



## PENGAJUAN SINOPSIS MAKALAH

NAMA : HERJUNA ADITYA OKTA RIZAL  
NIS : 01772 / T-1  
Bidang Keahlian : TEKNIKA  
Program Diklat : DIKLAT PELAUT - I

### Mengajukan Sinopsis Makalah Sebagai Berikut

A. Judul : 1) ANALISIS PERAWATAN FUEL OIL SYSTEM GUNA MENUNJANG  
PENGOPERASIAN MESIN DIESEL GENERATOR DI MT. GRIYA JAWA

B. Masalah Pokok : .....

1) JENIS BAHAN BAKAR TIDAK SESUAI DENGAN STANDAR REKOMENDASI DI BUKU MANUAL  
2) FUEL INJECTION PUMP & FUEL INJECTION VALVE TIDAK BERFUNGSI DENGAN BAIK  
AKIBAT KOTOR & TERSUMBAT

.....

C. Pendekatan Pemecahan Masalah .....

1). MELAKUKAN TREATMEN KHUSUS HINGGA KONDISI BAHAN BAKAR KURANG LEBIH  
SESUAI STANDAR  
2). MENCAMPURKAN ZAT ADITIF PADA BAHAN BAKAR  
3). MELAKUKAN OVERHAUL PADA FUEL INJECTION PUMP UNTUK MEMBERSIHKAN  
BAGIAN-BAGIAN YANG KOTOR SERTA MENGGANTI INJECTION VALVE

Jakarta, 27 JANUARI 2022

Menyetujui :

Pembimbing I

BAIHAQI, M.M.Tr., M.Mar.E.  
NIP. 19671212 200312 1 001

Pembimbing II

Dr. APRIL GUNAWAN MALAU, S.Si, M.M.  
NIP. 19720413 199803 1 005

Ka. Div. Pengembangan Usaha

Peserta Diklat Pelaut ( DP-I )

HERJUNA ADITYA OKTA RIZAL  
NIS. 01772 / T-1

DR. ALI MUKTAR SITOMPUL, MT

Penata Tk.I (III/d)  
NIP. 19730331 200604 1 001

SEKOLAH TINGGI ILMU PEL  
DIVISI PENGEMBANGAN  
PROGRAM DIKLAT PELA

2. Landasan

1. Glosaria (daftar istilah)

2. Kata pengantar

3. Daftar Isi

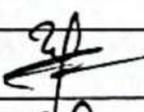
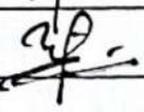
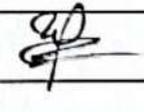
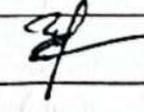
4. Daftar pustaka

5. Lampiran gambar -  
si buatlah kearsipan #22/02

JUDUL MAKALAH : Analisis Perawatan  
GUNA. MENUNJANG Penger  
Mesin GENERATOR Di M

DOSEN PEMBIMBING MATERI : BAHAGI. M. M. Tr. M. Mar. E

MATERI BIMBINGAN :

NO	TANGGAL	URAIAN MATERI	TANDA TANGAN PEMBIMBING
1.	27/01. 2022	- Pengisian Sinopsis makalah - Buatlah kerangka makalah	
2.	10/02 - 2022	- Bab. I di koreksi, lanjut Bab. II dst.	
3.	15/02 - 2022	- Bab II & Bab. III sudah di koreksi dan lanjutan ke Bab berikutnya	
4.	22/02 - 2022	- Bab. IV sudah di cek & koreksi - lanjutkan data dukung yg lainnya	
5.	24/02 - 2022	- koreksi Bab. V kesimpulan & para - koreksi lampiran - lampiran - siap u/ di presentasikan	

Catatan :

- Sudah membetuli syarat u/ diujikan  
dalam makalah

SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN  
DIVISI PENGEMBANGAN USAHA  
PROGRAM DIKLAT PELAUT - I

JUDUL MAKALAH : ANALISIS PERAWATAN FUEL OIL SYSTEM GUNA MENUNJANG  
PENGOPERASIAN MESIN DIESEL GENERATOR DI MT. GRIYA JAWA

DOSEN PEMBIMBING PENULISAN : Dr. APRIL GUNAWAN MALAU, S.Si, M.M

MATERI BIMBINGAN :

NO	TANGGAL	URAIAN MATERI	TANDA TANGAN PEMBIMBING
1	27-Jan-22	Sinopsis judul	
1	31/01/2022	Bab I Pengetahuan	
2.	03/02/2022	Bab II Landasan Teori	
3.	15/02/2022	Bab III Analisa & Pembacaan	
		Saran	
4.	07/02/2022	Bab IV Kesimpulan & Saran	
5.	21/02/2022	Daftar pustaka	
6.	22/02/2022	Doc & diseminasikan	

Catatan :

NB : MINIMAL 5 (LIMA) KALI TATAP MUKA / BIMBINGAN

**KEMENTERIAN PERHUBUNGAN  
BADAN PENGEMBANGAN SDM PERHUBUNGAN  
SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN**



**MAKALAH**

**ANALISIS PERAWATAN *FUEL OIL SYSTEM* GUNA  
MENUNJANG PENGOPERASIAN MESIN *DIESEL*  
*GENERATOR* DI MT. GRIYA JAWA**

**Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan  
Untuk Penyelesaian Program Pendidikan Diklat Pelaut 1**

**Oleh :**

**HERJUNA ADITYA OKTA RIZAL**

**NIS 01772 / T - 1**

**PROGRAM PENDIDIKAN DIKLAT PELAUT 1**

**JAKARTA**

**2022**

**KEMENTERIAN PERHUBUNGAN  
BADAN PENGEMBANGAN SDM PERHUBUNGAN  
SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN JAKARTA**



**TANDA PERSETUJUAN MAKALAH**

**Nama** : HERJUNA ADITYA OKTA RIZAL  
**NIS** : 01772 / T-I  
**Program Pendidikan** : DIKLAT PELAUT - I  
**Jurusan** : TEKNIKA  
**Judul** : ANALISIS PERAWATAN *FUEL OIL SYSTEM* GUNA  
MENUNJANG PENGOPERASIAN MESIN DIESEL  
*GENERATOR* DI MT. GRIYA JAWA

Jakarta, Maret 2022

**Pembimbing I**

**Pembimbing II**

**BAIHAQL, M.M.Tr., M.Mar.E**

**Pembina (IV/a)**

**NIP. 19671212 200312 1 001**

**Dr. APRIL GUNAWAN MALAU S.Si. M.M**

**Pembina (III/d)**

**NIP. 19720413 199803 1 005**

**Mengetahui :**

**Kepala Jurusan Teknika**

**DIAH ZAKIAH, S.T., M.T**

**Penata Tk.I (III/d)**

**NIP. 19790517 200604 2 015**

**KEMENTERIAN PERHUBUNGAN  
BADAN PENGEMBANGAN SDM PERHUBUNGAN  
SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN**



**TANDA TANGAN PENGESAHAN MAKALAH**

**NAMA** : HERJUNA ADITYA OKTA RIZAL  
**NRP** : 01772 / T - 1  
**PROGRAM PENDIDIKAN:** DIKLAT PELAUT 1  
**JURUSAN** : TEKNIKA  
**JUDUL** : ANALISIS PERAWATAN *FUEL OIL SYSTEM*  
GUNA MENUNJANG PENGOPERASIAN MESIN  
*DIESEL GENERATOR* DI MT. GRIYA JAWA

Penguji I

DR. LARSEN BARASA, SE., M.M.Tr.  
Penata Tk I (III/d)  
NIP. 19720415 199803 1 002

Penguji II

EFFENDI, A.MD., S.T.  
Penata Tk I (III/d)  
NIP. 19581010 198203 1 004

Penguji III

BAIHAQI, M.M.Tr., M.MARE.  
Pembina (IV/a)  
NIP. 19671212 200312 1 001

Mengetahui :

Kepala Jurusan Teknika

DIAH ZAKIAH, S.T., M.T.  
Penata Tk.I (III/d)  
NIP. 1979051 200604 2 015

## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Kuasa karena rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan makalah ini sesuai dengan waktu yang telah ditentukan. Dalam hal ini mengambil bidang keahlian Teknika, berusaha menyusun makalah ini dengan judul :

### **“ANALISIS PERAWATAN FUEL OIL SYSTEM GUNA MENUNJANG PENGOPERASIAN MESIN DIESEL GENERATOR DI MT. GRIYA JAWA”**

Makalah ini disusun guna memenuhi persyaratan untuk penyelesaian program Diklat Pelaut - 1 yang diselenggarakan di Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta.

Dalam penulisan makalah ini, penulis menyusun berdasarkan atas pengalaman yang penulis peroleh selama melaksanakan kontrak kerja di atas kapal serta dari buku referensi yang ada hubungannya dengan makalah ini.

Dalam penyusunan makalah ini, mungkin terdapat kekurangan-kekurangan baik dalam teknik penulisan maupun keterbatasan pengetahuan yang dimiliki oleh penulis. Oleh sebab itu kritik dan saran dari pembaca sangat penulis harapkan.

Dan tidak lupa penulis mengucapkan terima kasih yang setinggi-tingginya kepada semua pihak yang telah membantu penulisan makalah ini. Atas segala kerendahan hati penulis ucapkan terima kasih kepada :

1. Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat rahmat-Nya, makalah ini dapat selesai.
2. Yth. Capt. Sudiono, M. Mar, selaku Ketua Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran Jakarta.
3. Yth. Bapak DR. Ali Muktar Sitompul, MT., selaku Divisi Pengembangan Usaha Sekolah Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta.
4. Yth. Ibu Diah Zakiah, ST., MT., selaku Ketua Jurusan Teknika Sekolah Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta.
5. Yth. Bapak Baihaqi, M.M.Tr., M.Mar.E., selaku Dosen Pembimbing Materi

yang telah meluangkan waktu untuk memberikan saran dan pikirannya mengarahkan penulis pada sistematika materi yang baik dan benar.

6. Yth. Bapak DR. April Gunawan Malau, S.Si, M.M., selaku dosen pembimbing Penulisan yang telah memberikan waktunya untuk membimbing proses penulisan makalah ini.
7. Para Dosen, Pembina dan Instruktur STIP Jakarta yang telah memberikan bimbingan, petunjuk, dan pengarahannya kepada penulis.
8. Liani Anisara, S.T dan Airlangga Faresta Aditya yang terkasih atas dukungan dan cintanya.
9. Rekan-rekan PISIS ATT-1 LXI atas waktu dan dukungannya.
10. Seluruh Civitas Akademika Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran (STIP).

Akhir kata semoga penyusun makalah ini dapat memberikan manfaat bagi penulis dan para pembaca umumnya dan bagi para perwira - perwira kapal khususnya, dalam peningkatan kualitas bekerja di atas kapal.

Jakarta, 2 Maret 2022

Penulis,

**HERJUNA ADITYA OKTA RIZAL**  
**NIS 01772 / T - 1**

# DAFTAR ISI

	HALAMAN
HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PERSETUJUAN .....	ii
HALAMAN PENGESAHAN .....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
DAFTAR ISI .....	vi
DAFTAR TABEL .....	vii
DAFTAR GAMBAR .....	viii
DAFTAR LAMPIRAN .....	ix
<b>BAB I. PENDAHULUAN</b>	
A. Latar Belakang .....	1
B. Identifikasi, Batasan dan Rumusan Masalah .....	2
C. Tujuan dan Manfaat .....	3
D. Metode Penelitian .....	3
E. Waktu dan Tempat Penelitian .....	7
F. Sistematika Penulisan .....	9
<b>BAB II. LANDASAN TEORI</b>	
A. Tinjauan Pustaka .....	12
B. Kerangka Pemikiran .....	25
<b>BAB III. ANALISA DAN PEMBAHASAN</b>	
A. Deskripsi Data .....	28
B. Analisis Data .....	30
C. Pemecahan Masalah .....	36
<b>BAB IV. KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
A. Kesimpulan .....	45
B. Saran-saran .....	46
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	
<b>LAMPIRAN</b>	

PENJELASAN ISTILAH

## DAFTAR TABEL

	Halaman
<b>TABEL 2.1</b> Kandungan Bahan Bakar .....	25

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
<b>Gambar 2.1</b> Gambar Penampang Diesel Generator (Dari samping) .....	14
<b>Gambar 2.2</b> Gambar Penampang Diesel Generator (Dari depan) .....	15
<b>Gambar 2.3</b> Prinsip Kerja <i>Fuel Injection Valve</i> Jenis Bosch .....	16
<b>Gambar 2.4</b> Gambar penampang <i>fuel injection pump</i> (dari depan) .....	18
<b>Gambar 2.5</b> Cara kerja <i>fuel injection valve</i> .....	19
<b>Gambar 2.6</b> Gambar Penampang <i>Fuel Injection Valve</i> .....	20
<b>Gambar 3.1</b> Diagram jalur bahan bakar .....	32
<b>Gambar 3.2</b> <i>Fuel cam</i> pada poros mesin .....	32
<b>Gambar 3.3</b> <i>Fuel injection pump driver</i> .....	33
<b>Gambar 3.4</b> <i>Timing diagram</i> mesin diesel 4 tak .....	34
<b>Gambar 3.5</b> <i>Special tools for diesel generator</i> .....	37
<b>Gambar 3.6</b> <i>Fuel injection pump</i> dilihat dari depan .....	37
<b>Gambar 3.7</b> Penampang <i>Fuel Injection Pump</i> .....	38
<b>Gambar 3.8</b> Tang penjepit <i>circlip</i> .....	38
<b>Gambar 3.9</b> <i>Fuel Injection Valve</i> .....	40
<b>Gambar 3.10</b> <i>Special tools for fuel injection valve</i> .....	40
<b>Gambar 3.11</b> <i>Fuel injection pump</i> dilihat dari depan .....	41

# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. LATAR BELAKANG

Dalam rangka memperlancar mobilitas barang, peranan alat transportasi sangatlah besar. Transportasi laut menjadi pilihan utama untuk pengangkutan barang baik antar pulau, antar negara maupun antar benua sehingga perusahaan-perusahaan pelayaran sebagai penyedia jasa angkutan barang bersaing untuk menjadi yang terbaik. Ketatnya persaingan dalam usaha pelayaran menuntut pihak penyedia jasa angkutan memberikan pelayanan yang sebaik mungkin kepada para penggunanya. Untuk memenuhi tuntutan tersebut maka perusahaan pelayaran berusaha agar armada yang dimilikinya selalu beroperasi dengan baik. Pihak divisi armada tidak menghendaki apabila salah satu armadanya mengalami gangguan atau kerusakan yang bisa menyebabkan kapal mengalami keterlambatan dalam pelayaran.

Permintaan pasar yang semakin meningkat pada bidang transportasi laut untuk mobilitas barang dan pelayanan jasa angkutan tidak hanya cukup dengan menyediakan kapal yang banyak, akan tetapi harus mengupayakan agar kapal selalu dalam keadaan baik dan siap untuk beroperasi. Untuk mencapai hal tersebut maka diperlukan perawatan dan perbaikan yang terencana terhadap seluruh permesinan dan perlengkapan yang ada di kapal seperti mesin utama dan permesinan-permesinan bantu.

*Diesel Generator* adalah salah satu dari permesinan bantu yang bersifat sangat vital di kapal. Hal ini dikarenakan fungsinya sebagai mesin penggerak generator listrik yang nantinya digunakan sebagai pembangkit listrik. Maka dari itu, penting sekali melakukan perawatan dan perbaikan pada *Diesel Generator*

untuk menghindari kurangnya pasokan listrik akibat *Diesel Generator* yang bermasalah.

Di kapal MT. GRIYA JAWA, pernah terjadi *blackout* akibat *Diesel Generator* yang sedang berjalan tiba-tiba berhenti dengan sendirinya. Akan tetapi beberapa detik setelah *blackout*, generator yang sedang dalam posisi *standby* yang harusnya berjalan otomatis dalam waktu kurang dari 1 menit setelah generator utama mati, tidak berjalan dengan semestinya. Maka dari itu, generator harus di-start dengan cara manual. Saat di-start dengan cara manual pun *diesel generator* tetap mengalami kendala. Kemudian masinis melakukan jalan pintas dengan cara memperbanyak suplai bahan bakar yaitu dengan menekan *rack* pada *fuel injection pump* bersamaan dengan menekan tombol *start*. Tidak lama kemudian mesin berjalan seperti biasanya. Dari penjelasan di atas, hal ini menyebabkan lambatnya persiapan pada *Diesel Generator* khususnya pada saat keadaan darurat. Untuk itu perlu diadakan kegiatan perawatan yang lebih teliti lagi guna menyikapi hal tersebut.

Berdasarkan uraian di atas, maka penulis mengambil judul :

## **ANALISIS PERAWATAN FUEL OIL SYSTEM GUNA MENUNJANG PENGOPERASIAN MESIN DIESEL GENERATOR DI MT. GRIYA JAWA**

### **B. IDENTIFIKASI, BATASAN DAN RUMUSAN MASALAH**

#### **1. Identifikasi Masalah**

Dari latar belakang masalah diatas penulis mengidentifikasi permasalahan sebagai berikut :

- a. Jenis bahan bakar tidak sesuai dengan rekomendasi di buku manual.
- b. *Fuel injection pump* dan *fuel injection valve* tidak berfungsi dengan baik.
- c. *Rack* pada *fuel injection pump* macet akibat kurangnya pelumasan.

#### **2. Batasan Masalah**

Melihat luasnya permasalahan diatas penulis membatasi permasalahan sebagai berikut :

- a. Jenis bahan bakar tidak sesuai dengan standar rekomendasi di buku

manual.

- b. *Fuel injection pump* dan *fuel injection valve* tidak berfungsi dengan baik.

### 3. Rumusan Masalah

- a. Mengapa jenis bahan bakar tidak sesuai dengan standar di buku manual book?
- b. Mengapa *fuel injection pump* dan *fuel injection valve* tidak berfungsi dengan baik ?

## C. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

### 1. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penulisan makalah ini adalah untuk mengetahui apa yang menyebabkan *Diesel Generator* mengalami kendala pada saat *start* dan bagaimana caranya untuk mengatasi masalah tersebut.

Tujuan tersebut dapat diuraikan sebagai berikut:

- a. Untuk menganalisa dan mencari solusi upaya perawatan terhadap *Diesel Generator*.
- b. Untuk menjelaskan dan menganalisa aspek apa saja yang diperlukan dalam melakukan perawatan *Diesel Generator*.

### 2. Manfaat Penelitian

#### a. Aspek teoritis

Diharapkan dengan penelitian ini dapat menambah wawasan bagi para masinis mengenai perawatan *Diesel Generator* sehingga upaya perawatan dapat meningkat. Untuk para pembaca agar dapat menambah pengetahuan setelah membaca makalah tentang perawatan Fuel Oil Diesel Generator.

#### b. Aspek praktis

Diharapkan dapat mengurangi hambatan-hambatan yang muncul terhadap *Diesel Generator* sehingga melalui penelitian ini, masalah yang terjadi di atas kapal akan terselesaikan dengan mudah.

## D. METODE PENELITIAN

### 1. Metode Pendekatan

Didalam mencari data yang diperlukan pada penulisan makalah ini berdasarkan pembatasan makalah diatas dan pendekatan terhadap permasalahan, penulis menggunakan metode dasar sebagai berikut :

#### a. Studi Kasus

Metode studi kasus adalah metode pengumpulan data dengan cara memahami suatu obyek penelitian yang dilakukan secara integratif dan komprehensif agar diperoleh pemahaman yang mendalam tentang obyek tersebut beserta masalah yang dihadapinya dengan tujuan masalahnya dapat terselesaikan dengan baik.

#### b. Problem Solving

Metode pendekatan dengan cara *problem solving* adalah suatu proses untuk menemukan masalah dan memecahkan berdasarkan data dan informasi yang akurat, sehingga dapat diambil dari kesimpulan yang tepat.

#### c. Deskriptif Kualitatif

Pendekatan deskriptif kualitatif adalah suatu proses penelitian dan pemahaman yang berdasarkan pada fakta dan data yang di dapat pada masalah yang terjadi. Pada pendekatan ini, penulis membuat suatu gambaran kompleks, meneliti kata-kata, laporan terinci dari pandangan responden, dan melakukan studi pada situasi yang alami. Dari metode-metode yang telah disebutkan di atas, penulis memilih metode pendekatan **deskriptif kualitatif** berdasarkan pengalaman selama di atas kapal MT. GRIYA JAWA.

### 2. Teknik Pengumpulan Data

Sebagai penyelesaian atas masalah yang diangkat, maka diperlukan informasi yang lengkap, objektif, dan dapat dipertanggungjawabkan

berdasarkan data dan fakta yang ada. Maka, dalam penyusunan makalah ini teknik pengambilan data yang digunakan adalah:

a. Observasi

Yaitu suatu teknik pengumpulan data dengan cara mengamati secara langsung pada objek atau kejadian yang berkaitan dengan masalah yang diteliti saat melakukan dinas jaga bongkar muat.

Dapat dikatakan juga bahwa observasi secara langsung adalah pengambilan data dengan cara visual tanpa pertolongan alat lain untuk keperluan yang telah direncanakan secara sistematis dan akan digunakan untuk tujuan penelitian. Dengan melakukan observasi, maka data yang telah didapatkan adalah data primer, bukan data sekunder yang didapatkan dari orang lain. Selain itu data jenis ini dapat lebih dipercaya, objektif dan dapat dipertanggung jawabkan. Karena peneliti terjun langsung mengambil bagian dalam situasi, maka banyak hal yang penulis dapat dari pengamatan ini.

Di kapal MT. GRIYA JAWA, pernah terjadi *blackout* akibat diesel generator yang sedang berjalan tiba-tiba berhenti dengan sendirinya. Akan tetapi selang beberapa detik setelah *blackout*, generator yang sedang dalam posisi *standby* yang harusnya berjalan otomatis dalam waktu kurang dari 1 menit setelah generator utama mati, tidak berjalan dengan semestinya. Maka dari itu, generator harus di-start dengan cara manual. Saat di-start dengan cara manual pun *diesel generator* tetap susah di-start. Kemudian masinis melakukan jalan pintas dengan cara memperbanyak suplai bahan bakar yaitu dengan menekan *rack* pada *fuel injection pump* bersamaan dengan menekan tombol start. Tidak lama kemudian mesin berjalan seperti biasanya. Dari penjelasan di atas, hal ini menyebabkan lambatnya persiapan pada diesel generator khususnya pada saat keadaan darurat. Untuk itu perlu diadakan kegiatan perawatan yang lebih teliti lagi guna menyikapi hal tersebut. Asumsi sementara yang dapat disimpulkan yaitu perawatan yang kurang tepat dan benar terhadap *diesel generator* khususnya pada sistem bahan bakar yang mencakup *fuel injection pump* dan *fuel injection valve*. Tidak hanya itu, faktor bahan bakar juga ikut

berpengaruh pada proses ini sehingga ketiga hal tersebut yang perlu mendapat perhatian khusus.

b. Wawancara

Dilakukan sebagai salah satu alat pengumpulan data untuk memperoleh informasi langsung dari sumbernya. Dalam wawancara tersebut terdapat pewawancara dan responden yang mempengaruhi dalam proses mendapatkan informasi yang diinginkan. Pewawancara sebagai pengumpul data dan informasi menyampaikan pertanyaan-pertanyaan mengenai masalah yang ditimbulkan oleh *fuel injection valve* dan bagaimana cara perawatan terhadap hal-hal tersebut dan apa saja yang harus dilakukan untuk mendukung perawatan terhadap injector. Responden merupakan pemberi informasi, yang diperlukan motivasinya dan kesediaannya untuk memberikan jawaban dan penjelasan. Wawancara dilakukan terhadap Kepala Kamar Mesin, Masinis, ataupun Anak Buah Kapal (ABK) lainnya di kamar mesin. Penulis juga berkesempatan berdiskusi secara langsung dengan *technical* darat sehingga evaluasi dapat diambil untuk mendapatkan kesimpulan yang bersifat obyektif untuk memecahkan suatu masalah yang terjadi.

c. Dokumentasi

Merupakan teknik pengumpulan data yang dilakukan dengan cara membaca dan melihat dokumen-dokumen kapal yang berhubungan dengan perawatan injektor dan bahan bakar yang direkomendasikan. Dokumen-dokumen tersebut berupa catatan perawatan rutin, laporan bulanan, catatan perbaikan, catatan permasalahan dan penyelesaian terhadap permasalahan pada injektor serta catatan permintaan suku cadang. Data tersebut diatas merupakan data yang digunakan untuk membandingkan serta mendeteksi masalah-masalah yang terjadi ketika mesin beroperasi dengan keadaan normal maupun tidak normal.

d. Studi Pustaka

Pengumpulan data dengan cara membaca buku-buku yang mendukung pemecahan masalah mengenai injector untuk mencari data tentang

penelitian tersebut. Adapun studi kepustakaan ini dilakukan dengan cara:

- 1) Mempelajari dokumen atau laporan kejadian terdahulu yang ada di atas kapal.
- 2) Membaca dan mempelajari *instruction manual book diesel generator*.
- 3) Mempelajari buku-buku yang menjadi referensi.

### **3. Subjek Penelitian**

Dalam penulisan sinopsis ini, penulis tidak melakukan populasi dan sampel namun melakukan studi kasus yaitu melalui kejadian-kejadian yang terjadi selama penulis melaksanakan kerja laut, yang dilaksanakan pada tanggal 19 April 2021 s/d 10 Januari 2022 yang akan dijelaskan pada bab IV yaitu pada bahan bakar yang tidak sesuai dan injektor yang tersumbat di kapal MT. GRIYA JAWA.

### **4. Teknis Analisis Data**

Adapun metode yang akan digunakan penulis dalam teknik analisis adalah metode diskriptif kualitatif. Analisis diperoleh dari kejadian yang pernah dialami oleh penulis selama bertugas di atas kapal MT. GRIYA JAWA dan memaparkan berdasarkan pengalaman maupun data serta teori yang mendukung permasalahan pada injektor dalam makalah ini.

## **E. WAKTU DAN TEMPAT PENELITIAN**

### **1. Waktu Penelitian**

Pelaksanaan penelitian berlangsung pada saat bekerja di kapal MT. GRIYA JAWA selama kurang lebih 9 bulan terhitung mulai 19 April 2021 s/d 10 Januari 2022. Dalam kurun waktu tersebut kegiatan yang dilakukan tidak hanya untuk meneliti permasalahan yang terjadi, tetapi juga digunakan untuk melaksanakan tugas dan tanggung jawab sebagai Masinis II.

## 2. Tempat Penelitian

Tempat penelitian dilakukan di atas kapal MT. GRIYA JAWA milik PT. HUMPUSS TRANSPORTASI KIMIA, dengan data-data sebagai berikut:

<i>Name of Vessel</i>	: MT. GRIYA JAWA
<i>Official Number</i>	: 7036
<i>Type of Vessel</i>	: TANKER
<i>Flag State</i>	: INDONESIA
<i>IMO Number</i>	: 9212589
<i>Port Registry</i>	: JAKARTA
<i>Call Sign</i>	: YBWZ 2
<i>Owner Name</i>	: PT. HUMPUSS TRANSPORTASI KIMIA
<i>Management</i>	: PT. HUMPUSS TRANSPORTASI KIMIA
<i>Builder</i>	: DAEWOO, KOREA ( H. 1188 )
<i>Launched Date</i>	: January 29 <sup>th</sup> , 2011
<i>Class</i>	: BIRO KLASIFIKASI INDONESIA (BKI)
<i>Length Over All (LOA)</i>	: 229.00 meters
<i>Length (B.P)</i>	: 225.00 meters
<i>Breadth (MLD.)</i>	: 32.26 meters
<i>Depth (MLD.)</i>	: 20.20 meters
<i>Freeboard Type</i>	: B-60 Type Assigned On ICLL 1966
<i>Lightweight</i>	: 13,411,3 M/tons
<i>Gross Tonnage</i>	: 44,290 M/tons
<i>Net Tonnage</i>	: 26,872 M/tons
<i>Main engine</i>	: B & W 6S60MC-C8 With fixed pitch propeller, 10.050 kW (MCR)
<i>Draft</i>	: Tropical : 14.822 meters Summer : 14.520 meters Winter : 14.218 meters Tropical Fresh : 15.155 meters Fresh : 14.853 meters

## **F. SISTEMATIKA PENELITIAN**

Penyusunan makalah yang sistematis diperlukan dalam memudahkan penyusun maupun pembaca dalam memahami makalah ini. Selain itu, sistematik penulisan disusun untuk memperoleh hasil laporan yang sistematis dan tidak keluar dari pokok permasalahan. Oleh karena itu dibuat sistematika sebagai berikut:

### **BAB I : PENDAHULUAN**

#### **A. LATAR BELAKANG**

Berisikan latar belakang yang mengemukakan alasan pemilihan judul "Upaya Memaksimalkan Perawatan Fuel Oil Guna Menunjang Pengoperasian Diesel Generator di MT. GRIYA JAWA".

#### **B. IDENTIFIKASI, BATASAN DAN RUMUSAN MASALAH**

Pokok permasalahan di dalam mengidentifikasi masalah ini adalah bagaimana cara untuk mempertahankan kondisi *Diesel Generator* sehingga dapat bekerja dengan baik dan dapat bertahan lebih lama dalam pemakaiannya.

Didalam pembatasan masalah dijelaskan batasan yang berkaitan dengan faktor-faktor yang dapat menyebabkan terkendalanya kinerja *Diesel Generator*.

Pada perumusan masalah dijelaskan secara spesifik mengenai cara-cara yang dilakukan dalam memaksimalkan perawatan *fuel injection valve* untuk dapat mempertahankan kondisinya secara optimal.

#### **C. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN**

Hasil yang akan dicapai atau diperoleh dalam penelitian dan menggambarkan kontribusi yang akan diberikan dari hasil penelitian.

#### **D. METODE PENELITIAN**

Ada beberapa metode untuk melakukan penelitian yaitu antara lain:

1. Metode Pendekatan

Menjelaskan secara mendetail konsep variable yang terdapat didalam hipotesis dengan dukungan teori yang relevan dan hasil penelitian sebelumnya.

2. Metode Pengumpulan Data

Mengemukakan cara mendapatkan data-data di kapal melalui pengamatan (observasi), wawancara, dokumentasi dan studi pustaka.

**E. WAKTU DAN TEMPAT PENELITIAN**

Berdasarkan pengalaman penulis pada waktu bekerja di kapal MT. GRIYA JAWA selama kurang lebih 9 bulan.

**F. SISTEMATIKA PENULISAN**

Menyajikan urutan hal-hal yang memuat tentang isi daalam penyusunan penelitian ini.

**BAB II : LANDASAN TEORI**

**A. TINJAUAN PUSTAKA**

Menurut uraian, teori-teori dan istilah-istilah asing yang relevan dengan permasalahan *Diesel Generator*.

**B. KERANGKA PEMIKIRAN**

Menjelaskan dan menguraikan teori tentang *Diesel Generator* dalam bentuk Hipotesa.

**BAB III : ANALISIS DAN PEMBAHASAN**

**A. DESKRIPSI DATA**

Memuat data-data tentang *Diesel Generator* dan bagian-bagian yang berhubungan, beserta kondisi pada saat penelitian yang diambil dari ruang lingkup permasalahan.

## **B. ANALISIS DATA**

Menganalisis data-data yang ada sehingga ditemukan penyebab masalah pada *Diesel Generator* dan hubungannya pada bagian lain.

## **C. PEMECAHAN MASALAH**

### **1. Alternatif Pemecahan Masalah**

Mengemukakan cara memecahkan masalah pada injektor.

### **2. Evaluasi Alternatif Pemecahan Masalah**

Melakukan evaluasi terhadap alternatif pemecahan masalah.

### **3. Penanganan Masalah yang dipilih**

Mengemukakan cara yang telah dipakai dalam pemecahan masalah yang terbaik.

## **BAB IV : KESIMPULAN DAN SARAN**

### **A. KESIMPULAN**

Pada bagian akhir ini, penulis menyimpulkan pemecahan masalah dari pengoperasian dan perawatan pada *Diesel Generator*.

### **B. SARAN**

Berisi usulan-usulan bagi awak kapal dan pihak perusahaan dalam menyelaikan masalah yang terjadi pada *Diesel Generator*.

## BAB II

### LANDASAN TEORI

#### A. TINJAUAN PUSTAKA

##### 1. Sejarah dan Konsep Motor Diesel

Menurut Sukoco dan Zainal Arifin (2013:1-3) motor diesel merupakan salah satu jenis mesin yang telah dikembangkan oleh manusia dalam memenuhi kebutuhannya, yaitu kebutuhan akan tenaga yang besar untuk berbagai keperluan hidupnya. Motor diesel termasuk pada kelompok mesin pembakaran dalam atau *Internal Combustion Engine* dimana untuk menghasilkan tenaga motor tersebut melakukan proses pembakaran bahan bakar didalam mesin itu sendiri. Seperti yang telah diketahui bahwa untuk menghasilkan tenaga motor diesel menggunakan energi panas yang terkandung dalam bahan bakar. Energi panas hasil pembakaran tersebut kemudian ditransformasikan menjadi tenaga motor diesel. Terkait dengan motor diesel perlu diketahui bahwa mesin pembangkit tenaga tersebut ditemukan oleh Rudolf Diesel (18 Maret 1858 – 30 September 1913) seorang warga Jerman.

Motor diesel termasuk dalam kelompok *Internal Combustion Engine* dimana untuk menghasilkan tenaga motor tersebut melakukan proses pembakaran bahan bakar didalam mesin itu sendiri. Pada mesin pembakaran dalam terdapat dua macam, yaitu *spark ignition engine (SI Engine)* adalah motor bensin dimana proses pembakaran bahan bakar menggunakan percikan bunga api (*spark*) dari busi dan *compression ignition engine (CI Engine)* adalah motor diesel dimana proses

pembakaran bahan bakar menggunakan paanas udara hasil kompresi.

Dari rangkaian proses diatas, hal yang terpenting adalah proses pembakaran bahan bakar. Dimana proses tersebut berkaitan dengan proses pengabutan bahan bakar. Pada proses pengabutan bahan bakar ini sangat bergantung kepada *fuel injection valve* atau injektor dan kualitas bahan bakar itu sendiri. Dimana *nozzle* pada injektor akan menyebabkan pengabutan bahan bakar agar terjadi pembakaran pada *combustion chamber* atau ruang bakar.

## 2. Pengertian *Diesel Generator*

Secara umum,generator adalah sebuah perangkat yang berfungsi menghasilkan

listrik. ([http://www.anekapeluang.com/index.php?option=com\\_content&view=article&id=135&Itemid=620](http://www.anekapeluang.com/index.php?option=com_content&view=article&id=135&Itemid=620))

Biasanya generator disebut juga "genset" yang berarti generator set.

Generator set dengan pengertian adalah satu set peralatan gabungan dari dua perangkat berbeda yaitu *engine* dan generator atau alternator.

*Engine* sebagai perangkat pemutar sedangkan generator atau alternator sebagai perangkat pembangkit listrik.

([http://www.anekapeluang.com/index.php?option=com\\_content&view=article&id=135&Itemid=620](http://www.anekapeluang.com/index.php?option=com_content&view=article&id=135&Itemid=620))

Genset dapat dibedakan dari jenis *engine* penggerakannya, dimana kita kenal tipe-tipe engine yaitu *engine diesel* dan *engine non diesel* /bensin.

*Engine diesel* dikenali dari bahan bakarnya berupa solar, sedangkan *engine non diesel* berbahan bakar bensin premium.

([http://www.anekapeluang.com/index.php?option=com\\_content&view=article&id=135&Itemid=620](http://www.anekapeluang.com/index.php?option=com_content&view=article&id=135&Itemid=620))

Jika disimpulkan dari beberapa pengertian di atas diesel generator berarti sebuah mesin diesel yang berfungsi untuk menggerakkan generator/alternator sebagai pembangkit listrik dengan menggunakan bahan bakar diesel atau yang biasa disebut solar.



#### 4. Jenis-Jenis Perawatan

Jenis perawatan mesin dibagi menjadi 3 yang terdiri dari :

a. Perawatan Insidental Terhadap Perawatan Berencana

Perawatan Insidental artinya kita membiarkan mesin bekerja sampai rusak, pada dasar operasi ini sangat mahal. Oleh Karena itu beberapa bentuk perencanaan diterapkan dengan menggunakan system perawatan berencana maka diharapkan memperkecil kerusakan dan beban kerja dari suatu pekerjaan perawatan diperlukan.

b. Perawatan Pencegahan Terhadap Perbaikan

Dengan adanya perawatan pencegahan kita mencoba untuk mencegah terjadinya kerusakan atau bertambahnya kerusakan, atau menemukan kerusakan dalam tahap ini. Hal ini berarti kita harus menggunakan metode tertentu untuk menelusuri perkembangan yang terjadi.

c. Perawatan Periodik Terhadap Pemantauan Kondisi

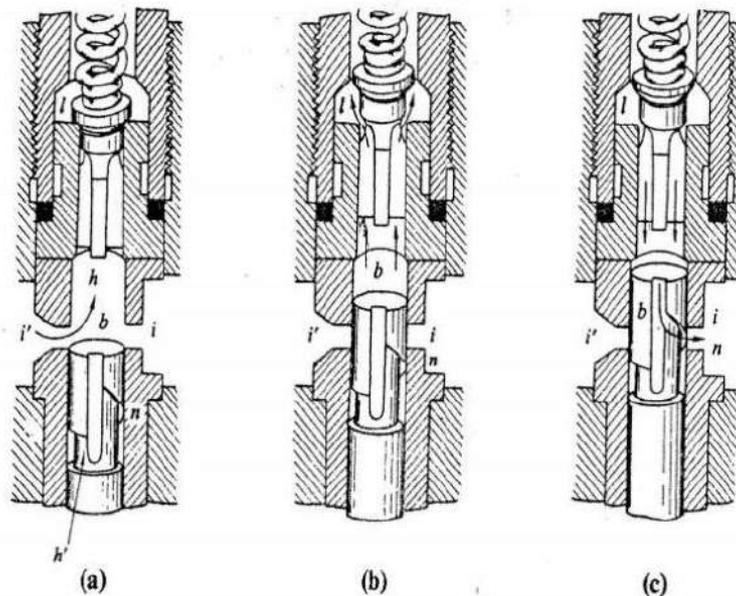
Perawatan pencegahan biasanya terjadi dari pembukaan secara periodik mesin dan perlengkapan untuk menentukan apakah diperlukan penyetelan-penyetelan dan pergantian-pergantian. Jangka waktu inspeksi demikian biasanya didasarkan atas jam kerja mesin atau waktu kalender. ( NSOS ; Tanpa tahun )

#### 5. Pengertian *Fuel Injection Pump*

*Fuel injection pump* atau yang biasa disebut *bosch pump* adalah pompa injeksi bahan bakar berfungsi untuk mensuplai bahan bakar ke ruang bakar melalui *nozzle* dengan tekanan tinggi (max 300 kg/cm<sup>2</sup>). Bahan bakar yang diinjeksikan dengan tekanan tinggi tersebut akan membentuk kabut dengan partikel-partikel bahan bakar yang sangat halus sehingga mudah bercampur dengan udara.

*Fuel injection pump* yang digunakan pada mesin ini adalah berjenis Bosch dengan karakteristik terdapat *plunger*, serta silinder dan katup

pengeluaran yang merupakan katup searah. Cara kerja pompa jenis ini adalah sebagai berikut :



**Gambar 2.3**  
**Prinsip Kerja Fuel Injection Valve Jenis Bosch**

Pada gambar 2.3 (a), *plunger* berada di TMB-nya. Dalam keadaan tersebut, bahan bakar bertekanan rendah mengalir ke dalam silinder melalui lubang masuk  $i'$ , mengisi ruang  $h$  dan ruangan alur-alur yang terdapat pada *plunger*  $h'$ . Oleh karena katup pengeluaran berfungsi menutup bagian atas dari ruang  $h$  dengan gaya pegas, maka bahan bakar baru mulai ditekan jika lubang  $i'$  dan  $i$  sudah ditutup oleh *plunger* itu sendiri. Katup pengeluaran merupakan katup searah. Maka apabila tekanan bahan bakar di dalam silinder sudah mencapai tekanan tertentu, katup pengeluaran akan terbuka. Selanjutnya, bahan bakar di dalam pipa bahan bakar dan penyemprot juga mengalami penekanan, sehingga pada suatu saat dimana tekanan di dalam penyemprotan bahan bakar sudah

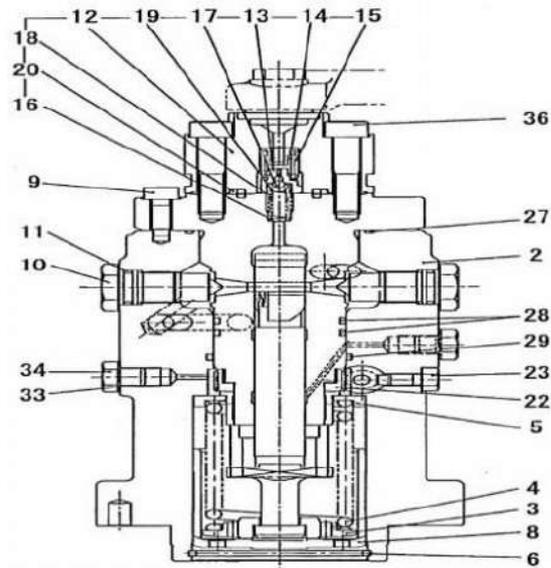
melampaui suatu tekanan tertentu, penyemprotan bahan bakar kedalam silinder baru dimulai. Peristiwa ini ditunjukkan pada gambar 2.3(b). Pada gerakan torak selanjutnya ke TMA, alur-*plunger*  $n$  yang miring akan melalui lubang  $i$ , sehingga bahan bakar bertekanan tinggi yang ada di dalam ruangan  $h$  dan  $h'$  akan keluar melalui lubang  $i$ . Hal itu dapat dilihat pada gambar 2.3(c). dengan demikian, tekanannya akan turun dengan cepat dan gelombang penurunan tekanan akan terjadi di dalam pipa bahan bakar. Apabila tekanan bahan bakar di *nozzle* penyemprot bahan bakar turun dibawah suatu harga tertentu, maka katup *nozzle* pun akan menutup sehingga penyemprotan bahan bakar akan berhenti. Katup pengeluaran pada pompa bahan bakar juga akan kembali ke tempat duduknya. Selama gerakan tersebut terakhir volume antara katup pengeluaran dan penyemprot bahan bakar akan bertambah besar, sehingga menarik aliran bahan bakar dari penyemprot ke pipa bahan bakar. Keadaan tersebut membantu menyetop dengan cepat penyemprotan bahan bakar dari *nozzle*.

Pada suatu saat menjelang akhir langkah *plunger* ke TMA, lubang  $i$  juga akan terbuka sehingga bahan bakar akan mengalir dari ruang  $h$  dan  $h'$  ke ruang pemasukan bahan bakar, di samping silinder. Tetapi, pada gerakan *plunger* menuju TMB-nya,  $i'$  akan tertutup terlebih dahulu, dan pada waktu  $n$  melalui tepi bawah dari  $i$ , tekanan ruang  $h$  dan  $h'$  akan berkurang.

Selanjutnya *plunger* yang juga ditarik ke bawah oleh pegas akan menyebabkan terjadinya vakum di dalam ruang  $h$  dan  $h'$ . Pada saat tepi puncak *plunger* mulai membuka lubang  $i$  dan  $i'$ , maka bahan bakar mulai masuk ke dalam silinder sesuai keadaan tersebut pada gambar 2.3(a).

Dan seterusnya, proses tersebut akan terjadi berulang-ulang sesuai dengan putaran mesin. (Prof. Dr. Wiranto Arismunandar, Motor Diesel Putaran Tinggi, Cetakan 11, Tahun 2008, hal 75-76)

Berikut ini adalah gambar penampang *fuel injection pump* beserta keterangan gambarnya :



**Gambar 2.4**  
**penampang fuel injection pump (dari depan)**

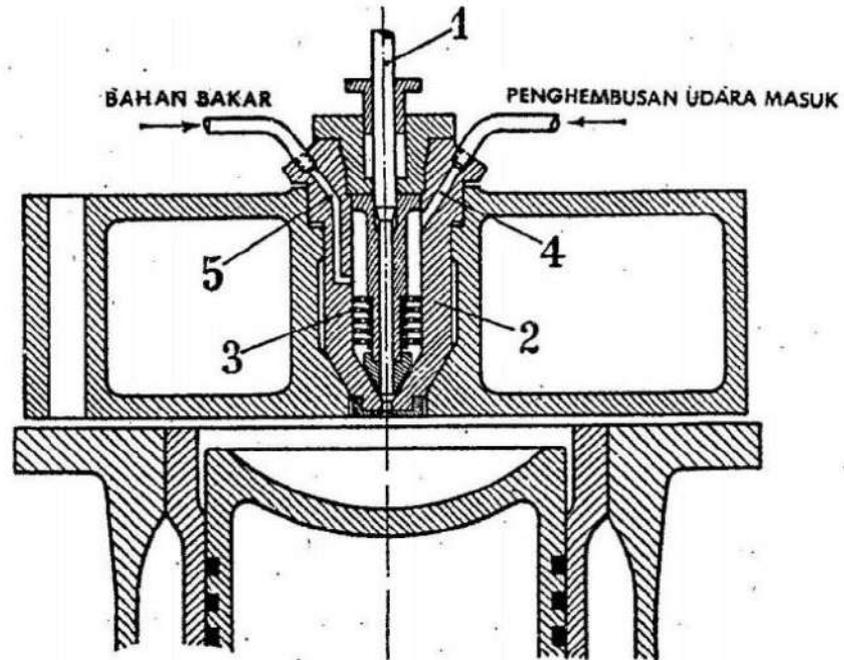
Keterangan :

No	Nama Bagian	No.	Nama Bagian
2	Body, fuel injection pump	8	Plunger guide
3	Seat, plunger	9	Bolt, barrel lock
4	Spring, plunger	10	Protector
5	Shoe, plunger	11	O-ring
6	Retainer, plunger guide	12	Body, isobaric valve
13	Delivery valve	22	Pinion
14	Stopper, delivery valve	23	Bolt
15	Spring, delivery valve	27	O-ring
16	Shim	28	O-ring
17	Steel ball	29	O-ring
18	Spring, return valve	33	Gasket
19	Shoe return valve	34	Hexagon head plug M12
20	Square ring	36	Hexagon socket head bolt

## 6. Pengertian Fuel Injection Valve

*Fuel injection valve* kadangkala disebut juga dengan pengabut atau ada

yang menyebut dengan nosel (*nozzle*). Disebut injector karena tugas dari komponen ini adalah menginjeksi, dan disebut pengabut karena bahan bakar keluar dari komponen ini dalam bentuk kabut, sedangkan disebut nosel karena ujung komponen ini luas penampangnya makin mengecil. Cara kerja injector bila dilihat secara umum adalah sebagai berikut :



**Gambar 2.5**  
**Cara kerja *fuel injection valve***

Dalam tutup silinder yang ber dinding ganda itu terdapat suatu lubang, dalam mana suatu benda tuang, rumah katup bahan bakar (2), dipasang kedap-gas dengan baut-baut. Lubang yang terdapat dibawah rumah katup bahan bakar itu ditutup oleh suatu katup berbentuk jarum, katup

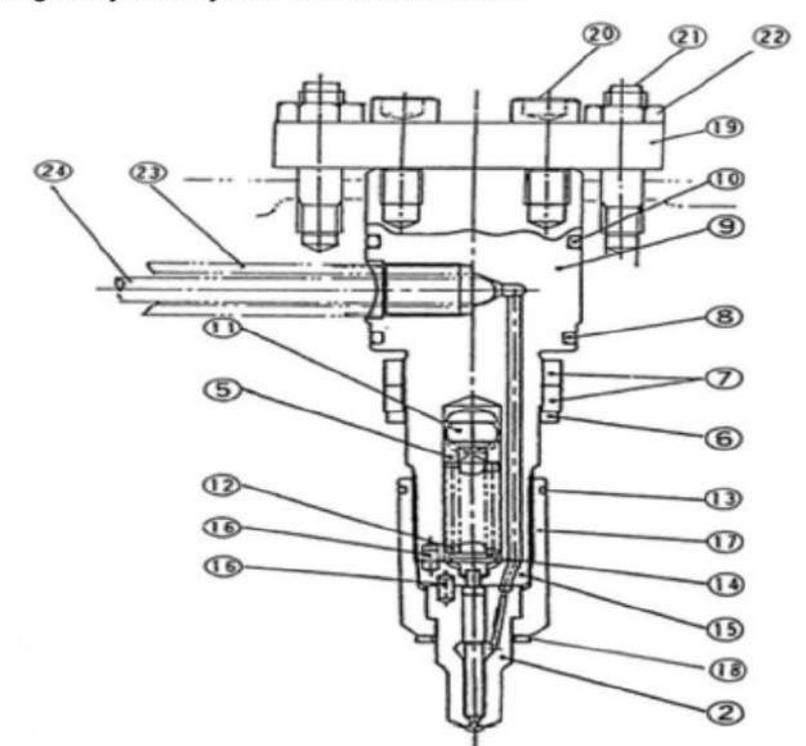
bahan bakar (1). Katup bahan bakar itu ditekan rapat-rapat oleh suatu pegas kuat pada dudukannya.

Minyak bahan bakar dibawa oleh sebuah pompa melalui saluran (5) yang sempit ke dalam ruang sekitar jarum tersebut dan tetap berada disana di atas dan diantara sejumlah plat-plat pengabut (3) serupa cincin yang berlubang-lubang kecil. Udara hembus selalu dapat masuk ke ruangan ini melalui saluran (4).

Segera setelah katup bahan bakar diangkat oleh mekanisme katup di luar pada saat yang telah ditentukan untuk itu, udara bertekanan tinggi mengalir dengan kecepatan tinggi melalui lubang-lubang dari plat-plat pengabut yang berlubang-lubang kecil itu menuju ruang bakar. Dengan demikian membawa pula bahan bakar yang berada dalam keadaan terbagi-bagi secara halus.

Segera setelah seluruh bahan bakar disalurkan masuk ke silinder, katup bahan bakar menutup, dan berhenti jugalah, setidak-tidaknya pada beban putaran, penyaluran masuk udara hembus. (AIP, Motor-motor diesel dan turbin-turbin gas di kapal, 1976 ; 70-71)

Berikut ini adalah gambar penampang *fuel injection valve* beserta nama-nama bagiannya ditinjau dari buku manual :



**Gambar 2.6**  
**Penampang *Fuel Injection Valve***

Keterangan :

No.	Nama Bagian	No.	Nama Bagian
2	<i>Nozzle Ass'y</i>	8	<i>O-ring P42</i>
5	<i>Spring shoe, upper</i>	9	<i>Nozzle holder</i>
6	<i>Distance piece adjusting nut</i>	10	<i>O-ring</i>
7	<i>Adjusting nut</i>	11	<i>Guide, spring shoe</i>
12	<i>Nozzle spring</i>	19	<i>Flange, injection valve</i>
13	<i>O-ring</i>	20	<i>Holder set bolt</i>
14	<i>Seat, nozzle spring</i>	21	<i>Stud bolt</i>
15	<i>Spacer, needle valve</i>	22	<i>Nut, M10 X P1.5</i>
16	<i>Parallel pin</i>	23	<i>Sleeve, injection valve</i>
17	<i>Nozzle nut</i>	24	<i>Fuel injection pipe</i>
18	<i>Nozzle packing</i>		

## 7. Prosedur *Bunker* di kapal.

Masing-masing kapal memiliki prosedur *bunker* yang berbeda tergantung

dari peraturan yang dibuat oleh perusahaan dengan mempertimbangkan jenis kapal tersebut. Bila dilihat secara umum, prosedur tersebut akan dijelaskan sebagai berikut :

a. Persiapan sebelum bunkering

Pimpinan akan menunjuk salah seorang masinis, mualim dan dari manajemen kapal untuk mempersiapkan pelaksanaan pekerjaan bunker ini. Mereka berkoordinasi dalam hal :

- 1) Memastikan lingkungan dan posisi kapal ( sandar / lego jangkar ), aman.
- 2) Memasang bendera tanda / lampu merah, petunjuk bagi unsur lain.
- 3) Ship Board Oil Pollution Emergency Plan, tersedia.
- 4) Peralatan untuk mencegah *marine pollution* seperti, *oil boom, oil skimmer, dispersant* dll, tersedia, baik dikapal maupun di *bunker station*.
- 5) *Fire fighting system* baik yang permanen, maupun yang *portable* siap di *bunker station* dan dikapal.
- 6) Pastikan *emergency shutdown procedure* berfungsi dengan baik.
- 7) Lembaran spesifikasi diterima.
- 8) Memeriksa sampel produk, apakah sesuai dengan produk pesanan setuju/ sepakat dengan jumlah yang akan dipasok
- 9) Penuhi tangki harian terlebih dahulu dan keran ditutup. Karena tangki ini tidak boleh diisi langsung dari luar, kecuali dengan minyak ringan (HSD/ Solar).
- 10) Keran-keran masuk dibuka.
- 11) Periksa isi dan meteran *bunker station*.
- 12) Periksa meteran / isi tangki-tangki kapal.
- 13) Siap untuk diisi dan lapor Master.

b. Pengisian.

Superintendent dan dua perwira kapal yang ditunjuk beserta beberapa

kru bekerja sama mengawasi dan memonitor jalannya pelaksanaan *bunkering* tersebut. Mereka berkoordinasi dalam hal :

- 1) Mengawasi kalau terjadi kebocoran pada sambungan-sambungan pengisian.
- 2) Mengawasi *tank level* dan memindahkan ke tangki lainnya bila perlu.
- 3) Mengawasi / memeriksa meteran pada *bunker station*, saat *bunkering* berlangsung.
- 4) Mengawasi / memeriksa kekencangan tali tross/ spring kapal dan *mooring boat* saat *bunkering* berlangsung.
- 5) Memantau secara terus menerus perubahan posisi kapal saat *bunkering* (bila kapal lego jangkar ).
- 6) Melaporkan secara terus menerus kepada Master kemajuan *bunkering*.

c. Sesudah pengisian.

Bunkering selesai, pipa/selang dari *bunker station* dikosongkan dari sisa minyak, dan lepaskan hubungan dengan kapal. Maka pekerjaan selanjutnya sebagai berikut :

- 1) Periksa meteran isi dan bunker station.
- 2) Tutup keran-keran masuk kapal
- 3) Periksa / sounding isi dan meteran di kapal.
- 4) Penyelesaian administrasi antara kapal dan supplier.
- 5) Semua peralatan pendukung dibersihkan dan kembalikan tempatnya.
- 6) Pendera tanda diturunkan dan lampu dimatikan.
- 7) Pencatatan komplit pada *oil record book*.
- 8) Laporan kepada Master dan ship manajemen.

(<http://www.indonesianship.com/beritaisi.php?ID=1434>)

## 8. Standar Spesifikasi Bahan Bakar Minyak

Diesel generator di kapal menggunakan berbagai jenis bahan bakar. Bahan bakar minyak dibedakan menurut bentuk fisiknya. Dari bentuk fisik tersebut diketahui perbedaannya mulai dari titik nyala, jumlah kandungan senyawa yang tercampur, nilai kekentalan, dan sifat-sifat kimianya. Kapal biasanya menggunakan 2 jenis bahan bakar minyak yaitu H.F.O (*heavy fuel oil*) dan M.D.O (*marine diesel oil*). Diesel generator yang akan dibahas ini dapat menggunakan 2 jenis bahan bakar minyak tersebut. Secara umum, kualitas bahan bakar dilihat dari nilai kandungan berikut :

### a. Viskositas

Viskositas dan indeks viskositas berfluktuasi secara luas dalam hal bahan bakar minyak berat. Dengan demikian, penting untuk mengendalikan dan menjaga tingkat kekentalan yang tepat agar mesin berjalan normal.

### b. Berat jenis dan kadar aspal dalam bahan bakar

Semakin tinggi berat jenis bahan bakar minyak, semakin tinggi kadar aspalnya. Kadar aspal yang tinggi mengurangi *diesel index* karena tingkatan molekul hidrokarbon yang lebih tinggi. Hal ini mengurangi performa pengapian mesin dan menyebabkan pembakaran yang abnormal. Untuk meningkatkan kinerja pengapian, perbandingan kompresi yang lebih tinggi, ruang bakar yang optimal harus digunakan pada struktur mesin. Diperlukan juga pemanasan terlebih dahulu hingga mencapai temperatur yang dibutuhkan.

### c. Vanadium

Secara umum, kadar vanadium yang tinggi dalam bahan bakar minyak menyebabkan korosi suhu tinggi pada katup buang. Untuk mencegah hal ini, diperlukan pendinginan permukaan katup buang dan penggunaan bahan tahan korosi.

### d. Alumina dan Silikaa

Partikel halus dari alumina atau katalis silica dalam *fluid catalyc cracking* (FCC) bahan bakar akan menyebabkan keausan abnormal pada bagian mesin yang bergesekan. Pemasangan dan penanganan peralatan yang tepat untuk bahan bakar sangatlah penting. Ketika

menggunakan bahan bakar FCC, diperlukan untuk membuang semua partikel dalam ukuran 3 – 5  $\mu\text{m}$ .

e. Residu karbon / jelaga

Sisa karbon / jelaga biasanya akan mempercepat akumulasi oleh hasil pembakaran pada ruang bakar khususnya saat pengoperasian dengan beban rendah dan juga pada bagian bergerak yang menyebabkan keausan dan pemakaian minyak menjadi berlebih.

f. Sulfur

Kandungan sulfur yang tinggi dari bahan bakar minyak menyebabkan korosi suhu rendah dari ruang pembakaran. Untuk mencegah hal ini, suhu ruang bakar harus dijaga pada tingkat yang sesuai. (*Yanmar*, 2010 : 5-3)

Spesifikasi bahan bakar sangatlah penting untuk diperhatikan karena bahan bakar yang dimasukkan harus dijadikan kabut yang halus dan dalam keadaan yang terbagi dengan halus ini harus menyusup sejauh mungkin dengan kecepatan tinggi di ruang pembakaran yang telah terisi dengan udara yang dikompresi itu. (AIP, Motor-motor diesel dan turbin-turbin gas di kapal, 1976 ; 67)

**Table 2.1**  
Kandungan Bahan Bakar

Item	Heavy Fuel Oil	Diesel Oil
------	----------------	------------

		Limit Values	-
Specific Gravity	15°C	≤ 0.991	0.88 – 0.90
Viscosity	Centistokes at 50°C	≤ 700	-
	R.W. 1 Sec. at 100°F	≤ 7,000	≤ 67
Flash Point	°C	≥ 60	≥ 60
Water Content	Vol. %	≤ 1.0	≤ 0.1
Carbon Residue (CCR)	Wt. %	≤ 22	≤ 4
Asphaltenes		≤ 14	-
Ash	Wt. %	≤ 0.15	≤ 0.05
Sulphur	Wt. %	≤ 5.0	≤ 1.0
Vanadium	ppm	≤ 600	-
Sodium	ppm	< 50	-
Aluminium	ppm	≤ 80	-
Silicon	ppm	≤ 50	-

Sumber : Maritec, Fuel Oil Lab.

## B. KERANGKA PEMIKIRAN

Masalah yang timbul yaitu mengenai kinerja *fuel injection pump* dan *fuel injection valve* serta spesifikasi bahan bakar menjadi pertanyaan yang harus dijawab. Jenis bahan bakar yang digunakan di kapal mengandung banyak *carbon residue* yang dapat menyumbat *fuel injection valve* dan *fuel injection pump*. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, diperlukan upaya perawatan yang baik dan benar serta penggunaan bahan bakar yang sesuai dengan karakteristik mesin. Dengan membaca teori yang bersumber dari buku literature maupun instruksi manual, maka masalah tersebut dapat dijawab. Hal ini adalah tugas bagi masinis sehubungan dengan permasalahan tersebut. sumber pengetahuan tidak hanya dibatasi oleh sumber tertulis tetapi juga bisa didapat dari sumber lisan yakni orang yang mempunyai pengalaman dalam hal ini.

Sistem perawatan mesin dikapal telah diatur sebelumnya dalam PMS. *Fuel injection pump* dan *fuel injection valve* sudah dirawat secara berkala.

Bahkan jangka waktu perawatan lebih pendek daripada yang telah ditetapkan PMS. Hal ini dikarenakan kondisi *diesel generator* yang

memerlukan perawatan lebih awal akibat kinerja mesin berkurang lebih cepat. Penyebab inilah yang menjadi pertanyaan yang harus dijawab. Penulis berharap jawaban dari pertanyaan tersebut dapat meningkatkan kualitas perawatan *diesel generator*. Dari uraian di atas dapat disusun kerangka pemikiran sebagai berikut :

## KERANGKA PEMIKIRAN



## BAB III

### ANALISIS DAN PEMBAHASAN

#### A. DESKRIPSI DATA

Peranan *diesel generator* sangatlah penting dalam mendukung kinerja operasional kapal yang berfungsi menghasilkan energi listrik. Energi listrik yang dihasilkan berguna sebagai pendukung mesin-mesin bantu maupun mesin induk di atas kapal. Tanpa adanya energi listrik, seluruh mesin-mesin di atas kapal tidak dapat beroperasi. Maka dari itu diperlukan perawatan dan perbaikan secara baik dan efisien guna menghindari masalah-masalah pada *Diesel Generator* yang muncul di atas kapal baik. *Diesel Generator* di kapal MT. GRIYA JAWA berjumlah 4(empat) buah, 3(tiga) diantaranya adalah *Main Diesel Generator* sedangkan sisanya adalah *Emergency Diesel Generator*.

Berikut adalah beberapa penjelasan dari fakta – fakta atau pengalaman yang pernah dialami penulis sewaktu melaksanakan kontrak kerja di MT. GRIYA JAWA, terutama yang menyangkut masalah perawatan dan perbaikan terhadap *diesel generator* di atas kapal sebagai pembahasan dalam skripsi ini.

##### **1. Jenis bahan bakar tidak sesuai dengan rekomendasi di buku manual**

Pada tanggal 25 February 2019, kapal MT. GRIYA JAWA melakukan *anchoring* di wilayah AEBA, Singapura untuk keperluan *bunkering*. Pada pukul 7 pagi, kapal dari *bunker supplier* datang dan merapat ke kapal MT. GRIYA JAWA. Pihak *bunker supplier* langsung naik ke kapal untuk menyelesaikan administrasi dengan pihak kapal yaitu Kapten, KKM, serta Masinis II. Kemudian pihak *bunker supplier* memberikan lembar

spesifikasi bahan bakar kepada KKM. Setelah diperiksa, ternyata spesifikasi bahan bakar yang akan diterima tidak sesuai dengan pesanan. Namun akhirnya KKM tetap menerima kondisi tersebut dengan alasan jumlah bahan bakar yang tersisa di kapal tidak mencukupi untuk perjalanan ke Korea Selatan. Dengan pertimbangan tersebut, bahan bakar yang diterima hanya setengah dari jumlah pesanan. KKM berencana untuk melakukan *bunkering* lagi setibanya di Tanjung Priok. Pada akhirnya proses penerimaan *bunker* tetap dilakukan oleh pihak kapal.

## 2. *Fuel injection pump* dan *fuel injection valve* kotor

Pada tanggal 17 Maret 2019, kapal berlayar dari Balik Papan menuju Wayame, Ambon. Tiba-tiba *diesel generator* no. 1 mati yang mengakibatkan kapal *blackout*. Setelah beberapa menit, *emergency generator* menyala. Masinis II langsung me-reset saklar-saklar utama. Kemudian Masinis II menyalakan *diesel generator* no. 2 secara *remote position* dari *control room*. Sesaat setelah tombol *start* ditekan, alarm langsung berbunyi. Alarm monitor menunjukkan bahwa *diesel generator* no. 2 gagal *start*. Kemudian Masinis II langsung turun menuju *diesel generator* no. 2 dan menyalakannya secara manual. Pada saat tombol *start* ditekan, *starting air* memutar *flywheel*. Namun yang terjadi adalah, mesin tetap tidak mau menyala. Masinis II langsung mengecek tekanan angin pada *starting air* dan tekanan bahan bakar namun tidak ada yang salah dengan hal itu. Semua tekanan dipastikan normal. Masinis II mencoba menyalakan kembali namun tetap saja gagal. Kemudian Masinis II membuka *cover* depan mesin dan langsung melumasi bagian *rack* pada *fuel injection pump* dengan minyak pelumas.

Setelah dirasa cukup, Masinis II mencoba kembali menyalakan mesin dan yang terjadi adalah mesin tetap tidak mau *start*. Masinis II kemudian mengambil jalan terakhir yaitu menekan tombol *start engine* dengan dibantu oleh kadet untuk menekan *rack* pada *fuel injection pump* no. 1 dan 2 (lihat lampiran 3). Tidak lama kemudian *flywheel* berputar dan akhirnya mesin dapat menyala seperti biasa. Masinis II memerintahkan kadet untuk mengawasi suhu gas buang pada tiap-tiap silinder selama

30 menit. Dari hasil pengamatan, dapat dilihat bahwa temperatur gas buang pada silinder no. 1 dan 2 adalah rendah (lihat lampiran 4). Kemudian kadet melapor kepada Masinis II dan akhirnya Masinis II memutuskan untuk mengatur ukuran *rack*. Setelah diatur yaitu dengan mengencangkan dan melonggarkan baut pada *rack* (lihat lampiran 2), suhu gas buang tetap saja rendah. Maka dari itu Masinis II dengan dibantu oleh kadet langsung melakukan penggantian *fuel injection valve* pada silinder no. 1 dan 2. Sesaat setelah dibongkar, *fuel injection valve* langsung di-tes menggunakan alat pengetes *fuel injection valve*. Pada saat di-tes, akhirnya diketahui bahwa hasil pengabutan bahan bakar yang dikeluarkan tidak bagus karena bahan bakar yang keluar masih berbentuk cairan bukan kabut. Masinis II mencoba untuk mengganti *nozzle* pada *fuel injection valve* tersebut dengan yang baru. Setelah dicoba kembali, semprotan bahan bakar yang keluar menjadi bagus kembali yaitu berbentuk kabut tidak seperti sebelumnya.

## **B. ANALISIS DATA**

Berdasarkan data yang dipaparkan diatas, selanjutnya penulis menganalisa masalah dengan hasil sebagai berikut :

### **1. Jenis bahan bakar tidak sesuai dengan rekomendasi di buku manual.**

Dari permasalahan di atas dapat diuraikan penyebabnya yaitu dari kesalahan penerimaan bahan bakar pada saat *bunkering* karena pihak kapal tetap menerima suplai bahan bakar meskipun spesifikasinya tidak sesuai dengan rekomendasi. Spesifikasi bahan bakar yang digunakan harus memperhatikan hal-hal seperti viskositas, berat jenis dan kadar aspal dalam bahan bakar, kadar vanadium, kadar alumina, residu karbon, dan sulfur. Kotoran yang mengendap biasanya berasal dari residu karbon yang dikandung dalam bahan bakar. Tidak hanya berasal dari residu karbon, endapan kotoran juga berasal dari kapal tanker yang memuat M.F.O dari pihak *bunker supplier* serta sisa-sisa M.F.O yang dingin dan mengeras mengingat M.F.O adalah bahan bakar yang sifatnya sangat kental. Jenis M.F.O yang digunakan di atas kapal adalah M.F.O 380.

Spesifikasi M.F.O 380 dapat dilihat di lampiran 5.

Sedangkan standar spesifikasi bahan bakar M.F.O yang boleh digunakan oleh mesin sesuai dengan petunjuk pada buku manual dapat dilihat di lampiran 6.

Jika dibandingkan terdapat perbedaan antara kedua tabel yang mewakili spesifikasi masing-masing M.F.O. Perbedaan terletak pada nilai residu karbon, aluminium, kadar arang (*ash content*) dan vanadium yang akan dijelaskan di bawah ini :

a. Residu karbon (*Carbon residu*) tinggi

Nilai residu karbon pada tabel 2.1 adalah 22 mass.% sedangkan pada tabel 4.2 adalah <18 mass.%. Residu karbon adalah karbon yang tertinggal setelah penguapan dan pembakaran habis suatu bahan yang diuapkan dan minyak, contoh dengan cara pemanasan. Hal ini menunjukkan kecenderungan bahan bakar untuk membentuk endapan karbon pada bagian mesin. Dengan demikian semakin besar nilai residu karbon maka akan mempercepat dan memperbanyak timbulnya endapan pada mesin.

b. Kadar aluminium tinggi

Nilai kadar aluminium pada tabel 2.1 adalah sebesar 80 mg/kg sedangkan yang diperbolehkan adalah sebesar <30 ppm atau sama dengan <30 mg/kg. Aluminium berasal dari proses penyulingan dan dapat menyebabkan keausan abrasif utamanya pada pompa injeksi dan *nozzle*, dan biasa juga terjadi pada *liner* silinder dan *ring piston*. Maka dari itu kadar aluminium dapat menyebabkan keausan *nozzle* pada *fuel injection valve* yang akhirnya mengakibatkan pengabutan

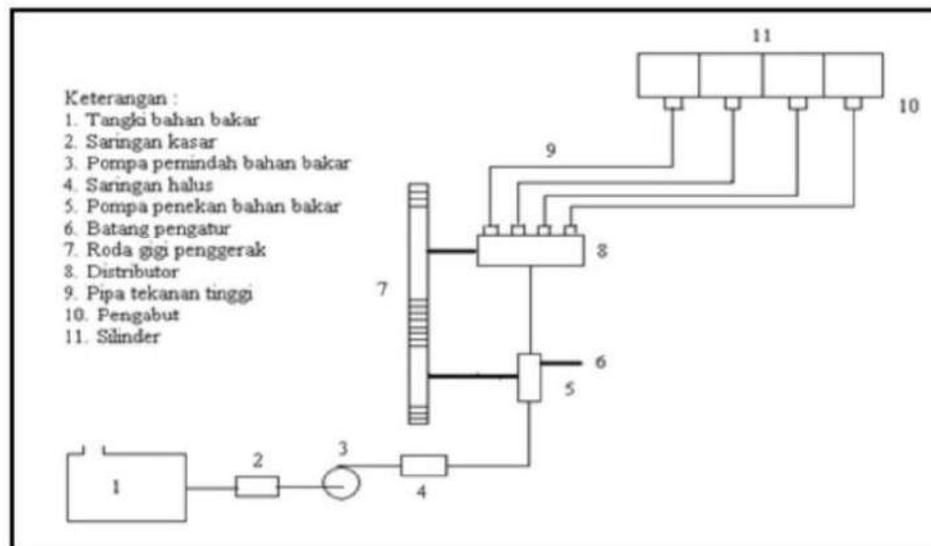
bahan bakar menjadi tidak maksimal.

c. Kadar abu (*ash content*) tinggi

Nilai kadar abu pada tabel 2.1 adalah sebesar 0.15 mass.% sedangkan yang diperbolehkan adalah sebesar <0.15 mass.%. abu dalam bahan bakar adalah sumber dari bahan menggerus yang akan mengakibatkan keausan mesin berlebihan. Endapan juga dapat mengakibatkan penyumbatan sistem bahan bakar.

**2. Fuel injection pump dan fuel injection valve tersumbat**

Sistem bahan bakar pada mesin terdapat beberapa bagian pokok yang menyalurkan bahan bakar mulai dari tangki hingga ke dalam silinder mesin. Bagian pokok tersebut digambarkan dalam diagram berikut :

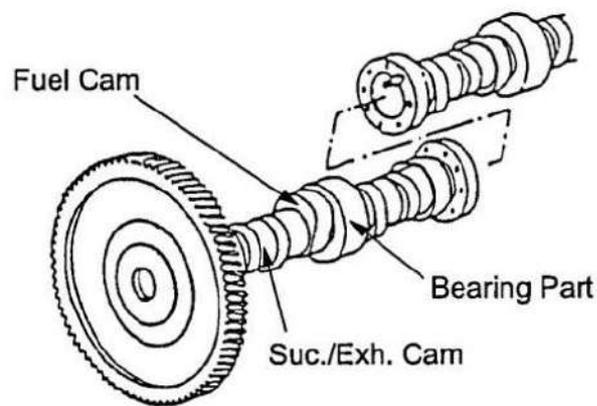


**Gambar 3.1**

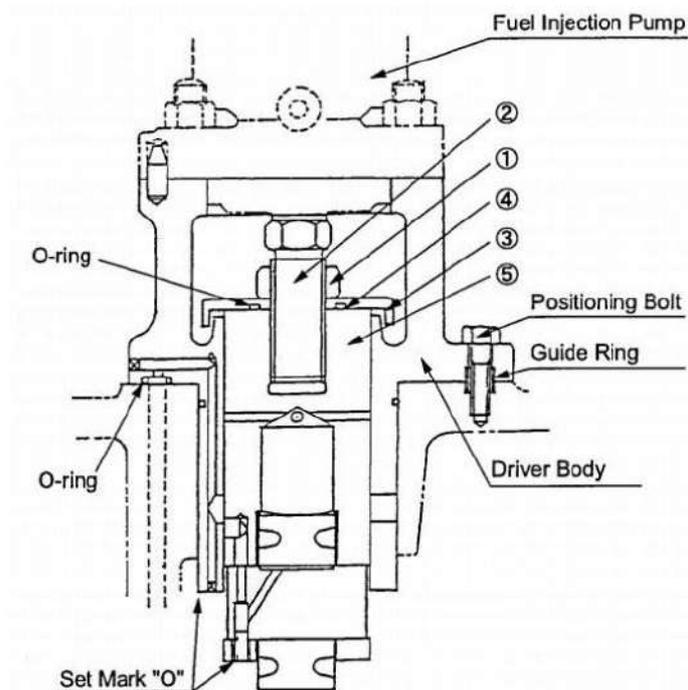
**Diagram jalur bahan bakar**

*Fuel injection pump* dan *fuel injection valve* berhubungan langsung dengan mesin. Fungsi dari *fuel injection pump* adalah menaikkan

tekanan bahan bakar yang masuk ke dalam silinder melalui *nozzle* pada *fuel injection valve* sehingga bahan bakar tersebut berubah bentuk menjadi kabut. Dengan perubahan wujud dari cairan menjadi kabut akan mempermudah penyalaan api pada saat proses pembakaran. Pada kasus yang telah disebutkan di atas, pada saat tombol *start* ditekan, *flywheel* berputar namun tidak terjadi pembakaran. Waktu penyemprotan bahan bakar diatur oleh *fuel cam* yang tersambung dengan poros. (lihat gambar 4.2)



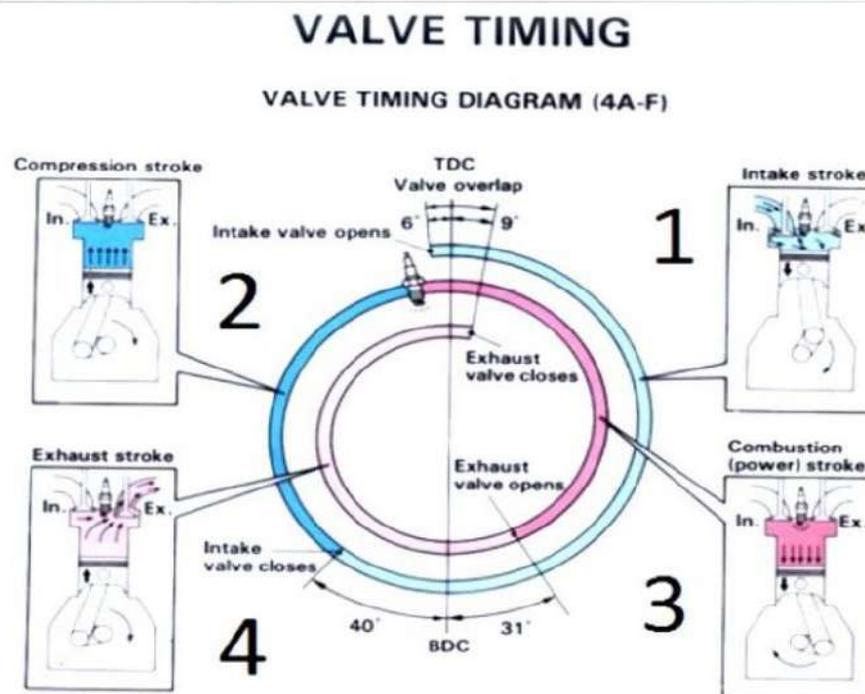
**Gambar 3.2**  
**Fuel cam pada poros mesin**



**Gambar 3.3**  
*Fuel injection pump driver*

*Fuel cam* akan mendorong *fuel injection pump driver* sehingga tekanan bahan bakar yang masuk akan tinggi. Akibat tekanan yang tinggi tersebut maka bahan bakar yang keluar melalui *fuel injection valve* akan bergesekan dengan *nozzle* sehingga berubah menjadi kabut.

Waktu penyemprotan diatur sedemikian rupa agar bahan bakar yang disemprotkan tepat sesuai dengan gerakan piston dalam silinder. Karena *diesel generator* ini menggunakan mesin 4-tak, maka urutan prosesnya adalah hisap, kompresi, pembakaran, usaha, buang dan hisap. Selama proses tersebut telah terjadi putaran sebanyak 2 kali atau  $720^\circ$ . Untuk lebih mudahnya dapat dilihat pada timing diagram berikut :



**Gambar 3.4**

### ***Timing diagram mesin diesel 4 tak***

Langkah 1 = hisap

Pada langkah ini piston bergerak dari  $6^\circ$  sebelum TMA menuju  $40^\circ$  setelah TMB. Katup hisap terbuka sehingga akibat kevakuman yang terjadi dari ekspansi volume pada ruang bakar maka udara dari luar dapat masuk ke dalam ruang bakar melalui katup hisap yang terbuka. Pada motor bakar yang dilengkapi dengan turbocharger maka udara yang masuk ke ruang bakar akan lebih banyak lagi dikarenakan adanya dorongan dari sisi tekan *compressor wheel* pada *turbocharger*.

Langkah 2 = kompresi

Setelah piston mencapai TMB maka arah piston akan berbalik menuju kembali ke TMA, hanya saja pada langkah ini tidak ada katup yang membuka. Sebagai akibat dari mengecilnya volume ruang bakar maka udara yang ada di dalam ruang bakar menjadi terkompresi. Dengan kompresi rasio yang berkisar antara 19 : 1 sampai 23 : 1 maka pengkompresian udara pada ruang bakar akan menghasilkan panas kompresi (*heat compression*) yang tinggi (kurang lebih berkisar  $1000^\circ$  F). Beberapa derajat sebelum piston mencapai TMA bahan bakar diinjeksikan melalui *nozzle* ke dalam ruang bakar, penginjeksiannya harus menggunakan tekanan yang tinggi sehingga bahan bakar yang di semprotkan ke dalam ruang bakar berubah menjadi butiran-butiran cairan yang sangat halus seperti kabut. Pada saat bahan bakar disemprotkan maka campuran antara bahan bakar dan udara di dalam ruang bakar mulai terbakar akibat terkena panas yang dihasilkan oleh *heat compression*.

Langkah 3 = pembakaran + usaha

Proses pembakaran campuran bahan bakar dan udara terus berlangsung sampai piston mencapai TMA dan selanjutnya kembali berubah arah kembali menuju TMB.  $12^\circ$  sebelum TMA, *nozzle* menyemprotkan bahan bakar. Setelah melewati TMA maka pembakaran yang terjadi telah sempurna sehingga dihasilkan ledakan yang tekanan ekspansinya memaksa piston untuk terus bergerak menuju TMB.

Langkah 4 = Pembuangan/pembilasan

Setelah energi ledakan panas pada langkah usaha telah berubah bentuk menjadi energi mekanis maka sisa proses pembakaran yang ada harus dibuang. Proses ini terjadi ketika piston bergerak dari TMA menuju TMB dengan kondisi katup buang membuka. Gas sisa hasil pembakaran di dorong keluar oleh piston melalui katup buang dan masuk ke dalam *mufler* gas kemudian dimanfaatkan untuk memutarakan sudu-sudu turbin pada *turbin wheel*.

Jika dilihat dari penjelasan di atas, waktu penyemprotan bahan bakar oleh *fuel injection pump* dan *fuel injection valve* adalah sekitar 12° sebelum piston mencapai TMA. Namun akibat penyumbatan oleh kotoran yang berasal dari bahan bakar yang mengendap maka, penyemprotan bahan bakar menjadi tidak maksimal. Hal ini telah dibuktikan pada saat Masinis II mencoba meng-*overhaul fuel injection pump* dan *fuel injection valve* yang akhirnya diketahui dalam kondisi kotor.

## C. PEMECAHAN MASALAH

### 1. Alternative Pemecahan Masalah

Berdasarkan fakta – fakta dan kejadian – kejadian yang telah dianalisa oleh penulis, maka diketahui bahwa kendala yang terjadi pada *diesel generator* di kapal MT. GRIYA JAWA disebabkan oleh beberapa hal yaitu jenis bahan bakar yang tidak sesuai dengan rekomendasi di buku manual dan juga *fuel injection pump* dan *fuel injection valve* tersumbat. Sehubungan dengan kendala yang ditemukan pada *diesel generator* maka diuraikan beberapa alternatif pemecahan masalah seperti di bawah ini :

a. Jenis bahan bakar tidak sesuai dengan rekomendasi di buku manual.

Upaya-upaya yang dapat dilakukan adalah sebagai berikut :

- 1) Melakukan *treatment* khusus hingga kondisi bahan bakar kurang lebih sesuai standar.

*Treatment* yang dilakukan pada bahan bakar ini dapat berupa meningkatkan suhu pemanasan oleh *heater* agar viskositas bahan bakar tetap baik, dengan membuka katup uap masukan lebih lebar dan melakukan pembersihan *filter* pada saluran sebelum dan sesudah *purifier*.

- 2) Mencampurkan zat aditif pada bahan bakar.

Contoh zat aditif yang digunakan adalah bermerek YUNIC 555D. Zat aditif ini dicampurkan ke dalam tangki bahan bakar utama pada saat proses bunker selesai.

b. *Fuel injection pump* dan *fuel injection valve* tersumbat

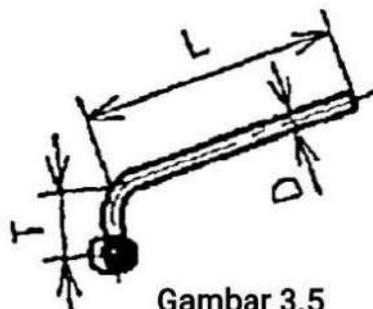
Upaya-upaya yang dapat dilakukan adalah sebagai berikut :

- 1) Melakukan *overhaul* pada *fuel injection pump* untuk membersihkan bagian-bagian yang kotor serta mengganti *fuel injection valve*.

Adapun langkah-langkah dalam membongkar *fuel injection pump* adalah sebagai berikut :

Membongkar *fuel injection pump*

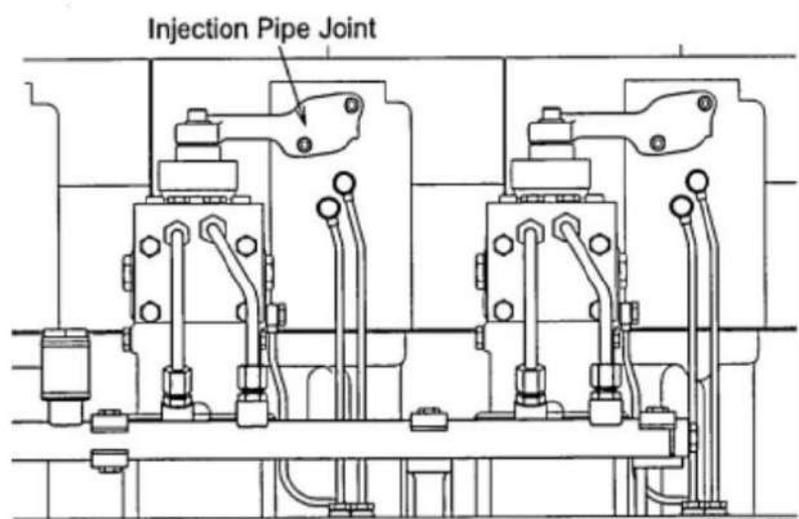
- a) Siapkan kunci pas ukuran 8 mm dan 6 mm serta kunci pas yang dibuat khusus untuk *fuel injection pump*.



Gambar 3.5

### ***Special tools for diesel generator***

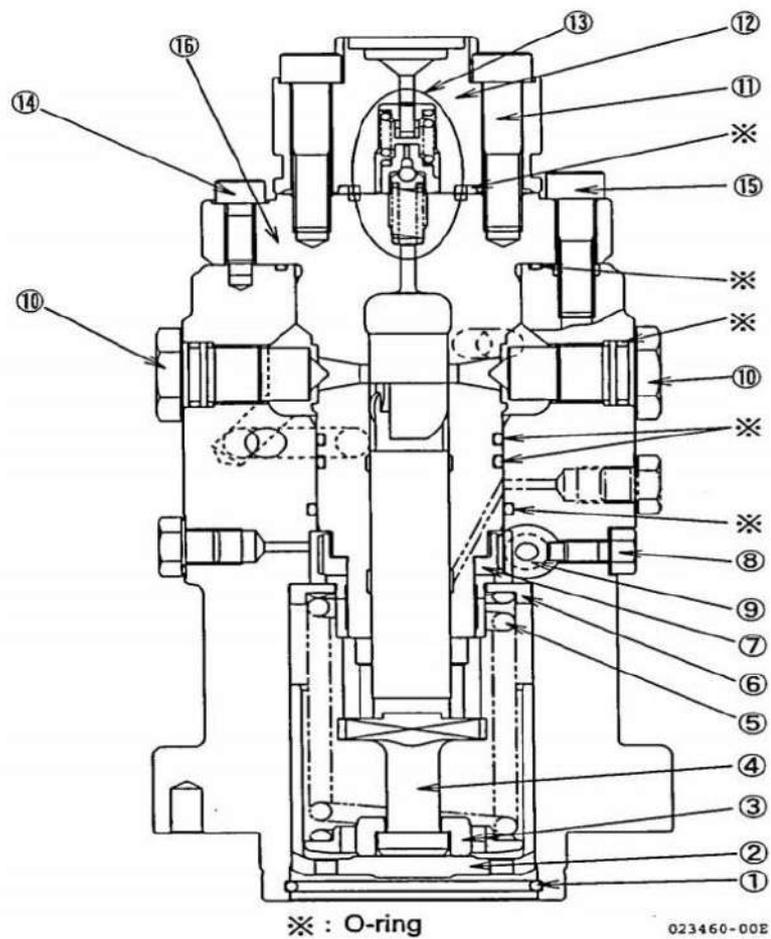
- b) Lepas *fuel injection pipe joint*, pipa *overflow oil*, pipa *fuel oil inlet*, pipa *fuel oil outlet*, dan pipa *pinion lube. oil*.



**Gambar 3.6**

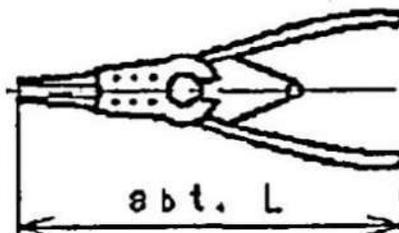
***Fuel injection pump dilihat dari depan***

- c) Dengan menggunakan kunci khusus, lepaskan mur yang mengikat *fuel injection pump*.
- d) Pada saat melepas *fuel injection pump*, langkah-langkahnya adalah sebagai berikut :
- (1) Pastikan *plunger* dan *barrel* berpasangan.
  - (2) Saat melepas badan *pressure equalizing valve* (12), perhatikan agar tidak ada bagian yang hilang mengingat ukurannya yang sangat kecil.



**Gambar 3.7**  
**Penampang *Fuel Injection Pump***

(3) Bongkar *fuel injection pump* sesuai dengan urutan yang telah diberi nomor pada gambar di bawah. Balikkan pompa dan lepaskan cincin penjepit (*circlip*) (1) dengan alat khusus. Kemudian lepaskan bagian nomor 2. Penting untuk diingat, pada saat melepas cincin penjepit (*circlip*), tutupi dengan kain untuk menghindari pegas yang melompat keluar yang mungkin dapat menyebabkan luka.

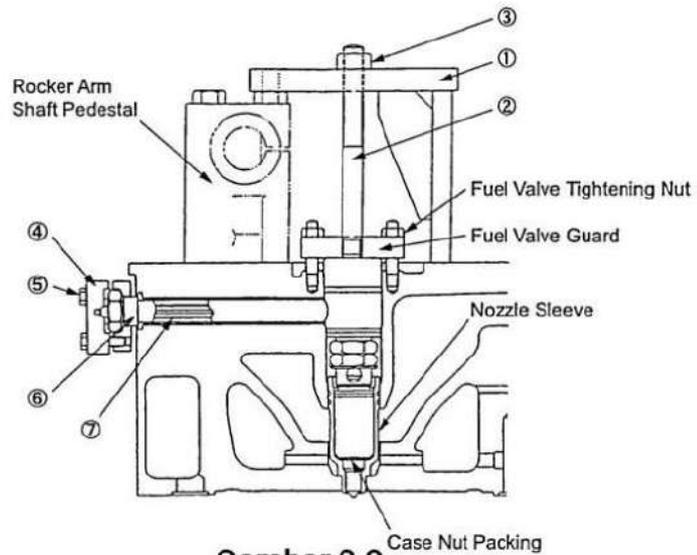


**Gambar 3.8**  
**Tang penjepit *circlip***

(a) Mengecek dan membersihkan *fuel injection pump*

- Cek apakah pegas pada *pressure equalizing valve* (13) masih dalam kondisi bagus atau tidak.
- Cek apakah permukaan pada badan *pressure equalizing valve* (17) dan *barrel* (16) terbebas dari tekanan oleh bahan bakar.
- Cek endapan kotoran pada plunger.
- Jika ujung *deflector* © telah terkorosi, maka harus diganti.

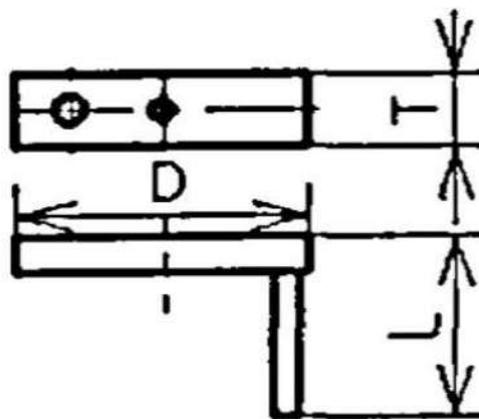
- Ganti semua *o-ring* dengan yang baru
  - Bersihkan lubang *barrel* dan lubang *pinion lube. oil* pada badan pompa.
  - Bersihkan semua bagian dari minyak bahan bakar yang mengeras dengan menggunakan minyak ringan seperti solar atau M.D.O
- (b) Kemudian langkah-langkah dalam membongkar *fuel injection valve* adalah sebagai berikut :
- Siapkan peralatan di bawah ini :
    - *Tracker*
    - Baut
    - Mur
    - Kunci pas ukuran 8 mm dan 6 mm
  - Lepaskan baut penjepit (5) pada *fuel injection pipe joint* (4) dengan menggunakan kunci pas. Lepas juga baut di sisi *fuel injection pump*.
  - Lepas mur pengikat pada *fuel valve*.
  - Kendorkan baut (6) pada *fuel injection pipe* (7), dan lepaskan bersama dengan *fuel injection pipe*.



**Gambar 3.9**

***Fuel Injection Valve***

- Perlakukan pipa injeksi dengan hati-hati karena kebocoran minyak terjadi jika permukaan bola pada kedua ujung pipa injeksi bahan bakar menjadi cacat.
- Putar baut penarik (2) ke *fuel valve guard*.
- Kencangkan mur (3) untuk menarik keluar *fuel valve*.
- Keluarkan *case nut packing* pada ujung *fuel valve*.



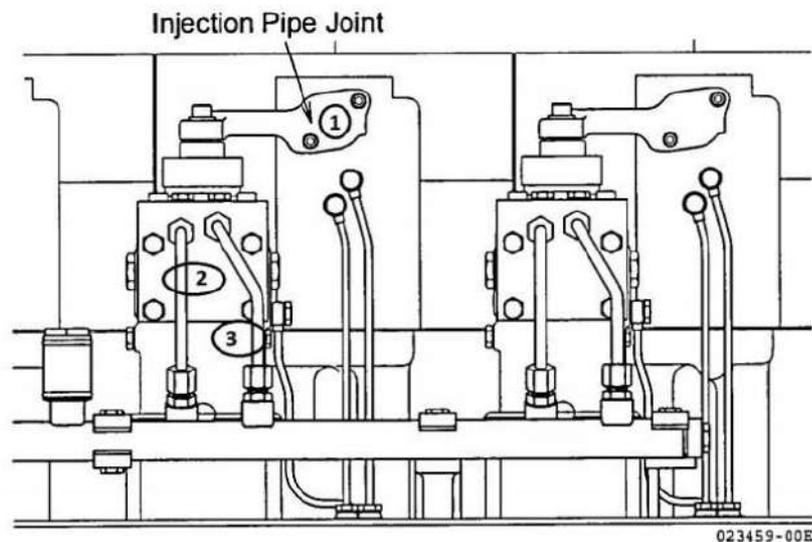
**Gambar 3.10**

***Special tools for fuel injection valve***

2) **Membersihkan saluran pipa bahan bakar (*fuel oil pipe*) pada *fuel injection pump*.**

Langkah-langkah membersihkan saluran pipa bahan bakar (*fuel oil pipe*) adalah sebagai berikut :

- a) Lepaskan baut yang mengikat *injection pipe joint* (1)
- b) Cek *packing* yang menempel pada *injection pipe joint* tersebut. jika kondisinya rusak, maka harus diganti.
- c) Lepas pipa pada no. 2 dan no. 3 dengan menggunakan kunci pas secara perlahan.
- d) Perhatikan tiap-tiap ujung pipa yang berbentuk bola tersebut. jika kondisinya cacat seperti pecah atau bengkok maka dapat mengakibatkan kebocoran bahan bakar.



**Gambar 3.11**

***Fuel injection pump* dilihat dari depan**

**2. Evaluasi Pemecahan Masalah**

Berdasarkan alternatif pemecahan masalah yang telah dikemukakan, akhirnya penulis mengambil beberapa pemecahan masalah yang dirasa cukup efektif dalam mencapai tujuan dari penulisan skripsi ini yaitu :

- a. **Jenis bahan bakar tidak sesuai dengan rekomendasi di buku manual.**
  - 1) Melakukan *treatment* khusus hingga kondisi bahan bakar kurang lebih sesuai standar.

Meningkatkan suhu pemanasan agar viskositas bahan bakar M.F.O. menjadi baik, dilakukan dengan cara membuka katup masukan pada *heater* agar lebih lebar sehingga jumlah uap panas yang masuk ke *heater* semakin banyak. Namun jika katup uap terbuka semakin lebar, maka konsumsi uap akan bertambah. Selain itu tekanan juga semakin meningkat. Jika katup yang terbuka terlalu lebar, maka umur dari *packing* dan pipa akan menjadi berkurang karena menahan tekanan yang terlalu tinggi. Akibatnya dapat terjadi kebocoran di sambungan pipa.

Pembersihan pada saluran masukan *purifier* yakni dengan membersihkan *filter-filter* pada saluran bahan bakar ke *purifier* seperti di *F.O transfer pump*, keluaran dari *purifier*, dan *F.O booster module* secara teratur agar kotoran tidak menumpuk banyak.

**Keuntungan** : membersihkan saluran ke *purifier* adalah dapat meringankan kerja *purifier* dalam memurnikan bahan bakar.

**Kerugian** : kita harus sering mengecek *filter* apakah dalam keadaan kotor atau tidak. Sehingga beban kerja bertambah.

## 2) Mencampurkan zat aditif pada bahan bakar

Bahan bakar M.F.O dapat dicampur dengan zat aditif khusus yang mampu mengurangi jumlah residu karbon yang terkandung. Contoh zat aditif yang digunakan adalah *YUNIC 555D*. cara penggunaannya yaitu dengan takaran 1/8000 atau 8000 liter bahan bakar dicampur dengan 1 liter zat aditif Yunic 555D. Zat aditif ini langsung dituang kedalam tangki utama bahan bakar sesaat setelah proses *bunker* selesai. Namun harga zat aditif ini sangatlah mahal.

**Keuntungan** : karena zat aditif Yunic 555D dapat mengurangi residu karbon dalam bahan bakar, maka dapat mengurangi kerja dalam membersihkan *filter-filter* pada saluran bahan bakar.

**Kerugian** : karena harganya yang mahal, maka dapat menambah biaya operasional kapal oleh perusahaan.

**b. *Fuel injection pump* dan *fuel injection valve* tersumbat**

Melakukan *overhaul* pada *fuel injection pump* untuk membersihkan bagian-bagian yang kotor serta mengganti *fuel injection valve*.

Bagian-bagian *fuel injection pump* harus dibersihkan secara teliti dan sebersih mungkin agar endapan kotoran didalamnya hilang. Proses *overhaul* biasanya memakan waktu yang lama. Pembersihan dilakukan mulai dari bagian yang besar hingga bagian terkecil. Perlu ketelitian dalam melakukan *overhaul* karena jika salah pada saat membongkar ataupun memasang, dapat mengakibatkan *fuel injection pump* tidak bekerja. Maka dari itu, pekerjaan ini harus direncanakan dengan baik agar hasilnya tidak sia-sia. Keuntungan dari *overhaul* adalah kita dapat melakukan pembersihan seteliti mungkin karena *fuel injection pump* dibongkar secara keseluruhan. Kerugiannya adalah pekerjaan ini memakan waktu yang banyak. Sehingga jika dilakukan dengan tidak terencana maka pekerjaan ini akan sia-sia. Untuk penggantian *fuel injection valve* harus dilakukan dengan teliti juga. Bagian *fuel injection valve* yang diganti adalah *nozzle*. Ujung *nozzle* biasanya sering aus yang menyebabkan bahan bakar tidak dapat mengabut dengan baik. Untuk mengatasi keausan pada ujung *nozzle*, biasanya dilakukan *lapping* sehingga *nozzle* yang bermasalah akan dikirim kepada pabrik untuk ditukar dengan yang rekondisi. Keuntungan dari penggantian *nozzle* adalah mudahnya proses tersebut tanpa memakan waktu yang lama. Kerugiannya yaitu karena *nozzle* yang aus akan dikirim ke pabrik, maka kita harus menunggu untuk mendapatkan kiriman yang rekondisi. Selama itu, perlu disiasati untuk mengatur penggantian *nozzle* secara berkala agar *nozzle* cadangan di kapal tidak habis digunakan.

**3. Pemecahan Masalah**

Dari permasalahan di atas, penulis dapat mengevaluasi untuk mencari pemecahan masalah yang harus dilakukan, maka dari evaluasi tersebut

penulis memilih pemecahan masalah yaitu :

**a. Jenis bahan bakar tidak sesuai dengan rekomendasi di buku manual.**

Melakukan *treatment* khusus untuk bahan bakar M.F.O. yang sudah terlanjur disuplai ke kapal dengan cara meningkatkan suhu pemanasan agar viskositas bahan bakar optimal serta membersihkan *filter-filter* pada saluran

bahan bakar untuk mengurangi beban *purifier* sehingga dapat bekerja lebih maksimal dalam memurnikan bahan bakar M.F.O. Jika dilakukan penambahan zat aditif Yunic 555D saja tidak cukup karena jumlah bahan bakar yang masuk sangat banyak sehingga zat aditif Yunic 555D tidak terlalu berpengaruh pada bahan bakar di kapal.

**b. *Fuel injection pump* dan *fuel injection valve* tersumbat**

Melakukan *overhaul* pada *fuel injection pump* untuk membersihkan bagian-bagian yang kotor serta mengganti *fuel injection valve*. Alasan pemecahan masalah ini dipilih karena tingkat kekotoran pada *fuel injection valve* dan *fuel injection pump* sudah sangat tinggi. Jika hanya membersihkan saluran bahan bakar saja tidak cukup.

## BAB IV

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### A. KESIMPULAN

Setelah penulis menguraikan beberapa permasalahan yang muncul serta pembahasan yang berkaitan dengan perawatan dalam menunjang kelancaran pengoperasian kapal maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Jenis bahan bakar tidak sesuai standar dikarenakan Residu karbon tinggi, Kadar alumunium tinggi, dan Kadar abu ( Ash content ) tinggi sehingga perlu dilakukan treatment khusus dan mencampur zat aditif ke bahan bakar yang digunakan.

Spesifikasi bahan bakar yang digunakan harus sesuai dengan rekomendasi dari buku manual.

2. *Fuel injection pump* dan *fuel injection valve* tidak berfungsi dengan baik karena tersumbatnya *fuel injection pump* dan *fuel injection valve* mengakibatkan mesin sulit di-start sehingga perlu dilakukan overhaul *fuel injection pump* dan membersihkan *fuel injection valve* bagian yang kotor.

## B. SARAN

Untuk menjaga kelancaran operasional kapal yang berhubungan dengan kinerja maka dilakukan perawatan yang lebih teliti dan efisien. Namun masih banyak saran lain yang mungkin dapat dilakukan untuk mendukung operasional . Adapun saran tersebut antara lain :

1. Sebaiknya untuk KKM harus lebih meningkatkan pengawasan terhadap prosedur *bunker* terutama pada saat mengecek spesifikasi bahan bakar yang akan diterima. KKM juga harus melaporkan kepada perusahaan / *owner* jika didapati spesifikasi bahan bakar tidak sesuai dengan standar. Untuk Masinis II harus memperhatikan kondisi mesin secara berkala mengingat adalah mesin yang berperan vital selama pengoperasian kapal. Perawatan terhadap *fuel injection pump* dan *fuel injection valve* harus dilakukan dengan baik walaupun belum mencapai angka *running hours* sebagaimana ditetapkan dalam buku manual. Dan merubah bahan bakar dari M.F.O. ke M.D.O. jika ingin mematikan atau menghidupkan (*start*) agar *fuel injection pump* dan *fuel injection valve* dalam kondisi yang baik.
2. Seharusnya untuk perusahaan harus memilih dengan tepat *bunker supplier* yang terpercaya dalam menyuplai bahan bakar yang berkualitas baik serta mengecek kembali spesifikasi bahan bakar yang diminta oleh pihak kapal dengan mengirimkan *sample* bahan bakar kepada labolatorium agar bahan bakar yang diterima sesuai dengan permintaan oleh pihak kapal.

## DAFTAR TABEL

	Halaman
<b>TABEL 2.1</b> Kandungan Bahan Bakar .....	25

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
<b>Gambar 2.1</b> Gambar Penampang Diesel Generator (Dari samping) .....	14
<b>Gambar 2.2</b> Gambar Penampang Diesel Generator (Dari depan) .....	15
<b>Gambar 2.3</b> Prinsip Kerja <i>Fuel Injection Valve</i> Jenis Bosch .....	16
<b>Gambar 2.4</b> Gambar penampang <i>fuel injection pump</i> (dari depan) .....	18
<b>Gambar 2.5</b> Cara kerja <i>fuel injection valve</i> .....	19
<b>Gambar 2.6</b> Gambar Penampang <i>Fuel Injection Valve</i> .....	20
<b>Gambar 3.1</b> Diagram jalur bahan bakar .....	32
<b>Gambar 3.2</b> <i>Fuel cam</i> pada poros mesin .....	32
<b>Gambar 3.3</b> <i>Fuel injection pump driver</i> .....	33
<b>Gambar 3.4</b> <i>Timing diagram</i> mesin diesel 4 tak .....	34
<b>Gambar 3.5</b> <i>Special tools for diesel generator</i> .....	37
<b>Gambar 3.6</b> <i>Fuel injection pump</i> dilihat dari depan .....	37
<b>Gambar 3.7</b> Penampang <i>Fuel Injection Pump</i> .....	38
<b>Gambar 3.8</b> Tang penjepit <i>circlip</i> .....	38
<b>Gambar 3.9</b> <i>Fuel Injection Valve</i> .....	40
<b>Gambar 3.10</b> <i>Special tools for fuel injection valve</i> .....	40
<b>Gambar 3.11</b> <i>Fuel injection pump</i> dilihat dari depan .....	41

## DAFTAR PUSTAKA

Akademi Ilmu Pelayaran, *Motor – Motor Diesel dan Turbin – Turbin Gas Kapal*, (Jakarta : 1975)

Sukoco, Zainal Arifin, *Teknologi Motor Diesel* (Bandung: Alfabeta, 2013)

Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran, *Pedoman Penulisan Makalah Diklat Pelaut Tingkat 1*,

(Jakarta: Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran, 2010)

Anas Tri, "*Pengertian dan fungsi genset*" 13 April 2014.

[http://www.anekapeluang.com/index.php?option=com\\_content&view=article&id=135&Itemid=620](http://www.anekapeluang.com/index.php?option=com_content&view=article&id=135&Itemid=620)

Anonim, "*Prosedur Bunker Di Kapal*" 15 Agustus 2014.

(<http://www.indonesianship.com/beritaisi.php?ID=1434>)

Arismunandar Wiranto, *Motor Diesel Putaran Tinggi* (Jakarta: Pradnya Paramita, 2008).

Goenawan Danuasmoro, *Manajemen perawatan*.(Jakarta: Yayasan Bina Citra Samudera 2003)

NSOS, *Manajemen Perawatan dan Perbaikan* (Jakarta: P.T. TRIASKO MADRA)

Operation Manual Book, Yanmar 6N21(A)L

Rudolf Diesel, ( 18 Maret 1858 – 30 September 1913 ).

# SHIP PARTICULARS - M/T GRIYA JAWA

## GENERAL

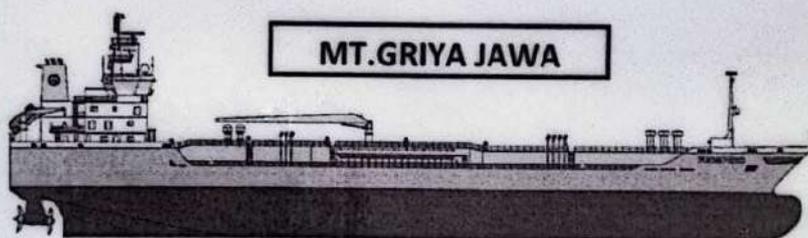
Call sign: <b>YBWZ 2</b>	Flag: <b>INDONESIA</b>	Port of registry: <b>JAKARTA</b>
IMO nr: <b>92 12 589</b>	MMSI: <b>525 114 029</b>	Flagship: <b>INDONESIA</b>

## DIMENSIONS & TONNAGES

LBP: <b>134,95m</b>	Moulded breadth: <b>22,00m</b>	Moulded depth: <b>12,81m</b>
LOA: <b>146,09m</b>	Extreme breadth: <b>22,33m</b>	Keel to masthead: <b>40,6m</b>
Keel to mashead: <b>40,6m</b>	Air draught ballast: <b>36,6m</b>	Air draught loaded: <b>31,2m</b>
Draft (Oil): <b>9,40m</b>	Summer draft: <b>9,79m</b>	Winter draft: <b>9,59m</b>
Freeboard (Oil): <b>3,41m</b>	Summer freeboard: <b>3,02m</b>	Winter freeboard: <b>3,22m</b>
	Parallel body ballast: <b>84,5m</b>	Gross tonnage: <b>11818mt</b>
Parallel body forward to mid point manifold ballast: <b>34,0m</b>		Net tonnage: <b>5914mt</b>
Parallel body aft to mid point manifold ballast: <b>50,0m</b>		Segregated ballast: <b>2131mt</b>
	Parallel body loaded: <b>94,4m</b>	Reduced gross tonnage: <b>9662mt</b>
Parallel body forward to mid point manifold loaded: <b>40,0m</b>		Summer DWT (Oil): <b>17000mt</b>
Parallel body aft to mid point manifold loaded: <b>50,0m</b>		Summer DWT: <b>18119mt</b>
	Bow to bridge: <b>121,2m</b>	Winter DW <sup>T</sup> : <b>17533mt</b>
Bridge front mid point manifold: <b>71,0m</b>		Normal ballast DWT: <b>8140mt</b>

## ENGINE & PROPULSION

Type: <b>Siemens Schottel Propulsion</b>	Max power: <b>5290kW 7200HP</b>	
Bow thruster: <b>Schottel</b>	Max power: <b>640kW 870HP</b>	
Rudder type: <b>POD</b>	Max rudder angle: <b>360deg</b>	
Propeller type: <b>Fixed</b>	Laden speed: <b>12,5kts</b>	Ballast speed: <b>13kts</b>



## CONTACT DETAILS

GSM: <b>+62812 68285887</b>	Owner: <b>PT. Humpuss Transportasi Kimia</b>
SAT: <b>+8707 7324 4214</b>	Address: <b>Gedung Granadi Lantai 6</b>
	<b>JL. H.R Rasuna Said Blok X-1 Kav. 8-9</b>
	<b>Jakarta 12950 INDONESIA</b>
Inm-C: <b>581-426582210</b>	Phone: <b>+62 2526080 / 2524114</b>
E-mail: <a href="mailto:griya.jawa@ipsignature3.net">griya.jawa@ipsignature3.net</a>	E-mail: <a href="mailto:fleet@htk.co.id">fleet@htk.co.id</a>

**Lampiran 1** : Hasil wawancara

Wawancara yang dilakukan oleh penulis adalah membahas tentang *diesel generator*. Adapun poin-poin yang ditanyakan antara lain :

1. Apa kemungkinan penyebab *diesel generator* susah di-start.
2. Dari kemungkinan yang telah disebutkan, masalah apa yang kira-kira paling sering terjadi pada *diesel generator*?
3. Faktor apa saja yang ikut mendukung terjadinya masalah tersebut?
4. Cara apa saja yang digunakan dalam mengatasi masalah tersebut?

Berikut ini adalah hasil wawancara penulis dengan KKM di kapal MT. GRIYA JAWA :

Penulis :*"mohon ijin bas, saya mau tanya. Mengapa diesel generator-nya kok susah di-start ya ?"*

KKM :*"biasanya sih, gara-gara fuel injection pump-nya kotor. Rack-nya jadi keras. Rack itu kan fungsinya buat mengatur suplai bahan bakar yang akan dipompakan ke fuel injection valve"*

penulis :*"apa cuma gara-gara itu saja bas ? kalau fuel injection valve-nya mampet, bagaimana ?"*

KKM :*" ya bisa juga. Masalahnya bahan bakar yang dipakai jenisnya M.F.O. M.F.O kan bentuknya kental, nggak seperti M.D.O. makanya, M.F.O itu harus dipanaskan dulu.jadi kalau dingin, wujudnya jadi keras seperti kerak"*

Penulis :*"memangnya diesel generator di kapal bas sebelumnya juga pernah ada masalah ini ?"*

KKM :*"ya ada. Malah lebih sering dari ini. Kalau yang ini start-nya masih lumayan gampang. Kalau di kapal saya kemarin, semua rack-nya harus ditekan-tekan baru bisa start."*

Penulis : *"jadi, rack-nya itu ditekan biar bahan bakar yang masuk jadi lebih banyak ya ?"*

KKM : *"iya, makanya kalau start generator, minimal harus 2 orang."*

Penulis : *"wah, kalau begitu kan jadi repot bas. Lalu, kotoran di fuel injection valve dari mana ?"*

KKM : *"asalnya ya dari bahan bakar itu sendiri. Memang sih ada purifier dan filter, tapi itu nggak 100% menghilangkan kotoran. Tergantung jenis bahan bakarnya"*

Penulis : *"memangnya M.F.O itu ada jenisnya ya bas ?"*

KKM : *"ya ada. Ada yang low sulfur, ada yang tipe 180,380,500,700. Tapi yang dipakai di kapal M.F.O 380."*

Penulis : *"kalau misalnya diesel generator pakai bahan bakar standar kemudian yang di suplai berbeda jenis, bagaimana ?"*

KKM : *"kalau begitu ya mesinnya yang kasihan. Bisa-bisa malah jadi tambah kotor."*

Penulis : *"lalu, bagaimana cara mencegahnya, bas ?"*

KKM : *"sebaiknya ya tidak usah diterima kalau bahan bakar yang disuplai jenisnya berbeda. Tapi bisa saja kita orang kapal mengajukan complain ke kantor. Nanti dari kantor diteruskan ke bunker supplier."*

Penulis : *"oh, begitu ya bas. Lalu bagaimana tindakan selanjutnya yang harus dilakukan ?"*

KKM : *"simpelnya, fuel injection pump dan fuel injection valve-nya harus dibongkar buat dibersihkan. Tapi, cara membersihkannya juga harus benar dan teliti. Takutnya kalau tidak teliti bakal sia-sia. Soalnya bongkarnya itu nggak gampang lho. Mungkin butuh waktu 3-4 hari."*

Penulis : *"baik bas. Terima kasih atas waktu dan ilmunya. Saya jadi mendapat pengetahuan baru. Semoga tidak ada masalah berat lagi selama di kapal."*

KKM : *"iya. Sama-sama."*

Lampiran 5 : Spesifikasi bahan bakar M.F.O 380

Shell Sales Grade	Unit	Test Method	MFO A30	MFO B30	MFO D80	MFO E180	MFO F180	MFO G380	MFO H380	MFO 500	MFO K700
ISO Grade Name			RMA 30	RMB 30	RMD 80	RME 180	RMF 180	RMG 380	RMH 380		RMK 700
Property	Unit	Test Method	Spec Limit								
Viscosity at 50°C	Max. mm <sup>2</sup> /s	ISO 3104	30	30	80	180	180	380	380	500	700
Density at 15°C	Max. kg/m <sup>3</sup>	ISO3675 or ISO12185	975	981	985	991	991	991	991	1010	1010
Water	Max. % (v/v)	ISO 3733	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Flash Point (PMCC)	Min. °C	ISO 2719(B)	60	60	60	60	60	60	60	60	60
Pour Point Winter Quality Summer Quality	Max. °C	ISO 3016	0 6	24	30	30	30	30	30	30	30
Sulphur*	Max. % (m/m)	ISO 8754	3.5 1.5	3.5 1.5	4.0 1.5	4.5 1.5	4.5 1.5	4.5 1.5	4.5 1.5	4.5 1.5	4.5 1.5
Carbon Residue, (Microcarbon)	Max. % (m/m)	ISO 10370	10	10	14	15	20	18	22	22	22
Cleanliness and Stability (Total Sediment) -After Treatment (Potential)	Max. % (m/m)	ISO10307-2	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Ash	Max. % (m/m)	ISO 6245	0.1	0.1	0.10	0.10	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Aluminium plus Silicon	Max. mg/kg	ISO 10478	80	80	80	80	80	80	80	80	80
Vanadium	Max. mg/kg	ISO 14597	150	150	350	200	500	300	600	600	600
Strong Acid Number	Max. mg KOH/g	ISO 6618	Nil								
Zinc	Max. mg/kg	IP 501	15	15	15	15	15	15	15	15	15
Phosphorus	Max. mg/kg	IP 501	15	15	15	15	15	15	15	15	15
Calcium	Max. mg/kg	IP 501	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Acid Number	Max. mg KOH/g	ISO 6619	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
Cleanliness and Stability (Total Sediment) -Before Treatment (Existent)	Max. % (m/m)	ISO10307-1	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Differential, Total Sediment (Potential minus Existent)		Calc	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05

\*The above fuel qualities are also offered as low sulphur grades that meet SECA requirements.

Lampiran 6 : Spesifikasi bahan bakar rekomendasi pada buku manual

Quality Criteria		Direct burning fuel oil	---	200sec.Oil	1,500sec.Oil	3,500sec.Oil	7,000sec.Oil
Viscosity	at 50 °C	cSt	3 ~ 8	< 30	< 180	< 380	< 700
	R.W.No.1 at 100°F	sec.	37 ~ 58	< 200	< 1500	< 3500	< 7000
Property critical value	Specific gravity at 15/4 °C		< 0.86	< 0.991	< 0.991	< 0.991	< 0.991
	Flash point	°C	> 60	> 60	> 60	> 60	> 60
	Residual carbon	mass.%	< 0.7	< 10	< 15	< 18	< 22
	Sulfur content	mass.%	< 1.0	< 3.5	< 5	< 5	< 5
	Ash content	mass.%	---	< 0.10	< 0.10	< 0.15	< 0.20
	Moisture content	vol.%	< 0.1	< 0.5	< 1.0	< 1.0	< 1.0
	Vanadium	ppm	---	< 150	< 300	< 500	< 600
	Sodium	ppm	---	< 30	< 40	< 100	< 200
	Aluminum	ppm	---	< 30	< 30	< 30	< 30
	Diesel index		(Cetane no. of > 45)	> 30	> 25	> 20	> 15
Quality criteria equivalent fuel oil	ISO	DMBorDMA	RMB10	RME25	RMG35	RMH55	
	CIMAC	---	CIMAC B10	CIMAC E25	CIMAC G35	CIMAC H55	
	BSI	---	(M4)	(M6)	(M7)	M9	
	JIS	M.D.O.	I.F.O.	H.F.O. (heavy fuel oil)			

Note: M.D.O. = marine diesel oil; I.F.O. = intermediate fuel oil

**Lampiran 7 :** Jadwal perawatan *fuel injection pump* di buku manual

Div.	Part to Be Checked	Nature of Service	Checking Servicing Cycle (hrs.)				
			3 mo. or 1,000 ~ 1,500	3 mo. or 2,000 ~ 2,500	1 yr. or 4,000 ~ 5,000	2 ~ 3 yr. or 8,000 ~ 10,000	5 yr. or 16,000 ~ 20,000
Major Moving Parts	Fuel feed pump, lub. oil pump, & cold water pump driving intermediate gear.	Check of tooth bearing & backlash				○	
		Disassembly, check & measurement of bearing				○	
		Check of gear mounted shaft tightening force				○	
Gov. Gear	Governor	Change of hydraulic fluid	*	○			
		Disassembly & check				○	
Gov. Gear	Governor driving gear	Disassembly & check of tooth bearing & bearing				○	
Fuel Oil System	Fuel injection pump	Check of injection timing		○			1st time: 300 - 500
		Check of deflector & replacement		○			
		Disassembly, cleaning & check			○		
	Fuel feed pump	Disassembly & check			○		
		Replacement of oil seal			○		
F.O.control & stop air piston		Replacement of o-ring				○	

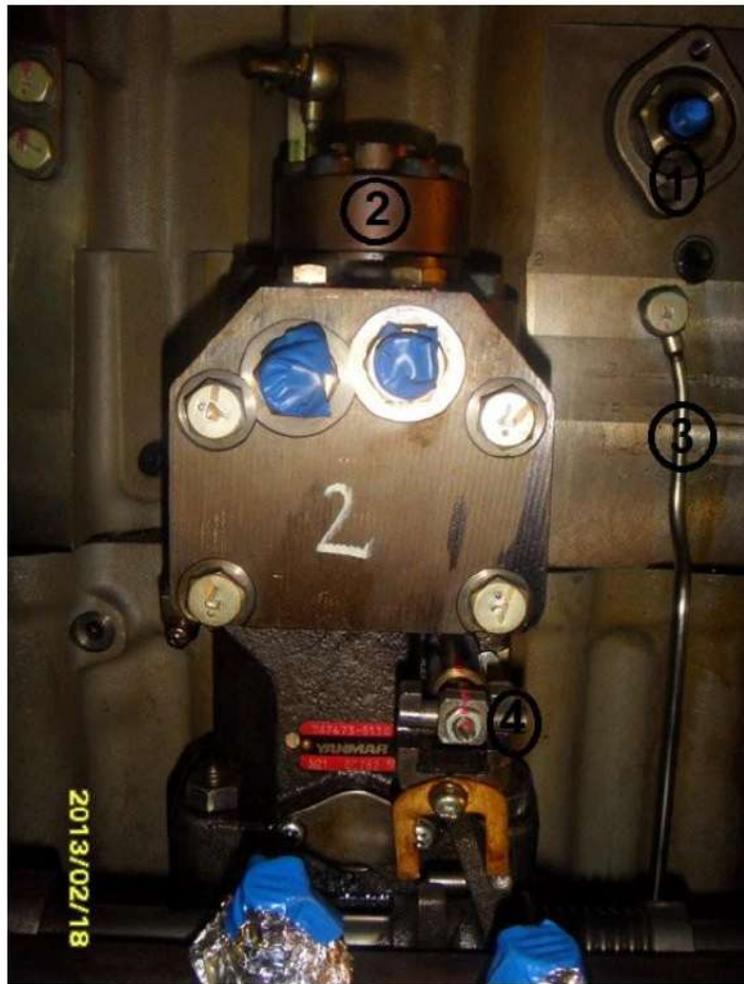
Lampiran 2 : *Rack pada diesel generator*



Keterangan Gambar :

1. Pipe Over Flow
2. Injection Pipe Joint
3. Bolt
4. Pipe Over Flow
5. Body Engine

Lampiran 3 : *Fuel injection pump no. 2*



Keterangan Gambar :

1. Injection Pipe Joint
2. Plunger barrel

