

**UPAYA PERBAIKAN TEKANAN INJEKTOR UNTUK  
MENUNJANG KINERJA DIESEL GENERATOR  
DI KMP. PORT LINK**



Diajukan Dalam Rangka Penyelesaian  
Program Studi Diploma III Permesinan Kapal

**MONA AYU SHINTYA**  
**NPM 2202030**

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

**UPAYA PERBAIKAN TEKANAN INJEKTOR UNTUK  
MENUNJANG KINERJA DIESEL GENERATOR  
DI KMP. PORT LINK**



Diajukan Dalam Rangka Penyelesaian  
Program Studi Diploma III Permesinan Kapal

**MONA AYU SHINTYA**  
**NPM 2202030**

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

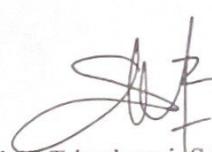
**UPAYA PERBAIKAN TEKANAN INJEKTOR UNTUK MENUNJANG  
KINERJA DIESEL GENERATOR  
DI KMP. PORT LINK**

Disusun dan Diajukan Oleh :

Mona Ayu Shintya  
NPT. 22 02 030

Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian  
Pada tanggal, 19 2025

Menyetujui  
Pengaji I Pengaji II



Dr. Andri Yulianto, M.T.,IPM., M.Mar.E Siti Nurlaili Tri wahyuni, S.T., M.Sc  
NIP. 19760718 199808 1 001 NIP. 19881110 201902 2 002

Mengetahui  
Ketua Program Studi  
Diploma III Permesinan Kapal



Dwiaskoro Budi Sidharta, S.T., M.Sc  
NIP. 19780513 200912 1 001

**LEMBAR MONITORING BIMBINGAN PENULISAN**  
**KERTAS KERJA WAJIB (KKW)**  
**PERSETUJUAN SEMINAR KERTAS KERJA WAJIB**

Judul : Upaya Perbaikan Tekanan Injektor untuk Menunjang  
Kinerja Diesel Generator di KMP. Port Link

Nama : Mona Ayu Shintya

NPM : 2202030

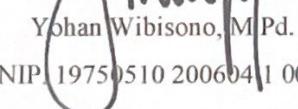
Program Studi : D-III Permesinan Kapal

Dengan ini dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diseminarkan

Palembang, 19 Agustus 2025

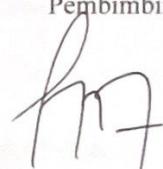
Menyetujui

Pembimbing I



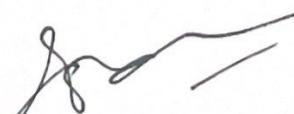
Yohan Wibisono, M.Pd.  
NIP. 19750510 200604 1 001

Pembimbing II



R. Muhammad Firzatullah, S.Pd., M.Kom.  
NIP. 19940406 202203 1 010

Mengetahui  
Ketua Program Studi  
Diploma III Permesinan Kapal



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

## SURAT PERALIHAN HAK CIPTA

Yang bertandatangan tangan di bawah ini:

Nama : Mona Ayu Shintya

NPT : 2202030

Program Studi : D-III Permesinan Kapal

Adalah **pihak I** selaku penulis asli karya ilmiah yang berjudul “Upaya Perbaikan Tekanan Injektor untuk Menunjang Kinerja Diesel Generator di KMP. Port Link”, dengan ini menyerahkan karya ilmiah kepada:

Nama : Politeknik Transportasi SDP Palembang

Alamat : Jl. Sabar Jaya no.116, Prajin, 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

Pencipta



(Politeknik Transportasi SDP Palembang)

(Mona Ayu Shintya)

## **PERNYATAAN KEASLIAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Mona Ayu Shiintya

NPT : 22 02 030

Program Studi : Diploma III Permesinan Kapal

Menyatakan bahwa KKW yang saya tulis dengan judul :

### **UPAYA PERBAIKAN TEKANAN INJEKTOR UNTUK MENUNJANG KINERJA DIESEL GENERATOR DI KMP. PORT LINK**

Merupakan karya asli seluruh ide yang ada dalam KKW tersebut, kecuali tema yang saya nyatakan sebagai kutipan, maka ide saya sendiri. Jika pernyataan di atas terbukti tidak benar, maka saya bersedia menerima sanksi yang ditetapkan oleh Poltekniik Transportasi Sungai Danau dan Penyebrangan Palembang.

Palembang, 19 Agustus 2025



( Mona Ayu Shiintya )

NPM 2202030



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 : 122 / PD / 2025

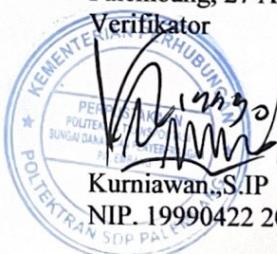
Tim Verifikator Smiliarity Karya Tulis Politeknik Transportasi Sungai, Danau dan Penyeberangan Palembang, menerangkan bahwa identitas berikut :

Nama : MONA AYU SHINTYA  
NPM : 2202030  
Program Studi : D. III STUDI PERMESINAN KAPAL  
Judul Karya : UPAYA PERBAIKAN TEKANAN INJEKTOR UNTUK MENUNJANG KINERJA DIESEL GENERATOR DI KMP. PORT LINK

Dinyatakan sudah memenuhi syarat dengan Uji Turnitin 19% 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, 27 Agustus 2025

Verifikator



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

"The Bridge Start Here"



## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur kami panjatkan kepada Allah Tuhan Yang Maha Esa, karena atas limpahan rahmat dan karuniaNya penulis dapat menyelesaikan Kertas Kerja Wajib yang berjudul Upaya Peningkatan Perawatan Injektor Guna Menunjang Performa Diesel Generator Di Kmp. Port Link tepat pada waktunya.

Penulisan Kertas Kerja Wajib (KKW) ini merupakan upaya menunaikan kewajiban sebagai Taruna dalam menempuh masa studi di Politeknik Transportasi Sungai Danau dan Penyeberangan Palembang. Permasalahan yang ditemui berdasarkan hasil pengamatan dan pengalaman selama mengimplementasikan teori yang telah dipelajari dalam Praktek laut di Kapal KMP Port Link menjadi dasar pemikiran penulis mengkaji permasalahan tersebut kedalam Kertas kerja wajib ini. 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. Tuhan Yang Maha Esa Allah SWT.
2. Bapak Dr. Eko Nugroho Widjatmoko, M.M., IPM.,M.Mar.E selaku Direktur Politeknik Transportasi Sungai Danau dan Penyebrangan Palembang.
3. Bapak Yohan Wibisono, M.Pd selaku Dosen Pembimbing I dan Bapak R. Muhammad Firzatullah, S.Pd.,M.Komselaku Dosem Pembimbing II.
4. Bapak Driaskoro Budi Sidharta, S.T., M.Sc selaku ketua Prodi D-III Permesinan Kapal di Politeknik Transportasi Sungai Danau dan Penyebrangan Palembang.
5. Ayah dan ibu yang selalu ada mendukung dan memberikan motivasi untuk saya dalam melaksanakan praktek berlayar.
6. Seluruh Perwira dan *crew* kapal KMP Port Link yang telah membimbing, mendidik, dan membantu saya selama melaksanakan praktek berlayar.

7. Seluruh teman teman Angkatan Abisheva Nawasena Khususnya Prodi D-III Permesinan Kapal yang Telah Membersamai selama pendidikaan.

Penulis ini menyadari sepenuhnya bahwa Kertas Kerja Wajib ini masih jauh dari kata sempurna dan banyak kekurangan, oleh karena itu diharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun untuk dapat menjadi perbaikan. Semoga laporan tugas akhir ini bermanfaat bagi semua pihak yang membutuhkannya dan bagi perwira kapal pada khususnya.

Mona Ayu Shintya

NPM 2202030

# **Upaya Peningkatan Perawatan Injektor Guna Menunjang Performa Diesel**

**Generator di KMP. Port Link**

**Mona Ayu Shintya (22 02 030)**

Dibimbing oleh: Yohan Wibisono, M.Pd dan

R. Muhammad Firzatullah, S.Pd., M.Kom.

## **ABSTRAK**

Permasalahan utama yang ditemukan pada KMP. Port Link adalah penurunan tekanan *injector* diesel generator yang berdampak pada pembakaran tidak sempurna dan penurunan efisiensi mesin. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa penyebab utamanya meliputi penyumbatan lubang *nozzle* oleh endapan karbon akibat bahan bakar yang tidak bersih, serta kerusakan pada komponen *spring injector*. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi faktor penyebab, menganalisis dampaknya terhadap performa mesin, dan menentukan metode perawatan yang efektif. Metode yang digunakan adalah penelitian kualitatif dengan teknik observasi langsung, wawancara dengan awak kapal, serta dokumentasi data tekanan *injector* sebelum dan sesudah perawatan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tindakan pembersihan *nozzle*, penggantian *spring*, penggantian *nozzle* yang rusak, dan penyetelan ulang tekanan sesuai manual book mampu mengembalikan tekanan *injector* dari 200–230 Kg/cm<sup>2</sup> menjadi standar optimal 250 Kg/cm<sup>2</sup> pada semua silinder. Kesimpulannya, penerapan perawatan rutin yang dipercepat menjadi setiap 1000 jam kerja, penggunaan bahan bakar bersih, dan pemeriksaan *injector* secara berkala terbukti efektif menjaga performa *injector* dan efisiensi diesel generator. Rekomendasi pencegahan meliputi penerapan Planned Maintenance System (PMS) secara konsisten, inspeksi rutin komponen *injector*, serta menjaga kualitas bahan bakar agar terhindar dari kontaminasi yang dapat mengganggu proses pengabutan.

Kata Kunci: *Injector* , Diesel Generator,Perawatan,Performa Mesin

**Injector Maintenance Improvement Efforts to Support Diesel Generator  
Performance at KMP. Port Link**

Mona Ayu Shintya (22 02 030)

*Supervised by :* Yohan Wibisono, M.Pd and  
R. Muhammad Firzatullah, S.Pd., M.Kom.

***ABSTRACTION***

The main problem identified on KMP. Port Link was the decrease in diesel generator injector pressure, which led to incomplete combustion, and reduced engine efficiency. Observations revealed that the primary causes included nozzle hole blockages due to carbon deposits from unclean fuel and damage to the injector spring component. This study aims to identify the root causes, analyze their impact on engine performance, and determine effective maintenance methods. The research employed a qualitative approach through direct observation, interviews with crew members, and documentation of injector pressure data before and after maintenance.

The findings indicate that cleaning the nozzle, replacing damaged springs, replacing worn nozzles, and readjusting injection pressure according to the manual restored injector pressure from 200–230 Kg/cm<sup>2</sup> to the optimal standard of 250 Kg/cm<sup>2</sup> across all cylinders. In conclusion, implementing routine maintenance at a shortened interval of 1000 operating hours, using clean fuel, and performing regular injector inspections have proven effective in maintaining injector performance and diesel generator efficiency. Preventive recommendations include the consistent application of the Planned Maintenance System (PMS), regular inspection of injector components, and maintaining fuel quality to avoid contamination that can disrupt the atomization process.

Keywords: Injector , Diesel Generator, Maintenance, Engine Performance

## **DAFTAR ISI**

Halaman Judul	i
Halaman Pengesahan	ii
Halaman Persetujuan Seminar	iii
Halaman Surat Peralihan Hak Cipta	iv
Halaman Pernyataan Keaslian	v
Kata Pengantar	vi
Abstrak	viii
Daftar Isi	x
Daftar Tabel	xi
Daftar Gambar	xii
Daftar Lampiran	xiii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	2
C. Tujuan Penelitian	2
D. Batasan Masalah	2
E. Manfaat Penelitian	2
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI</b>	4
A. Tinjauan Pustaka	4
B. Landasan Teori	5
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b>	16
A. Desain Penelitian	16
B. Teknik Pengumpulan Data	19
C. Teknik Analisis Data	19
<b>BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN</b>	20
A. Analisis Data	20
B. Pembahasan	23
<b>BAB V PENUTUP</b>	34
A. Kesimpulan	34
B. Saran	34
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	36
<b>LAMPIRAN</b>	37

## **DAFTAR TABEL**

Tabel 4.1. Spesifikasi <i>injector</i>	20
Tabel 4.2. Spesifikasi <i>diesel generator</i>	20
Tabel 4.3. Data Tekanan <i>injector</i>	22
Tabel 4. 4.Tabel tekanan sebelum dan sesudah perawatan <i>injector</i>	23
Tabel 4.5. <i>Nozzle</i> sebelum dan setelah dibersihkan	24
Tabel 4.6. <i>Spring</i> yang patah dan yang baik	25
Tabel 4. 1 <i>Planned Maintenance System injector</i> KMP. Port Link	28

## **DAFTAR GAMBAR**

Gambar 2.1. Mesin Diesel 4 Tak	5
Gambar 2.2. <i>Injector Diesel Generator</i> KMP. Port Link	7
Gambar 2.3. Bagian pada <i>Injector</i>	7
Gambar 2.4. <i>Spindle</i>	8
Gambar 2.5. <i>Nozzle</i>	8
Gambar 2.6. <i>Retaining Nut</i>	9
Gambar 2.7. <i>Adjusting Screw</i>	9
Gambar 2.8. <i>Spring</i>	10
Gambar 2.9. <i>Knock Pin</i>	10
Gambar 2.10. Tipe-Tipe <i>Nozzle Injector</i>	11
Gambar 4.1. Temperatur gas buang yang melebihi batas normal	21
Gambar 4.2. <i>Nozzle injector</i> yang baru	26
Gambar 4.3. Diagram batang tekanan <i>injector</i> Sebelum dan Sesudah Perawatan	26

## **DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran 1 Crew List KMP. Port Link	37
Lampiran 2 Ship Particular KMP. Port Link	38
Lampiran 3 Manual book Injector	39
Lampiran 4 Surat Masa Layar	40
Lampiran 5 Hasil Wawancara	41
Lampiran 6 Perawatan injector dan filter BBM	43

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **A. Latar Belakang**

Menurut (Dewi, 2020) Semakin ketatnya persaingan di dunia pelayaran mendorong para penyedia jasa untuk memberikan pelayanan sebaik mungkin tanpa adanya gangguan, baik yang disebabkan oleh permesinan kapal maupun oleh kru mesin. Jika terjadi gangguan atau kerusakan pada permesinan kapal maka akan menyebabkan keterlambatan dalam proses pelayaran. Untuk menunjang kelancaran operasionalnya, maka kapal tidak lepas hubungannya dengan keberadaan mesin diesel yang digunakan dalam berbagai kegiatan pendukung operasional pelayaran.

Performa mesin diesel generator sangat dipengaruhi oleh sistem bahan bakar, khususnya *injector* sebagai komponen utama dalam proses pengabutan. Penurunan tekanan injektor dapat menyebabkan pembakaran tidak sempurna, meningkatnya konsumsi bahan bakar, dan menurunnya efisiensi mesin secara keseluruhan. Penelitian oleh (Halimah, 2020) menunjukkan bahwa tekanan injektor yang turun drastis disebabkan oleh tidak adanya prosedur PMS (*planned maintenance system*) yang jelas di atas kapal, adanya kandungan air pada bahan bakar dan *nozzle*, *spring* yang sudah rusak. Menurut Penelitian (Sariffudin et al., 2021) 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*. Masalah-masalah tersebut apabila tidak segera diatasi dapat mempengaruhi performa mesin diesel generator secara menyeluruh, terutama dalam operasional kapal yang sangat mengandalkan kestabilan daya listrik.

Sementara itu Penelitian oleh (Ardhiyansah et al., 2024) menunjukan dengan adanya pembersihan dan pengetesan *injector* secara rutin, penggantian part *injector* sebelum batas jam kerja yang ditentukan, perawatan menyeluruh pada sistem bahan bakar, serta pemilihan bahan bakar yang berkualitas dan sesuai dengan spesifikasi mesin dapat mencegah penurunan kinerja *injector*.

Berdasarkan hal yang terjadi diatas, penulis bermaksud untuk mengetahui permasalahan yang terjadi pada *injector* di KMP. Port Link beserta perawatan yang efektif dilakukan pada kapal tersebut. Dalam hal tersebut penulis mengangkat judul Upaya Peningkatan Perawatan *injector* guna Menujang performa Diesel Generator di KMP. Port Link.

## **B. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah diuraikan diatas dan judul yang penulis pilih, maka rumusan masalah yang penulis ambil adalah:

1. Bagaimana pelaksanaan perawatan *injector* di KMP. Port Link?
2. Bagaimana dampak tidak optimalnya tekanan penyemprotan bahan bakar *injector* di KMP. Port Link?
3. Bagaimana cara mengatasi tekanan penyemprotan bahan bakar *injector* yang kurang sempurna di KMP. Port Link?

## **C. Tujuan Penelitian**

Tujuan dan manfaat dari penulisan proposal penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui pelaksanaan perawatan *injector* di KMP. Port Link.
2. Mengetahui dampak tidak optimalnya tekanan penyemprotan bahan bakar *injector* di KMP. Port Link.
3. Mengetahui cara untuk mengatasi penyemprotan bahan bakar *injector* yang kurang sempurna di KMP. Port Link.

## **D. Batasan Masalah**

Untuk menghindari terjadinya perluasan permasalahan dalam menulis dan menyusun Penelitian, maka penulis membatasi pengamatan hanya pada salah satu generator diatas kapal.

## **E. Manfaat Penelitian**

1. Manfaat Secara Teoritis

Sebagai kesempatan bagi penulis untuk memperdalam pengetahuan dan keterampilan, serta memahami cara untuk meningkatkan performa *injector* pada mesin diesel generator.

## 2. Manfaat secara Praktis

### a. Bagi masinis kapal

Sebagai bahan pertimbangan bagi seorang masinis dan crew ABK lainnya dalam melakukan perawatan rutin guna mendapatkan dan meningkatkan kinerja *injector*.

### b. Bagi Taruna

Menambah pengetahuan bagi rekan rekan taruna dalam melakukan perawatan rutin guna mendapatkan dan meningkatkan kinerja *injector*.

### c. Bagi Perusahaan Pelayaran

Sebagai pertimbangan bagi perusahaan pelayaran agar proses pengoperasian kapal berjalan dengan lancar.

### d. Bagi Lembaga Pendidikan

Menambah koleksi perpustakaan dan menjadi referensi siapa saja yang membutuhkan di Lembaga Pendidikan.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

#### A. Tinjauan Pustaka

##### 1. Penelitian Terdahulu

Tabel 2.1. Penelitian Terdahulu

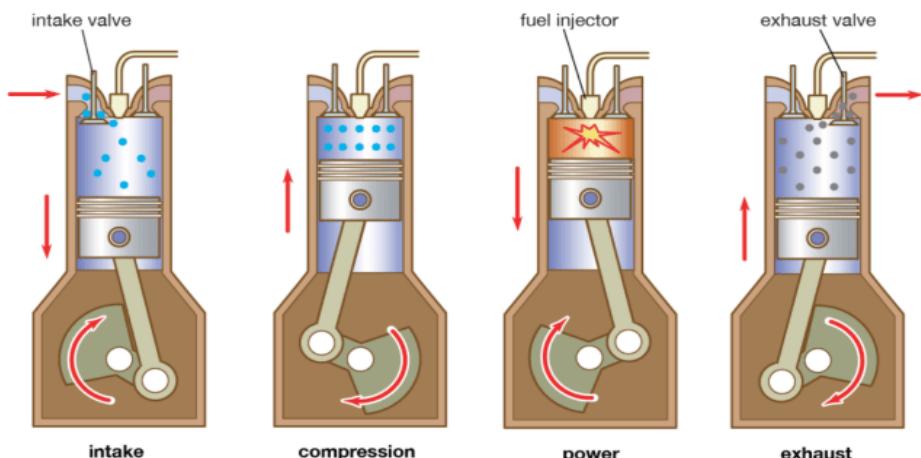
No	Nama	Judul Penelitian	Hasil penelitian
1.	Dwi Nur Halimah (2020)	Optimalisasi Perawatan <i>Injector</i> Guna Menunjang Performa Diesel Generator Di MT. Serang Jaya	Hasil penelitian menunjukkan bahwa faktor utama penyebab kurang optimalnya perawatan <i>injector</i> diesel generator di MT.Serang Jaya adalah tidak adanya prosedur PMS (Planned Maintenance System) yang jelas, terdapat kandungan air pada bahan bakar dan <i>nozzle</i> , serta <i>spring</i> yang sudah rusak.
2.	Michelle Bebyza (2022)	Optimalisasi Kinerja <i>Injector</i> Pada Mesin Diesel Generator Di KMP. Portlink V	Hasil penelitian ini menunjukkan penyebab kurang optimalnya kinerja <i>injector</i> mesin diesel generator ialah tekanan pada <i>injector</i> yang tidak sesuai dengan manual book di KMP. Portlink V dan terjadinya kelonggaran yang tidak tepat antara jarum <i>nozzle</i> dan <i>nozzle</i>
3	Elsa Sundari Margareta (2022)	Analisis Pengabutan <i>Injector</i> Pada <i>Auxiliary Engine</i> di Kapal Kmp.Portlink	Hasil penelitian ini menunjukkan penyebab kurang optimalnya kinerja <i>injector</i> pada mesin diesel generator ialah tekanan pada <i>injector</i> yang tidak sesuai dengan <i>manual book</i> di KMP. Portlink V, terjadi kelonggaran yang tidak tepat antara jarum <i>nozzle</i> dan <i>nozzle</i> , tersumbat lubang <i>nozzle</i> dan bahan bakar yang kotor

## B. Landasan Teori

### 1. Landasan Teori

#### a. Pengertian Mesin Diesel

Mesin diesel generator adalah sebuah pesawat bantu dengan proses pembakaran internal (*internal combustion engine*). Pembakaran terjadi saat udara murni dikompresi di dalam ruang bakar (silinder) sehingga menghasilkan udara yang panas dan bertekanan tinggi. Pembakaran ini mendorong pergerakan priston 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 di Kapal.



Gambar 2. 1Mesin Diesel 4 Tak

Sumber : Proctor, C. L., & Armstrong, L. V. H. (Ed.). (2025)

Sistem kerja mesin diesel dikutip dari (Ardhiyansah et al., 2024)

#### 1. Langkah Hisap

Pada tahap ini, piston bergerak dari Titik Mati Atas (TMA) menuju Titik Mati Bawah (TMB). Pada saat yang sama, katup hisap terbuka sementara katup buang tetap tertutup. Pergerakan ini membuat udara masuk ke dalam silinder hingga volumenya mencapai kapasitas maksimal.

#### 2. Langkah Kompresi

Setelah udara masuk, piston kembali bergerak dari TMB ke TMA. Kedua katup—hisap dan buang—dalam keadaan tertutup, menyebabkan udara di dalam silinder tertekan dan suhunya naik.

Pada akhir fase ini, bahan bakar diinjeksikan ke dalam silinder untuk mempersiapkan proses pembakaran.

3. Langkah Usaha

Ketika udara terkompresi bercampur dengan bahan bakar, terjadilah proses pembakaran. Ledakan dari pembakaran ini menghasilkan energi ekspansi yang mendorong piston kembali ke arah TMB, menghasilkan tenaga mekanis untuk menggerakkan mesin.

4. Langkah Buang

Pada tahap terakhir, piston bergerak lagi ke TMB dan katup buang terbuka. Gas panas dan sisa hasil pembakaran dikeluarkan dari silinder. Gerakan ini menciptakan dorongan yang memudahkan piston untuk kembali naik ke TMA, menyiapkan siklus berikutnya.

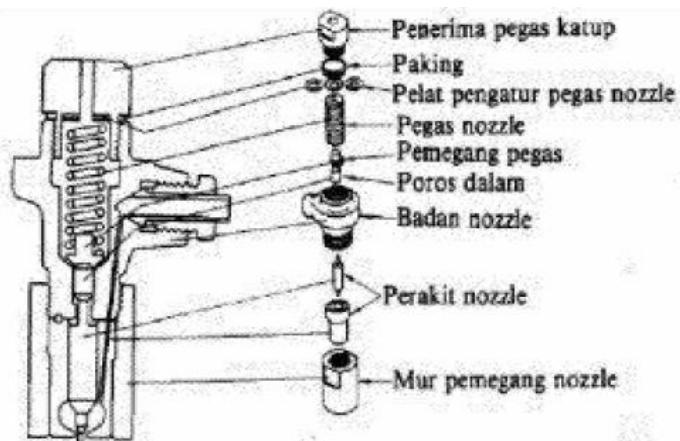
b. Pengertian *Injector*

Menurut (Li et al., 2019) *injector* merupakan suatu alat yang menjadikan bahan bakar menjadi partikel-partikel (atom-atom) untuk mempermudah pembakaran diruang bakar. Proses pengabutan ini memungkinkan bahan bakar bercampur dengan udara panas di dalam silinder, sehingga bahan bakar menguap dan berubah menjadi gas. Setelah menjadi gas, bahan bakar akan terbakar. Proses pembakaran ini menghasilkan panas yang sangat tinggi dan tekanan yang besar, yang kemudian dimanfaatkan sebagai tenaga penggerak. Pada KMP.Port Link Tekanan *injector* pada mesin Diesel Generator adalah 250 Bar.



Gambar 2. 2 Injector Diesel Generator KMP. Port Link

c. Bagian Bagian *Injector*



Gambar 2. 3 Bagian pada injector

Sumber: Herlina, Y., Pratama, G. D., & Waspodo, F. (2019)

1) *Spindle*

Alat penekan jarum berfungsi untuk menekan jarum ke dalam lubang *injector* saat proses pengabutan berlangsung. Peran alat ini sangat vital dalam sistem injeksi, karena tekanan tinggi maupun rendah yang terjadi dalam *injector* bergantung pada kinerja alat tersebut



Gambar 2. 4 *Spindle*

2) *Nozzle*

*Nozzle* berfungsi untuk menyemprotkan bahan bakar dan membantu proses pengabutan agar pembakaran sehingga terjadi pengabutan yang sempurna.



Gambar 2. 5 *Nozzle*

3) *Retaining Nut*

Retaining Nut berfungsi untuk menjaga agar komponen-komponen pada *injector* bahan bakar tetap pada posisinya saat proses penyemprotan berlangsung. Selain itu, Retaining Nut ini berfungsi untuk memastikan agar penyetelan kompresi tidak berubah.



Gambar 2. 6 Retaining Nut

4) *Adjusting Screw* ( Baut Penyetel )

Berfungsi untuk menyesuaikan tekanan dan meningkatkan daya semprot dari *injector* . Baut penyetelan digunakan untuk mengatur posisi mur pengunci pada *injector* , yang terpasang bersama ring dan mur pengunci guna melindungi bagian-bagian penting dari *injector* .



Gambar 2. 7Adjusting Screw

5) *Spring* ( Pegas)

Sebagai pengontrol elastisitas *injector* saat proses penyemprotan bahan bakar, sehingga jarum penekan dapat kembali ke posisi semula. Selain itu, alat ini juga digunakan untuk mengatur kekuatan tekanan dalam sistem injeksi bahan bakar.



Gambar 2. 8 Spring

6) *Knock Pin*

*Knock pin* digunakan untuk penerus tekanan dari *spring* (pegas)



Gambar 2. 9 Knock Pin

d. Cara kerja *Injector*

Menurut (Karyanto, 2000), *injector* bekerja melalui tiga sistem, yaitu sebagai berikut:

1) Awal Penginjeksian

Melalui saluran bbm yang terdapat di dudukan *nozzle*, bbm bertekanan tinggi dialirkan ke pompa injeksi. *oil pool* terletak di dasar badan *nozzle*.

2) Penginjeksian

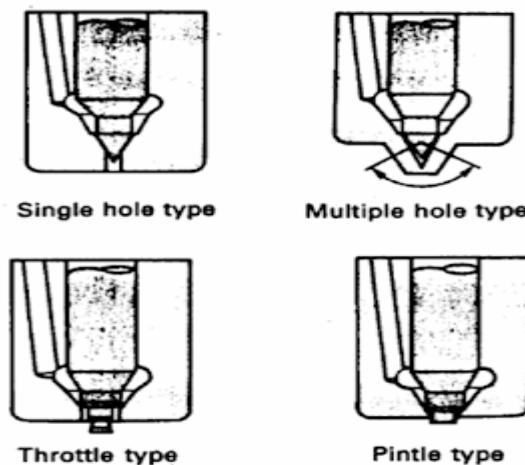
Ketika tekanan bahan bakar yang terkumpul di tangki melebihi

gaya pegas, jarum *injector* terdorong ke atas. Setelah terlepas dari dudukannya pada bodi *injector*, bahan bakar pun disemprotkan ke dalam ruang bakar.

### 3) Akhir Penginjeksian

Ketika pompa injeksi berhenti mengalirkan bahan bakar, pegas menekan kembali *injector* ke posisi semula, sehingga saluran bahan bakar tertutup.

#### e. Jenis-Jenis Injektor



Gambar 2. 10 Tipe-Tipe Nozzle Injector

##### 1) Single hole type

*Injector* dengan tipe *single hole* ini hanya mempunyai satu lubang *injeksi*. Sudut injeksinya berkisar antara 4–15° sehingga pengabutan yang dihasilkan tidak terlalu halus. Oleh karena itu, *nozzle* injektor tipe *single hole* umumnya dipakai pada mesin diesel yang ruang bakarnya mampu membentuk pusaran udara, sehingga pencampuran antara udara dan partikel bahan bakar dapat terjadi secara lebih merata dan homogen.

##### 2) Multiple hole type

*Injector* dengan tipe *Multiple hole* ini mempunyai lubang injeksi lebih dari satu. *Nozzle* tipe ini menyemprotkan bahan bakar dalam bentuk kabut langsung ke dalam ruang bakar. Jenis injektor *nozzle* ini paling umum digunakan pada mesin diesel dengan sistem injeksi langsung (*direct injection*), karena dibutuhkan penyemprotan bahan

bakar yang menyebar ke seluruh bagian ruang bakar yang relatif dangkal. Diameter lubang semprotan berkisar antara 0,006 hingga 0,033 inci, dengan jumlah total sebanyak delapan lubang.

3) Throttle type

*Injector nozzle* tipe throttle memiliki bentuk yang menyerupai *nozzle* tipe pin. Namun, perbedaannya terletak pada ujung *nozzle* yang tidak meruncing, melainkan melebar. Desain ini memberikan karakteristik khusus dalam proses penyemprotan bahan bakar, di mana volume bahan bakar yang dikeluarkan pada awal injeksi relatif sedikit, lalu secara bertahap meningkat dan mencapai jumlah terbesar menjelang akhir proses injeksi.

4) Pintle type

Pintle *nozzle* dilengkapi dengan batang atau pin yang berfungsi sebagai katup, dirancang secara khusus untuk membentuk pola semprotan kabut bahan bakar sesuai kebutuhan. Pin ini dipasang pada ujung katup *nozzle*, dan apabila diposisikan dengan tepat, mampu menghasilkan semprotan berbentuk kerucut berongga dengan sudut sekitar  $60^\circ$ , atau pola semprotan berbentuk silinder untuk sistem injeksi berdaya tinggi. Pin tersebut terhubung dengan bodi *injector*, menciptakan ruang berbentuk melingkar yang mendukung pola semprotan yang optimal. Selain itu, desain *nozzle* ini memungkinkan pergerakan yang presisi dan mulus, sekaligus mencegah penumpukan karbon di dalam komponen saat beroperasi.

f. Metode Penyemprotan Bahan Bakar

1) Penyemprotan Langsung

Pada metode penyemprotan langsung bahan bakar disemprotkan ke dalam ruang bakar pendahuluan yang terpisah dari ruang bakar utama. Umumnya, ruang pendahuluan ini memiliki volume sekitar 25–60% dari total volume ruang pembakaran secara keseluruhan. Sistem seperti ini diterapkan dalam berbagai varian. Pada mekanisme injeksi awal, bahan bakar dialirkan ke dalam ruang pendahuluan melalui *nozzle* berlubang tunggal dengan tekanan

semprot yang relatif rendah, yaitu sekitar 100 bar. Meskipun proses pengabutan pada tekanan tersebut kurang sempurna, bahan bakar tetap mudah terbakar karena dinding ruang pendahulu memiliki suhu yang sangat tinggi, yang membantu mempercepat penyalaan.

Pada mesin yang menggunakan ruang pusaran terdapat ruang pembakaran berbentuk bola yang terletak di kepala silinder. Ruang ini dihubungkan dengan ruang bakar utama melalui saluran kecil yang dirancang secara tangensial. Saat langkah kompresi terjadi, sebagian udara tertekan masuk ke dalam ruang pusaran melalui saluran tersebut, menciptakan gerakan udara berputar di dalamnya. Selanjutnya, bahan bakar disemprotkan ke dalam ruang pusaran melalui *nozzle* berlubang tunggal, dan bercampur dengan udara yang sudah berputar tadi. Karena sebagian permukaan dinding ruang pusaran tidak dilengkapi pendingin, suhu udara di dalamnya tetap tinggi. Kondisi ini memicu pembakaran bahan bakar secara cepat dan efisien.

## 2) Penyemprotan Tidak Langsung

Bahan bakar bertekanan tinggi (pada motor putaran rendah hingga 1000 bar dan pada motor putaran menengah yang bekerja dengan bahan bakar berat hingga 1500 bar) disemprotkan ke dalam ruang pembakaran yang tidak dibagi. Tergantung dari pembuatan ruang pembakaran maka untuk keperluan tersebut dipergunakan sebuah hingga tiga buah pengabut berlobang banyak. Sistem penyemprotan langsung diterapkan pada seluruh motor putaran rendah dan putaran menengah dan pada sebagian besar dari motor putaran tinggi.

### g. Perawatan *Injector*

Menurut (Prasetyo, 2018), Di antara jenis perawatan dan perbaikan mesin kapal adalah:

#### 1) Perawatan Darurat

Dalam situasi darurat, perawatan mesin biasanya dilakukan ketika mesin sudah mengalami kerusakan atau saat waktu henti

operasional tersedia. Dengan kata lain, mesin dibiarkan terus beroperasi hingga benar-benar tidak bisa lagi digunakan, barulah perbaikan dilakukan. Meskipun pendekatan ini tampak menghemat biaya perawatan rutin, kenyataannya justru berpotensi menimbulkan pengeluaran yang jauh lebih besar. Terutama jika kerusakan menyebabkan kapal tidak dapat beroperasi, mengalami keterlambatan, atau bahkan harus dihentikan secara mendadak. Risiko terbesar muncul saat terjadi kerusakan besar yang tidak terduga, di mana biaya perbaikan dan konsekuensi operasional bisa sangat tinggi.

## 2) Perawatan Terencana

Agar operasional kapal dapat berlangsung secara optimal dan risiko kerusakan dapat ditekan atau bahkan dicegah sepanjang masa pakainya, maka penerapan perawatan terencana menjadi suatu keharusan. Dalam hal ini, seluruh prosedur pemeliharaan yang telah ditetapkan oleh pabrikan dalam buku panduan harus diidentifikasi dengan cermat dan dijalankan secara konsisten. Pelaksanaan perawatan tersebut wajib dilakukan dengan tepat waktu dan sesuai instruksi, tanpa mempertimbangkan besar kecilnya biaya perawatan yang mungkin timbul, karena kepatuhan terhadap prosedur itulah yang menjamin keandalan sistem dalam jangka panjang.

## 3) Perawatan Pencegahan

Setiap individu bertanggung jawab dalam kegiatan pemeliharaan harus memiliki pemahaman yang kuat bahwa tindakan pencegahan jauh lebih efektif daripada menunggu terjadinya kerusakan yang lebih parah. Prinsip ini harus menjadi landasan berpikir dalam setiap keputusan perawatan, karena mencegah kerusakan sejak dini akan selalu lebih efisien dan berkelanjutan dibanding menghadapi konsekuensi dari kegagalan sistem.

**4) Perawatan Perbaikan**

Salah satu aspek penting dalam pemeliharaan terencana adalah perbaikan kerusakan nyata, bahkan jika belum dilakukan tepat waktu terutama pada komponen yang berpotensi membahayakan. Lebih baik segera melakukan perbaikan guna mencegah kerusakan lebih lanjut. Untuk menjamin keselamatan serta efisiensi operasional kapal, pemeliharaan mesin harus dilakukan sesuai prosedur yang telah ditetapkan.

**5) Perawatan Berkala**

Perawatan berkala adalah kegiatan pemeliharaan yang dilakukan berdasarkan jadwal waktu kalender atau jam kerja mesin, dengan mengacu pada panduan dari buku manual.

**6) Perawatan Kondisi**

Ketika kondisi peralatan diperkirakan akan cepat memburuk dan keputusan perawatan diambil secara mandiri, maka metode yang digunakan disebut pemantauan kondisi. Karena situasi seperti ini jarang terjadi, strategi pemeliharaan dikembangkan berdasarkan pengamatan langsung terhadap performa mesin dan peralatan, bukan semata-mata pada jadwal kalender atau jam operasional.

**7) Perawatan Berkelanjutan**

Dalam konteks operasional mesin dan peralatan, pengukuran berkelanjutan merujuk pada aktivitas pemantauan kondisi yang dilakukan secara rutin dan tercatat dengan baik.

**8) Pengukuran Berkala**

Pengukuran berkala adalah proses pemantauan kondisi yang dilakukan secara rutin untuk memastikan mesin atau peralatan tetap dalam kondisi optimal dan terlindungi dari potensi kerusakan atau penurunan performa.

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **A. Desain Penelitian**

##### **1. Tempat dan Waktu Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan selama penulis menjalani Praktek Laut (PRALA), terhitung sejak 11 Juni 2024 hingga 11 Juni 2025. Selama periode tersebut, penulis melakukan kegiatan observasi dan kajian terhadap berbagai permasalahan yang terjadi di atas kapal, dengan fokus utama pada injektor diesel generator. Lokasi penelitian berada di kapal KMP. Port Link yang dioperasikan oleh PT. ASDP Indonesia Ferry (Persero) dengan rute pelayaran Merak – Bakauheni.

##### **2. Jenis Penelitian**

Metode yang digunakan penulis dalam penelitian ini adalah metode kualitatif. Metode ini bertujuan untuk memberikan gambaran dan penjelasan yang sistematis tentang perawatan injektor pada diesel generator. Dengan pendekatan ini, diharapkan dapat dihasilkan pemahaman yang lebih jelas mengenai proses dan pentingnya perawatan injektor pada diesel generator.

##### **3. Instrumen Penelitian**

Instrumen penelitian merupakan alat bantu yang digunakan peneliti untuk mengumpulkan data. Dalam penelitian ini, penulis memanfaatkan berbagai peralatan untuk mengumpulkan data, antara lain:

###### **a. *Injector Tester (Pressure Tester)***

Digunakan untuk mengukur tekanan dan memeriksa pola semburan bahan bakar dari injector. Alat ini membantu menentukan injector bekerja sesuai standar pabrikan.

###### **b. *Handphone atau kamera***

Digunakan untuk mendokumentasikan hasil pengamatan.

##### **4. Jenis dan Sumber Data**

Dalam penelitian ini, penulis menggunakan dua metode

pengumpulan data yang berfungsi sebagai bahan acuan sekaligus pembanding. Metode tersebut diterapkan untuk memperoleh informasi yang akurat dan relevan dengan objek penelitian. Data yang dikumpulkan mencakup hasil observasi langsung di lapangan serta data pendukung lainnya yang diperoleh dari sumber terpercaya, sehingga dapat digunakan sebagai dasar analisis dan evaluasi dalam pembahasan penelitian ini. Berikut adalah beberapa sumber data yang digunakan dalam penelitian ini:

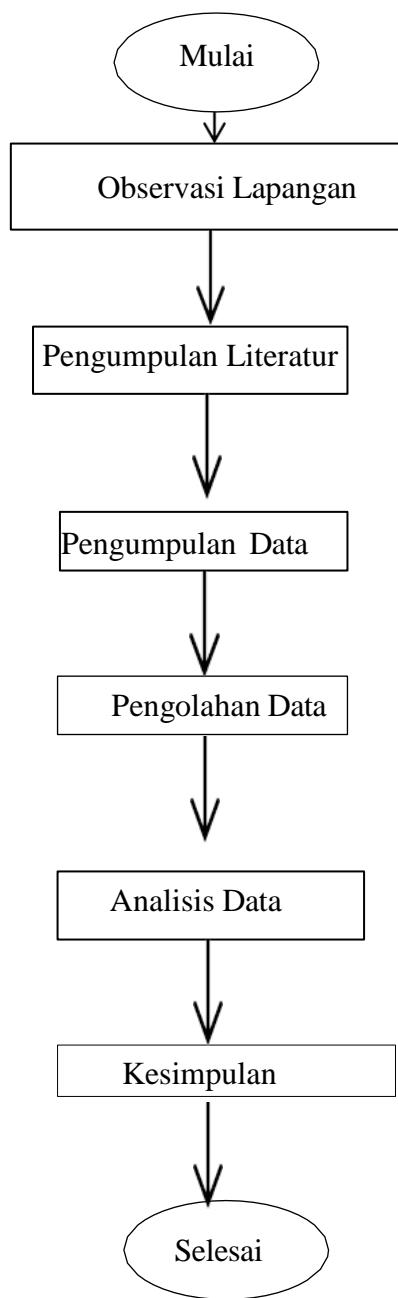
a. Data Primer

Data primer merupakan informasi yang diperoleh peneliti secara langsung dari sumber asli melalui kegiatan pengamatan di lapangan, menggunakan metode observasi dan wawancara. Dalam proses ini, peneliti terlibat secara langsung dalam pengumpulan data. contohnya adalah melakukan observasi atau pengamatan langsung pada saat pembongkaran, penyetelan dan pembacaan tekanan *injector* pada diesel generator dan wawancara dengan Masinis III mengenai kondisi *injector*, penyebab tidak mengabutnya *injector* dan metode perawatan yang dilakukan.

b. Data Sekunder

Data sekunder adalah informasi yang diperoleh dari instansi atau lembaga yang memiliki keterkaitan dengan objek penelitian. Keberadaan data ini bertujuan untuk mendukung serta memperkuat temuan hasil observasi lapangan, sekaligus menjadi pelengkap data primer yang dikumpulkan melalui wawancara maupun observasi langsung. Dalam penelitian ini, data sekunder diperoleh melalui sumber utama, yaitu *Manual Book* tentang *injector* dan *log book*.

## 5. Bagan Alir Penelitian



## **B. Teknik Pengumpulan Data**

Untuk mendapatkan data sebagai bahan acuan dan perbandingan dalam penulisan penelitian ini, beberapa teknik pendapatan digunakan, masing-masing disesuaikan dengan kondisi dan lokasi penelitian. Dari sumber-sumber ini diperoleh data sebagai berikut.

### 1. Data Primer

Data ini diperoleh secara langsung dari kapal melalui metode pengumpulan data yaitu observasi lapangan. Pada metode observasi, penulis melakukan pengamatan langsung terhadap objek penelitian selama melaksanakan praktik laut di KMP. Port Link dengan fokus pada injektor diesel generator dan wawancara dengan KKM dan Masinis, terkait dengan perawatan *injector*, pada diesel generator.

### 2. Data sekunder

Pada penelitian ini, penulis memanfaatkan data sekunder untuk memperoleh informasi mengenai spesifikasi injector, prosedur perawatan. Data sekunder tersebut diperoleh *Instruction Manual Book*.

## **C. Teknik Analisis Data**

Penyajian data hasil penelitian dilakukan dalam bentuk tabel dan grafik untuk memberikan gambaran deskriptif mengenai kinerja *injector*. Data disusun dengan membandingkan kondisi sebelum dan sesudah perbaikan, kemudian divisualisasikan untuk mempermudah analisis perubahan kinerja. Penulis juga merekap jenis perbaikan yang dilakukan, meliputi komponen yang diganti dan waktu pelaksanaannya. Langkah ini bertujuan untuk mengetahui penyebab kerusakan serta menentukan tindakan perbaikan yang paling efektif.

## **BAB IV**

### **ANALISIS DAN PEMBAHASAN**

#### **A. Analisis Data**

##### 1. Penyajian Data

###### a. Spesifikasi Objek

Tabel 4. 2 Spesifikasi *injector*

No	Data	Keterangan
1	Auxiliary engine	M.A.N Diesel Engine
2	Model	MAN 6SL 250
2	HP Output	3 x 675 KW at 750 RPM
3	Number of Cylinder	6 Cylinder
4	KVA	3 x 884, 425 Volts, 1175 Amp

Tabel 4. 3 Spesifikasi diesel generator

No	Data	Keterangan
1	Merk <i>injector</i>	MAN ASL 25/30
2	Part number <i>injector</i>	H.27240
2	Tekanan normal <i>injector</i>	250 Bar
4	Type <i>nozzle</i>	Multiple hole
5	<i>Nozzle</i> hole	9

Penelitian ini berfokus pada *injector* sebagai objek penelitian dan fokus pada kondisi *mesin* diesel generator *center*. Pengamatan awal berupa pemeriksaan awal mengenai performa diesel generator center serta running hours yang telah dicapai oleh masing-masing *injector*. Maka dilakukan pengamatan awal berupa :

###### 1. Suhu gas buang yang tinggi

Salah satu dampak yang timbul jika *injector* bekerja tidak optimal dapat dilihat dari gas buang (*exhaust gas*) tiap *cylinder*. Untuk keadaan normal rata-rata untuk gas buang nya adalah 300-350 °C. Namun, ketika suhu tersebut naik dan melampaui batas yang

dianjurkan, hal ini bisa menjadi tanda adanya gangguan pada sistem. Bahan bakar, terutama *injector* yang tidak berfungsi sebagaimana mestinya. *injector* yang mengalami masalah seperti pola penyemprotan bahan bakar yang tidak merata atau tekanan injeksi yang tidak sesuai dapat menyebabkan proses pembakaran di ruang silinder terganggu. Pembakaran yang tidak sempurna ini pada akhirnya memicu peningkatan suhu gas buang di atas standar yang seharusnya.



Gambar 4. 1 Temperatur gas buang yang melebihi batas normal

2. *Indicator cock* yang mengeluarkan asap hitam

*Injector* yang mengeluarkan asap hitam saat dibuka merupakan indikasi terjadinya pembakaran tidak sempurna di dalam ruang bakar silinder mesin, khususnya pada mesin diesel. Injektor yang berfungsi tidak normal baik karena bocor, tersumbat, atau pola penyemprotan tidak merata dapat menyebabkan proses pembakaran di dalam ruang silinder menjadi tidak sempurna,. Akibatnya, akan terbentuk karbon hitam yang ikut keluar dalam bentuk asap hitam saat katup tersebut dibuka.

3. *Indicator cock* mengeluarkan hasil kompresi basah

*Injector* mengeluarkan hasil kompresi basah saat dibuka menandakan adanya bahan bakar yang tidak terbakar sempurna di dalam ruang silinder, yang umumnya disebabkan oleh *injector* yang

bocor atau penyemprotan tidak sempurna. Dalam kondisi normal, saat *injector* dibuka ketika mesin hidup atau setelah berhenti, yang keluar dari katup tersebut seharusnya adalah gas sisa pembakaran dalam bentuk kering. Namun, jika yang keluar yakni campuran gas dengan cairan berupa tetesan bahan bakar atau kabut solar yang belum terbakar (kompresi basah) ini menandakan bahwa *injector* menyemprotkan bahan bakar secara tidak normal.

Setelah ditemukan indikasi yang tidak normal yang berkaitan dengan suhu temperature gas buang, kompresi basah yang keluar saat *injector* dibuka dan *injector* yang mengeluarkan asap hitam saat dibuka dibuka, maka peneliti melakukan pengecekan pada salah satu komponen pembakaran yaitu *injector*. Ditemukan beberapa kejadian yang menunjukkan terjadinya penurunan kinerja dari *injector* KMP. Port Link selama peneliti melaksanakan Praktek Laut. Ditemukan beberapa kejadian penurunan kinerja *injector* tersebut seperti yang tercantum pada table 4.3

*Tabel 4. 4 Data Tekanan injector*

Tanggal	<i>Injector Cylinder</i>	Tekanan <i>Injector</i>		Keterangan
		Tekanan ideal injektor	Tekanan injektor	
12 Juli 2024	3	250 Kg/cm <sup>2</sup>	220	Dibawah batas minimal
25 Oktober 2024	6		230	Dibawah batas minimal
15 November 2024	5		225	Dibawah batas minimal
01 Januari 2025	5		230	Dibawah batas minimal
27 Maret 2025	2		210	Dibawah batas minimal
17 April 2025	1		220	Dibawah batas minimal

Berdasarkan data pada tabel, hasil pengukuran tekanan injektor dari bulan Juli 2024 hingga April 2025 menunjukkan bahwa seluruh nilai berada di bawah tekanan ideal 250 Kg/cm<sup>2</sup>. Tekanan yang tercatat berkisar antara 210

hingga 230 Kg/cm<sup>2</sup>, dengan nilai terendah 210 Kg/cm<sup>2</sup> terjadi pada 27 Maret 2025 di silinder 2, dan nilai tertinggi 230 Kg/cm<sup>2</sup> pada 25 Oktober 2024 di silinder 6 serta 1 Januari 2025 di silinder 2. Semua hasil pengukuran diberi keterangan “Dibawah batas minimal”, yang mengindikasikan bahwa performa injektor tidak memenuhi standar pabrik. yang mengindikasikan perlunya pemeriksaan dan perawatan lebih lanjut guna mencegah gangguan kinerja mesin utama secara keseluruhan.

## B. Pembahasan

Upaya perbaikan untuk mengembalikan performa *injector* dapat dilakukan dengan perawatan *injector*. Peneliti menemukan beberapa langkah yang dapat dilakukan untuk mengembalikan performa *injector* seperti yang tercantum pada table 4.4.

Tabel 4. 5Tabel tekanan sebelum dan sesudah perawatan *injector*

Tanggal	<i>Injector Cylinder</i>	Tekanan <i>Injector</i>		Tindak Perawatan
		Sebelum Perawatan	Sesudah Perawatan	
12 Juli 2024	3	220	250	Membersihkan <i>nozzle</i>
25 Oktober 2024	6	230	250	Mengganti <i>nozzle</i>
15 November 2024	5	225	250	Mengganti <i>spring</i>
01 Januari 2025	5	230	250	Mengganti <i>nozzle</i>
27 Maret 2025	2	210	250	Membersihkan <i>nozzle</i>
17 April 2025	1	220	250	Mengganti <i>nozzle</i>

Selanjutnya dilakukan upaya perbaikan dan perawatan menyeluruh terhadap *injector* mesin diesel generator center.guna meningkatkan performa dan efisiensi kerja *injector* pada diesel generator, dengan langkah-langkah sebagai berikut :

### 1. Membersihkan *nozzle*

Pembersihan *nozzle injector* merupakan salah satu langkah penting dalam perawatan sistem bahan bakar diesel generator untuk menjaga performa mesin tetap optimal. *Nozzle* berfungsi menyemprotkan bahan

bakar ke ruang bakar dalam bentuk kabut halus agar proses pembakaran berlangsung sempurna. Seiring waktu, *nozzle* dapat mengalami penyumbatan akibat endapan karbon, kotoran, atau sisa bahan bakar yang tidak terbakar sempurna. Penyumbatan ini menyebabkan pola semprotan bahan bakar menjadi tidak merata, tekanan *injector* menurun, dan pembakaran menjadi kurang efisien. Proses pembersihan biasanya dilakukan dengan melepas *injector* dari mesin, kemudian membersihkan *nozzle* menggunakan cairan pembersih khusus atau ultrasonic cleaner untuk menghilangkan kerak dan kotoran tanpa merusak komponen. Setelah dibersihkan, *nozzle* perlu diuji kembali untuk memastikan pola semprotan dan tekanan sesuai dengan standar pabrik.

Tabel 4. 6 *Nozzle* sebelum dan setelah dibersihkan

<i>Nozzle</i> sebelum dibersihkan	<i>Nozzle</i> setelah dibersihkan
	

## 2. Mengganti *Spring*

Penggantian *spring injector* merupakan salah satu tindakan perawatan penting untuk memastikan tekanan semprot bahan bakar tetap sesuai dengan setelan pabrik. *Spring* atau pegas pada *injector* memiliki peran penting dalam mengatur tekanan pembukaan *nozzle*, sehingga bahan bakar dapat disemprotkan pada tekanan yang tepat sesuai standar pabrik. Seiring waktu, pegas ini dapat melemah akibat keausan, panas, atau getaran mesin, bahkan patah. Pegas yang patah akan mengakibatkan *injector* tidak

mampu mempertahankan tekanan semprot sama sekali, sehingga bahan bakar keluar terlalu cepat atau bahkan menetes, menyebabkan pembakaran menjadi tidak efisien

Tabel 4. 7 *Spring* yang patah dan yang bagus

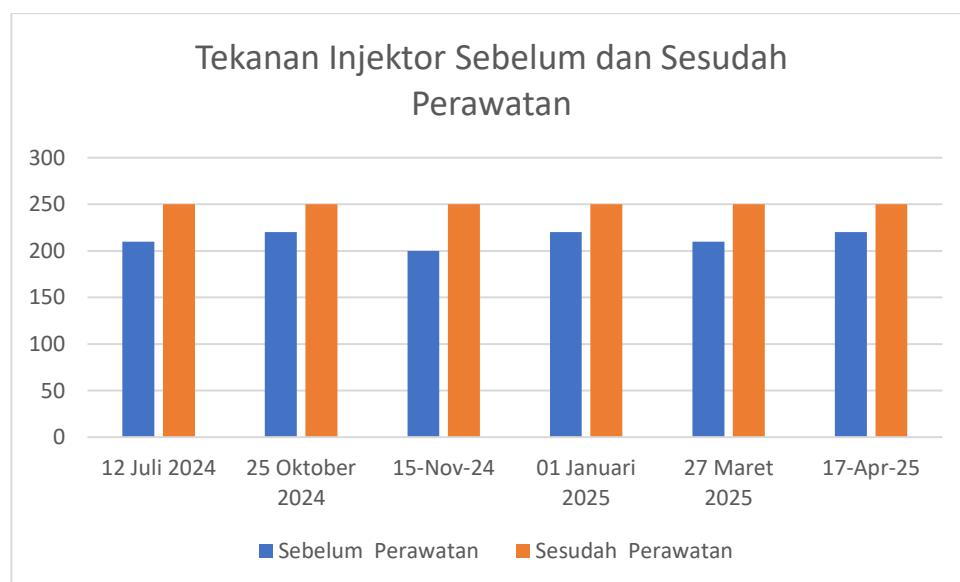
<i>Spring injector</i> yang patah	<i>Spring injector</i> yang bagus
	

### 3. Mengganti *nozzle*

Penggantian *nozzle* dilakukan apabila *nozzle* utama sudah tidak dapat berfungsi optimal meskipun telah dilakukan pembersihan. Tanda-tanda *nozzle* rusak antara lain semprotan tidak merata, bocor, atau tekanan injeksi turun drastis. *Nozzle* yang aus atau terkikis dapat menyebabkan bahan bakar tidak tersebar dengan baik dalam ruang bakar, menghasilkan pembakaran tidak sempurna dan meningkatkan emisi gas buang. Penggantian dengan *nozzle* spare (cadangan) yang masih sesuai standar pabrikan menjadi solusi terbaik untuk mengembalikan performa injektor.



Gambar 4. 2 Nozzle injector yang baru



Gambar 4. 3 Diagram batang tekanan injector Sebelum dan Sesudah Perawatan

Grafik tersebut menunjukkan perbandingan tekanan injektor sebelum dan sesudah perawatan pada beberapa tanggal antara Juli 2024 hingga April 2025. Tekanan injektor sebelum perawatan (ditunjukkan oleh batang biru) berada di kisaran 200–220 bar, sedangkan tekanan injektor sesudah perawatan (batang oranye) konsisten berada di sekitar 250 bar pada setiap periode pengukuran. Terlihat jelas bahwa perawatan selalu meningkatkan tekanan injektor ke tingkat optimal yang sama, menunjukkan efektivitas prosedur perawatan dalam mengembalikan kinerja injektor. Perbedaan yang cukup signifikan antara nilai sebelum dan sesudah perawatan mengindikasikan bahwa tanpa perawatan, tekanan

injektor cenderung menurun, namun dapat dipulihkan dengan perawatan rutin.

A. Analisis bukti peningkatan performa injector karena percepatan jam kerja perawatan injector

1. Suara mesin menjadi lebih halus

Percepatan interval perawatan injector dari 1500 jam menjadi 1000 jam kerja memberikan pengaruh positif terhadap kestabilan suara mesin diesel generator. Sebelum dilakukan perawatan, tekanan injector yang menurun hingga di bawah standar ( $210\text{--}230\text{ Kg/cm}^2$ ) menyebabkan pembakaran tidak sempurna, sehingga mesin mengeluarkan suara keras dan bergetar. Setelah dilakukan pembersihan nozzle, penggantian komponen spring, serta penyetelan ulang tekanan hingga kembali ke standar optimal  $250\text{ Kg/cm}^2$ , suara mesin terdengar lebih halus dan stabil. Kondisi ini menandakan bahwa proses pembakaran kembali berlangsung sempurna, sehingga beban kerja mesin menjadi lebih ringan dan minim getaran.

2. Suhu gas buang kembali normal

Sebelum perawatan, salah satu indikator penurunan performa adalah naiknya suhu gas buang di atas  $350^\circ\text{C}$ , yang menandakan adanya pembakaran tidak sempurna. Kondisi ini berisiko menimbulkan kerusakan lebih lanjut pada komponen mesin. Namun, setelah perawatan dilakukan secara rutin pada interval yang lebih singkat, suhu gas buang kembali berada pada rentang normal  $300\text{--}350^\circ\text{C}$ . Hal ini menunjukkan bahwa proses pembakaran di ruang silinder sudah kembali terkendali dan stabil, sehingga mesin bekerja lebih aman serta sesuai standar operasional.

3. Performa mesin lebih stabil

Dengan kembalinya tekanan injector ke standar  $250\text{ Kg/cm}^2$  pada setiap silinder, diesel generator mampu bekerja dengan performa yang lebih stabil. Sebelumnya, penurunan tekanan menyebabkan

mesin terasa lemah dan tidak bertenaga, bahkan disertai keluarnya asap hitam dari indicator cock. Setelah perawatan dipercepat, masalah tersebut dapat diatasi, dan performa mesin kembali stabil saat beroperasi pada beban penuh. Stabilitas ini sangat penting untuk menjamin kontinuitas suplai listrik di atas kapal, terutama saat melayani kebutuhan operasional utama maupun darurat.

#### B. Rangkaian *Planned Maintenance System* (PMS) Injector Diesel Generator

*Planned Maintenance System* (PMS) merupakan sistem perawatan terencana yang bertujuan untuk menjaga keandalan mesin diesel generator di KMP. Port Link, khususnya pada komponen injector yang berperan penting dalam proses pembakaran. Dengan adanya PMS, kondisi injector dapat dipantau secara berkala sehingga tekanan semprotan bahan bakar selalu berada pada standar 250 Kg/cm<sup>2</sup>, proses atomisasi berjalan sempurna, serta performa mesin tetap stabil dan efisien. Rangkaian PMS disusun berdasarkan interval harian, mingguan, dan jam kerja mesin, hingga mencapai 1000 jam kerja.

*Tabel 4. 8 Planned Maintenance System injector KMP. Port Link*

Interval Waktu / Jam Kerja	Kegiatan Perawatan	Tujuan	Keterangan
Harian (Running Check)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Memantau suhu gas buang (300–350°C).</li> <li>- Mengecek suara mesin.</li> <li>- Memeriksa indicator cock (asap hitam/kompresi basah).</li> </ul>	Deteksi dini penurunan performa injector.	Dicatat dalam logbook harian.
Mingguan ( $\pm 168$ Jam)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Membersihkan filter BBM.</li> <li>- Mengecek kebocoran jalur bahan bakar.</li> </ul>	Menjaga aliran bahan bakar tetap lancar dan bersih.	Pencegahan sumbatan dan kebocoran.
Setiap 1000 Jam	- Pembersihan dan	Mengembalikan	Percepatan dari

Kerja (Interval Percepatan)	penyetelan nozzle. - Penggantian spring lemah/patah. - Penggantian nozzle aus. - Penyetelan ulang tekanan injector.	performa injector ke standar optimal.	1500 jam ke 1000 jam untuk mencegah kerusakan.
-----------------------------	--	---------------------------------------	--

Indikator keberhasilan PMS ini ditandai dengan tekanan injector yang konsisten pada 250 Kg/cm<sup>2</sup>, suara mesin yang halus dan minim getaran, suhu gas buang stabil pada kisaran normal, tidak adanya asap hitam berlebihan dari indicator cock, serta konsumsi bahan bakar yang lebih hemat. Dengan pelaksanaan PMS secara konsisten, injector diesel generator dapat bekerja dengan optimal, umur komponen menjadi lebih panjang, dan keandalan mesin dalam menunjang operasional kapal tetap terjamin.

Pada pembahasan ini peneliti akan menjawab dari rumusan masalah yang ada di bab sebelumnya, penjelasannya sebagai berikut:

1. Bagaimana pelaksanaan perawatan injector di KMP. Port Link?
  - a. Deteksi awal masalah

Langkah pertama dalam perawatan injector adalah deteksi dini terhadap tanda-tanda kerusakan. Masinis melakukan pengamatan pada indikator operasional mesin, seperti suhu gas buang yang naik di atas batas normal (lebih dari 350°C), munculnya asap hitam dari indicator cock, serta adanya kompresi basah ketika injector dibuka. Gejala-gejala tersebut menandakan bahwa proses pembakaran di ruang silinder tidak berjalan sempurna. Penyebab utamanya adalah tekanan injector yang menurun dari standar 250 Kg/cm<sup>2</sup> menjadi hanya sekitar 210–230 Kg/cm<sup>2</sup>, sehingga bahan bakar tidak teratomisasi dengan baik.

- b. Pemeriksaan tekanan *injector*

Setelah adanya indikasi gangguan, injector dilepas dari mesin dalam kondisi mati dan suhu mesin sudah dingin untuk menghindari risiko kecelakaan kerja. *Injector* kemudian diuji

menggunakan *injector tester* guna memeriksa tekanan semprotan bahan bakar. Alat ini dapat menunjukkan apakah injector masih mampu menyemprotkan bahan bakar sesuai dengan standar pabrikan. Jika hasil pengujian menunjukkan tekanan di bawah 250 Kg/cm<sup>2</sup>, maka *injector* dianggap tidak layak pakai dan memerlukan tindakan perawatan lebih lanjut.

c. Tindakan perawatan *injector*

Tindakan perawatan dilakukan sesuai dengan hasil pemeriksaan, antara lain:

- Membersihkan nozzle, terutama jika terdapat endapan karbon yang menyumbat lubang semprot. Setelah dibersihkan, *nozzle* diuji kembali untuk memastikan pola semprotan kembali normal.
- Mengganti *spring injector* apabila kondisinya lemah atau patah. Spring yang tidak elastis akan membuat tekanan semprot turun dan tidak sesuai standar.
- Mengganti *nozzle* jika sudah aus, bocor, atau pola semprotannya tidak merata meskipun sudah dibersihkan.
- Penyetelan ulang tekanan, yang dilakukan setelah pembersihan atau penggantian komponen, agar injector kembali sesuai standar pabrikan yaitu 250 Kg/cm<sup>2</sup>.

Langkah-langkah ini bertujuan untuk memastikan bahwa injector kembali berfungsi dengan baik, sehingga proses atomisasi bahan bakar berlangsung sempurna dan pembakaran menjadi lebih efisien.

d. Interval perawatan *injector*

Perawatan *injector* dilakukan secara terjadwal berdasarkan interval jam kerja mesin melalui sistem *Planned Maintenance System* (PMS), yaitu:

- Perawatan rutin harian: meliputi pengecekan suara mesin, suhu gas buang, dan kondisi *indicator cock* untuk mendeteksi gangguan sejak dini.

- Perawatan mingguan: dilakukan dengan membersihkan *filter BBM* dan memeriksa jalur bahan bakar dari kebocoran.
  - Perawatan 1000 jam kerja (percepatan dari standar 1500 jam): mencakup perawatan menyeluruh seperti pembersihan nozzle, penggantian spring yang lemah atau patah, penggantian nozzle aus, serta penyetelan ulang tekanan. Interval ini dipercepat berdasarkan pengalaman operasional kapal, karena sering terjadi penurunan tekanan sebelum mencapai 1500 jam.
- e. Pencatatan hasil perawatan

Setiap tindakan perawatan, mulai dari pemeriksaan, pengujian, hingga penggantian komponen, dicatat secara rinci dalam *logbook Planned Maintenance System* (PMS). Pencatatan ini berfungsi sebagai:

- Bukti perawatan yang telah dilaksanakan.
- Referensi untuk perawatan berikutnya, sehingga teknisi berikutnya dapat mengetahui kondisi terakhir injector.
- Dasar evaluasi untuk menilai tren performa mesin, apakah ada penurunan lebih cepat dari standar atau perbaikan yang perlu dilakukan lebih sering.

Dengan adanya pencatatan ini, pelaksanaan perawatan menjadi lebih terkontrol, terdokumentasi, dan mudah ditelusuri jika terjadi gangguan di kemudian hari.

Jadi, pelaksanaan perawatan injector di KMP. Port Link dilakukan mulai dari deteksi dini, pemeriksaan tekanan, perbaikan komponen, perawatan sesuai interval, hingga pencatatan hasil perawatan. Semua tahapan tersebut bertujuan agar injector tetap dalam kondisi optimal, sehingga mesin dapat bekerja dengan suara halus, suhu gas buang stabil, konsumsi bahan bakar lebih efisien, serta umur komponen lebih panjang.

2. Bagaimana dampak tidak optimalnya tekanan penyemprotan bahan bakar *injector* di KMP. Port Link?

Menurunnya tekanan *injector* dapat berdampak pada kurang optimalnya proses pengabutan pada ruang bakar, hal ini bisa menimbulkan berbagai dampak negatif terhadap kinerja mesin dan efisiensi operasional. Beberapa efeknya adalah:

a) Penurunan kinerja mesin

Tekanan semprotan bahan bakar dari *injector* yang tidak optimal bisa menyebabkan proses pengabutan yang kurang sempurna dan kinerja mesin menurun. Untuk menjaga agar tekanan semprotan tetap stabil, ada dua langkah penting yang bisa dilakukan:

- 1) Lakukan perawatan dan servis *injector* secara berkala guna memastikan kinerja tetap optimal serta mencegah terjadinya penyumbatan akibat kotoran atau penumpukan karbon.
- 2) Bersihkan *injector* bahan bakar secara rutin, karena *injector* yang kotor atau tersumbat dapat menghambat aliran bahan bakar menuju *injector*, yang pada akhirnya berdampak pada penurunan tekanan semprotan bahan bakar.

a. Adanya Kerusakan pada komponen *injector*

Untuk menangani kerusakan pada *injector*, ada beberapa langkah efektif yang dapat dilakukan, di antaranya:

- 1) Melakukan pemeriksaan rutin terhadap *injector*, bertujuan untuk mendeteksi secara dini kemungkinan kerusakan seperti penyumbatan, kebocoran, atau keausan pada komponen.
- 2) Membersihkan *nozzle injector* apabila terdapat endapan karbon atau kotoran yang dapat mengganggu proses pengabutan bahan bakar secara optimal.
- 3) Mengganti bagian yang rusak atau sudah tidak layak pakai, seperti pegas lemah, seal bocor, atau jarum *nozzle* macet.
- 4) Melakukan pengujian tekanan *injector* setelah perbaikan, guna memastikan semprotan bahan bakar telah sesuai dengan spesifikasi teknis dan standar kerja mesin.

- 5) Menjaga sistem bahan bakar tetap bersih, dengan menggunakan solar berkualitas dan membersihkan *injector* bahan bakar secara berkala.
3. Cara untuk mengatasi penyemprotan bahan bakar *injector* yang kurang sempurna di KMP. Port Link.

Tekanan semprotan bahan bakar yang tidak optimal pada *injector* dapat diatasi agar proses pengabutan berlangsung sempurna. Adapun beberapa langkah yang dapat dilakukan untuk mengatasi penyemprotan bahan bakar *Injector* yang kurang sempurna pada *injector* di KMP Port Link adalah sebagai berikut:

- a. Perawatan injektor tiap 1000 Jam kerja

Meskipun prosedur standar (PMS) menyarankan perawatan *injector* dilakukan setiap 1500 jam kerja, penulis memilih untuk mempercepat interval menjadi setiap 1000 jam. Langkah ini bertujuan untuk mencegah kerusakan komponen pada *injector* serta tekanan maksimal pada *injector* bekerja secara optimal.

- b. Setel Tekanan *injector*

Tekanan *injector* harus disetel dengan tepat sesuai panduan pada instruction manual book, *M&W M.A.N INSTRUCTION BOOK* bahwa pengaturan tekanan pada saat injeksi adalah 250 Mpa, agar proses penyemprotan bahan bakar pada *injector* maupun auxiliary engine berjalan maksimal dan mendukung kinerja mesin secara keseluruhan

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **A. Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan di KMP. Port Link selama kegiatan praktik laut, dapat disimpulkan bahwa:

1. Pelaksanaan perawatan injector di KMP. Port Link dilakukan secara terencana melalui sistem *Planned Maintenance System* (PMS) mulai dari pemeriksaan harian, mingguan, 1000 jam, Perawatan meliputi pembersihan nozzle dari karbon, penggantian *spring* yang lemah dan patah, penggantian *nozzle*, serta penyetelan ulang tekanan hingga sesuai standar 250 Kg/cm<sup>2</sup>. Dengan pola perawatan ini, performa *injector* dapat dipertahankan, pembakaran lebih sempurna, mesin bekerja halus, suhu gas buang stabil,
2. Dampak dari kurang optimalnya tekanan *injector* adalah bbm tidak mengatomisasi dengan efektif pada ruang bakar Kondisi ini berdampak langsung pada penurunan kinerja pada mesin diesel generator sehingga mesin terasa lemah atau kehilangan tenaga.
3. Cara mengatasi kurang optimalnya tekanan penyemprotan bahan bakar *injector* di KMP. Port Link adalah dengan cara *maintenance injector* diesel generator sesuai *planned maintenance system* (PMS) yang awalnya 1500 jam menjadi 1000 jam, perawatan dan perbaikan yang dilakukan, seperti pembersihan *nozzle*, penggantian komponen yang rusak, serta penyetelan ulang tekanan *injector* sesuai *manual book*, tekanan semprotan bahan bakar berhasil dikembalikan ke standar optimal yaitu 250 bar.

#### **B. Saran**

1. Untuk memaksimalkan perawatan *injector*, jadwal perawatan yang semula mengikuti PMS setiap 1500 jam atau dua bulan sekali, disarankan dipercepat menjadi setiap 1000 jam atau. Perawatan ini mencakup pemeriksaan *injector*, uji tekanan (*pressure test*), pembersihan lubang *nozzle* dari kotoran dan memastikan *injector* bahan bakar dalam kondisi baik dan bebas dari endapan, agar terjadinya pengabutan yang optimal dan tekanan maksimal pada *injector*

2. Agar tekanan semprotan bahan bakar pada *injector* tetap optimal, penerapan *Planned Maintenance System* (PMS) wajib dilakukan secara konsisten sesuai dengan petunjuk yang tercantum dalam *manual book*. Selain itu, tindakan perawatan seperti membersihkan *nozzle* yang tersumbat oleh kotoran serta memastikan *injector* bahan bakar dalam keadaan bersih juga harus dilakukan agar terjadinya pengabutan yang sempurna
3. Pengawasan terhadap jam kerja *injector* , baik dalam jangka pendek maupun jangka panjang, perlu dilakukan secara rutin. Langkah ini penting untuk memastikan proses pengabutan berlangsung sempurna, sehingga kinerja diesel generator dapat bekerja secara maksimal.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Ardhiyansah, R. D., Wanto, K., Frastika, Y., Saifudin, I., & BTR. (2024). *Peningkatan Perawatan Injector Mesin Diesel Generator.*
- Dewi, N. (2020). *Pengaruh Persaingan Dunia Pelayaran Terhadap Pelayanan Dan Permesinan Kapal.*
- Halimah, D. N. (2020). *Optimalisasi perawatan injector guna menunjang performa diesel generator di MT. Serang Jaya.*
- Herlina, Y., Pratama, G. D., & Waspodo, F. (2019). *Bagian-bagian injector bahan bakar.*
- Ii, N., et al. (2019). *Pengertian dan Fungsi Injector Pada Mesin Diesel.*
- Karyanto. (2000). Cara kerja injector pada mesin diesel.
- Margareta, S. E. (2022). Analisis pengabutan injector pada auxiliary engine di kapal KMP Portlink. *Jurnal Politeknik Transportasi Sungai, Danau dan Penyeberangan Palembang.*
- Michelle, B. (2022). Optimalisasi kinerja injector pada mesin diesel generator di KMP. Portlink V. *Jurnal Politeknik Transportasi Sungai, Danau dan Penyeberangan Palembang.*
- Prasetyo. (2018). Jenis perawatan dan perbaikan mesin kapal.

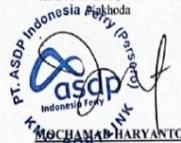
## LAMPIRAN

### Lampiran 1 Crew List KMP. Port Link

**PT. ASDP Indonesia Ferry (Persero)**  
**KMP. PORTLINK**

NO	MASTER	NAMA	JABATAN	NO.IJAZAH	NO. ENDORSEMENT	BERLAKU	BUKU PELAUT		KET
							NOMOR	BERLAKU	
1	MOCHAMAD HARYANTO	MAMDOH	ANT I 6205024964N10318		6200024964N10318	18/08/2028	G 02144	25/01/2027	(w) P
2	ACHMAD NUR RUZA B.R.	MUALIM I	ANT I 6205119518N010120		6201095318N010120	04/11/2025	F 23023	05/09/2027	(w) P
3	MOCH. MOCHIB	MUALIM II	ANT II 620493618M30351		620493618M30351	31/05/2020	E 12973	06/12/2026	(w) P
4	SUPRIYATO	MUALIM II	ANT II 62051898N020121		62051898N020121	06/12/2020	H 07445	11/05/2026	(w) P
5	ASHANI TAGIYUN	MUALIM II	ANT II 6205048020N32423		6205048020N32423	14/11/2024	F 051962	21/06/2026	(w) P
6	PUTRA KURNIADI	MUALIM II	ANT II 62032792N00021		62032792N00021	20/05/2026	F 033218	14/09/2027	(w) P
7	WAJIRAN	KOKI	ATT I 6205046711N0317		6205046711N0317	20/12/2027	I 081964	26/12/2027	(w) P
8	CAYNO KUSUMO BOEDIN	MASINS II	ATT I 6201072327N0218		6201072327N0218	28/06/2028	H 074448	11/05/2026	(w) P
9	SUNARYO	MASINS II	ATT I 6201020324N720519		6201020324N720519	21/11/2029	I 092378	23/10/2026	(w) P
10	MUSNADI	MASINS II	ATT II 6205050197N134222		6205050197N134222	14/09/2027	E 113401	18/12/2026	(w) P
11	HERI MULVONO	MASINS III	ATT IV 6205051205N43018		62051205N43018	03/01/2028	G 051962	18/12/2026	(w) P
12	M. SOFA	MASINS IV	ATT IV 6201651725N940215		6201651725N940215	15/06/2025	F 059337	06/12/2027	(w) GB
13	UDI GAWANTO	BERANGA	ANT V 6202054105N58418		6202054105N58418	20/05/2028	F 30004	13/11/2025	(w) P
14	AHMAD FAHRIZAL	JURU MUCH	ANT V 620202525N602021		620202525N602021	22/12/2028	F 233812	03/05/2026	(w) P
15	ILHAM WIJAYA	JURU MUCH	RATINGK 6201071905430107			-	F 108605	25/04/2027	(w) P
16	JAJUNG	JURU MUDI	RATINGK 6202072403430107			-	G 05231	08/04/2027	(w) P
17	HADI BETIAU	JURU MUDI	RATINGK 6203016154030106			-	H 07472	04/07/2026	(w) P
18	EKO CAHYONO	JURU MINYAK	ATT V 6202030194170515		6202030194170515	20/06/2025	F 186778	13/12/2025	(w) P
19	MUHAMMAD ABUL H	JURU MINYAK	RATINGK 62030203420418			-	H 074197	30/05/2026	(w) P
20	EFNU ETENDI	JURU MINYAK	ATT V 620119030705014		620119030705014	28/11/2025	F 019642	05/06/2027	(w) GB
21	DENI SAEFUL B	JURU MINYAK	ATT V 6203050545752416		6203050545752416	26/05/2028	H 074198	30/05/2026	(w) P
22	JANARDO PARODUMAN	JURU MINYAK	ATT V 620202626895818		620202626895818	20/06/2028	H 074196	30/05/2026	(w) P
23	MAHPUDIN	KELASI	RATINGK 6202050530430105			-	I 044173	28/01/2027	(w) P
24	HUSEIN	KELASI	RATINGK 6211140704303079			-	F 273229	28/06/2026	(w) P
25	ELVAN MANGANU TOY	KELASI	RATINGK 6211101906303059			-	F 230402	13/05/2026	(w) P
26	NABAHNI	KELASI	RATINGK 6211191905303019			-	F 223334	18/04/2026	(w) P
27	DKI HIDAYATULLAH	KELASI	RATINGK 6211101905303019			-	F 237728	13/05/2026	(w) P
28	KURNIAWAN MANDATI	KELASI	ANT V 6211810211N020233	6211810211N020233	12/08/2028	F 073008	08/06/2025	(w) P	
29	KHANAL ARDHAM ITNU P	KELASI	ANT V 6211801731N020223	6211801731N020223	13/04/2028	G 052273	08/04/2025	(w) P	
30	ENTIS SUTISNA	KOKI	RATINGK 6211040442042416			-	F 108807	28/03/2025	(w) P
31	TAUFIK ADRIAN WAEL	KOKI	RATINGK 6212329473301913			-	I 070594	15/09/2026	(w) P
32	FIRZAL ADRIAN	CADET DECK	BST 6212304716101023			-	G 122419	09/03/2027	(w) P
33	NURHILAH FAJRI	CADET DECK	BST 6212317050614423			-	I 102668	18/05/2027	(w) P
34	KEYSA PUTRI HENDRIKA	CADET DECK	BST 6212317050614423			-	I 103747	18/05/2027	(w) P
35	ALBERT MAGLINA	CADET DECK	BST 6212317050614423			-	I 103725	18/05/2027	(w) P
36	M. SAKDAM RAMA GINNASTIAR	CADET MESEN	BST 621230470506023			-	G 132343	15/03/2027	(w) P
37	AMRI WIJAYA	CADET MESEN	BST 6212317050614423			-	I 105681	18/05/2027	(w) P
38	MONA AYU SHINTYA	CADET MESEN	BST 6212317050614423			-	I 102704	16/09/2027	(w) P
39	DELLA NATALIA	CADET MESEN	BST 6212317050614423			-	I 105697	16/09/2027	(w) P
40	STEPANUS SAILIMONG	CADET MESEN	BST 6212303101010623			-	J 027367	10/05/2027	(w) P
41	RISKY BANJARRIO TAMPUBOLON	CADET MESEN	BST 6212317050614423			-	I 102307	16/05/2027	(w) P

KMP. Port Link, Juni 2025



## Lampiran 2 Ship Particular KMP. Port Link



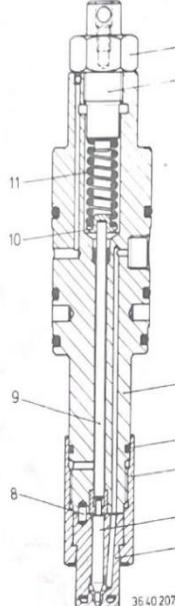
PT. ASDP INDONESIA FERRY (Persero)

### SHIP'S PARTICULARS

#### KMP. PORT LINK

<b>I. PRINCIPAL PARTICULARS</b>		<b>III. MACHINERY &amp; EQUIPMENT</b>	
- Vessel Name	: KMP. PORT LINK (Ex. MV. STENA CALEDONIA)	A. MAIN ENGINE	
- Flag State & Call Sign	: INDONESIA - P O Q Z	- Maker	: A.P.E. Crossley Ltd.
- GRT / NT	: 12.674 GT / 3.756NT	- Model	: Pielstick 16 PC. 2V MK.5
- DWT Max	: 1874 Tons	- Type	: Single Input/Output Horizontal CPP Controller
- Light Weight Ship	: 6060 Tons	- HP Output	: 2 x 10.400 BHP (2x7675Kw)
- IMO Number / MMSI	: 7910917 / 5250167124	- Maximal Speed	: 15 Knot
- Mark Of Tonnage & Cert	: GT,1.2674 No 796/ Ab	- Number Of Cylinder	: 16 Configuration V8
- Registration Mark	: 2012 Pst No.7345/L	- RPM	: Input 520 / Output 265 RPM
- Vessel Type	: RO-RO Passenger	- Serial Number	: 86040 / 1 & 86041 / 2
- Keel Laying	: December 14 <sup>th</sup> 1974	B. PROPELLERS	
- Date Of Launchede	: September 25 <sup>th</sup> 1980	- Maker	: Stone Manganese Marine Ltd
- Place & Build	: Harland & Wolff, Belfast Northern Ireland	- Type	: CPP 4 Blade
- Classification	: BKI	- Diameter	: 3 Meters
- Port Of Registry	: Jakarta	- Mean Pitch	: 3.243 Meters
- Passenger Capacity	: 746 Persons	- Blade Area	: 5.28 M <sup>2</sup>
- Tatami Driver Deck IV & V	: 50 Persons	- Weight	: 2 x 6.264 Tons
- Smooking Area Deck VI	: 30 Persons	C. AUXILLIARY ENGINE	
- Passenger Room Deck VIIA	: 154 Persons	- Maker	: M.A.N Diesel Engine
- Passenger Room Deck VIIIB	: 317 Persons	- Model	: MAN 6SL 250
- Kids Play Ground	: 10 Persons	- HP Output	: 3 x 675 KW at 750 RPM
- ASDP-Stena Plus Deck VII	: 40 Persons	- No. Of Cylindrer	: 6
- Sport Bar Deck VIII	: 205 Persons	- KVA	: 3 x 884, 425 Volts, 1175 Amp
- IT Room Deck VIII	: 34 Persons	D. MAIN ALTERNATOR	
- Passenger Area Deck VII & Deck VIII Outiside	: 60 Persons	- Maker	: M.A.N Diesel Engine
- Car Capacity	: 35 Persons	- HP Output	: 675 KW at 750 RPM
- Main Vehicle Deck	: 115 Units	E. EMERGENCY AUXILLIARY ENGINE	
- Rescue Boat	: 1 Units @ 16 Persons	- Maker	: Dorman Diesel Ltd.
- Life Boat	: 2 Units @ 175 Persons	- Model	: 6 QTCAZ
- Inflatable Life Raft	: 35 Units @ 25 Persons	- HP Output	:
- Life Jacket	: 1106 Units	- No. Of Cylindrer	: 6
- Accomodation	: 32 Crews & 9 Cadet	- Serial Number	: MC634A 1104553703
<b>II. GENERAL DIMENSION</b>		F. BOW THRUSTER	
- Length Over All (L.O.A)	: 131.80 Meter	- Maker	: KAMEWA
- LBP	: 121.51 Meter	- Type	: Electric Motor Driven – CPP
- Extreme Breadth	: 22.00 Meter	- Model	: 1650 / 600 / AS – CP
- Moulded Breadth	: 21.00 Meter	- Motor Power	: 450 KA at 1450 RPM (750x2)
- Depth	: 6.40 Meter	- Propeller RPM	: 450
- Draft Maximal	: 5.02 Meter	G. OIL WATER SEPARATOR	
- Free Board	: 0.91 Meter	- Maker	: Wartsila
- Fuel Oil Tank Capacity	: 279 Tons	- Serial Number	: 87363
- Fresh Water Tank Capacity	: 210 Tons	- Year Of Manufactured	: 2008
		- Class Module	: II / A1
		- Type	: 212-000-c Volume : 26 Liter
		Owner & Operator	: PT. ASDP Indonesia Ferry

### Lampiran 3 Manual book Injector

H&W M.A.N		DISASSEMBLING, ASSEMBLING AND TESTING FUEL INJECTORS	AS 25/30	221
			Arbeitskarte-Nr. Work card Carte de travail No. Tarjeta trabajo No.	221.02
			applicable work sheet .....	009.02 221.01
 3640207		<u>TOOLS REQUIRED</u>	Tool No.	
		1 Set of tools for nozzle cleaning..... 1 Nozzle testing device..... 1 Hydraulic pump..... 1 Torque spanner 80 - 300 Nm..... 1 Spanner size 41...to torque spanner.... 1 Adaptor..... 1 Receptacle 1 Tommy bar, dia. 8 1 Open-end spanner, size 24 and 41	M.055.054 M.055.055 M.009.303 M.008.003 M.055.061 M.055.062	
		<u>LEGEND</u>	7 Injector nozzle 8 Locating pin 9 Pressure spindle 10 Spring plate 11 Pressure spring	
		<u>STARTING POSITION</u>	Fuel injector removed and cleaned on the outside.	
		<u>SEQUENCE OF OPERATIONS 1: Disassembling</u>	<p>1. Clamp hexagonal nut (1) in a vice and loosen it by turning the nozzle holder with the use of an open-end spanner size 41. Do not, in any circumstances, clamp cylindrical part of nozzle holder into vice.</p> <p>2. Unscrew set screw (2), using a tommy bar, withdraw pressure spring (11), spring plate (10) and pressure spindle (9).</p> <p>3. Clamp nozzle holder in vice with jaws gripping flats for spanner size 41, loosen nozzle nut (5), using open end spanner size 41, and unscrew nut while holding the nozzle (7) with open-end spanner, size 24.</p> <p><u>Note:</u> Do not force the nut. Nozzle nuts that are carboned in place should be soaked in light diesel fuel or a similar solvent and then loosened by turning the nut slightly to and fro.</p> <p>4. Unscrew nozzle nut completely and remove nozzle together with nozzle needle, paying attention to the locating pin (8).</p> <p>5. Clean all parts in clean light diesel fuel and dry with an air hose. The spray holes in the nozzle tip should be cleaned with the use of the special tool.</p> <p><u>Note:</u> The lapped surfaces between nozzle holder and nozzle as well as between nozzle and nozzle needle should be cleaned with utmost care and protected from damage. Do not use cotton waste or towels that are not lint-free. Most suitable for drying the lapped surfaces is absorbent paper (newspaper).</p>	
		<u>SEQUENCE OF OPERATIONS 2: Assembly</u>	<p>1. Oil nozzle needle sparingly and insert it into nozzle. The needle should enter its hole freely, sliding slowly down due to its own weight.</p> <p>2. Apply nozzle with needle to nozzle holder, clamped in a vice, the sealing surfaces must be absolutely clean and dry. Note angular position fixed by locating pin. Replace seal ring (4) if necessary.</p> <p>3. Apply a thin coat of MoS<sub>2</sub>-based lubricant on inside of nozzle nut including threads.</p> <p>4. Apply nozzle nut and torque up to 120 Nm while holding the nozzle.</p>	
3.76	D36 5615 E 221.02-1	Arbeitszeit Working time — Stunden Durée de travail — Heures Tiempo de trabajo — Horas	Alle Every Toutes les Cada	p.t.o. Betriebsstunden Operating hours Heures de marche Horas de servicio 1 250

## Lampiran 4 Surat Masa Layar



**KEMENTERIAN PERHUBUNGAN  
DIREKTORAT JENDERAL PERHUBUNGAN LAUT  
KANTOR KESYAHBANDARAN DAN OTORITAS PELABUHAN  
KELAS I PALEMBANG**  
 Jalan : Mayor Memet Sastrawirya | Telp. (0711) 711359 - 713450 - 713551 | TLX : (0711)  
 No . 147 Palembang | Fax : 713551

**SURAT KETERANGAN MASA BERLAYAR**  
No : AL.506/4 / 2 /KSOP PLG-2025

1. Kepala Kantor Kesyahbandaran dan Otoritas Pelabuhan Kelas I Palembang dengan ini mencerangkan bahwa:  
 Nama : MONA AYU SHINTYA  
 Tempat/Tgl Lahir : PALEMBANG, 22 MAY 2003  
 Alamat sekarang : JL. PAJAK PERMAI LR. HARAPAN NO. 27 RT.013 PALEMBANG  
 Nomor Buku pelaut : I 103704  
 Sertifikat Keahlian/Keterampilan : BST  
 Setelah diadakan pencarian pada Buku Pelaut dan/atau Buku Saku, yang bersangkutan mempunyai masa berlayar seperti dibawah ini.

No.	Nama Kapal	ISI KOTOR (GT)	TENAGA PENGERAK (KW)	DEARAH PELAY.	JABATAN	TANGGAL		MASA BERLAYAR		
						NAIK	TURUN	TIN	BULN	HARI
1	PORT LINK	12.674	2 X 7675	TERBATAS	ENG CADET	11-06-2024	11-06-2025	I	0	0
JUMLAH MASA BERLAYAR SELURUHNYA								I	0	0

2. Surat keterangan berlayar ini diberikan untuk keperluan melaksanakan peningkatan UJIAN PASCA PRALA
3. Dan pada surat Keterangan Masa Berlayar ini diambil berdasarkan Buku Pelaut nomor : I 103704
4. Demikianlah Surat keterangan masa berlayar ini diberikan untuk dapat dipergunakan seperlunya.

Kode Billing : 820250420738587

**DIKELUARKAN DI : PALEMBANG**  
**TANGGAL : 06 Juni 2025**

**A.n KEPALA KANTOR KESYAHBANDARAN DAN  
OTORITAS PELABUHAN KELAS I PALEMBANG  
KEPALA DILAPORAN KESELAMATAN BERLAYAR,  
PENJAGAAN DAN PATROLI**



ZAINUDDIN, M. Mar. E, M.Si  
NIP. 19740912 200212 1 001

**CATATAN:**

Tidak berlaku apabila yang bersangkutan ditemukan  
Melakukan pemalsuan pada dokumen pengambilan data

Lampiran 5 Hasil Wawancara

Tempat : Kapal KMP. PORT LINK  
 Tanggal : 24 Maret 2025  
 Nama Responden : Heri Mulyono  
 Jabatan Responden : Masinis III

NO	PERTANYAAN	MASINIS III
1.	Bagaimana cara mengetahui bahwa <i>injector</i> tidak mengabut dengan baik?	Berdasarkan pengalaman saya, dengan melihat temperatur gas buang setiap silinder yang terlalu panas/tinggi dari batas normal. Untuk batas normal suhu gas buang yang dihasilkan sekitar 300-350 °C. Jika lebih dari suhu normal dapat diidentifikasi bahwa injektor tidak mengabut dengan baik.
2.	Apa saja penyebab <i>injector</i> tidak mengabut dengan baik?	Ada beberapa faktor yang menyebabkan injektor tidak mengabut bahan bakar dengan baik. Antara lain lubang <i>nozzle</i> yang buntu, kurang pas mengatur tekanan pada injektor, adanya kelonggaran pada komponen injektor dan terjadi keausan pada pegas <i>spindle</i> .
3.	Apa yang menyebabkan lubang pada <i>nozzle</i> tersumbat?	Karna adanya karbon-karbon yang menempel pada permukaan ujung <i>nozzle</i> yang berbentuk seperti butiran- butiran karbon, jika dibiarkan akan bertambah banyak dan menghambat bahan bakar yang akan dikabutkan
4	Berapa tekanan yang harus dimiliki pada injektor?	Tekanan yang harus dimiliki pada injektor di <i>auxiliary engine</i> sebesar 250 MPa.
5	Penyebab apa saja membuat komponen pada injektor mengalami kelonggaran?	Komponen pada injektor longgar karna setelah perawatan atau perbaikan tidak terpasang dengan baik. Untuk mengetahuinya dapat dilakukan dengan mencabut dan

6	Mengapa perawatan injector yang semula dilakukan pada 1500 jam kerja dianjurkan untuk dipercepat menjadi 1000 jam kerja?	arena berdasarkan pengalaman operasional, tekanan injector seringkali sudah menurun sebelum mencapai 1500 jam. Tekanan yang seharusnya 250 Kg/cm <sup>2</sup> turun menjadi 210–230 Kg/cm <sup>2</sup> . Kondisi ini menyebabkan pembakaran tidak sempurna, mesin kasar, dan suhu gas buang naik. Maka dari itu, lebih aman bila perawatan dilakukan lebih cepat, yaitu pada 1000 jam kerja.
---	--	--

Lampiran 6 Perawatan *injector* dan *filter BBM*



## Lampiran 7 Logbook perawatan harian AE

Jurnal Jam putaran mesin pada jam 1-2000 waktunya										KETERANGAN LAIN-LAIN	
Jam kerja motor induk main engine running hours										Catatan / remarks	
Putaran / menit rotation per minute										Dilanda - tangani oleh : _____	
Penunjukan putaran rotation counter										Signature by : _____	
Posisi handel bahan bakar fuel handle position										Kepala Kamarni Mason Chief Engineer _____	
masuk inlet keluar outlet masuk inlet keluar outlet masuk inlet										Date : 20-4	
Suhu Suhu air pendingin cooling water cylinder No. 1-10 engine room										Page : 15 November 1996	
Gas banting pressure gauge Motor bantu / generator										To : Bawauheni	
Tekanan air pendingin cylinder cooling water										Date : 20-4	
Minyak lumas lubricating oil										Mengalihui acknowledge Nakoda master	
Udara bitas scavenging air										Mengalihui acknowledge Nakoda master	
Jam kerja running hours										Mengalihui acknowledge Nakoda master	
Tekanan minyak lub oil pressure										Mengalihui acknowledge Nakoda master	
Suhu air pendingin coolingwater temp.										Mengalihui acknowledge Nakoda master	
Volts										Mengalihui acknowledge Nakoda master	
Amperes										Mengalihui acknowledge Nakoda master	
Masinis jaga engineering on duty										Mengalihui acknowledge Nakoda master	
- JOGOK COULET AIR CENTER & SHED - DONGKER INVERSER AIR CENTER CYL BLO F TURBO F - TEA PRESSURE INVERSER AIR CENTER CYL BLO F - CREAMING KAMIN INVERTER AIR CENTER CYL BLO F - MEDIUM SPRING INVERTER CYL BLO F - RUSTIC WHEEL INVERTER BORE (Screw) - GOMBI KOLI TURBOCHARGE MIT P/S - CHENILLE FILTER AIR FILT. AIR FILTER - CHECK DAN RECI UNTUK BOUL FLEXIBLE ENGINEER - MANIFOLD MIT GUDI - BESIDE MIT STOCKS MIT DAN MIT										Bab 2	
Pendekin										Bab 3	
Petang - hari Afternoon watch 12.00 - 16.00										Bab 4	
Siang - hari Forenoon watch 08.00 - 12.00										Bab 5	
Pagi - hari Morning watch 04.00 - 08.00										Bab 6	
Larut - Malam Middle watch 00.00 - 04.00										Bab 7	
Waktu - Jaga watch hours										Bab 8	
Jam kerja motor induk main engine running hours										Bab 9	
Putaran / menit rotation per minute										Bab 10	
Penunjukan putaran rotation counter										Bab 11	
Posisi handel bahan bakar fuel handle position										Bab 12	
masuk inlet keluar outlet masuk inlet keluar outlet masuk inlet										Bab 13	
Suhu Suhu air pendingin cooling water cylinder No. 1-10 engine room										Bab 14	
Gas banting pressure gauge Motor bantu / generator										Bab 15	
Tekanan air pendingin cylinder cooling water										Bab 16	
Minyak lumas lubricating oil										Bab 17	
Udara bitas scavenging air										Bab 18	
Jam kerja running hours										Bab 19	
Tekanan minyak lub oil pressure										Bab 20	
Suhu air pendingin coolingwater temp.										Bab 21	
Volts										Bab 22	
Amperes										Bab 23	
Masinis jaga engineering on duty										Bab 24	
- JOGOK COULET AIR CENTER & SHED - DONGKER INVERSER AIR CENTER CYL BLO F TURBO F - TEA PRESSURE INVERSER AIR CENTER CYL BLO F - CREAMING KAMIN INVERTER AIR CENTER CYL BLO F - MEDIUM SPRING INVERTER CYL BLO F - RUSTIC WHEEL INVERTER BORE (Screw) - GOMBI KOLI TURBOCHARGE MIT P/S - CHENILLE FILTER AIR FILT. AIR FILTER - CHECK DAN RECI UNTUK BOUL FLEXIBLE ENGINEER - MANIFOLD MIT GUDI - BESIDE MIT STOCKS MIT DAN MIT										Bab 25	
Pendekin										Bab 26	
Petang - hari Afternoon watch 16.00 - 20.00										Bab 27	
Siang - hari Forenoon watch 08.00 - 12.00										Bab 28	
Pagi - hari Morning watch 04.00 - 08.00										Bab 29	
Larut - Malam Middle watch 00.00 - 04.00										Bab 30	
Waktu - Jaga watch hours										Bab 31	
Jam kerja motor induk main engine running hours										Bab 32	
Putaran / menit rotation per minute										Bab 33	
Penunjukan putaran rotation counter										Bab 34	
Posisi handel bahan bakar fuel handle position										Bab 35	
masuk inlet keluar outlet masuk inlet keluar outlet masuk inlet										Bab 36	
Suhu Suhu air pendingin cooling water cylinder No. 1-10 engine room										Bab 37	
Gas banting pressure gauge Motor bantu / generator										Bab 38	
Tekanan air pendingin cylinder cooling water										Bab 39	
Minyak lumas lubricating oil										Bab 40	
Udara bitas scavenging air										Bab 41	
Jam kerja running hours										Bab 42	
Tekanan minyak lub oil pressure										Bab 43	
Suhu air pendingin coolingwater temp.										Bab 44	
Volts										Bab 45	
Amperes										Bab 46	
Masinis jaga engineering on duty										Bab 47	
- JOGOK COULET AIR CENTER & SHED - DONGKER INVERSER AIR CENTER CYL BLO F TURBO F - TEA PRESSURE INVERSER AIR CENTER CYL BLO F - CREAMING KAMIN INVERTER AIR CENTER CYL BLO F - MEDIUM SPRING INVERTER CYL BLO F - RUSTIC WHEEL INVERTER BORE (Screw) - GOMBI KOLI TURBOCHARGE MIT P/S - CHENILLE FILTER AIR FILT. AIR FILTER - CHECK DAN RECI UNTUK BOUL FLEXIBLE ENGINEER - MANIFOLD MIT GUDI - BESIDE MIT STOCKS MIT DAN MIT										Bab 48	
Pendekin										Bab 49	
Petang - hari Afternoon watch 16.00 - 20.00										Bab 50	
Siang - hari Forenoon watch 08.00 - 12.00										Bab 51	
Pagi - hari Morning watch 04.00 - 08.00										Bab 52	
Larut - Malam Middle watch 00.00 - 04.00										Bab 53	
Waktu - Jaga watch hours										Bab 54	
Jam kerja motor induk main engine running hours										Bab 55	
Putaran / menit rotation per minute										Bab 56	
Penunjukan putaran rotation counter										Bab 57	
Posisi handel bahan bakar fuel handle position										Bab 58	
masuk inlet keluar outlet masuk inlet keluar outlet masuk inlet										Bab 59	
Suhu Suhu air pendingin cooling water cylinder No. 1-10 engine room										Bab 60	
Gas banting pressure gauge Motor bantu / generator										Bab 61	
Tekanan air pendingin cylinder cooling water										Bab 62	
Minyak lumas lubricating oil										Bab 63	
Udara bitas scavenging air										Bab 64	
Jam kerja running hours										Bab 65	
Tekanan minyak lub oil pressure										Bab 66	
Suhu air pendingin coolingwater temp.										Bab 67	
Volts										Bab 68	
Amperes										Bab 69	
Masinis jaga engineering on duty										Bab 70	
- JOGOK COULET AIR CENTER & SHED - DONGKER INVERSER AIR CENTER CYL BLO F TURBO F - TEA PRESSURE INVERSER AIR CENTER CYL BLO F - CREAMING KAMIN INVERTER AIR CENTER CYL BLO F - MEDIUM SPRING INVERTER CYL BLO F - RUSTIC WHEEL INVERTER BORE (Screw) - GOMBI KOLI TURBOCHARGE MIT P/S - CHENILLE FILTER AIR FILT. AIR FILTER - CHECK DAN RECI UNTUK BOUL FLEXIBLE ENGINEER - MANIFOLD MIT GUDI - BESIDE MIT STOCKS MIT DAN MIT										Bab 71	
Pendekin										Bab 72	

## Lampiran 8 Daily Alternator Running Hours

DAILY ALTERNATOR												COMPONENT RUNNING HOURS SINCE LAST OVERHAUL OR REPAIR														
W13	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z
1																										
2																										
3	AE NO		CENTRE																							
4	MODEL		MANASU25/30/750Rpm																							
5	VESSEL		Kmp PORTLINK																							
6	RUNNING HOURS																									
7	D	300Hrs	1500Hrs	1000Hrs	2500Hrs																					
8	A	DOMFOLO	FUEL	ROCKIA	ORC Inp	TIC BEA	TOP	FUEL	INSP. COI	MAJOR	CON. ROL	Hrs Since														
9	T	DALY	CUM	FILTERS	INJECTOR &	RING	OVERH	INJECT.	ROD BOL	MAJ	BOLT	Unit														
10	E	TOTAL																								
11	Last Month	249210	6780	14723	14723	14723	14723	14723	14723	14723	14723	14723	14723	14723	14723	14723	14723	14723	14723	14723	14723	14723	14723	14723		
12		1	0	249210	6780	14723	14723	14723	14723	14723	14723	14723	14723	14723	14723	14723	14723	14723	14723	14723	14723	14723	14723	14723		
13		2	0	249210	6780	14723	14723	14723	14723	14723	14723	14723	14723	14723	14723	14723	14723	14723	14723	14723	14723	14723	14723	14723		
14		3	0	249210	6780	14723	14723	14723	14723	14723	14723	14723	14723	14723	14723	14723	14723	14723	14723	14723	14723	14723	14723	14723		
15		4	0	249210	6780	14723	14723	14723	14723	14723	14723	14723	14723	14723	14723	14723	14723	14723	14723	14723	14723	14723	14723	14723		
16		5	0	249210	6780	14723	14723	14723	14723	14723	14723	14723	14723	14723	14723	14723	14723	14723	14723	14723	14723	14723	14723	14723		
17		6	0	249210	6780	14723	14723	14723	14723	14723	14723	14723	14723	14723	14723	14723	14723	14723	14723	14723	14723	14723	14723	14723		
18		7	0	249210	6780	14723	14723	14723	14723	14723	14723	14723	14723	14723	14723	14723	14723	14723	14723	14723	14723	14723	14723	14723		
19		8	0	249210	6780	14723	14723	14723	14723	14723	14723	14723	14723	14723	14723	14723	14723	14723	14723	14723	14723	14723	14723	14723		
20		9	0	249210	6780	14723	14723	14723	14723	14723	14723	14723	14723	14723	14723	14723	14723	14723	14723	14723	14723	14723	14723	14723		
21		10	2	249212	6782	14725	14725	14725	14725	14725	14725	14725	14725	14725	14725	14725	14725	14725	14725	14725	14725	14725	14725	14725		
22		11	24	249236	6806	14743	14743	14743	14743	14743	14743	14743	14743	14743	14743	14743	14743	14743	14743	14743	14743	14743	14743	14743		
23		12	24	249260	6830	14773	14773	14773	14773	14773	14773	14773	14773	14773	14773	14773	14773	14773	14773	14773	14773	14773	14773	14773		
24		13	24	249284	6854	14797	14797	14797	14797	14797	14797	14797	14797	14797	14797	14797	14797	14797	14797	14797	14797	14797	14797	14797		
25		14	24	249308	6876	14821	14821	14821	14821	14821	14821	14821	14821	14821	14821	14821	14821	14821	14821	14821	14821	14821	14821	14821		
26		15	24	249332	6902	14845	14845	14845	14845	14845	14845	14845	14845	14845	14845	14845	14845	14845	14845	14845	14845	14845	14845	14845		
27		16	24	249356	6926	14869	14869	14869	14869	14869	14869	14869	14869	14869	14869	14869	14869	14869	14869	14869	14869	14869	14869	14869		
28		17	24	249380	6950	14893	14893	14893	14893	14893	14893	14893	14893	14893	14893	14893	14893	14893	14893	14893	14893	14893	14893	14893		
29		18	24	249404	6974	14917	14917	14917	14917	14917	14917	14917	14917	14917	14917	14917	14917	14917	14917	14917	14917	14917	14917	14917		
30		19	24	249428	6998	14941	14941	14941	14941	14941	14941	14941	14941	14941	14941	14941	14941	14941	14941	14941	14941	14941	14941	14941		
31		20	24	249452	7022	14965	14965	14965	14965	14965	14965	14965	14965	14965	14965	14965	14965	14965	14965	14965	14965	14965	14965	14965		

Sheet1

Ready