Cipta

(Poltektrans SDP Palembang)

Pencipta



PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Lukmanul Hakim

NPM : 2202027

Program Studi : D-III Permesinan Kapal

Menyatakan bahwa KKW yang saya tulis dengan judul "Pengaruh Menurunnya Kinerja Injector Terhadap Performa Mesin Diesel Generator Km.Nggapulu" Merupakan karya asli seluruh ide yang ada dalam penelitian tersebut, kecuali tema yang saya nyatakan sebagai kutipan, merupakan ide saya sendiri. Jika pernyataan di atas terbukti tidak benar, maka saya bersedia menerima sanksi yang ditetapkan oleh Politeknik Transportasi Sungai, Danau, dan Penyeberangan Palembang.

Palembang, 19 Agustus 2025



(Lukmanul Hakim)

NPT.2202027



KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
BADAN PENGEMBANGAN SDM PERHUBUNGAN
BADAN LAYANAN UMUM
POLITEKNIK TRANSPORTASI SUNGAI, DANAU DAN PENYEBERANGAN PALEMBANG

Jl Sabar Jaya No. 116
Palembang 30763

Telp. (0711) 753 7278
Fax. (0711) 753 7263

Email kepegawaian@poltektranssdp-palembang.ac.id
Website www.poltektranssdp-palembang.ac.id



SURAT KETERANGAN BEBAS PLAGIARISME
Nomor : 147 / PD / 2025

Tim Verifikator Smiliarity Karya Tulis Politeknik Transportasi Sungai, Danau dan Penyeberangan Palembang, menerangkan bahwa identitas berikut :

Nama : Lukmanul Hakim
NPM : 2202027
Program Studi : D. III STUDI PERMESIANAN KAPAL
Judul Karya : PENGARUH MENURUNNYA KINERJA INJEKTOR TERHADAP PERFORMA MESIN DIESEL GENERATOR KM. NGGAPULU

Dinyatakan sudah memenuhi syarat dengan Uji Turnitin 22% sehingga memenuhi batas maksimal Plagiasi kurang dari 25% pada naskah karya tulis yang disusun. Surat keterangan ini digunakan sebagai prasyarat pengumpulan tugas akhir dan *Clearence Out Wisuda.*

Palembang, 29 Agustus 2025

Verifikator



Kurniawan.,S.I.P
NIP. 19990422 202521 1 005

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Allah Tuhan SWT, karena atas berkah rahmat dan hidayahNya penulis dapat menyelesaikan laporan penelitian kertas kerja wajib ini. Penelitian ini dilakukan untuk mempelajari dan menganalisis pengaruh menurunnya kinerja injector terhadap performa mesin diesel generator di KM. Nggapulu. Penulis meyakini bahwa dalam penyusunan kertas kerja wajib ini sangat diperlukan dukungan dari berbagai pihak, oleh karena itu pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan banyak terimakasih kepada:

1. Bapak, ibu dan Adik saya yang saya cintai yang selalu memberikan dukungan serta doa dan senantiasa memberi semangat sehingga penulis dapat menyelesaikan KKW ini;
2. Bapak Dr. Eko Nugroho Widjatmoko, M.M., M.Mar.E. selaku Direktur Politeknik Transportasi Sungai, Danau Dan Penyeberangan Palembang;
3. Bapak Yohan Wibisono, M.Pd. selaku Dosen Pembimbing I;
4. Bapak Raden Muhamad Firzatullah, M.KOM. selaku Dosen Pembimbing II;
5. Seluruh Civitas Akademika Program Studi D-III Permesinan Kapal yang telah memberikan dukungan kepada penulis;
6. Seluruh kru KM.Nggapulu atas ilmu nya selama berada di atas kapal selama satu tahun baik dari Perwira Mesin maupun seluruh Crew kapal;
7. Kepada Aprillian Nanda Sagita orang spesial yang selalu ada dan membantu dan tetap sabar mendukung dan membantu penulis;
8. Semua pihak yang terlibat dalam pembuatan KKW ini;

Akhirnya penulis berharap hasil penelitian ini dapat menjadi referensi bagi seluruh pihak terkait.

Palembang, 19 Agustus 2025



(Lukmanul Hakim)
NPT.2202027

PENGARUH MENURUNNYA KINERJA INJECTOR TERHADAP PERFORMA MESIN DIESEL GENERATOR KM.NGGAPULU

Lukmanul Hakim (2202027)

Dibimbing oleh: Yohan Wibisono, M.PD. dan

Raden Muhamad Firzatullah, M.KOM.

ABSTRAK

Penelitian ini dilaksanakan untuk menganalisis penyebab menurunnya performa mesin diesel generator KM. Nggapulu. Permasalahan yang ditemukan di lapangan meliputi penurunan RPM, daya (kW), serta frekuensi (Hz) yang tidak sesuai dengan standar operasional, di mana faktor utama yang memengaruhi adalah gangguan pada kinerja injector. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi faktor penyebab, dampak yang ditimbulkan, serta upaya yang dapat dilakukan untuk mengembalikan performa mesin. Metode yang digunakan meliputi observasi langsung di kapal, pengumpulan data primer dan sekunder, wawancara dengan perwira mesin, serta analisis komparatif terhadap data operasional.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penurunan performa disebabkan oleh kerusakan injector, seperti nozzle tersumbat, pegas patah, dan jarum aus. Dampak yang ditimbulkan antara lain penurunan RPM, daya, dan frekuensi, naiknya suhu gas buang, munculnya asap hitam, hingga mesin sulit dihidupkan. Setelah dilakukan perawatan berupa pemeriksaan injector, pembersihan filter FO, serta pengetesan tekanan sesuai manual book, performa mesin kembali normal dengan RPM 750, daya 400 kW, dan frekuensi 50 Hz. Kesimpulan dari penelitian ini adalah bahwa perawatan berkala dan pemantauan kondisi injector sangat penting untuk mencegah penurunan performa mesin diesel generator. Rekomendasi tindakan pencegahan yaitu meningkatkan perawatan preventif, pengawasan running hours, serta penerapan Planned Maintenance System (PMS) secara konsisten.

Kata Kunci : Mesin diesel generator, Injector, Performa

**PENGARUH MENURUNNYA KINERJA INJECTOR TERHADAP
PERFORMA MESIN DIESEL GENERATOR KM.NGGAPULU
BIKINKAN JUDUL ABSTRAK DIATAS DALAM BAHASA INGGRIS**

Lukmanul Hakim (2202027)
Supervised by: Yohan Wibisono, M.Pd. and
Raden Muhamad Firzatullah, M.Kom.

ABSTRACT

This study was conducted to analyze the causes of performance degradation in the diesel generator of KM. Nggapulu. The problems identified included decreases in engine speed (RPM), output power (kW), and frequency (Hz), all of which did not meet operational standards. The main factor contributing to this issue was a malfunction in the injector system. The purpose of this research is to identify the causes, evaluate their impacts, and provide solutions to restore the generator's performance. The research methodology included direct observation onboard, collection of primary and secondary data, interviews with engine officers, and comparative analysis of operational records.

The findings show that the decrease in performance was caused by injector damage such as clogged nozzles, broken springs, and worn needles. These conditions led to reduced RPM, power, and frequency, increased exhaust gas temperature, black smoke emissions, and difficulties during engine starting. After maintenance activities such as injector inspection, fuel oil filter cleaning, and pressure testing based on the manual book, the generator's performance returned to normal at 750 RPM, 400 kW, and 50 Hz. The conclusion of this study emphasizes that regular maintenance and careful monitoring of injector conditions are essential to prevent performance degradation. Recommended preventive actions include strengthening predictive maintenance, monitoring running hours, and consistently implementing the Planned Maintenance System (PMS).

Keywords: Diesel generator, Injector, Performance.

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERSETUJUAN SEMINAR KERTAS KERJA WAJIB	iii
SURAT PERALIHAN HAK CIPTA	iv
PERNYATAAN KEASLIAN	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	.. ix
DAFTAR ISI	. x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	2
C. Tujuan Penulisan	2
D. Manfaat Penulisan	3
E. Batasan Masalah	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
A. Tinjauan Pustaka	4
B. Landasan Hukum	5
C. Landasan Teori	7
BAB III METODE PENELITIAN	19
A. Desain Penelitian	19
B. Metode Pengumpulan Data	23
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN	24
A. Analisis	24
B. Pembahasan	27
BAB V PENUTUP	44
A. Kesimpulan	44
B. Saran	44
DAFTAR PUSTAKA	45

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Diagram Siklus Kerja Mesin 2 Tak	9
Gambar 2.2 Langkah Hisap	10
Gambar 2.3 Langkah Kompresi	11
Gambar 2.4 Langkah Usaha	11
Gambar 2.5 Langkah Buang	12
Gambar 2.6 Injector	14
Gambar 2.7 Bagian – Bagian Injector	16
Gambar 2.8 Jenis-Jenis <i>Injector</i>	18
Gambar 3.1 Bagan Alir	22
Gambar 4. 1 Injector Normal Daihatsu 6DL 24	24
Gambar 4. 2 Mesin Diesel Generator Daihatsu 6DL 24	26
Gambar 4.3 Diagram Penurunan Performa Mesin Diesel Generator	26
Gambar 4.4 Tekanan Injector Sebelum Perawatan	30
Gambar 4.5 Filter Fo	30
Gambar 4. 6 <i>Spring Injector</i>	31
Gambar 4.7 <i>Nozzle Injector</i>	31
Gambar 4.8 Rpm Sebelum Perawtan	32
Gambar 4. 9 Daya <i>Output</i> sebelum Perawatan	32
Gambar 4.10 Pembersihan Filter Fo	38
Gambar 4.11 <i>Manual Book</i>	38
Gambar 4.12 Rpm Setelah Perawatan	39
Gambar 4.13 Daya <i>Output</i> Setelah Perawatan	39
Gambar 4.14 Lampu Penerangan Kapal Setelah Perawatan	40
Gambar 4.15 Diagram Performa Mesin Diesel Setelah Perawatan	43

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 spesifikasi injector Mesin Diesel Generator Daihatsu 6DL 24	24
Tabel 4.2 Gejala Penurunan performa Mesin Diesel Generator	25
Tabel 4. 3 spesifikasi Mesin Diesel Generator 6DL 24	26
Tabel 4.4 Performa Mesin Diesel Sebelum Perawatan	27
Tabel 4. 5 Performa Mesin Diesel Setelah dilakukan perawatan	40

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 <i>Crew List Km.Nggapulu</i>	46
Lampiran 2 <i>Ship Particular Km.Nggapulu</i>	47
Lampiran 3 <i>Running Hours Injetor AE</i>	48
Lampiran 4 Jurnal Harian AE Km.Nggapulu	49
Lampiran 5 Log Book Km.Nggapulu	50
Lampiran 6 Perawatan <i>Injector AE</i>	51
Lampiran 7 Manual Book Daihatsu 6DL 24	52
Lampiran 8 Hasil Wawancara	54

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Menurut (Toniman Zegal, 2024) Mesin Diesel Generator adalah mesin yang berfungsi mengubah energi mekanik menjadi energi listrik berdasarkan prinsip elektromagnetik. Di lingkungan kapal, generator memiliki peran utama sebagai sumber daya listrik yang menyuplai berbagai kebutuhan operasional, baik untuk sistem navigasi, penerangan, maupun peralatan pendukung lainnya.

Menurut (Yuzzy Mohamad Fajar, 2023) Mesin diesel bekerja berdasarkan siklus empat langkah, yaitu langkah hisap, kompresi, usaha, dan buang. Udara murni dihisap ke dalam silinder pada langkah hisap, kemudian dikompresi hingga temperatur tinggi pada langkah kompresi. Bahan bakar diesel diinjeksikan dan terbakar secara spontan pada langkah usaha, menghasilkan tekanan yang mendorong piston. Gas sisa pembakaran dibuang pada langkah buang. Tenaga mekanik yang dihasilkan poros engkol selanjutnya digunakan untuk memutar generator dalam menghasilkan listrik.

Penurunan performa mesin diesel generator dapat disebabkan oleh berbagai faktor, seperti pembakaran yang tidak sempurna, kerusakan pada turbocharger, hingga gangguan pada sistem injeksi bahan bakar. Di antara berbagai faktor tersebut, kerusakan atau ketidaksempurnaan fungsi injector memiliki peran yang sangat krusial. Injector bertugas menyemprotkan bahan bakar ke dalam ruang bakar dengan tekanan dan pola yang tepat agar proses pembakaran berlangsung optimal. Ketika injector mengalami gangguan baik karena penyumbatan, keausan, atau kalibrasi yang tidak sesuai maka pembakaran menjadi tidak sempurna, emisi meningkat, konsumsi bahan bakar bertambah, dan tenaga mesin menurun.

Menurut (Wahyudo 2014) Injector merupakan komponen yang sangat penting pada Mesin Diesel Generator. Injector terdiri dari dua bagian utama, yaitu nozzle dan jarum, yang bekerja sama untuk menyemprotkan bahan bakar dari pompa injeksi ke dalam silinder dengan tekanan tinggi. Tekanan tersebut bertujuan agar bahan bakar dapat terdispersi secara halus dan merata,

sehingga proses pembakaran menjadi lebih efisien. Penyesuaian tekanan injeksi dapat dilakukan dengan mengatur shim atau memutar sekrup penyetel. Secara umum, injector memiliki peran dalam mengatur jumlah bahan bakar yang masuk ke silinder, menyemprotkannya secara presisi, mendistribusikannya dengan baik, serta memastikan pembakaran berlangsung sempurna .

Berdasarkan kondisi tersebut penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penyebab menurunnya performa Mesin Diesel Generator di KM.Nggapulu. Dengan mengetahui akar permasalahan secara teknis, diharapkan solusi perawatan dan perbaikan yang lebih efektif dapat diterapkan guna menjaga keandalan sistem kelistrikan kapal sehingga peniliti tertarik untuk mengambil penelitian tentang Pengaruh Menurunnya Kinerja Injector Terhadap Performa Mesin Diesel Generator KM.Nggapulu.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah disebutkan di atas, dapat diambil perumusan masalah yang berisi berbagai permasalahan dan pembahaasn berikut yang akan dicari pemecahan masalahnya sebagai berikut :

1. Apa saja faktor yang menyebabkan menurunnya kinerja injector pada mesin diesel generator di kapal?
2. Bagaimana dampak menurunnya kinerja injector terhadap performa mesin diesel generator?
3. Upaya apa yang dapat dilakukan untuk mengatasi penurunan kinerja injector agar performa mesin diesel generator kembali optimal?

C. Tujuan Penulisan

Tujuan penulis membahas penelitian ini adalah membahas masalah-masalah yang sering terjadi pada Mesin Diesel Generator diatas kapal :

1. Mengetahui faktor-faktor yang menyebabkan menurunnya kinerja injector pada mesin diesel generator di kapal.
2. Menganalisis dampak dari penurunan kinerja injector terhadap performa mesin diesel generator.

3. Mengidentifikasi dan menjelaskan upaya-upaya yang dapat dilakukan guna mengatasi penurunan kinerja injector agar performa mesin diesel generator kembali optimal.

D. Manfaat Penulisan

Penulis berharap dapat memberikan manfaat bagi pihak – pihak yang membutuhkan, diantaranya :

1. Untuk menambah wawasan dan pengetahuan bagi penulis sendiri tentang bagaimana cara memperbaiki atau mengembalikan performa mesin diesel generator di kapal.
2. Untuk mengatasi jika terjadinya gangguan pada performa mesin diesel generator .
3. Sebagai bahan masukan dan sumbangsih bagi para pembaca khususnya kepada taruna dan taruni “Politeknik Transportasi Sungai Danau dan Penyeberangan Palembang” jurusan D-III Permesinan Kapal tentang Analisi penyebab menurunnya performa mesin diesel generator di kapal.

E. Batasan Masalah

Penelitian ini dilaksanakan dalam periode Juli 2024 hingga Juli 2025, dengan ruang lingkup pembahasan difokuskan pada analisis penyebab menurunnya performa mesin diesel generator KM. Nggapulu. Faktor utama yang diteliti adalah kinerja injector, karena komponen ini memiliki peran penting dalam proses pembakaran dan secara langsung memengaruhi stabilitas RPM, daya keluaran (kW), serta frekuensi (Hz) yang dihasilkan oleh generator.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Tinjauan Pustaka

1. Penelitian Terdahulu

Pada penelitian ini, penulis mengambil gambaran yang relevan agar hasil yang didapat lebih akurat. Terkait itu, penulis memakai penelitian yang membahas mengenai sistem pendingin mesin induk pada kapal. Beberapa penelitian sebelumnya yang diangkat oleh penulis adalah sebagai berikut :

- a. Optimalisasi Kinerja Injector Pada Mesin Diesel Generator di KMP. Portlink V (Michelle Bebyza, 2023) Kesimpulan penelitian ini Penyebab kurang optimalnya kinerja *injector* pada mesin diesel generator ialah tekanan pada injector yang tidak sesuai dengan *manual book* di KMP. Portlink V, terjadi kelonggaran yang tidak tepat antara jarum *nozzle* dan *nozzle*, tersumbat lubang *nozzle* dan bahan bakar yang kotor. Dampak yang ditimbulkan jika *injector* bekerja tidak optimal ialah kinerja mesin diesel generator menurun, mesin akan panas, adanya keausan antara komponen yang bergesekan dan kelistrikan yang dihasilkan menurun. Dampak yang ditimbulkan jika *injector* bekerja tidak optimal ialah kinerja mesin diesel generator menurun, mesin akan panas, adanya keausan antara komponen yang bergesekan dan kelistrikan yang dihasilkan menurun.
- b. Analisi Penurunan Tekanan Injector Pada Mesin Diesel Generator MT.Gas Dream (Ryan Ma’arif, 2023) Kesimpulan penelitian ini adalah Penurunan tekanan injector pada mesin diesel generator disebabkan oleh perawatan dan perbaikan yang tidak sesuai dengan manual, serta tersumbatnya nozzle akibat kotoran atau kerak. Dampaknya meliputi kerusakan komponen injector karena melebihi batas waktu pemakaian, penurunan performa mesin akibat bahan bakar kotor, tersumbatnya nozzle, dan filter yang tercemar endapan. Upaya mengatasinya meliputi perawatan injector sesuai manual dan jadwal running hours,

pembersihan rutin nozzle, filter, dan tangki bahan bakar. Strategi yang diterapkan mencakup pengecekan injector sesuai PMS, peningkatan tanggung jawab engineer, serta perawatan berkala agar injector berfungsi optimal.

- c. Analisis Menurunnya Kinerja Injector Terhadap Proses Pembakaran Motor Diesel di Kapal (Sarifuddin, 2021) Hasil Penlitian ini adalah Penyebab *injector* tidak optimal ialah perawatan *injector* yang kurang sempurna, dari hal ini bisa mengakibatkan mesin tidak mencapai kecepatan maksimal serta gas buang yang tidak teratur. Hal umum yang menyebabkan 2 kejadian tersebut adalah *o-ring* yang getas dan tersumbatnya *nozzle* pada *injector*. Dan upaya untuk menanggulangi masalah tersebut adalah selalu memperhatikan *running hours*, *maintenance injector* setiap 500 jam, dan selalu *flushing* setiap pergantian bahan bakar guna menghindari tersumbatnya *nozzle*.

B. Landasan Hukum

Dasar hukum yang terkait dengan penelitian yang dilakukan diambil sebagai landasan teori yang berkaitan dengan ilmu atau masalah yang diambil oleh penulis sebagai berikut :

- a. Undang-Undang Nomor 17 Tahun 2008 Tentang Pelayaran

Pasal-pasal dan ayat dalam Undang-Undang Nomor 17 Tahun 2008 Tentang Pelayaran dijelaskan bahwa:

- 1) Pasal 1 Ayat 33

Kelaiklautan Kapal adalah keadaan kapal yang memenuhi persyaratan keselamatan kapal, pencegahan pencemaran perairan dari kapal, pengawakan, garis muat, pemuatan, kesejahteraan Awak Kapal dan kesehatan penumpang, status hukum kapal, manajemen keselamatan dan pencegahan pencemaran dari kapal, dan manajemen keamanan kapal untuk berlayar di perairan tertentu.

- 2) Pasal 1 Ayat 34

Keselamatan Kapal adalah keadaan kapal yang memenuhi persyaratan material, konstruksi, bangunan, permesinan dan perlindungan, stabilitas, tata susunan serta perlengkapan termasuk perlengkapan alat

penolong dan radio, elektronik kapal, yang dibuktikan dengan sertifikat setelah dilakukan pemeriksaan dan pengujian

3) Pasal 1 Ayat 35

Badan Klasifikasi adalah lembaga klasifikasi kapal yang melakukan pengaturan kekuatan konstruksi dan permesinan kapal, jaminan mutu material marine, pengawasan pembangunan, pemeliharaan, dan perombakan kapal sesuai dengan peraturan klasifikasi.

- b. Peraturan Menteri Perhubungan Nomor PM 57 Tahun 2021 Tentang Tata Cara Pemeriksaan, Pengujian, dan Sertifikasi Keselamatan Kapal.

Pasal-pasal dalam Peraturan Menteri Perhubungan Nomor PM 57 Tahun 2021 Tentang Tata Cara Pemeriksaan, Pengujian, dan Sertifikasi Keselamatan Kapal dijelaskan bahwa :

1) Pasal 1 Ayat 7

Pemeriksaan adalah pemeriksaan lengkap terhadap semua hal yang berkaitan dengan sertifikat keselamatan Kapal, guna memastikan pemenuhan semua persyaratan untuk operasional Kapal.

2) Pasal 3 Ayat 2

Persyaratan Keselamatan Kapal sebagaimana dimaksud pada ayat 2 meliputi:

- a) Material;
- b) Konstruksi;
- c) Bangunan;
- d) Permesinan dan perlistirkan;
- e) Stabilitas;
- f) Tata susunan perlengkapan dan perlatan keselamatan, dan pemadam kebakaran; dan
- g) Elektronika Kapal.

3) Pasal 5 Ayat 2

Pemeriksaan Pertama sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dilakukan untuk memastikan bahwa peralatan keselamatan dan perlengkapan memenuhi persyaratan sesuai dengan ketentuan peraturan perundangan dan ketentuan Internasional paling sedikit meliputi:

- a) Bahan material dan bangunan Kapal;
- b) Bagian luar alas Kapal;
- c) Ketel uap dan bejana tekan lainnya serta peralatannya;
- d) Mesin utama;
- e) Mesin bantu;
- f) Instalasi listrik;
- g) Instalasi radio;
- h) Peralatan keselamatan;
- i) Perlindungan kebakaran;
- j) Sistem peralatan keselamatan kebakaran dan perlengkapannya;
- k) Peralatan navigasi;
- l) Publikasi nautika;
- m) Sarana embarkasi untuk petugas pandu dan perlengkapan lainnya;
- n) Lampu navigasi;
- o) Sosok benda;
- p) Alat untuk membuat sinyal suara dan sinyal marabahaya seperti yang dipersyaratkan oleh ketentuan peraturan perundang-undangan dan Konvensi Pencegahan Tabrakan di Laut (*International Regulations for Preventing Collisions at Sea* 1972);
- q) Penopang dan penggerjaan bangunan Kapal; dan ketersediaan informasi stabilitas yang diperlukan.

C. Landasan Teori

1. Definisi Mesin Diesel Generator

Mesin diesel generator adalah sebuah pesawat bantu dengan proses pembakaran yang terjadi didalam mesin itu sendiri (*internal combustion engine*) dan pembakaran terjadi karena udara murni dimampatkan (dikompresi) di dalam ruang bakar (silinder) sehingga diperoleh udara bertekanan tinggi serta panas yang tinggi, bersamaan dengan itu disemprotkan/dikabutkan bahan bakar sehingga terjadi pembakaran. Dimana pembakaran itu sendiri akan menggerakkan piston yang berada di titik mati atas (TMA) ke titik mati bawah (TMB) yang

mengubah energi kimia menjadi energi mekanik yang dapat digunakan untuk mesin diesel generator dikapal.

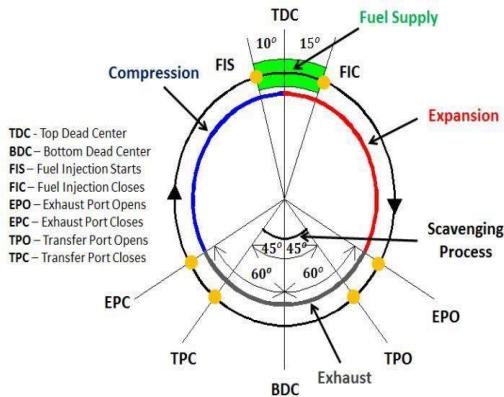
Mesin Daihatsu 6DL-24 merupakan salah satu tipe *diesel generator* yang umum digunakan di kapal sebagai sumber tenaga listrik. Berdasarkan spesifikasi pabrikan, mesin ini memiliki parameter standar dengan kecepatan putar 750 RPM, daya keluaran 882 kW, frekuensi 50 Hz, dan terdiri dari 6 silinder. Dengan spesifikasi tersebut, Daihatsu 6DL-24 termasuk kategori *medium speed diesel generator* yang banyak diaplikasikan pada kapal niaga karena mampu menghasilkan daya besar dengan putaran relatif rendah. Kondisi ini menjadikannya lebih efisien, memiliki konsumsi bahan bakar yang lebih seimbang, serta umur pakai komponen yang lebih lama dibandingkan mesin dengan putaran tinggi.

Sebagaimana yang dikemukakan Armstrong dan Proctol (2013), mesin diesel yaitu mesin bakar internal dimana udara dikompresi pada suhu yang cukup tinggi agar terjadi pembakaran dengan bahan bakar didalam ruang bakar, dimana pembakaran yang dihasilkan akan merubah energi mekanik menjadi listrik, yang bisa dimanfaatkan untuk sistem kelistrikan di atas kapal.

2. Siklus Mesin Diesel

Prinsip kerja mesin diesel ini adalah mempergunakan daya ledak yang berbentuk saat ada pembakaran sebuah gas. Secara sederhana bisa dikatakan gas bertekanan akan dibakar di sebuah ruang, maka dari daya ledak pembakaran tersebut dapat diambil manfaatnya untuk sebagai penggerak poros engkol mesin.

Berdasarkan langkah kerjanya mesin diesel terbagi ke dalam 2 bagian yakni motor 2 tak dan motor 4 tak. Mesin diesel dua tak adalah *internal combustion engine* (mesin pembakaran dalam) yang hanya mempunyai dua tahap kerja pada satu siklus mesin dalam pembuatan mesin bekerja secara



Sumber : Mechanical Booster (2017)

Gambar 2.1 Diagram Siklus Kerja Mesin 2 Tak

berkelanjutan. Dua langkah piston tersebut dapat dijelaskan lebih rinci yaitu:

- Langkah Hisap dan Kompresi
- Langkah Usaha dan Buang

Motor 4 tak termasuk mesin dimana ada satu siklus kerja memerlukan 2 putaran engkol dan 4 langkah gerakan *piston* maka dapat dihasilkannya 1 usaha. Adapun secara rinci penjelasan dari empat langkah *piston* adalah berikut ini:

- Langkah Hisap
- Langkah Kompresi
- Langkah Usaha
- Langkah Buang

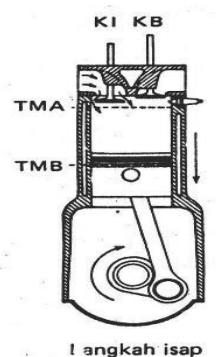
4. Siklus Mesin Diesel 4 Tak

Mesin diesel 4 langkah pada kapal peneliti bekerja melalui empat langkah torak atau dua putaran poros engkol untuk menyelesaikan satu siklus kerja. Berbeda dengan siklus Otto, siklus diesel menambahkan panas pada tekanan tetap, sehingga dikenal sebagai siklus tekanan tetap. Siklus ini terdiri dari langkah hisap, kompresi, usaha, dan buang yang menghasilkan tenaga untuk menggerakkan mesin.

Proses langkah kerja motor 4 langkah tersebut sebagai berikut:

- Langkah Hisap

Langkah hisap yakni sebuah proses di mana gas (campuran udara dan bahan bakar yang berkadar tertentu) di masukkan ke suatu ruang tertutup, ruang tertutup ini dinamakan dengan ruang pembakaran. *Piston* digerakkan dari TMA (Titik Mati Atas) ke arah TMB (Titik Mati Bawah). Posisi katup buang tertutup dan katup hisap terbuka. Akibatnya di dalam silinder gerakan volume *piston* semakin besar maka dapat menurunkan tekanan. Penurunan tekanan di dalam silinder sebagai penyebab terjadinya perbedaan tekanan antara di dalam silinder dan di luar silinder maka dapat menghisap masuk udara bersih dari katup hisap ke dalam silinder dengan proses yang demikian cepatnya. Visualisasi piston dalam proses langkah hisap ditampilkan pada Gambar 2.2 .

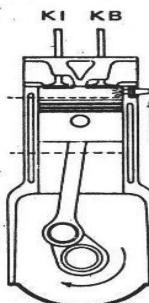


Sumber: Energi Dan Manufaktur (2010)

Gambar 2.2 Piston Langkah Hisap

2) Langkah Kompresi

Dalam langkah ini piston digerakkan dari TMB ke arah TMA sementara kedua katup tertutup. Sebab udara yang ada didalam silinder terdesak terus oleh piston yang memicu terjadinya peningkatan temperatur dan tekanan, maka akan menjadi sangat panas udara di dalam silinder. Ada beberapa derajat sebelum piston pada titik TMA. Selanjutnya menyemprotkan bahan bakar ke ruang bakar oleh injector dalam bentuk kabut. Dalam tahap kompresi udara yang bertemperatur dan bertekanan tinggi akan disemprotkan bahan bakar oleh injector maka di ruang bakar mesin akan terjadinya pembakaran. Visualisasi piston dalam proses langkah Kompresi ditampilkan pada Gambar 2.3 .



Langkah kompresi

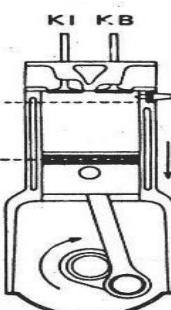
Sumber: Energi Dan Manufaktur (2010)

Gambar 2.3 Piston Langkah Kompresi

3) Langkah Usaha

Langkah usaha ini dapat didefinisikan sebagai langkah utama, sebab dalam langkah ini terjadi proses pembakaran. Dalam akhir langkah kompresi, sebelumnya posisinya piston sudah ada di atas dimana gas di dalam ruang pembakaran juga sudah berkondisi high pressure dan full pressure.

Dalam keadaan tersebut, beberapa saat sebelum TMA, injector mengabutkan bahan bakar. Adanya pemampatan udara menyebabkan bahan bakar terbakar. Pembakaran dari campuran bakar dapat sebagai penyebab tekanan dan temperatur di dalam silinder meningkat. Piston akan ter dorong karena adanya tekanan dari TMA ke arah TMB, lewat batang piston gaya tekan piston dipergunakan sebagai pemutar poros engkol, dalam poros engkol dipergunakan sebagai pemutar generator. Visualisasi piston dalam proses langkah Kompresi ditampilkan pada Gambar 2.4 .



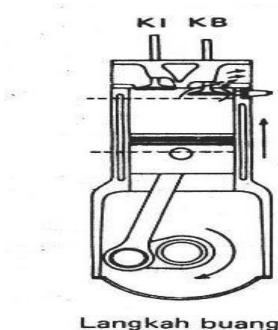
Langkah kerja

Sumber: Energi Dan Manufaktur (2010)

Gambar 2.4 Piston Langkah Usaha

4) Langkah Buang

Piston digerakkan dari TMB ke arah TMA. Posisi katup buang terbuka sementara katup hisap tertutup. Pergerakan piston menjadi penyebab piston mengeluarkan gas buang ke luar melalui katup buang menuju cerobong asap. Sesudah tahap buang selama ada proses pembakaran selanjutnya motor menerapkan langkah hisap, kompresi, usaha, dan buang, demikian seterusnya oleh karena itu motor akan terus berputar. Visualisasi piston dalam proses langkah Kompresi ditampilkan pada Gambar 2.5 .



Sumber: Energi Dan Manufaktur (2010)

Gambar 2.5 Piston Langkah Buang

D. Proses Bahan Bakar

1) Pengertian Bahan Bakar

Menurut Daryanto (2018;105) system pembakaran bahan bakar merupakan system vital yang berpengaruh pad acara kerja mesin diesel penggerak generator dan merupakan jantung mesin diesel, kontruksi disusun dengan bahan – bahan berkualitas dan membutuhkan ketelitian.

Komponen-komponen paling penting untuk pengabutan dan pemasukan bahan bakar yakni *injector* dan pompa bahan bakar. Bahan bakar ditekan oleh pompa bahan bakar dengan tekanan 300-500 bar melalui lubang mulut pengabut yang cukup kecil ke dalam ruangan pembakaran. Berkisar 0,4-0,9 mm untuk garis tengah lubang pengabutnya. Tingginya tekanan semprot diperlukan untuk pemberian tingginya kecepatan awal ke pancaran minyak. Sebagai akibat dari

tekanan tersebut yaitu pengabutan berbentuk halus dan percikan minyak yang keluar sejauh mungkin ke dalam ruangan pembakaran untuk didapatkan campuran yang sempurna dengan udara pembakarannya.

Menurut yang dikemukakan Maanen (1997: 1-9), pembakaran yaitu proses senyawa secara tepat pada proses kimia antara suhu dan bahan bakar udara yang cukup untuk penyalaan. Dalam proses tersebut ada proses pengompresian udara sehingga akan terjadinya reaksi kimia yakni pembakaran didalam silinder, selanjutnya mengubah panas hasil pembakaran menjadi tenaga. Dalam *diesel generator* terjadinya pembakaran karena adanya penyemprotan bahan bakar minyak berupa kabut dalam silinder yang tercampur dengan udara yang suhunya tinggi. Maka dari itu kecepatan pembakarannya tergantung dari buruk baiknya komposisi udara dengan bahan bakar.

Prinsip dari pengabutan yakni penekanan bahan bakar berupa zat cair dengan tekanan yang sangat tinggi lewat lubang sangat kecil dari *nozzle*. Semakin baik pengabutan maka pembakaran akan semakin sempurna. Pada pembakaran akan menghasilkan suhu yang tinggi dan juga akan terjadinya tekanan maksimum akibat pembakaran. Jika ada ketidaksesuaian campuran bahan bakar dengan udara maka akan adanya ketidaksempurnaan dalam proses pembakaran. Akibat yang dimunculkan dari pembakaran kurang sempurna ialah :

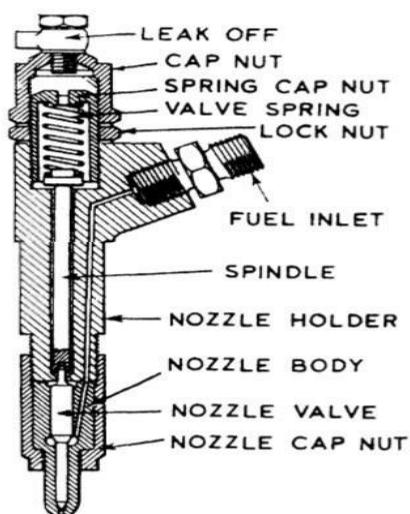
- 1) Sisa-sisa dari hasil pembakaran akan melekat di kepala torak dan dinding silinder, dimana dalam liner adanya lubang untuk tempat pengeluaran minyak lumas maka apabila terdapat jelaga akibat dari pembakaran tidak sempurna menutup lubang tersebut maka akan terganggu dalam pelumasannya.
- 2) Kerugian panas pada motor semakin besar dikarenakan tidak keseluruhan bahan bakar disemprot oleh *injector* ke silinder yang terbakar (sebagiannya terbuang atau terbakar lewat cerobong) maka

akan menurunkan hasil panasnya sehingga juga akan berkurang tenaga yang dihasilkan.

- 3) Sisa – sisa hasil pembakaran akan melekat di lubang hisap dan pembuangan antara katup dan dudukannya, utamanya dalam katup buang maka akan mengakibatkan tidak rapat.

E. Injector

Menurut Karyanto (2000:133), *injector* dapat diistilahkan lain sebagai *Injection Nozzle* yakni sebuah alat penyemprotan bahan bakar solar pada penghamburan yang sangat halus (bentuk kabutannya) ke dalam udara yang sedang dikompresikan (dipadatkan) di dalam ruangan pembakaran silinder motor, di mana pengompresian udara tersebut mempunyai suhu cukup tinggi. Menurut Handoyo (2015:137), *injector* atau pengabut bahan bakar yaitu sebuah alat penyemprotan bahan bakar minyak menjadi kabut halus yang akan memudahkan pembakaran gas tersebut ke dalam silinder mesin. Pengabutan bahan bakar minyak tersebut menghasilkan kabut halus hingga terbentuk “gas” sehingga menghasilkan pembakaran yang semakin sempurna dan juga akan memaksimalkan nilai kalor sebagai sumber tenaga mesinnya. semakin sempurna dan juga akan memaksimalkan nilai kalor sebagai sumber tenaga mesinnya.



Sumber: Energi Dan Manufaktur (2010)

Gambar 2.6 Komponen Pada Injector

1) Fungsi Injector

Menurut (Behzad et al, 2016), dalam *diesel generator* alat yang fungsinya sebagai penyuplai bahan bakar disebut sebagai *injector*. *Injector* ini berfungsi untuk menyemprotkan bahan bakar dalam bentuk kabut ke dalam ruang bakar yang akan bereaksi dengan udara yang bertekanan tinggi dan mempunyai temperatur yang tinggi sehingga menghasilkan terjadinya pembakaran.

Secara lebih lanjutnya menurut (Behzad et al, 2016), fungsi *injector diesel generator* yaitu :

- 1) Bahan bakar harus disemprotkan pada saat yang tepat dan bisa juga disemprotkan pada waktu yang diinginkan.
- 2) Secara tepat dapat menambah tekanan pada saat yang tepat dan bisa juga di semprotkan pada waktu yang diinginkan.
- 3) Penekanan bahan bakar dengan jumlah yang tepat menuju pengabut, jumlah tersebut harus ada pengaturan continue dari 0 sampai maksimal.

F.Cara Kerja Injector

Adapun cara kerja *injector* dibagi ke dalam 3 macam menurut Karyanto (2000: 214) yakni:

1) Sebelum Penginjeksian Bahan Bakar

Pada saat sebelum penginjeksian, maka bahan bakar bertekanan akan mengalir dari pompa injeksi melalui saluran atau pipa tekanan tinggi. Bahan bakar akan mengalir ke *nozzle holder* dan mengalir ke dalam *injector* melalui *oil passage* dan terakhir masuk ke *oil pool* yang terdapat dibawah *nozzle body*.

Tekanan bahan bakar yang masuk ke dalam *injector* sebelum penginjeksian bahan bakar ini belum mampu untuk melawan tekanan pegas karena tekanan bahan bakar yang masuk terlalu tinggi sehingga lubang penginjeksian belum terbuka.

2) Penginjeksian bahan bakar

Jika permukaan ujung *needle* tertekan artinya ada kenaikan tekanan bahan bakar pada *oil pool*. Jika tekanan ini lebih dari

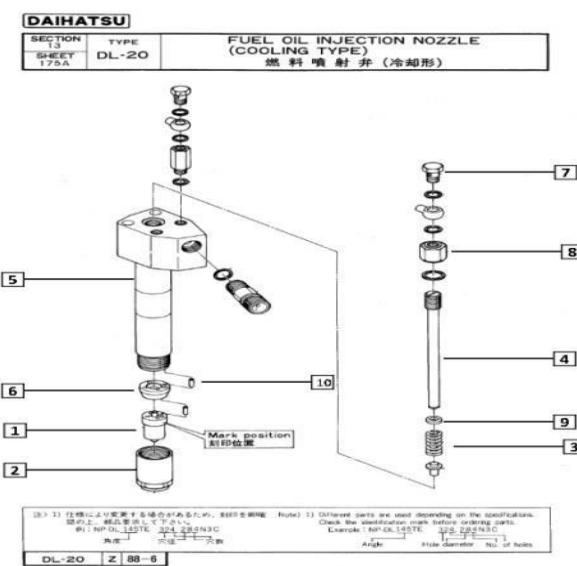
kekuatan pegas, maka tekanan dari bahan bakar akan mendorong jarum pengabut ke atas dan jarum pengabut akan lepas dari posisinya sehingga lubang *nozzle* terbuka. Pada saat lubang penginjeksian terbuka maka bahan bakar bertekanan dikabutkan menjadi butiran halus untuk mempermudah proses atomisasi bahan bakar dan udara sehingga campuran menjadi homogen.

3) Akhir penginjeksian bahan bakar

Saat pompa injeksi berhenti mengalirkan bahan bakar, jarum pengabut kembali ke posisi semula karena tekanan pegas, sehingga tekanan bahan bakar menurun dan saluran tertutup. Sisa bahan bakar di sekitar pressure pin, nozzle body, dan nozzle holder berfungsi melumasi komponen, sementara kelebihan bahan bakar keluar melalui pipa bocoran. Nozzle body dan jarum pengabut membentuk katup yang mengatur awal dan akhir injeksi berdasarkan tekanan bahan bakar.

G. Bagian – bagian injector

Adapun bagian-bagian dari *injector* beserta fungsinya adalah berikut ini:



Sumber : Manual Book Diesel Generator DL 20

Gambar 2.7 Bagian – Bagian Injector

Keterangan :

- | | |
|--------------------|----------------|
| 1) Nozzle | 6) Spacer |
| 2) Nozzle cup | 7) Nut |
| 3) Spring | 8) Cap Nut |
| 4) Adjusting Screw | 9) Spring Seat |
| 5) Nozzle holder | 10) Pin |

1) Nozzle

Fungsinya sebagai pengabut bahan bakar, didalamnya terdapat *nozzle needle* yang fungsinya untuk jarum pengatur mengabutkan bahan bakar

2) Nozzle cap

Fungsinya untuk menghubungkan antar *nozzle* dengan *injector body* supaya posisi *nozzle* kembali tetap.

3) Spring

Spring berguna sebagai pengontrol elastisitas dari *injector* pada saat penginjeksian bahan bakar agar alat penekan jarum dapat kembali keposisinya lagi dan digunakan dalam penyetelan kekuatan injeksi bahan bakar.

4) Adjusting screw

Fungsinya untuk mengatur tekanan bahan bakar yang dikabutkan ke silinder.

5) Nozzle holder

Berfungsi untuk memegang *nozzle* dan menentukan posisi serta arah dari pada *nozzle*. *Nozzle holder* ini merupakan tempat bertemunya antara bahan bakar dan mengatur tekanan dimulainya penginjeksian (valve terbuka) pada *nozzle*. Jarum pengabut ditekan oleh *spring* melalui *push rod*. Tekanan awal penginjeksian bahan bakar diatur oleh besarnya ketegangan dari *nozzle spring*. Besarnya ketegangan dari *nozzle spring* dapat diatur dengan menggunakan sekrup penyetel (*adjusting screw*)

6) Spacer

Spacer pada *injector* berperan sebagai penyalur bahan bakar dari pompa injeksi menuju *nozzle*. Komponen ini membantu menjaga posisi dan

jarak antar bagian internal injector agar aliran bahan bakar tetap stabil dan terarah.

7) *Nut*

Fungsinya untuk menahan saluran bahan bakar.

8) *Cap nut*

Fungsinya untuk menahan *adjusting screw* agar tetap pada dudukannya

9) *Spring seat*

Fungsinya untuk sebagai penahan *spring* supaya dalam posisi tetap.

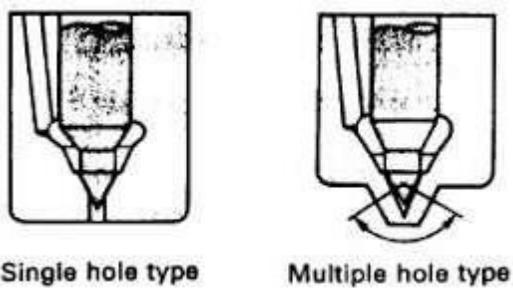
10) *Pin*

Berfungsi untuk pengunci part *nozzle*.

H. Jenis – jenis injector

Ada perbedaan sifat pengabutan dan karakteristik dalam setiap jenis-jenis *injector*, sehingga dalam fungsi pemakaiannya pun tidak sama dimana tergantung dari proses membakarnya. Penentuan proses pembakaran ini didasarkan pada bentuk ruang bakarnya. Adapun pengklasifikasian *injector* dari segi karakteristik dan modelnya yakni:

- 1) *Injector single hole* (berlubang satu)
- 2) *Injector multi hole* (berlubang banyak)



Sumber : Gerai Teknologi (2022)

Gambar 2.8 Jenis-Jenis *Injector*

Injektor single hole (berlubang satu) proses pengabutannya sangat baik namun butuh adanya tekanan *injection pump* tinggi. Begitu juga dengan *injector multi hole* (berlubang banyak) proses pengabutan dikategorikan sangat baik.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Desain Penelitian

1. Waktu dan Lokasi Penelitian

a. Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada saat penulis melaksanakan praktek layar selama 1 tahun di kapal. Penelitian tentang Pengaruh Menurunnya Kinerja Injector Terhadap Performa Mesin Diesel Generator KM.Nggapulu

b. Tempat Penelitian

Adapun tempat dilaksanakannya penelitian ini adalah di Kapal KM.Nggapulu pada saat melaksanakan prala (praktek laut).

2. Jenis Penelitian

Penulis melakukan penelitian deskriptif kualitatif, artinya informasi tentang pembahasan diperoleh secara lisan dan tertulis berupa data dari kinerja Mesin Diesel Generator dan *Injector* yang diteliti.

3. Instrument Penelitian

Menurut Arikunto (2019, 203) instrumen penelitian adalah alat atau fasilitas yang digunakan peneliti dalam mengumpulkan data agar pekerjaannya lebih mudah dan hasilnya lebih baik, lebih cermat, lengkap, dan sistematis sehingga lebih mudah diolah. Instrumental pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

a. Indikator tekanan (*Pressure Gauge*)

Indikator tekanan injector berfungsi untuk mengetahui tekanan *injector* dari Mesin Diesel Generator. Indikator ini berupa jarum yang akan bergerak sesuai dengan tekanan *injector* Mesin Diesel Generator.

4. Jenis dan Sumber Data

a. Data Primer

Data primer adalah data yang diperoleh atau dikumpulkan langsung oleh penulis dari sumber datanya (Otok & Ratnaningsih, 2016).

Data yang penulis peroleh pada saat melaksanakan praktik laut di kapal dengan cara penulis melakukan observasi secara langsung dan komponen – komponen penunjang lainnya. Melakukan interview pada KKM sebagai reverensi.

b. Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh secara tidak langsung dari objek penelitian. Data sekunder dapat diperoleh dari berbagai sumber seperti: buku, laporan, jurnal, dan sumber data lainnya (Otok & Ratnaningsih, 2016).

Penulis melakukan penambahan dalam penulisan data KKW untuk mempermudah dan memperluas argumentasi dengan cara membaca dan mempelajari buku – buku atau dokumen kapal yang mendukung dalam penulisan ini.

5. Bagan Alir Penelitian

Berdasarkan pengamatan dan dari data-data yang diperoleh dari masalah yang terjadi ini akan menyebabkan suatu masalah pada kinerja mesin diesel generator yang kurang optimal di kapal peneliti. Begitu juga peneliti akan menjelaskan dan memaparkan bagaimana cara penanggulangan masalah dan penyelesaiannya dengan cara mengikuti sumber dan data-data yang dapat menyelesaikan masalah tersebut. Sebab itu peneliti membuat kerangka berfikir agar bisa mendefinisikan secara mudah mengenai cara penanggulangan dan penyelesaian masalah yang terjadi. Adapun gambaran dan langkah-langkah yang akan dilewati oleh peneliti sebagai berikut:

a. Observasi Lapangan

Melakukan pengamatan terhadap kondisi lapangan untuk memperoleh data di lapangan secara factual dan objektif dan juga ikut berpartisipasi dalam proses penggerjaan yang peneliti teliti.

b. Identifikasi Masalah

Mengidentifikasi masalah - masalah apa saja yang terjadi yang menyebabkan menurunnya kinerja *injector* di kapal.

c. Tinjauan Pustaka dan Landasan Teori

Mencari sumber dari jurnal penelitian serta kajian-kajian untuk mendukung penelitian yang akan dilakukan.

d. Pengumpulan Data

Mengumpulkan data-data yang diperlukan untuk membantu dalam memecahkan permasalahan dalam penelitian. Terdapat 2 data yang digunakan yaitu data primer dan data sekunder.

1) Data Primer

Data primer merupakan data yang didapatkan secara langsung seperti:

- a) Wawancara dengan Manisis dan ABK Kapal
- b) Logbook Harian Dinas Jaga Mesin Kapal

2) Data Sekunder

Data sekunder merupakan data yang didapatkan secara tidak langsung bias melalui jurnal ataupun dokumen-dokumen kantor. Adapun data sekunder yang didapat adalah sebagai berikut :

- c) Manual Book Kapal
- d) Arsip Docking Kapal Tahun 2024

e. Mengolah data yang didapatkan dan menggunakan jurnal ataupun kajian yang berkaitan dengan penelitian sebagai pendukung penelitian.

f. Analisis Data

Analisis data menggunakan metode analisis data kualitatif, yaitu reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan.

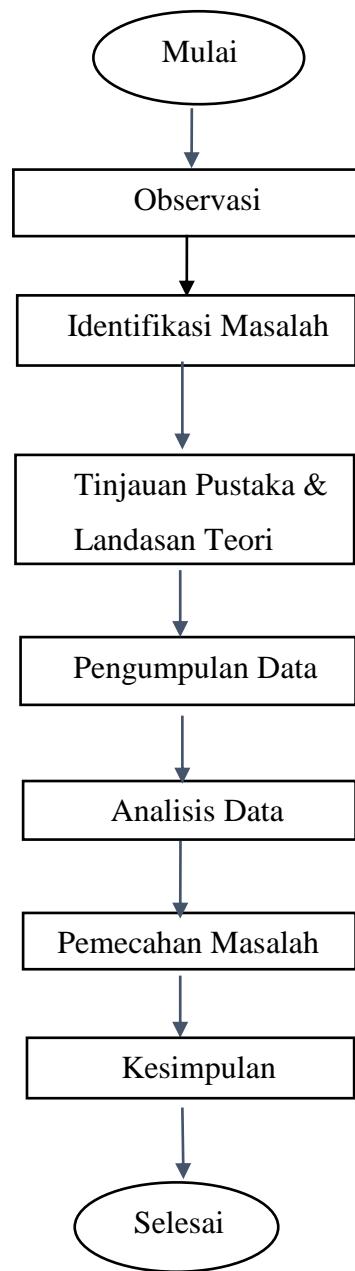
g. Pemecahan Masalah

Mencari solusi untuk memecahkan permasalahan yang ada menggunakan observasi lapangan dan data – data pendukung.

h. Kesimpulan dan Saran

Menyimpulkan hasil dari pemecahan masalah serta memberikan saran guna meningkatkan kinerja pelabuhan.

i. Bagan Alir



Gambar 3.1 Bagan Alir

B. Metode Pengumpulan Data

Adapun teknik pengumpulan data yang digunakan adalah sebagai berikut :

1. Teknik penelitian lapangan

a. Survei

Saat terlibat langsung dalam perbaikan *injector*, sesuai dengan metode pengumpulan data penulis. Instrumen penelitian yang akan penulis gunakan adalah oversation *check list* .

b. Wawancara

Memanfaatkan metode penulis melakukan wawancara mendalam dengan masinis tiga senior, yang bertanggung jawab untuk perawatan system kerja *injector* di atas kapal. Instrumen yang akan penulis gunakan adalah pedoman wawancara.

2. Teknik penelitian pustaka

Penulis mengumpulkan data dan informasi dengan mempelajari dan membaca tentang perawatan dan system kerja *injector* untuk mengembangkan landasan teoritis.

C. Teknik Analisis Data

Kata-kata, kalimat, catatan lapangan, dokumen-dokumen yang dapat mendukung penelitian, serta tulisan-tulisan berisi paparan yang diperoleh dari studi literatur dan observasi, dianalisis oleh penulis dalam penelitian ini.

Reduksi data adalah proses mencoba untuk meringkas, memilih, dan berkonsentrasi pada aspek terpenting dari temuan wawancara, observasi, atau keduanya setelah semua data dari hasil wawancara dan observasi dianalisis.

Penyajian data adalah penyampaian informasi berdasarkan data yang dimiliki dan disusun dengan baik sehingga mudah dilihat, dibaca, dan dijangkau, sehingga memudahkan kita dalam menarik kesimpulan. Langkah selanjutnya adalah melakukan presentasi data.

BAB IV

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

A. Analisis

1. Faktor penyebab Menurunnya Kinerja Injector

Hasil yang diperoleh saat berada di kapal sejalan dengan tema dalam Karya Kerja Wajib ini, yaitu menganalisis faktor-faktor penyebab menurunnya performa mesin diesel generator serta langkah-langkah yang dilakukan untuk memelihara kinerja injector dalam proses pengabutan bahan bakar yang berpengaruh pada mesin diesel generator kapal KM. Nggapulu.

Tabel 4.1 spesifikasi injector Mesin Diesel Generator Daihatsu 6DL 24

Merk	Zexel/Bosh
Kode Part	089 43 - 700 4 A
Type Injector	Mekanik, type nozzle jarum pegas
Tekanan Injector	$\pm 280 - 300 \text{kg/cm}^2$ (29.4MPa)
Jumlah lubang	8 Lubang



Gambar 4. 1 Injector Normal Daihatsu 6DL 24

Penulis melakukan observasi pada Mesin Diesel Generator untuk memperoleh informasi terkait dengan permasalahan yang terjadi pada penurunan performa mesin diesel generator. Beberapa persoalan tersebut tercantum pada tabel 4.3 :

Tabel 4.2 Gejala Penurunan performa Mesin Diesel Generator

Tanggal	RPM	Daya (kW)	Frekuensi (Hz)	Gas Buang	RPM Normal	Daya Normal	Frekuensi Normal	Gas Buang Normal	Keterangan
04 – 07 - 2024	650	355 kW	43 Hz	330, 334 332, 330 370 , 335	750	400 kW	50 Hz	320 - 340	Tidak Normal
14 – 08 - 2024	670	354 kW	46 Hz	320, 330 335, 380 336, 330	750	400 kW	50 Hz	320 – 340	Tidak Normal
10 – 01 - 2025	665	350 kW	44 Hz	325, 335 330, 375 332, 325	750	400 Kw	50 Hz	320 – 340	Tidak Normal
12 – 02 - 2025	667	360 kW	44 Hz	330, 334 320, 335 320 , 378	750	400 kW	50 Hz	320 – 340	Tidak Normal
08 – 05 - 2025	664	365 kW	44 Hz	320, 330 372 , 335 334, 324	750	400 kW	50 Hz	320 - 340	Tidak Normal

2. Dampak Penurunan Kinerja Injector

Hasil pengamatan di kapal menunjukkan adanya kesesuaian dengan tema Karya Kerja Wajib ini, yaitu menganalisis dampak penyebab menurunnya performa mesin diesel generator. Penelitian ini juga menyoroti langkah-langkah pemeliharaan kinerja injector dalam proses pengabutan bahan bakar, yang secara langsung berpengaruh terhadap performa mesin diesel generator di kapal KM. Nggapulu.

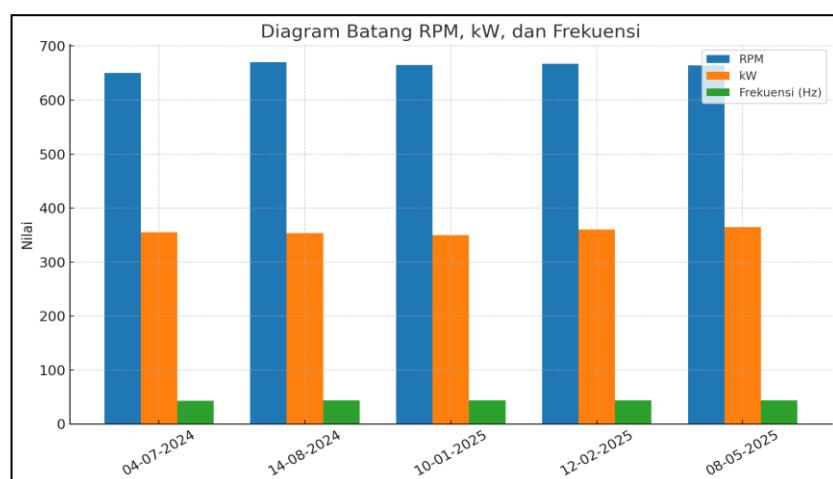
Tabel 4. 3 spesifikasi Mesin Diesel Generator 6DL 24

Merk	Daihatsu 6DL 24
Daya Output (kW)	882 kW
Kecepatan Putar(RPM)	750 RPM
Frekuensi	50 Hz
Cylinder	6 cyl



Gambar 4. 2 Mesin Diesel Generator Daihatsu 6DL 24

Berdasarkan hasil observasi yang telah dilakukan, data penurunan performa mesin diesel generator kemudian disajikan dalam bentuk diagram. Penyajian diagram ini bertujuan untuk memperjelas perubahan kondisi mesin dari waktu ke waktu, sehingga memudahkan dalam melihat tren penurunan performa serta kaitannya dengan permasalahan yang terjadi pada injector. Penurunan performa tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.4 :



Gambar 4.3 Diagram Penurunan Performa Mesin Diesel Generator

Berdasarkan hasil analisis data, terlihat bahwa seluruh parameter pengukuran yaitu RPM, daya (kW), dan frekuensi berada di bawah nilai standar yang telah ditetapkan. Nilai RPM mengalami penurunan sekitar 80–100 rpm dari kondisi normal, sedangkan daya keluaran (kW) menurun antara 35–50 kW dari standar. Selain itu, frekuensi yang dihasilkan konsisten berada pada kisaran 43–46 Hz, lebih rendah dari standar normal sebesar 50 Hz. Kondisi ini menunjukkan bahwa performa generator belum optimal, yang kemungkinan disebabkan oleh gangguan pada sistem pembakaran, penurunan kinerja injector, atau ketidaksesuaian beban generator.

B. Pembahasan

Pembahasan ini difokuskan pada analisis penyebab menurunnya performa mesin diesel generator berdasarkan hasil pengujian dan data operasional yang telah diperoleh. Mesin diesel generator seharusnya beroperasi dengan parameter standar tertentu, seperti putaran mesin (RPM), daya keluaran (kW), frekuensi, serta temperatur gas buang yang stabil sesuai ketentuan pabrikan. Namun, hasil pengamatan menunjukkan adanya penyimpangan pada parameter-parameter tersebut, di mana RPM dan daya keluaran cenderung berada di bawah standar, frekuensi tidak stabil, serta temperatur gas buang pada beberapa silinder menunjukkan nilai yang melebihi batas normal. Kondisi ini mengindikasikan adanya permasalahan teknis pada sistem pembakaran, khususnya pada komponen injector, yang berperan penting dalam menentukan kualitas pembakaran di dalam silinder. Oleh karena itu, pembahasan ini akan menguraikan secara rinci faktor-faktor penyebab penurunan performa tersebut, serta kaitannya dengan kondisi kerja mesin diesel generator secara keseluruhan.

Pada bagian ini akan ditampilkan tabel yang memuat rangkaian kejadian yang dialami penulis selama periode pengamatan selama 12 bulan. Data tersebut kemudian dianalisis sehingga peneliti dapat menarik kesimpulan mengenai faktor-faktor yang mempengaruhi penurunan performa mesin diesel generator.

Tabel 4.4 Performa Mesin Diesel Sebelum Perawatan

Tanggal	RPM	Daya (kW)	Frekuensi (Hz)	Gas Buang	RPM Normal	Daya Normal	Frekuensi Normal (Hz)	Gas Buang Normal	Penyebab
04 – 07 - 2024	650	355 kW	43 Hz	330, 334 332, 330 370, 335	750	400 kW	50 Hz	320 - 340	Injector tidak bekerja dengan baik di karenakan nozzle tersumbat pada cyl no. 2,
14 – 08 - 2024	670	354 kW	46 Hz	320, 330 335, 380 336, 330	750	400 kW	50 Hz	320 – 340	Injector tidak bekerja dengan baik di karenakan spring patah pada cyl no. 3
10 – 01 - 2025	665	350 kW	44 Hz	325, 335 330, 375 332, 325	750	400 kW	50 Hz	320 – 340	Injector tidak bekerja dengan baik di karenakan jarum nozzle

Tanggal	RPM	Daya (kW)	Frekuensi (Hz)	Gas Buang	RPM Normal	Daya Normal	Frekuensi Normal (Hz)	Gas Buang Normal	Penyebab
									Aus pada cyl no.2
12 – 02 - 2025	667	360 kW	44 Hz	330, 334 320, 335 320, 378	750	400 kW	50 Hz	320 – 340	Injector tidak bekerja dengan baik di karenakan Noozle tersumbat pada cyl no. 5
08 – 05 - 2025	664	365 kW	44 Hz	320, 330 372 , 335 334, 324	750	400 kW	50 Hz	320 - 340	Injector tidak bekerja dengan baik di karenakan Noozle tersumbat pada cyl no. 3

Dari table yang di tampilkan diatas yang membuat peneliti dapat mengambil kesimpulan dari terjadinya kejadian yang sering terjadi di KM.Nggapulu.

1. Apa faktor - faktor yang menyebabkan menurunnya kinerja injector mesin diesel generator pada kapal ?

Faktor yang menyebabkan menurunnya kinerja injector adalah sebagai berikut :

a. Tekanan injector menurun

Munurunnya kinerja injector dapat mempengaruhi proses pembakaran pada mesin diesel itu sendiri. Pembakaran yang tidak sempurna dapat berpengaruh pada tenaga mesin dan overheat pada mesin itu sendiri.



Gambar 4.4 Tekanan Injector Sebelum Perawatan

b. Filter Fo kotor

Kotoran yang menumpuk pada filter FO (*Fuel Oil*) dapat menghambat proses penyaringan bahan bakar, sehingga kotoran tersebut dapat lolos dan mengalir ke sistem injeksi. Akibatnya, kotoran akan mengendap dan memadat di ujung *nozzle injector*, sehingga mengganggu pola semprotan dan menurunkan efisiensi pembakaran.



Gambar 4.5 Filter Fo

c. Spring / pegas injector patah

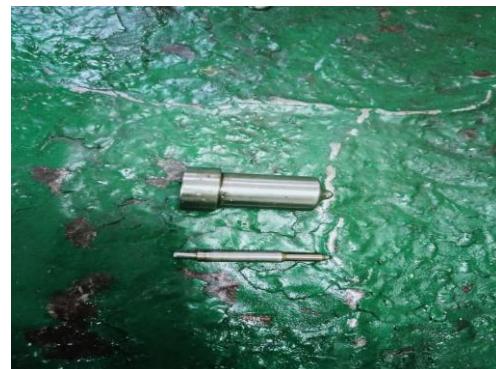
Patahnya *spring* pada *injector* dapat mempengaruhi kinerja penyemprotan bahan bakar. Ketika pegas patah, mekanisme pembukaan dan penutupan *nozzle injector* menjadi terganggu, sehingga bahan bakar tidak dapat disemprotkan dengan tekanan dan pola yang tepat. Akibatnya,

proses pembakaran menjadi tidak sempurna dan menurunkan efisiensi serta daya mesin.



d. Keausan pada jarum *nozzle injector*.

Ausnya jarum *nozzle injector* dapat mengganggu pola semprotan bahan bakar yang seharusnya presisi. Akibat keausan ini, distribusi bahan bakar menjadi tidak merata, tekanan semprotan menurun, dan proses atomisasi terganggu. Hal tersebut berimbas pada pembakaran yang tidak sempurna, penurunan tenaga mesin, serta potensi keluarnya asap hitam dari knalpot.



Gambar 4.7 *Nozzle Injector*

2. Bagaimana dampak menurunnya kinerja injector terhadap performa mesin diesel generator ?

Dampak yang ditimbulkan dari kurang optimalnya kinerja *injector* terhadap mesin diesel generator secara langsung antara lain:

a. Rpm mengalami penurunan

Penurunan RPM pada mesin diesel dapat disebabkan oleh *injector* yang tidak bekerja secara optimal. Ketika penyemprotan bahan bakar terganggu akibat *injector* tersumbat, aus, atau bermasalah secara mekanis,

proses pembakaran menjadi tidak sempurna. Akibatnya, tenaga yang dihasilkan oleh mesin berkurang dan kecepatan putaran (RPM) pun ikut menurun.



Gambar 4.8 Rpm Sebelum Perawtan

b. Daya yang dihasilkan mengalami penurunan

Gangguan pada injector, seperti penyemprotan bahan bakar yang tidak merata atau tekanan semprotan yang rendah, dapat menyebabkan proses pembakaran di dalam ruang silinder menjadi tidak optimal. Akibatnya, tenaga yang dihasilkan oleh mesin diesel menurun, sehingga berdampak langsung pada penurunan daya *output* (kW) dari generator.



Gambar 4. 9 Daya *Output* sebelum Perawatan

c. Frekuensi menurun

Gangguan pada injector yang menyebabkan penyemprotan bahan bakar tidak sempurna menurunkan efisiensi pembakaran mesin diesel. Hal ini berdampak pada penurunan RPM dan frekuensi output generator, sehingga pasokan listrik menjadi tidak stabil dan dapat mengganggu peralatan listrik yang sensitif terhadap perubahan frekuensi.



Gambar 4.13 Frekuensi Sebelum Perawatan

d. Kelistrikan pada kapal terganggu

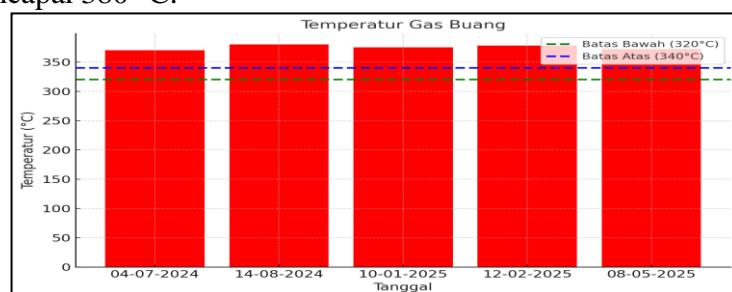
Penurunan performa pada generator, seperti turunnya tegangan dan frekuensi akibat gangguan sistem mesin atau bahan bakar, dapat menyebabkan pasokan listrik menjadi tidak stabil. Akibatnya, lampu penerangan yang terhubung akan mengalami penurunan intensitas cahaya atau meredup, sebagai tanda bahwa daya yang dihasilkan tidak mencukupi kebutuhan beban secara optimal.



Gambar 4.14 Lampu Penerangan Kapal

e. Naiknya Suhu Gas Buang

Suhu gas guang pada Mesin Diesel Generator Mengalami Kenaikan yang signifikan. Pada tekanan normal suhu gas buang berada diantara 320 – 340 °C. Tekanan *injector* yang tidak sesuai mengibatkan naiknya suhu gas buang mencapai 380 °C.



Gambar 4.15 Diagram Batang Gas Buang

f. Asap Hitam

Munculnya asap hitam di cerobong yang diakibatkan dari tidak sempurnanya pembakaran. Misalnya bahan bakar menetes melalui lubang *injector* sehingga ikut terbawa melalui exhaust manifold. Bahan bakar yang menetes terbakar di *exhaust manifold* yang mengakibatkan perubahan warna asap di cerobong menjadi hitam pekat.

g. Mesin mengalami *over heat*

Menurunnya kinerja *injector* juga dapat menyebabkan panasnya mesin. Terlihat pada saat terdapat peniliti mengalami kejadian suhu gas buang yang akan meningkat dan juga suhu injection pump ikut meningkat. Apabila hal tersebut tidak segera di tangani maka akan mengakibatkan *black out*.



Gambar 4.16 Mesin Diesel Generator *Over Heat*

h. Mesin susah hidup saat start engine

Hal ini diakibatkan karena posisi jarum *nozzle* dengan *nozzle* yang tidak tepat, hal itu disebabkan oleh keausan atau toleransi karena telah terjadinya kerusakan di bagian *injector*. Keausan pada *nozzle* disebabkan oleh getaran yang berlebih. Penyebab getaran yang berlebih karena tekanan pada *injector* di salah satu silinder tidak normal yang menyebabkan 1 silinder harus bekerja dengan tekanan yang tinggi dimana apabila kejadian ini terus menerus terjadi akan menyebabkan getaran pada saat starting awal diesel generator.

3. Upaya apa yang dapat dilakukan untuk mengatasi penurunan kinerja injector agar performa mesin diesel generator kembali optimal?

a. Perawatan pada *injector*

Perawatan yang sesuai dengan PMS (*Planned maintenance system*) yang terdapat pada manual book, menambahkan FOT (*fuel oil treatment*) dan melakukan pengukuran berkala (*Periodic Maintenance*) guna menjaga keawetan injector.

b. Pemeriksaan dan Pengetesan *injector*

Pemeriksaan dan pengetesan *injector* harus mengikuti prosedur yang ada di manual agar hasil yang dicapai maksimal. Pemeriksaan injector dilakukan pada setiap jam kerja *injector* yang sudah mencapai putaran motor. Sebelum melakukan pengetesan cek terlebih dahulu secara visual pada *injector* terkhusus pada *nozzle* kemungkinan terdapat kotoran di sekitar lubang pada *nozzle*.

1) Injector testing pressure

DAIHATSU		SECTION 3 SHEET DL-24		ENGINE ADJUSTMENT STANDARDS	
				Engine Adjustment Table	
Item		Design value	Adjustment value (Design value)		
Intake valve	Open (before T.D.C.)	75°	35°		
	Close (after B.D.C.)		0.4mm ✓		
	Clearance (A)				
Exhaust valve	Open (before T.D.C.)	50°	60°		
	Close (after T.D.C.)		0.4mm ✓		
	Clearance (A)				
Starting valve	Open (before T.D.C.)	4°			
	Close (after T.D.C.)	12.5°			
Fuel nozzle injection pressure		29.4MPa (300kg/cm ²)	✓		
Maximum explosion pressure		13.2 – 14.2MPa (135 – 145kg/cm ²)		Refer to the factory operation test or values vary with individual engine type and output.	
Pressure of cylinder safety valve (Relief pressure)		17.2MPa (175kg/cm ²)			

Note: These values vary with each engine. For actual values, refer to engine nameplate and operating manual.

Gambar 4.17 Tekanan *injector* pada *manual book*

Pengetesan ini bertujuan untuk mengetahui tekanan injector. Pada manual book Mesin Diesel Generator Km.Nggapulu yang bermerk DAIHATSU 6DL 24 bahwa pengaturan tekanan pada saat injeksi adalah 300kg/cm² (29.4MPa).

c. Pemeriksaan pada *nozzle injector*

Pemeriksaan serta perbaikan harus dilakukan dengan ketelitian dan menjaga kebersihan bagian-bagian yang telah terbongkar. Bagian – bagian yang sudah di bongkar di bersihkan menggunakan solar bersih sebelum di pasang kembali.

Adapun langkah – langkah yang harus dilakukan saat pemeriksaan *nozzle* ialah :

- 1) Pertama Periksa dulu secara visual bagian *nozzle* apakah terdapat kotoran yang telah memadat disekitar lubang *nozzle*. Bersihkan kotoran dengan menggunakan amplas halus khusus injector sesuai dengan perawatan pada manual book.



Gambar 4.18 Kondisi *Nozzle Injector*

- 2) Buka injector sesuai dengan manual book. Bertujuan untuk mengecek bagian – bagian yang berada di dalam injector.



Gambar 4.19 Pembongkaran *Injector*

- 3) Periksa bagian – bagian *injector* kemungkinan terdapat kerusakan seperti patahnya spring juga bisa membuat kinerja injector *menurun*.



Gambar 4.20 Bagian – Bagian *Injector* 6DL 24

- 4) Periksa dan bersihkan lubang pada *nozzle injector*. Pastikan semua lubang dalam keadaan bersih sesudah di tusuk menggunakan jarum yang sesuai dengan lubang *nozzle*.



Gambar 4.21 Perawatan *Nozzle Injector*

- 5) Periksa jarum pada *nozzle injector*. Jarum *injector* harus dalam keadaan baik dan tidak aus. Apabila aus harus diganti dengan *nozzlenya*.



Gambar 4.22 Perawatan Jarum *Injector*

- 6) Pasang kembali *injector* yang sudah sesuai dirawat untuk selanjutnya melakukan pengetesan tekanan *injector*. Saat pemasangan kembali harus diperhatikan letaknya pin harus sesuai dengan tempatnya agar *nozzle* terikat dengan kuat.
- 7) Cek tekanan *injector* menggunakan alat test tekanan *injector* yang ada di kapal. Stel tekanan melalui baut *adjusting screw* pada *injector*. Pastikan tekanan harus sesuai dengan manual book dan hasil semprotan bahan bakar harus terkabut sempurna tanpa ada bahan bakar yang menetes.



Gambar 4.23 Tekanan *injector* Setelah Perawatan

d. Pembersihan Filter Fo

Pembersihan filter FO secara rutin sangat penting untuk menjaga kualitas bahan bakar yang masuk ke sistem injeksi. Dengan filter yang bersih, kotoran dan partikel pengganggu dapat dicegah agar tidak masuk ke *injector*. Hal ini membantu menjaga tekanan semprotan tetap stabil, mencegah penyumbatan *nozzle*, serta memastikan pola penyemprotan bahan bakar tetap optimal untuk pembakaran yang efisien.



Gambar 4.10 Pembersihan Filter Fo

4. Hasil setelah dilakukan perawatan *Injector*

Dari perawatan yang telah dilakukan dimana Mesin Diesel Generator kembali normal sesuai dengan manual book DAIHATSU 6DL 24.

BAGIAN	DATA	FOTO / DOKUMEN & KONDISI
GENERATOR NO. 3	Merk : TAIYO Type : FEK 45 CS - 8 Power : 1000 KVA, 800 KW 380 V, 50 Hz, 3 PHASE Rotation : 750 RPM Serial No : Year : 2002	
GENERATOR NO. 4	Merk : TAIYO Type : FEK 45 CS - 8 Power : 1000 KVA, 800 KW 380 V, 50 Hz, 3 PHASE Rotation : 750 RPM Serial No : Year : 2002	

Gambar 4.11 Manual Book

a. Rpm Kembali Normal

Setelah dilakukan proses perawatan dan penyetelan sistem bahan bakar serta kontrol idle, kecepatan putaran mesin telah kembali ke



nilai standar yaitu 750 RPM, yang menandakan stabilitas sistem dan kinerja optimal telah tercapai.

Gambar 4.12 Rpm Setelah Perawatan

b. Daya *Output* Kembali Normal

Setelah tindakan perawatan dan uji beban dilakukan, mesin kini mampu menghasilkan daya sebesar 400 kW secara konsisten. Tidak ditemukan fluktuasi signifikan, menandakan sistem pembangkitan berfungsi dengan baik.



Gambar 4.13 Daya *Output* Setelah Perawatan

c. Frekuensi Kembali Normal

Hasil pemantauan setelah perbaikan menunjukkan frekuensi *output* telah berada di nilai normal 50 Hz. Tidak terdapat fluktuasi signifikan selama periode uji, menunjukkan kontrol RPM dan *output* daya berjalan optimal.



Gambar 4.14 Frekuensi Setelah Perawatan

d. Kelistrikan Kembali Normal

Perawatan *injector* berhasil mengembalikan performa mesin, dengan RPM stabil dan daya *output* mencapai kapasitas optimal. Dampaknya, sistem kelistrikan penerangan kini kembali menyala normal dan mendukung aktivitas operasional dengan baik.



Gambar 4.14 Lampu Penerangan Kapal Setelah Perawatan

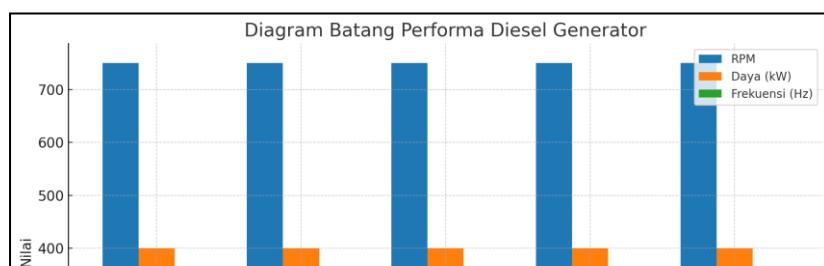
Setelah melakukan perawatan dan perbaikan pada *injector* berikut data yang diambil setelah 3 hari perawatan pada *injector* :

Tabel 4. 5 Performa Mesin Diesel Setelah dilakukan perawatan

Tanggal	RPM	Daya (kW)	Frekuensi (Hz)	Gas Buang	RPM Normal	Daya Normal	Frekuensi Normal (Hz)	Gas Buang Normal	Upaya perbaikan
07 - 07 - 2024	750	400 kW	50 Hz	330, 334 332, 330 330, 335	750	400 kW	50 Hz	320 - 340	Membersihkan ujung Nozzle dengan cara di <i>brush</i> dan penyetalan <i>injector</i> sesuai dengan <i>manual</i>

Tanggal	RPM	Daya (kW)	Frekuensi (Hz)	Gas Buang	RPM Normal	Daya Normal	Frekuensi Normal (Hz)	Gas Buang Normal	Upaya perbaikan
									book.
17 – 08 - 2024	750	400 kW	50 Hz	320, 330 335, 332 336, 330	750	400 kW	50 Hz	320 – 340	Pergantian <i>spring</i> dengan yang baru dan penyetelan <i>injector</i> sesuai dengan tekanan di <i>manual book</i> .
13 – 01 - 2025	750	400 kW	50 Hz	325, 335 330, 334 332, 325	750	400 kW	50 Hz	320 – 340	Ganti <i>Nozzle</i> dengan yang baru dan penyetelan <i>injector</i> sesuai dengan manual book.
15 – 02 - 2025	750	400 kW	50 Hz	330, 334 320, 335	750	400 kW	50 Hz	320 – 340	Pembersihan ujung <i>nozzle</i>

Tanggal	RPM	Daya (kW)	Frekuensi (Hz)	Gas Buang	RPM Normal	Daya Normal	Frekuensi Normal (Hz)	Gas Buang Normal	Upaya perbaikan
				320, 325					dengan cara di <i>brush</i> dan penyetalan <i>injector</i> sesuai dengan tekanan di manual book
11 - 05 - 2025	750	400 kW	50	320, 330 332, 335 334, 324	750	400 kW	50 Hz	320 - 340	Pembersihan ujung <i>nozzle</i> dengan cara di <i>brush</i> dan penyetalan <i>injector</i> sesuai dengan tekanan di manual book



Gambar 4.15 Diagram Performa Mesin Diesel Setelah Perawatan

Setelah dilakukan perawatan, performa mesin diesel generator kembali optimal dan stabil. Semua parameter utama (RPM, kW, Hz) sesuai standar operasional, menandakan bahwa perawatan berhasil mengembalikan kinerja mesin ke kondisi normal.

BAB V **PENUTUP**

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis yang dilakukan di atas kapal KM. Nggapulu selama 12 bulan terkait menurunnya performa mesin diesel generator akibat gangguan pada sistem *injector*, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Penyebab menurunnya performa generator ialah Tekanan pada *injector* yang menurun, Filter *fuel oil* (FO) yang kotor, *Spring injector* patah, dan Keausan pada jarum *Nozzle injector*.
2. Dampak yang ditimbulkan akibat menurunnya Performa Mesin Diesel Generator ialah RPM dan Daya yang dihasilkan menurun, Kelistrikan kapal terganggu, Naiknya suhu pada gas buang mesin , mesin mengalami *overheat*.
3. Agar preforma mesin tetap terjaga perlu dilakukan perawatan rutin *injector* sesuai *Planned Maintenance System* (PMS) dan *manual book*. Pemeriksaan dan pengetesan tekanan injector menggunakan alat uji khusus, serta penyetelan sesuai spesifikasi pabrik.Pembersihan dan perbaikan *nozzle injector*, termasuk penggantian *spring* atau *nozzle* yang aus.

B. Saran

saran yang dapat diambil berdasarkan analisa pemecahan masalah dan kesimpulan dari penelitian ini yaitu sebagai berikut :

1. Melakukan perawatan secara rutin dan berkala sesuai dengan PMS (*planned maintenance system*) yang telah ditentukan.
2. Seluruh crew mesin harus selalu memperhatikan kebersihan system bahan bakar, monitoring dilakukan rutin untuk pengecekan performa mesin diesel generator terkait RPM, Daya *Output*, dan frekuensi, Perwira mesin yang bertanggung jawab harus memahami perawatan *injector* sesuai dengan manual book.

DAFTAR PUSTAKA

- Manto, Massis. 2025. "Cara kerja dan perawatan injector." *SCRIBD*.
- Saputra, Dimas maha;. 2025. "Mengenal mesin diesel." *media mahasiswa indonesia*.
- Supardi Temmu, Novianty Palayukan, Fitria Indah Ramadani. 2022. "Analisa penyebab menurunnya kinerja injector terhadap proses pembakaran motor diesel di MV. Selat Mas." *Jurnal Karya Ilmiah Dosen Venus* 10.
- Handoyo, J. J. (2015). *Mesin Diesel Penggerak Utama Kapal*. Jakarta: Buku Maritim Djangkar
- Karyanto, E. (2000). *Panduan Reparasi Mesin Diesel*. Jakarta: Pedoman Ilmu Jaya.
- Daryanto, & Ismanto. (2018). *Teknik Motor Diesel*. Bandung: Alfabeta.
- Daryanto. (2012). *Prinsip Dasar Mesin Otomotif*. Bandung: Alfabeta
- Maanen, P. V. (1997). *Motor Diesel Kapal Jilid 1*. Jakarta: PT. Triasko Madra.
- Proctol, & Amstrong. (2013). *Motor Diesel Putaran Tinggi*. Jakarta: PT.Pradnya Pratama.
- Arikunto, S. (2019). *Metode Penelitian Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktek*. Jakarta: PT Rineka Cipta.
- Prinsip Kerja Motor Bakar 4 Langkah (Motor 4 Tak)*. (2019). ETS WORLDS. Retrieved August 8, 2022, from <https://www.etsworlds.id/2019/04/prinsip-kerja-motor-bakar-4-langkah.html>
- Widjanarko Otok, B., & Dewi Juliah Ratnaningsih, Ms. (2016). Konsep Dasar dalam Pengumpulan dan Penyajian Data
- Siagian, A., & Silaban, M. (2011). *Performa dan karakteristik emisi gas buang mesin diesel berbahan bakar ganda*. Jurnal Teknik Mesin, Universitas Sumatera Utara.
- Wahyudo, L. (2016). *Pompa Injeksi Bahan Bakar (Fuel Injection Pump)*. Academia.edu.

LAMPIRAN

Lampiran 1 Crew List Km.Nggapulu

AKHLAK		PELNI						
NAMA KAP/J : KM. NGGAPULU		CREW LIST VOYAGE : 10 / 2025				PENDAFTARA : JAKARTA		
BENDERA : INDONESIA		DARI TGL. 29 MEI S/D 11 JUNI 2025				CALL SIGN : YGRG		
PEMILIK : PT. PELNI		KM. NGGAPULU				ISI KOTOR : 14.685 GT		
LINE : NP-128-C						ISI BERSIH : 4.629 NT		
NAKHODA : CAPT. TAMRIN SINURAT						NO. IMO : 9226499		
NO.	NAMA	NRP	NO SIJIL	JABATAN	IJJASAH	NO. BUKU PELAUT	MASA BERLAKU	KODE PELAUT
1	Capt. Tamrin Sinurat	06516	-	Nakhoda	ANT I Thn 2016	J 016702	07/02/2027	6200067934
2	Ezrie Lomato	07940	445	Mualim - I	ANT - I Thn 2023	G 050696	21/01/2026	6200012940
3	Yudi Dwi Pradana	08621	257	Mualim - II Sr	ANT.II Thn. 2016	L 001789	26/03/2028	6201292013
4	Zulkarnaen A. Pujangga	08644	344	Mualim - II Yr	ANT.II Thn 2023	F 240130	11/05/2026	6201321882
5	Sulistyo	09146	340	Mualim III Sr	ANT III Thn. 2016	F 220544	18/02/2026	6201290467
6	Putut Kusumojati	08709	402	Mualim - III Yr	ANT III Thn. 2020	G 035735	14/01/2026	6201476399
7	Hengky Valeni Porobaten	05038	336	Markonis	SRE II Thn. 2022	G 020304	25/08/2025	6202005443
8	Fa'azi	06891	447	PUK - I	BST Thn 2020	G 070383	09/09/2025	6200423966
9	Ma'arif	05169	257	PUK - II	BST Thn. 2021	I 013136	04/04/2026	6200418866
10	Mustakibidin	06417	308	Jenang - I	BST Thn. 2023	G 045742	26/01/2026	6200047045
11	Anggita Widyanirmolo	08397	299	Perawat	BST Thn 2022	F 257684	16/08/2026	6200425541
12	Armat Diyar	07677	444	Perawat	BST - 2020	I 019803	28/03/2026	6200267556
13	Anwaruddin	07811	300	K M	ATT. I Thn. 2023	F 198375	23/11/2025	6200005432
14	Petrus Tri Purwanta	06916	173	Masinis - I Sr	ATT. II Thn. 2016	J 017369	20/02/2027	6200074257
15	Zainal Abidin	09191	449	Masinis - I Yr	ATT. II Thn. 2015	J 030430	30/05/2027	6200390772
16	Siswanto	08707	423	Masinis - II	ATT.II Thn. 2016	G 048715	19/01/2026	6201476612
17	Sunarko	07528	386	Masinis - III Sr	ATT III Thn. 2018	F 137149	14/08/2025	6200431332
18	Aris	08154	398	Masinis - III Yr	ATT.II / 2024	G 125587	06/12/2026	6200319404
19	Achmad Sudrajat	07263	440	Masinis - IV Sr	ATT IV Thn. 2014	F 214999	24/01/2026	6200540553
20	Tonny Tuasela	06597	280	Masinis - IV Yr	ATT.IV Thn. 2015	I 049681	03/05/2026	6200095733
21	Edy Novrizal	07868	424	A. Listrik - I	ETO Thn. 2028	G 107617	05/11/2026	62002544119
22	Riprip Azharudin	06663	405	A. Listrik - II	ETO Thn. 2024	I 116310	19/03/2027	6200265508
23	Taufik Hidayat	07685	405	A. Listrik - III	ATT IV Th 2017	G 109193	08/12/2026	6201191477
24	Yoseph Rio Ganesha Arifin	8475	279	Juru Motor	ATT. III Thn. 2020	G 016878	23/09/2025	6201112025
25	Hendi Supyandi	06609	347	Juru Motor	ATT. V Thn. 2013	G 013377	11/08/2025	6200511764
26	Anggun Ashari	09280	270	Juru Motor	Ratings Thn 2023	F 320791	14/02/2027	6201474146
27	Firman	07025	446	S r a n g	RATINGS Thn 2022	I 066173	25/07/2027	6201025375
28	Fahlemanus Adi	06237	313	Tandil	Ratings Thn 2023	J 037324	17/04/2027	6200500049
29	Su'ud	06591	269	Kasap Deck	Ratings Thn 2023	I 119347	03/01/2027	6201575924
30	Sutiman	0 5553	338	Mistri I	Ratings Thn 2019	K 001254	19/12/2027	6200265310
31	Ajik Setiawan	N 17138	405	Mistri II	Rating Thn. 2016	G 134259	06/02/2026	6200361841
32	Gatot Setiawan	06590	331	Juru Mudi	Ratings Thn 2020	G 085967	02/07/2026	6200409948
33	Henry Triyanto	08035	418	Juru Mudi	Ratings Thn. 2019	I 000420	15/11/2025	6200409944
34	Her m a w a n	0 7582	373	Juru Mudi	B S T Thn. 2022	H 033893	04/07/2025	6211414340
35	Djoko Tri Santoso	07409	429	Juru Mudi	Ratings Thn 2025	K 014761	05/03/2028	6200253748
36	Karyono	06384	375	Panjarwala	Ratings Thn. 2019	J 038500	18/05/2027	6200426787
37	Maslan	0 7276	315	Panjarwala	Rating Thn 2023	J 114925	05/12/2027	6201030743
38	Imran	06956	420	Panjarwala	Ratings Thn. 2023	I 064941	15/08/2026	62000090972
39	Denny Setiya Budi	06950	447	Panjarwala	B S T Thn. 2021	K 018095	27/02/2028	6201011899

PT Pelayaran Nasional Indonesia (Persero)
 Jl. Gelih Raya No. 14 Jakarta Pusat
 10130, DKI Jakarta, Indonesia
 Telk. 021 4389430
 Fax. 021 4389439
www.pelni.co.id



Lampiran 2 Ship Particular Km.Nggapulu

SHIP PARTICULARS	
AKHLAK AKHLAK LINES INDONESIA KOMPAK DAN KREDIBILITAS	PELNI We Connect, We Unify
Name Of Ship	: N G G A P U L U
Call Sign	: Y G R G
Kind Of Ship	: Passenger Ship
Nationality	: Indonesia
Port Of Registry	: Jakarta
IMO Number	: 9 2 2 6 4 9 9
MMSI	: 5 2 5 0 0 5 0 4 7
Registry number	: GT.14.739 No.1218 / Bd.
Owner	: Directorate General Of Sea Communication
Operator	: P.T. P E L N I
Class	: GL - KI
Date Keel Laid	: 15-Aug-2000
Ship Launching	: Jos L Meyer Wraft, Pepenburg German
Gross Tonnage (GRT)	: 14.739 MT / 14.685 GT
Netto Tonnage	: 4.644 NT
DWT	: 3.175 MT = 3.559 TDW
Length Over All (LOA)	: 146.50 Mtr
Breadth Moulded	: 23.40 Mtr
Number Of Deck	: 10 Deck
Design Of Draft	: 5.90 Mtr
Year Of Build	: 2002
Fresh Water Capacity	: 1131,81 M3
Ballast Water Capacity	: 2267,62 M3
Fuel Oil Capacity	: 1139,38 M3
Lub Oil Capacity	: 93.41 M3
Passenger	: 2.170 Persons (Economy Class)
Crew, Owner,Pilot	: 154 Persons
Total Max at The Vessel	: 2.324 Persons
Main Engine	: 2 KRUPP MAX 8 M 601 C Output : 8520 KW, 428 RPM 2 ABB TURBO CHARGER TYPE VTR564-11 4 DAIHATSU ENGINE TYPE : 6 DL - 24 TYPR : 882 KW, 750 RPM
AUX MACHINERY	
Speed Cruising	: 16.0 Knot
KM. Nggapulu , 11 Juni 2025	
Master	
Capt. TAMRIN SINURAT	
Nrp. 06516	
PT Pelabuhan Nasional Indonesia (Persero) Jl. Jenderal Sudirman No. 10 Kota Administrasi DKI Jakarta 10270 www.pelni.go.id	

Lampiran 3 Running Hours Injetor AE

The image shows a computer monitor displaying an Excel spreadsheet. The spreadsheet has two main sections: '900 - 1000 Jam' and '4.000 - 6.000 Jam'. Both sections have columns for Cyl.1 through Cyl.6 and a 'Keterangan' column. The '900 - 1000 Jam' section spans from row 37 to 41, and the '4.000 - 6.000 Jam' section spans from row 42 to 46. The 'Keterangan' column contains various notes such as 'Ganti Injector', 'Ganti Injection Pump', 'Ganti Baru Injection Pump', and 'Cyl no 4 nozzle baru 17.5.25'. The bottom of the screen shows the Windows taskbar with icons for Start, File Explorer, Task View, and a browser.

Date	Total Jam Kerja	900 - 1000 Jam						4.000 - 6.000 Jam						Keterangan
		Terakhir Overhaul	Cyl.1	Cyl.2	Cyl.3	Cyl.4	Cyl.5	Cyl.6	Cyl.1	Cyl.2	Cyl.3	Cyl.4	Cyl.5	
40	122.037		666	811	86	86	86	86	86	86	86	86	86	
41	122.037		666	811	811	666	166	166	166	166	166	166	166	
42	1 24	122.037	666	811	811	666	166	166	166	166	166	166	166	
43	2 24	122.037	666	811	811	666	166	166	166	166	166	166	166	
44	3 24	122.037	666	811	811	666	166	166	166	166	166	166	166	
45	4 24	122.037	666	811	811	666	166	166	166	166	166	166	166	
46	5 24	122.037	666	811	811	666	166	166	166	166	166	166	166	
47	6 24	122.037	666	811	811	666	166	166	166	166	166	166	166	
48	7 24	122.037	666	811	811	666	166	166	166	166	166	166	166	
49	8 24	122.037	666	811	811	666	166	166	166	166	166	166	166	
50	9 24	122.037	666	811	811	666	166	166	166	166	166	166	166	
51	10 24	122.037	666	811	811	666	166	166	166	166	166	166	166	
52	11 24	122.037	666	811	811	666	166	166	166	166	166	166	166	
53	12 24	122.037	666	811	811	666	166	166	166	166	166	166	166	
54	13 24	122.037	666	811	811	666	166	166	166	166	166	166	166	
55	14 24	122.037	666	811	811	666	166	166	166	166	166	166	166	
56	15 24	122.037	666	811	811	666	166	166	166	166	166	166	166	
57	16 24	122.037	666	811	811	666	166	166	166	166	166	166	166	
58	17 24	122.037	666	811	811	666	166	166	166	166	166	166	166	
59	18 24	122.037	666	811	811	666	166	166	166	166	166	166	166	
60	19 24	122.037	666	811	811	666	166	166	166	166	166	166	166	
61	20 24	122.037	666	811	811	666	166	166	166	166	166	166	166	
62	21 24	122.037	666	811	811	666	166	166	166	166	166	166	166	
63	22 24	122.037	666	811	811	666	166	166	166	166	166	166	166	
4.4.3.2	122.037		666	811	811	666	166	166	166	166	166	166	166	

Lampiran 4 Jurnal Harian AE Km.Nggapulu

Lampiran 5 Log Book Km.Nggapulu

Bunutanya ke Jalanba
29 juni 2025

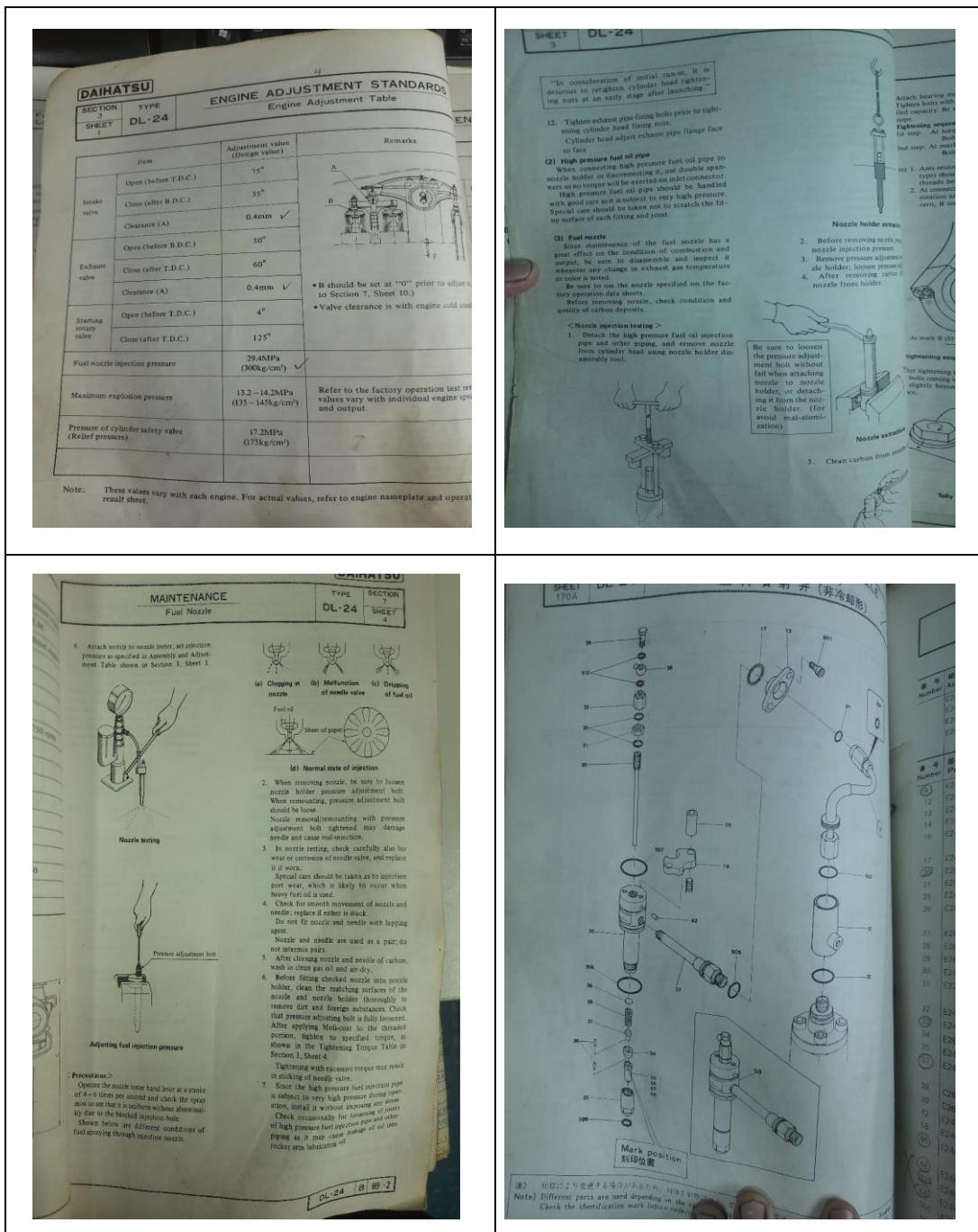
Kamar Mesin engine room	Blot pendingorong cold/cooling water	Air Ball sea water	Tekanan pressures kg/cm ²	Motor bantu/generator auxiliary engine				Masinis juga enginner on duty	Jarak	KETERANGAN LAIN-LAIN others remarks
				Jam kerja running hours	Blot pendingorong cold/cooling water	Suhu air pendingin cooling water temp	Voltis			
				1/4	51	54	600		.	* Unit AC plant 10
				1/4	50	56	400	600		< Semprot 200 ponter
				1/4	50	56	400	730	45	< Cuci tali tarik besi
				1/4	47	52	610			< Berjalan seluruh stasiun
				1/4	50	56	700			< Muring Cawang plant
38	24 ¹	46	49	0.17	I/4	51	58			< Pintu ke kabin . ts.
		32	53	0.20	II/4	50	60	400		< Pintu ts. ke pompa
					III/4	53	54	700		< Bil air and biljet
					IV/4	53	54			
40	23.9	46	49	0.16	1/4	50	56	720	66	* Perbaikan ke ts caran bawal jml
		32	54	0.20	1/4	50	59	400	700	* Gerungi ball bearing
					II/4	53	54	720		* Perbaikan lagpling
					III/4	50	57			* Berjalan di bawah .
39	24. ²	46	50	0.16	I/4	50	57	700		
		32	53	0.20	II/4	50	59	400	680	
					III/4	53	54	670		
40	24. ¹	46	50	0.17	I/4	50		700		
		32	53	0.20	II/4	50		400	680	
					III/4	53		680		
										65
										314
Pemakaian dalam 24 jam consumption in 24 hours										
32.160		BAHAN BAKAR FO Fuel oil	SAYUR 422	GASINA 52.30	TEKSI 52 MM 46	44	200	10	T 148	CORINA FENI
Sisa kemarin previous remnant		273.380	699	1683	327	206	308	164	168	156.361
Motor induk main engine		12.116 11.550	200							135.148
Motor bantu aux - engine		8.040		160						64.178
Lain-lain others		474								
Sisa sekarang remnant		241.230	493	1533	327	206	308	164	168	155.361
Jumlah sekarang remnant at 12.00										135.148

Ditandatangani oleh:
Signed by
Kepala Kamar Mesin
Chief Engineer
Anwaruddin

Lampiran 6 Perawatan Injector AE



Lampiran 7 Manual Book Daihatsu 6DL 24



Lampiran 8 Maintenance AE

CATATAN			
COL. NO.	LOKASI	TGL.	CATATAN
01. 08	* LIQUID CHILLER NO.1 FOR AC PLANT		<ul style="list-style-type: none"> - Bersihkan saliran air laut/losgok condensor - Periksa kebocoran gas - Bersihkan submun body camp
02. 08	* SW COOLING PUMP AC NO. 1		<ul style="list-style-type: none"> - Periksa kebocoran mech seal - Periksa rawat ball bearing (berikan grease) - Periksa baut dan karet coupling - Bersihkan body dan pondasi area sekitar
03. 08	* FIRE PUMP NOMOR 1,2, DAN 3		<ul style="list-style-type: none"> - Periksa kebocoran mech seal - Periksa dan gemuk ball bearing - Periksa karet coupling dan bautnya
19.03	* MOTOR BANTU NO. 3		<ul style="list-style-type: none"> - Bersihkan filter lo duplex dan filter fo - Bersihkan filter r. Arm dan lo separator - Ganti lo cw pump, t/c, r. Arm - Ganti injector cylinder nomor 3 dan 4 - Bersihkan filter st - Bersihkan body mesin
05. 08	* BERSIHKAN FILTER FO SEBELUM DAN SESUDAH FLOWMETER KETEL		<ul style="list-style-type: none"> - Bersihkan dan gembuk ball bearing - Periksa baut-baut dan karet coupling - Bersihkan body dan pondasi
19.02	* MOTOR BANTU NO. 2	04. 12	<ul style="list-style-type: none"> - Bersihkan filter lo / fo duplex - Bersihkan filter LO separator r. Arm - Ganti lo t/c, l/c, r. Arm, cw pump - Cabut/ganti injector cylinder nomor 4 - Bersihkan body mesin
05	* KAPAL SANDAR DOBO	12	
06	* LAIN - LAIN	12	<ul style="list-style-type: none"> - Cabut/ganti exhaust valve cylinder nomor 4 me kiri
28.05.11			<ul style="list-style-type: none"> - Kebersihan umum kamar mesin
			ISTRIK

				spasi dengan air petrokana
				- Lancarkan kran-kran dan berikan grease
				- Bersihkan body dan tanki
03	14			* STARTING AIR BOTTLE FOR ME DAN ME
				- Cerat botol udara start me dan ae
				- Bersihkan body dan tanki
04	14			* EXHAUST VALVE EX MAIN ENGINE
				- Lanjut skur valve
				- Siapkan untuk cadangan
19.04	05	14		* MOTOR BANTU NO. 4
				- Bersihkan filter fo/d duplex
				- Bersihkan filter fo/separator, R.arm
				- Ganti lo cv pump, t/c, r.arm, governor
				- Atasi kebocoran napple overflow / ram cylinder 5
				- Periksa pelumasan r.arm dan valve rotator
				- Cabut/ganti injector cylinder nomor 3
				- Sabun body mesin
06	14			* KAPAL SANDAR DOBO
				- Cabut ganti injector cylinder nomor 5 me kanan
07	14			* LAIN - LAIN
282.05.11				- Kebersihan umum kamar mesin
			LISTRIK	
08	14			* PENERANGAN LUAR
				- Periksa / perbaiki instalasi lampu has
				- Periksa / ganti lampu led e 278 w
09	14			* ELMOT POMPA BOSTER ME KANAN NOMOR 1

			- Buka dengan air perakitan
			- Lancarkan kran-kran dan berikan grease
			- Bersihkan body dan tanki
03	14		* STARTING AIR BOTTLE FOR ME DAN AE
			- Cerat botol udara start me dan ae
			- Bersihkan body dan tanki
04	14		* EXHAUST VALVE EX MAIN ENGINE
			- Lanjut skur valve
			- Siapkan untuk cadangan
19.04	05	14	* MOTOR BANTU NO. 4
			- Bersihkan filter fo/fo duplex
			- Bersihkan filter lo separator, R.arm
			- Ganti lo cw pump, t/c, r.arm, governor
			- Atasi kebocoran napple overflow r.arm cylinder 5
			- Periksa pelumasan r.arm dan valve rotator
			- Cabut/ganti injector cylinder nomor 3
			- Sabun body mesin
06	14		* KAPAL SANDAR DOBO
			- Cabut ganti injector cylinder nomor 5 me kanan
07	14		* LAIN – LAIN
282.05.11			- Kebersihan umum kamar mesin
			LISTRIK
08	14		* PENERANGAN LUAR
			- Periksa / perbaiki instalasi lampu hias
			- Periksa / ganti lampu led e 27 8 w
09	14		* ELMOT POMPA BOOSTER ME KANAN NOMOR 1

Lampiran 9 Hasil Wawancara

Tempat : Kapal KMP. PORTLINK V
 Tanggal : 2 Agustus 2024
 Nama Responden : Sunarko
 Jabatan Responden : Masinis III Sr KM.Nggapulu

NO	PERTANYAAN	RESPONDEN
1.	Bagaimana cara kerja <i>injector</i> yang bekerja dengan optimal bass ?	<p>Menurut pengalaman saya, Motor Diesel Generator melalui 4 siklus. Langkah yang pertama adalah langkah hisap. Langkah hisap adalah langkah dimana katup In terbuka dan katup ex tertutup, ketika katup in terbuka otomatis piston bergerak dari TMA ke TMB maka udara akan masuk melalui ruang bakar. Langkah yang ke 2 ialah langkah kompresi yaitu Langkah dimana kedua katup dalam keadaan tertutup dan Piston bergerak dari TMB ke TMA, pada saat itulah injector bekerja menyemprotkan bahan sehingga menjadi ledakan di ruang bakar di karenakan segitiga api. Segitiga api menjadi syarat terjadinya pembakaran di ruang bakar. Segitiga api itu adalah udara, bahan bakar dan panas. Langkah yang ke 3 ialah langkah usaha, diaman Pisto bergerak dari TMA ke TMB terdorong akibat ledakan di ruang bakar, Langkah yang ke 4 ialah langkah buang, dimana Piston bergerak dari TMB ke TMA dan katup in tertutup sedangkan katup ex terbuka, sehingga sisa pembakaran</p>

		terbuang melewati katup ex.
2.	Apa saja bass penyebab menurunnya kinerja <i>injector</i> bass ?	Berdasarkan pengalaman saya biasanya dikarenakan tersumbatnya <i>nozzle injector</i> tapi sering juga di karenakan kerusakan pada komponen <i>injector</i> seperti patahnya spring <i>injector</i> dan ausnya jarum <i>nozzle injector</i> .
3.	Berapa bass tekanan <i>injector</i> yang bagus ?	Tentu harus sesuai dengan manual book. Tertera di manual book itu 300 bar untuk AE.
4.	Kenapa <i>nozzle</i> bisa tersumbat bass ?	Tentu bisa det, karena kualitas bahan bakar yang kotor det menyebabkan karbon – karbon menempel pada lubang <i>nozzle injector</i> det.
5.	Apa saja bass ciri – ciri kinerja <i>injector</i> sudah tidak membaik bass ?	Biasanya ciri – cirinya det pada gass buang det. Gas buang biasanya tidak normal mengalami peningkatan suhu yang tidak wajar det, Mesin susah start juga bisa det, kalo di AE sangat berpengaruh det <i>injector</i> itu karena menunjang system kelistrikan di kapal det. Apabila <i>injector</i> melemah maka otomatis RPM akan hunting dan cenderung ke turun pasti berpengaruh ke Daya yang di hasilkan AE det. Contoh yang paling gampang kamu perhatiin lampu penerangan biasanya meredup det.