

**ANALISIS MENINGKATNYA TEMPERATUR GAS BUANG  
MESIN INDUK DI KAPAL M.V WAN HAI 313**



**HARIANTO  
NIT. 18.42.118  
TEKNIKA**

**PROGRAM PENDIDIKAN DIPLOMA IV PELAYARAN  
POLITEKNIK ILMU PELAYARAN MAKASSAR  
TAHUN 2023**

**ANALISIS MENINGKATNYA TEMPERATUR GAS BUANG  
MESIN INDUK DI KAPAL M.V WAN HAI 313**

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Menyelesaikan  
Program Pendidikan Diploma IV Pelayaran

Program Studi Teknika

Disusun dan Diajukan oleh

HARIANTO  
NIT.18.42.118

**PROGRAM PENDIDIKAN DIPLOMA IV PELAYARAN  
POLITEKNIK ILMU PELAYARAN MAKASSAR  
TAHUN 2023**

# SKRIPSI

## ANALISIS MENINGKATNYA TEMPERATUR GAS BUANG MESIN INDUK DI KAPAL M.V WAN HAI 313

Disusun Dan Di Ajukan Oleh:

HARIANTO

NIT : 18.42.118

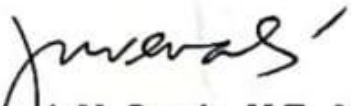
Telah Dipertahankan Di Depan Panitia Ujian Skripsi


Pada Tanggal, 28 November 2022

Menyetujui,

Pembimbing I

Pembimbing II

  
Paris J. M. Senda, M.T., M.Mar.E  
NIP. 19680529 200212 1 001

  
Mahadir Sirman, S.T., M.T  
NIP. 19820527 200812 1 002

Mengetahui:

a.n Direktur  
Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar  
Pembantu Direktur I

Ketua Program Studi Teknika

  
  
Capt. Irfan Faouz, M.M  
NIP. 19730908 200812 1 001

  
Abdul Basir, M.T., M.Mar.E  
NIP. 19681231 199808 1 001

## PRAKATA

Dengan segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, atas berkah dan rahmatnya-lah sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul **“ANALISIS MENINGKATNYA TEMPERATUR GAS BUANG MESIN INDUK DI KAPAL M.V WAN HAI 313”** tepat pada waktunya.

Penulisan skripsi ini disamping sebagai wadah untuk menuangkan pengalaman-pengalaman dan pengamatan penulis selama melaksanakan praktek laut juga merupakan tugas akhir yang diajukan sebagai persyaratan sebelum melaksanakan pendidikan praktek laut (PRALA). Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan baik dari segi tata bahasa, susunan kalimat, teknik penulisan dan pembahasan materi skripsi. Oleh karena itu, penulis mengharapkan adanya masukan berupa kritikan dan saran dari pembaca yang sifatnya membangun demi kesempurnaan dalam penyusunan skripsi ini penulis berusaha menguraikan semaksimal mungkin pengetahuan yang telah didapat sejak di bangku kuliah.

Adapun kesulitan yang dialami penulis selama melakukan penyusunan skripsi ini dapat teratasi berkat bantuan dan bimbingan dari semua pihak baik berupa material maupun moril.

Untuk itu pada kesempatan ini perkenankan saya sebagai penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Bapak Capt. Sukirno, M.M..Tr., M.Mar. Selaku Direktur Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.
2. Bapak Abdul Basir, M.T., M.Mar.E. Ketua Program Studi Teknika
3. Bapak Paris J. M. Senda, M.T., M.Mar.E. Selaku pembimbing I
4. Bapak Mahadir Sirman, S.T., M.T. Selaku pembimbing II
5. Segenap Dosen dan Staf Pembina Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.

6. Bapak/ibu Personalia PT. ACAK SAMUDERA INDONESIA yang telah memberikan peluang dan penyediaan sarana dalam melakukan praktek laut.
7. Nahkoda, KKM, serta seluruh Crew MV. WAN HAI 313
8. Ayahanda, Ibunda dan adek tercinta Yang Telah Mendukung Saya Secara Moril Dan Material.
9. Rekan-rekan Taruna/i Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar yang telah membantu dalam penulisan skripsi ini, khususnya angkatan XXXIX.

Tulisan ini masih jauh dari kesempurnaan karena keterbatasan pengetahuan dan pengalaman penulis. Untuk itu, kritik dan saran yang konstruktif dari berbagai pihak tetap penulis harapkan. Dengan demikian harapan penulis semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi penulis sendiri maupun pembaca serta rekan - rekan taruna Program Studi Teknika.

Makassar, 28 November 2022



HARIANTO

## PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Nama : HARIANTO  
Nomor Induk Taruna : 18.42.118  
Program Studi : Teknika

Menyatakan bahwa judul skripsi :

**ANALISIS MENINGKATNYA TEMPERATUR GAS BUANG MESIN  
INDUK DI KAPAL M.V WAN HAI 313**

Kecuali tema dan kutipan yang saya gunakan untuk mendukungnya, semua konsep dalam skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri.

Jika pernyataan di atas terbukti tidak benar, saya bersedia menanggung hukuman yang dijatuhkan oleh Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.

Makassar, 28 November 2022



NIT.18.42.118

## ABSTRAK

HARIANTO, Analisis Meningkatnya Temperatur Gas Buang Mesin Induk Di Kapal M.V Wan Hai 313 (Dibimbing Oleh Paris J. M. Senda Dan Mahadir Sirman).

Injektor merupakan salah satu bagian dari mesin utama yang sangat penting untuk membantu proses pembakaran pada motor diesel. Tujuan injektor adalah untuk menyemprotkan bahan bakar sebelum disemprotkan ke dalam silinder oleh nosel injektor melalui pompa *Bosch* yang menghasilkan tekanan. Injektor yang tidak berfungsi akan menyebabkan mesin bekerja dengan buruk, menyebabkan asap keluar dari knalpot, dan meningkatkan penggunaan bahan bakar.

Pengabutan (*fogging*) injektor sangat penting untuk pembakaran, dan *fogging* yang buruk dapat mengakibatkan pembakaran tidak sempurna di ruang bakar, mengurangi tenaga mesin dan menaikkan suhu gas buang. Cara terbaik untuk menangani penyempitan lubang *nozzle* adalah dengan melakukan inspeksi, perawatan rutin, dan perbaikan yang harus dilakukan secara akurat dan menjaga kebersihan bagian yang dibongkar, tidak boleh berserakan di meja kerja tetapi ditempatkan di tempat yang aman. tempat tertentu yang dianggap sesuai, dan sebelum dipasang kembali ke meja kerja. Komponen-komponen tersebut harus terlebih dahulu dibersihkan, dicuci, dan diolesi minyak. Pastikan lubang *nozzle* tidak ada lagi yang mengalami penyempitan. Pastikan bukaan *nozzle* tidak mengecil. Pemeriksaan, pengecekan, dan perawatan harus dilakukan dengan memeriksa jam kerja injektor (sampai 3000 jam kerja), yang harus disesuaikan dengan instruksi manual, dan dengan melakukan pemeriksaan lokal pada *manometer* atau langsung pada monitor di ruang kontrol.

Pada penelitian ini MV. Wan Hai 313 dijadikan tempat penelitian dari perusahaan *Wan Hai Lines LTD* selama satu tahun. Mengenai informasi yang diperoleh dari lokasi penelitian secara langsung melalui observasi subjek penelitian, dokumentasi, dan literatur yang berkaitan dengan judul skripsi ini. Metode analisis deskriptif digunakan untuk mengkaji sumber data.

Temuan penelitian menunjukkan bahwa penuangan bahan bakar di ujung *nozzle* dan mengecilnya lubang *nozzle* menjadi penyebab naiknya suhu gas buang mesin utama kapal MV.Wan Hai 313.

Kata kunci: Bahan Bakar, Pompa Tekanan, Injektor, Dan Gas Buang.

## **ABSTRACT**

HARIANTO, *Analysis of Temperatur Rising Parent Engine Exhaust on ship M.V Wan Hai 313* (supervised by Paris J. M. Senda And Mahadir Sirman)

The injector is one part of the main engine which is very important to help the combustion process in a diesel motor. The purpose of the injector is to inject fuel before it is sprayed into the cylinder by the injector nozzle via a pressure-generating Bosch pump. A malfunctioning injector will cause the engine to run poorly, cause smoke to escape from the exhaust, and increase fuel consumption.

Injector fogging is essential for combustion, and poor fogging can result in incomplete combustion in the combustion chamber, reducing engine power and raising exhaust gas temperatures. The best way to deal with narrowing of the nozzle hole is to carry out inspections, routine maintenance, and repairs that must be carried out accurately and maintain the cleanliness of the disassembled parts, should not be scattered on the workbench but placed in a safe place. certain places deemed appropriate, and before being reassembled to the workbench. These components must first be cleaned, washed, and smeared with oil. Make sure the nozzle hole is no longer narrowed. Make sure the nozzle opening does not shrink. Inspection, checking, and maintenance should be carried out by checking the working hours of the injectors (up to 3000 working hours), which must be adjusted according to the instruction manual, and by performing local checks on the manometer or directly on the monitor in the control room.

In this study, MV. Wan Hai 313 was used as the research site of the Wan Hai Lines LTD company for almost a year. Regarding the information obtained from the research location directly through the observation of research subjects, documentation, and literature related to the title of this thesis. Descriptive analysis method was used to examine the data sources.

The research findings indicate that the pouring of fuel at the tip of the nozzle and the narrowing of the nozzle hole is the cause of the increase in the exhaust gas temperature of the main engine of the MV.Wan Hai 313 ship.

*Keywords: Fuel, Pressure Pump, Injector, And Exhaust Gas.*



## DAFTAR ISI

	Halaman
PRAKATA	iii
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	v
ABSTRAK	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Rumusan Masalah	3
C. Tujuan Penelitian	3
D. Manfaat Penelitian	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
A. Pengertian Injektor	4
B. Bagian-Bagian Injektor	5
C. Jenis-Jenis <i>Nozzle</i>	10
D. Cara Kerja Injektor	13
E. Persyaratan Pengabutan Pada Injektor	14
F. Proses Pengabutan	15
G. Sistem Pemasukan Bahan Bakar	17
H. Persyaratan Untuk Menghasilkan Pembakaran Yang Sempurna	19
I. Proses Terjadinya Pembakaran Di Dalam Silinder	20

J.Kerangka Pikir	24
K.Hipotesis Penelitian	25
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b>	
A. Tempat Dan Waktu Penelitian	26
B. Metode Pengumpulan Data	26
C. Jenis dan Sumber Data	27
D. Metode Analisis	27
E. Jadwal Penelitian	27
<b>BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN</b>	
A. Sejarah singkat M.V Wan Hai 313	29
B. Data injektor	30
C. Penjelasan tentang cara kerja injektor pengabutan langsung	35
D. Analisa	38
E. Pembahasan	39
<b>BAB V PENUTUP</b>	
A. Kesimpulan	43
B. Saran	43
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	44
<b>LAMPIRAN</b>	46
<b>RIWAYAT HIDUP PENULIS</b>	52

## DAFTAR TABEL

Nomor		Halaman
2.1	Kerangka Pikir	24
3.1	Jadwal Penelitian	28
4.1	Data Injektor Mv. Wan Hai 313	30
4.2	Kondisi Injektor Normal	32
4.3	Kondisi Injektor Terjadi Penyempitan	33
4.4	Kondisi Injektor Yang Bahan Bakarnya Menetes	34
4.5	Sebelum Perawatan Injektor	37
4.6	Sesudah Perawatan Injektor	42

## DAFTAR GAMBAR

Nomor	Halaman
2.1. Injektor	5
2.2. <i>Nozzle Needle</i>	6
2.3. <i>Nozzle Injector</i>	6
2.4. <i>Control Rack</i>	8
2.5 Bagian-bagian Injektor	9
2.6 Jenis-jenis <i>Nozzle</i>	11
2.7 Injeksi tidak langsung ( <i>pre-combustion chamber</i> )	11
2.8 Injeksi langsung ( <i>direct combustion</i> )	12
2.9 Sebelum Injeksi	13
2.10 Penginjeksian Bahan bakar	13
2.11 Akhir Penginjeksian	15
2.12 Sistem Aliran Bahan bakar	17
2.13 Alur <i>Treatment</i> Bahan bakar	19
2.14 Segitiga Api	19
2.15 Siklus Diagram P-v mesin	21
2.16 Siklus Mesin diesel 4 Tak	23
2.17 Komponen Injektor	31

## DAFTAR LAMPIRAN

Nomor		Halaman
1	Alat <i>test</i> Injektor Mesin Induk	46
2	Letak Injektor Di Mesin Induk	47
3	Injektor	48
4	Bagian - Bagian Injektor	49
5	<i>Manual Book</i> Injektor	50
6	<i>Log Book Engine Room</i>	51

# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang Masalah

Sebuah jenis mesin pembakaran internal, karakteristik utama mesin diesel yang membedakannya dari mesin pembakaran lainnya adalah bagaimana bahan bakar dibakar. Menurut Jusak Johan Handoyo (2015) “menulis buku yang menyatakan bahwa bentuk utama tenaga penggerak kapal adalah mesin diesel menjelaskan bahwa sistem mesin pembakaran, yang biasa dikenal sebagai mesin diesel, adalah pesawat yang menerjemahkan energi potensial panas menjadi energi mekanik dengan segera”. Udara dikompresi oleh piston, yang berayun bolak-balik di dalam silinder, meningkatkan suhu dan tekanan. Bahan bakar kemudian diatomisasi ke dalam ruang bakar karena bahan bakar yang diatomisasi oleh nosel akan terbakar secara spontan pada suhu dan tekanan yang sangat tinggi. (*compression ignition engines*) dan piston didorong oleh proses ekspansi. Batang piston mentransfer daya poros engkol dari piston, dan kedua poros engkol mengubah gerak translasi piston menjadi gerak berputar.

Rudolf Christian Karl Diesel adalah orang yang mengembangkan mesin diesel. Rudolf lahir pada tanggal 18 Maret 1858, di Paris dan lebih dikenal dengan nama panggunanya Rudolf Diesel. Di kapal, mesin penggerak utama juga merupakan mesin diesel. Kehadiran motor diesel di kapal sangat penting karena tujuan penggunaan motor diesel adalah untuk pengoperasian pelayaran yang mudah. Udara merupakan salah satu penunjang untuk menghidupkan mesin diesel. Udara dari kompresor udara dan bejana udara digunakan untuk menghidupkan mesin utama di kapal, yaitu mesin diesel 4-tak dan 2-tak (*air reservoir*). Menurut SOLAS, mesin yang dijalankan langsung tanpa

roda gigi reduksi (*gearbox*) harus dihidupkan 12 kali tanpa mengisi ulang, namun mesin dengan kotak roda gigi hanya dapat dihidupkan enam kali. Tekanan kerja untuk *start* ini dimulai pada tekanan 25 hingga 30 bar. Udara keluaran kompresor ditampung dalam tabung bertekanan dengan tutup tekanan kerja 30 bar. Sebelum mencapai *reservoir* udara primer, untuk memastikan bahwa hanya udara kering yang masuk ke dalam tabung, udara harus terlebih dahulu melewati separator untuk menghilangkan air atau minyak pelumas yang masuk melalui proses kondensasi. Katup udara start adalah salah satu bagian pendukung dari instalasi udara *start*. Ini berfungsi sebagai saluran udara terkompresi yang menggerakkan piston dari Titik Mati Atas (TMA) ke Titik Mati Bawah (TMB), memungkinkan mesin diesel menghasilkan pembakarannya sendiri.

Menurut (Abiding 2011) “Salah satu jenis katup gas buang, yang terdapat pada motor diesel 4 dan 2 tak, berfungsi sebagai jalur udara untuk memungkinkan gas pembakaran keluar dari ruang kompresi. Katup buang adalah katup yang mengeluarkan gas hasil pembakaran dari mesin dengan cara membuka dan menutup manifold buang”. Menurut (Manen 1997) “Gas buang didefinisikan sebagai gas buang yang dihasilkan dari pembersihan primer”. Pada mesin diesel dua langkah atau empat langkah, katup buang adalah salah satu katup. Katup ini dapat mentolerir suhu buang yang tinggi dan benturan logam-ke-logam karena kondisi fungsinya yang terorganisir secara mekanis. Katup terdiri dari cephalad dengan batang yang menonjol di satu sisi dari pusat cakram cephalic. tepi samping kepala katup yang berjarak 45° atau 30° dari batang katup. Selain itu, katup jok memiliki lubang untuk aliran air pendingin.

Akibat gangguan pengoperasian katup gas buang, RPM mesin utama (*Revolutions Per Minute*) harus tiba-tiba diturunkan karena suara dentuman, dan temperatur gas buang meningkat. Ada sejumlah

penyebab potensial untuk suhu yang tidak normal dan suara dentuman, seperti kerusakan pada aktuator, keausan spindel, dan kerusakan pada katup satu arah. Itu perlu memeriksa mesin utama karena berhenti berjalan sementara.

Namun dalam prakteknya sering terjadi gangguan atau kerusakan mesin, untuk memenuhi tugasnya dalam mengendalikan kapal, mekanik kapal harus mampu dan tanggap. Penting untuk mengambil tindakan yang tepat untuk mengenali dan menanggapi setiap potensi gejala kerusakan mesin awal. Untuk itu penulis tertarik memilih judul "***Analisis Meningkatnya Temperatur Gas Buang Mesin Induk Di Kapal M.V Wan Hai 313***"

## **B. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang diatas maka masalah pokok menjadi rumusan masalah apa yang menyebabkan suhu gas buang naik di mesin utama.

## **C. Tujuan Penelitian**

1. Mengetahui pengaruh meningkatnya suhu gas buang mesin induk
2. Mengetahui sistem perawatan mesin induk di kapal

## **D. Manfaat Penelitian**

1. Manfaat Teoritis

Sebagai kelebihan pengetahuan masinis agar lebih waspada terhadap gangguan atau kerusakan agar segera diperbaiki agar tidak menghambat pelayaran.

2. Manfaat Praktis

Untuk memberikan gambaran umum kepada pembaca tentang bagaimana menangani kenaikan suhu gas buang di mesin utama sehingga mereka dapat dengan mudah melakukan atau menangani masalah jika terjadi gangguan saat bekerja di kapal.



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### A. Pengertian Injektor

Menurut (George 1995) “Injektor bertekanan 220 kg/cm<sup>2</sup> adalah alat yang mengubah bahan bakar menjadi bahan bakar”. Pompa bahan bakar, juga dikenal sebagai pompa *Bosch*, yang beroperasi dengan gerakan poros bubungan, digunakan untuk mengaburkan injektor. Pompa *Bosch* menekan bahan bakar hingga tekanan 220 kg/cm<sup>2</sup> atau bahkan lebih tinggi karena setiap jenis dan merek mesin memiliki tekanan operasi yang berbeda. Ini menekan musim semi. Ketika bahan bakar mencapai injektor, itu mengangkat spindel atau jarum nosel, memungkinkan bahan bakar melewati perforasi dan masuk ke silinder sebagai atom.

Kondisi berikut harus dipenuhi agar proses pembakaran penuh terjadi di dalam silinder seperti yang diamati dari sisi injektor :

1. Tingkat atomisasi bahan bakar.
2. Temperaturnya cukup tinggi untuk mencapai pembakaran bahan bakar-udara yang sempurna.
3. Kecepatan relatif cepat antara partikel bahan bakar dan udara.
4. Pencampuran partikel udara dan bahan bakar yang efektif.

Untuk menyempurnakan fungsi injektor, secara alami dengan fitur yang berbeda, termasuk injektor lubang tunggal dan lubang ganda, untuk mengoptimalkan fungsi injektor. Injektor ini hadir dalam varian *pintle* dan *trotle* dan dapat digunakan dengan cara apa pun. Antara lain, sifat injektor ini adalah sebagai berikut. Berbagai injektor seperti yang disebutkan sebelumnya memiliki sifat dan karakteristik atomisasi yang bervariasi. Pemilihan fungsi penggunaannya tergantung pada proses pembakaran, yang dikendalikan oleh bentuk ruang bakar. Prosedur

*fogging* (lubang tunggal) sangat baik tetapi memerlukan tekanan pompa injeksi yang tinggi. *Fogging* (Pengabutan) juga sangat baik dengan injektor multi-lubang. Injeksi langsung adalah penggunaan yang sempurna untuk injektor ini. Untuk motor diesel dengan ruang bakar yang memiliki ruang bakar, ruang depan, dan ruang pusar (*turbulent*), serta Tipe Lanova, injektor dengan model pin, seperti injektor model pin, model trottle, dan model pintle ini lebih cocok. Injektor pada mesin diesel bekerja untuk mentransfer bahan bakar ke dalam silinder di dekat akhir langkah kompresi ketika piston berada antara 18 dan 22 derajat sebelum TMA. Pada titik ini, *nozzle* (komponen injektor) akan bekerja untuk menyemprotkan bahan bakar secara terus menerus dan teratur dalam bentuk kabut tanpa cacat. Untuk meningkatkan efisiensi injektor dalam mekanisme, bagian pendukung.

Gambar 2.1 *Injector*



Sumber : Mv. Wan Hai 313

## **B. Bagian-Bagian Injektor**

Ketepatan proses pembakaran di dalam silinder sangat dipengaruhi oleh injektor sebagai alat penyemprot bahan bakar. Selain itu, injektor mengandung komponen penting :

### 1. *Nozzle needle* (Jarum Pengabut)

Jarum *atomizer* mengatur berapa banyak bahan bakar yang akan diatomisasi melalui *nozzle*-nya. Pegas penutup menekan jarum penyemprot terhadap bidang penutup pada tekanan yang dapat disesuaikan melalui baut tekanan. Gaya pada bidang kerucut dihasilkan oleh tekanan minyak. Berlawanan dengan aksi pegas penutup, komponen aksial gaya mengangkat jarum.

Gambar 2.2 *Nozzle needle*



Sumber : Ikhvan, Rosulla Nur Ardhy (2022)

### 2. *Nozzle* (Mulut Pengabut)

Bahan bakar diatomisasi dan dimasukkan ke dalam ruang bakar melalui mulut alat penyemprot. Tekanan dikurangi dan jarum ditempatkan kembali pada bidang penutup setelah penyemprotan selesai. Jarum cek dapat digunakan untuk mengamati bagaimana jarum penyemprot membuka dan menutup. Dalam mode penyemprotan ini, pompa bensin harus segera menyala jika penyemprotan harus dimulai, dan harus segera berhenti jika penyemprotan harus dihentikan.

Gambar 2.3 *Nozzle injector*



Sumber: Ikhvan, Rosulla Nur Ardhy (2022)

3. *Spindel* (alat penekan jarum)

Sebuah penekan jarum digunakan untuk menekan jarum ke dalam lubang injektor selama proses pengabutan (*fogging*). Karena tekanan tinggi dan rendah dalam injektor ditentukan di sini, perangkat tekanan jarum ini sangat penting untuk proses injeksi.

4. *Lock Nut* (Mur pengaman)

Injektor diesel praktis sebagai ukuran keamanan untuk memastikan bahwa komponen injektor tidak berubah saat bahan bakar disuntikkan.

5. *Adjusting Screw* (baut penyetel)

Mur pengaman digunakan untuk mengatur posisi mur pengaman di dalam injektor dan sangat penting untuk menstabilkan sisa injektor. Mur pengaman terletak di atas baut penyetelan, yang mengontrol gaya dan tekanan semprotan injektor.

6. *Spring* (pegas)

Dalam hal ini, pegas berguna untuk mengatur elastisitas injektor selama injeksi bahan bakar sehingga perangkat tekanan jarum dapat kembali ke posisi semula dan digunakan untuk memodifikasi kekuatan injeksi bahan bakar.

7. *Spindle* (Penekan Jarum)

Selama proses *fogging*, jarum dimasukkan menggunakan needle depressor ke dalam lubang injektor. Tekanan tinggi dan rendah injektor ditentukan oleh perangkat tekanan jarum ini, yang sangat penting untuk proses injeksi.

8. *Spring retainer* (Penahan pegas)

Spindel ditahan di tempatnya oleh penahan pegas, yang bertindak sebagai penghubung antara pegas dan spindel.

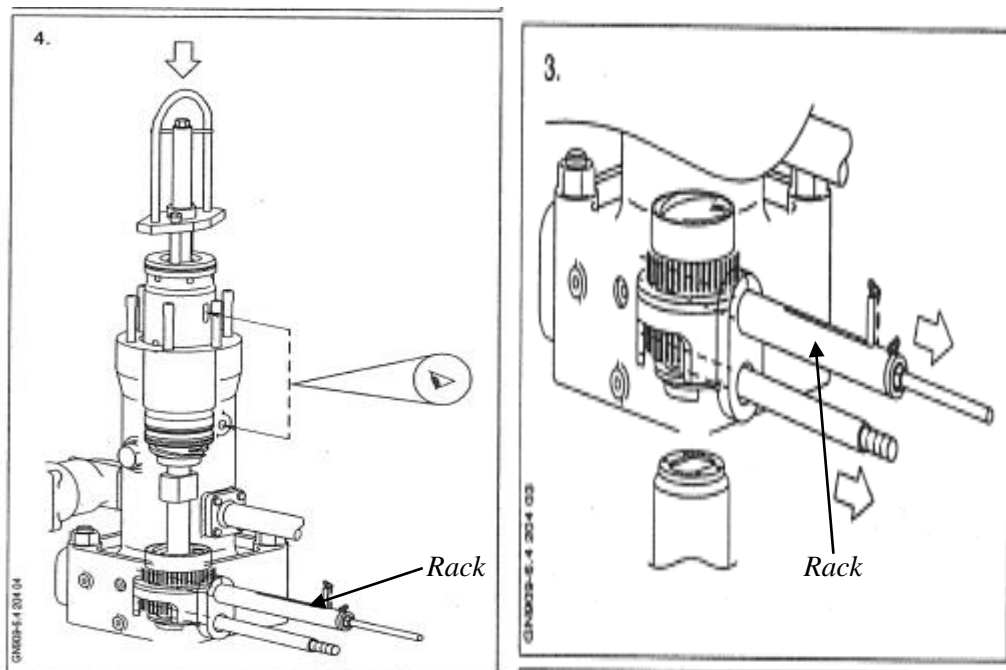
9. Katup ventilasi udara (Katup pembuangan)

Katup buang digunakan untuk membuang udara yang tersisa dari sistem sebelum dimasukkan ke injektor.

## 10. *Control Rack*

Fungsi *control rack* adalah untuk mengatur jumlah bahan bakar yang disalurkan ke injektor, di dalam penginjeksian bahan bakar harus sama dengan beban mesin, makin besar beban mesin maka jumlah bahan bakar yang disalurkan makin bertambah begitupun sebaliknya.

Gambar 2.4 *Control rack*



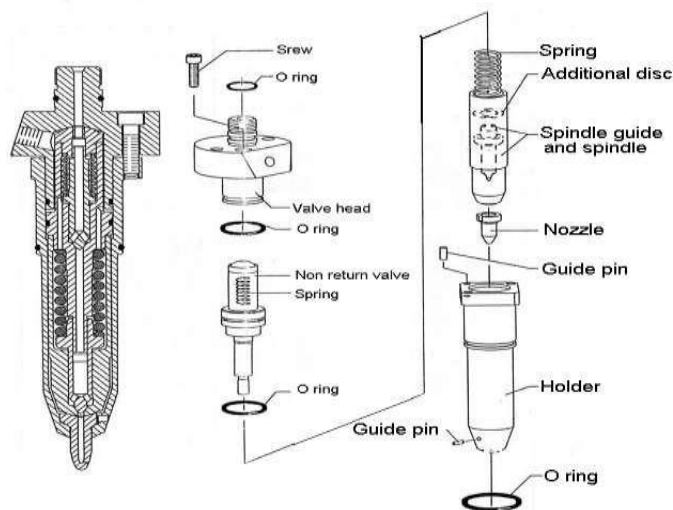
Sumber : *Manual Book*

Keingintahuan pembaca tergugah oleh pentingnya peran injektor dalam mesin diesel utama, yang mendukung kelancaran operasi kapal. Untuk membantu pembaca mempelajari lebih mudah, definisi istilah yang digunakan akan diberikan di bawah ini :

- a. Injektor adalah alat yang digunakan untuk menyembrotkan bahan bakar yang diumpankan pada tekanan tinggi dari pompa bahan bakar ke dalam silinder.

- b. *Fogging* (Pengabutan) adalah proses penyemprotan bahan bakar melalui lubang kecil pada *nozzle* di bawah tekanan yang sangat tinggi dalam bentuk cairan.
- c. Pembakaran adalah reaksi kimia cepat yang menggabungkan panas, bahan bakar, dan udara yang dikompresi untuk menyebabkan ledakan di dalam silinder.
- d. Pompa bahan bakar atau *Bosch Pump* adalah pompa bahan bakar bertekanan tinggi yang mendorong bahan bakar dalam tekanan kompresi dan mengontrol aliran bahan bakar. Aliran bahan bakar dikendalikan oleh perantara yang menggerakkan plunger pompa bahan bakar.
- e. Kekentalan bahan bakar atau minyak disebut viskositas (*Viscosity*).
- f. Gas buang merupakan gas sisa yang juga mengandung panas hasil pembakaran serta CO<sub>2</sub> (13%), SO<sub>2</sub> (0,3%), O<sub>2</sub> (3%), H<sub>2</sub>O (5%), dan N<sub>2</sub> (77%).

Gambar 2.5 Bagian bagian injektor



Sumber : Ramansha, Jaya Wardana (2019)

### C. Jenis-Jenis Nozzle

Beberapa jenis injektor dengan berbagai karakteristik dan tujuan penggunaannya bervariasi tergantung pada proses pembakaran karena kemampuan kabut variabel dan karakteristik dari berbagai jenis injektor. Proses pembakaran dipengaruhi oleh bentuk ruang bakar. Fitur injektor dan jajaran model adalah sebagai berikut:

#### 1. Injektor berlubang

##### a. Injektor berlubang satu (*single hole*)

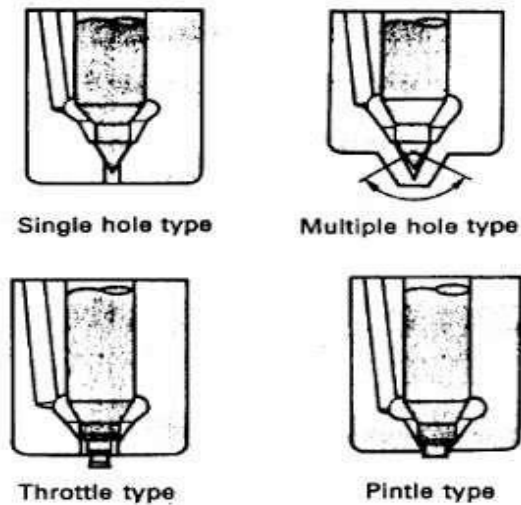
Injektor berlubang banyak (*multiple-hole injector*) adalah Proses atomisasi *single hole injector* cukup baik, tetapi membutuhkan tekanan pompa injeksi yang tinggi. Atomisasi injektor multi-lubang juga sangat baik. Penggunaan injektor ini pada *direct injector* sangat cocok (*direct injection*). Gaya khusus injektor multi-lubang ini digunakan di ruang bakar katup, ia memiliki nosel dengan ujung kerucut yang duduk dengan gaya injeksi langsung. lekukan pada dudukan katup. Ada sejumlah lubang yang dibor secara simetris di ujung badan katup. Diameter lubang bervariasi dari 0,2 hingga 0,4 mm. Jenis tekanan injeksi *nozzle* ini berkisar antara 150 hingga 300 kg/cm<sup>2</sup>. Ruang 2-4,5 mikron disediakan antara lubang pemandu (pada badan nosel) dan permukaan luar katup jarum untuk mencegah keausan nosel.

#### 2. Injektor model *pin* atau *throttle*

##### a. Injektor model *throttle*

b. Injektor dalam model *pintle* Untuk mesin diesel dengan ruang bakar yang memiliki ruang bakar, ruang depan, dan ruang pusar (turbulen), injektor model *throttle* dan model *pintle* lebih cocok. Injektor langsung dan injektor tidak langsung (*precombustion chamber*) adalah dua jenis injektor yang dapat digunakan dan ditempatkan secara bersamaan (injeksi langsung). Karena kedua metode injektor ini memiliki kelebihan dan kekurangan, keduanya sering digunakan.

Gambar 2.6 Jenis – jenis *Nozzle*



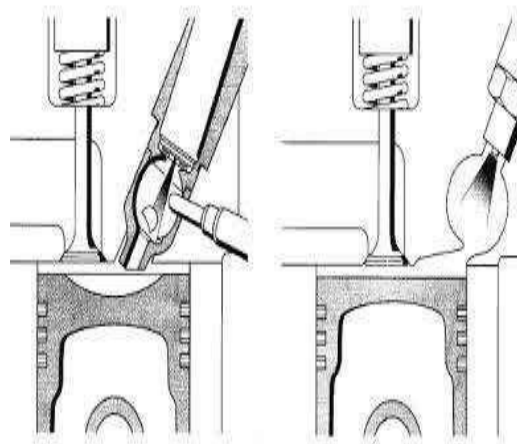
Sumber : Puji, Santoso (2019)

Injektor langsung dan tidak langsung berbeda dalam hal berikut:

a. Injektor tidak langsung ( *Precombustion chamber* )

Dalam desain ini, bahan bakar disemprotkan ke *advance chamber* atau *precombustion chamber (PC)* daripada langsung ke dalam silinder (*primary combustion chamber*), memungkinkan pembakaran menyebar ke ruang bakar utama.

Gambar 2.7 Injeksi tidak langsung (*Precombustion chamber*)



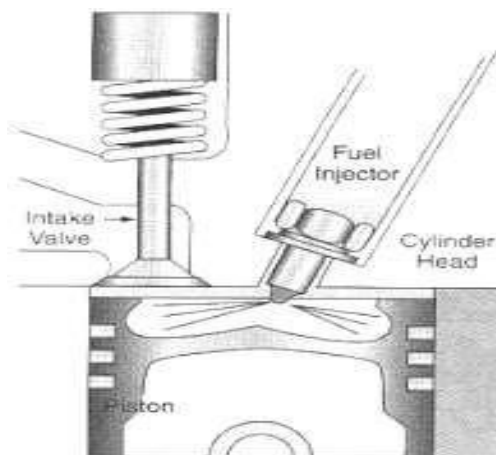
Sumber : Puji, Santoso (2019)



b. Injeksi langsung (*Direct injection*)

- 1) Agar proses pembakaran berlangsung bersamaan, injeksi langsung pada mesin diesel bekerja dengan menyemprotkan bahan bakar berupa kabut ke dalam silinder (ruang bakar). Injeksi langsung memiliki keuntungan sebagai berikut dibandingkan injeksi tidak langsung (*Precombustion*):
- 2) Sedangkan penggunaan bahan bakar *direct injection* lebih efektif, untuk *precombustion* yang lebih presisi.
- 3) Sementara respon mesin injeksi langsung (Percepatan) lebih unggul, umur komponen utama mesin *precombustion* lebih lama.
- 4) Mesin injeksi langsung memiliki waktu yang lebih mudah untuk memulai karena nosel pra-pembakaran tidak mudah kotor atau tersumbat.
- 5) Karena polusi udara yang lebih sedikit dan kapasitas pendinginan injeksi langsung yang lebih sedikit dengan *precombustion*, prosesnya lebih ramah lingkungan.
- 6) Injeksi langsung memiliki tenaga kuda yang lebih besar, namun pra-pembakaran berpotensi menggunakan bahan bakar yang lebih berat (lebih banyak energi).

Gambar 2.8 Injeksi langsung (*Direct combustion*)



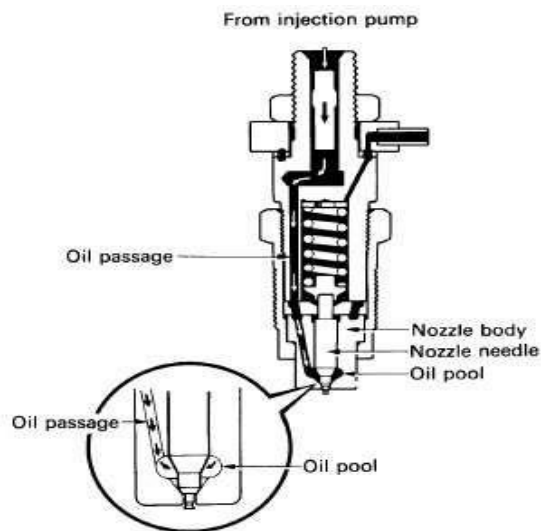
Sumber : Puji, Santoso (2019)

## D. Cara Kerja Injektor

Injektor beroperasi dengan cara yang dijelaskan di bawah ini:

### 1. Sebelum injeksi

Gambar 2.9 Sebelum Injeksi

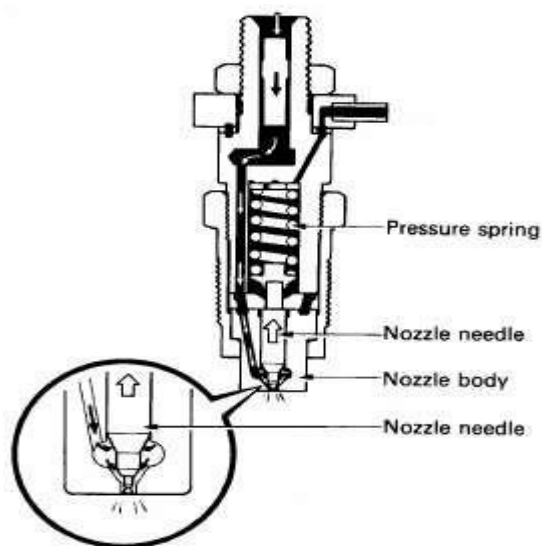


Sumber : Puji, Santoso (2019)

Kolam oli di bagian bawah badan nosel menerima bahan bakar bertekanan tinggi dari pompa injeksi melalui jalur oli.

### 2. Penginjeksian bahan bakar

Gambar 2.10 Penginjeksian Bahan bakar

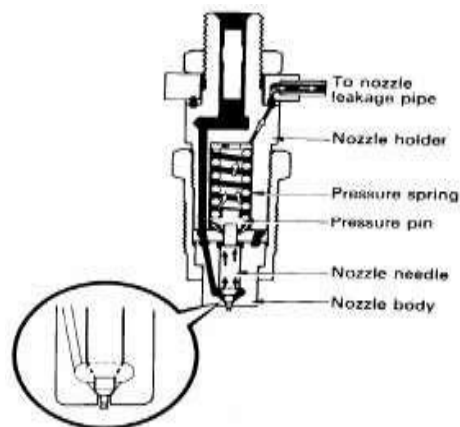


Sumber : Puji, Santoso (2019)

Bahan bakar yang disuntikkan ke Permukaan jarum nosel dikompresi saat tekanan kolam minyak naik. Tekanan ini mendorong jarum *nozzle* ke atas dan menyebabkan *nozzle* menyembrotkan bahan bakar ketika melebihi tegangan pegas.

### 3. Akhir Penginjeksian

Gambar 2.11 Akhir Penginjeksian



Sumber : Puji, Santoso (2019)

Penginjeksian bahan bakar selesai Ketika pengiriman bahan bakar dari pompa injeksi berhenti, tekanan bahan bakar turun, dan pegas tekanan mendorong jarum *nozzle* kembali ke posisi semula (menutup saluran bahan bakar). Melumasi semua bagian dan mengalir kembali ke pipa *overflow* adalah sebagian bahan bakar yang tertinggal di antara jarum *nozzle* dan *body*.

## E. Persyaratan Pengabutan Pada Injektor

Persyaratan sistem injeksi harus memenuhi persyaratan berikut karena merupakan sistem yang sangat penting, khususnya:

### 1. Dosis (penakaran)

Untuk memastikan takaran bahan bakar yang akurat, setiap silinder harus mendapatkan jumlah bahan bakar yang sama persis untuk setiap langkah mesin dihidupkan. Ini berarti bahwa bahan bakar yang dikirim ke setiap silinder harus sesuai dengan beban mesin.

## 2. Pengaturan waktu

Untuk menghasilkan tenaga maksimal dari bahan bakar dan memastikan pembakaran penuh, pengaturan waktu yang optimal melibatkan dimulainya injeksi bahan bakar bila diperlukan. Pengapian akan diperlambat jika bahan bakar dimasukkan ke dalam tungku terlalu dini karena suhu udara tidak cukup tinggi saat ini. Penundaan yang berlebihan dapat menyebabkan mesin menjadi kasar dan berisik dan bahkan dapat menyebabkan hilangnya bahan bakar karena basahya dinding silinder. Hasil akhirnya tidak akan menghasilkan tenaga yang paling besar dan akan membuang bahan bakar dan gas buang berwarna gelap.

## 3. Kecepatan injeksi bahan bakar

Kecepatan injeksi bahan bakar menggambarkan berapa banyak bahan bakar yang diinjeksikan ke dalam ruang bakar dalam satu satuan waktu untuk setiap derajat perjalanan engkol. Jika kecepatan injeksi yang lebih rendah diperlukan, ujung *nozzle* dengan lubang yang lebih kecil harus digunakan, sehingga memperpanjang durasi injeksi bahan bakar.

## 4. Pengabutan Bahan bakar

Bahan bakar disemprotkan menjadi semprotan seperti kabut yang harus disesuaikan untuk jenis ruang bakar. Kontrol pembakaran akan menjadi lebih sederhana dan setiap menit bahan bakar akan dikelilingi oleh partikel oksigen yang bercampur berkat pengabutan yang efektif.

## F. Proses Pengabutan

Dengan menggunakan pompa bahan bakar, yang juga disebut sebagai pompa *Bosch*, yang ditenagai oleh *camshaft*, injektor melakukan proses *fogging*. Pompa *Bosch* menekan bahan bakar ke tekanan 220 kgf/cm<sup>2</sup>, mengangkat spindel atau nosel jarum pada injektor saat melakukannya, memungkinkan bahan bakar masuk ke

lubang dan masuk ke dalam silinder sebagai atom. Kondisi berikut harus dipenuhi agar proses pembakaran penuh terjadi di dalam silinder seperti yang diamati dari sisi injektor:

1. Derajat pengabutan bahan bakar.
2. Untuk mencapai pembakaran sempurna campuran bahan bakar-udara, suhu harus cukup tinggi.
3. Partikel udara dan bahan bakar bergerak dengan kecepatan relatif tinggi.
4. Pencampuran udara dan bahan bakar yang efektif. Menurut (Wiranto dan Koichi, 1975) "Temperatur penyalaan yang cukup, bahan bakar, dan udara bergabung secara kimiawi untuk membentuk pembakaran, yang terjadi dengan cepat". Di mesin utama, udara dikompresi untuk menyebabkan proses kimia, yang disebut pembakaran di dalam silinder, setelah itu panas dari pembakaran diubah menjadi energi mekanik. Bahan bakar minyak disemprotkan ke dalam silinder mesin utama di mana ia dikombinasikan dengan udara panas untuk menyalakan pembakaran. Efektivitas campuran udara-bahan bakar menentukan seberapa cepat bahan bakar terbakar. Agar reaksi pembakaran dapat terjadi dengan cepat, bahan bakar perlu diatomisasi.

Pemeliharaan diperlukan untuk mencegah bahan-bahan yang dapat mencemari sistem bahan bakar minyak dan mempengaruhi fungsi injektor, khususnya :

- a. Dengan menggunakan pembersih dan *filter* bahan bakar untuk menjaga agar bahan bakar minyak bebas dari air dan endapan (pemurni).
- b. Agar tidak ada udara di dalam sistem.
- c. Menjaga tidak ada kebocoran.

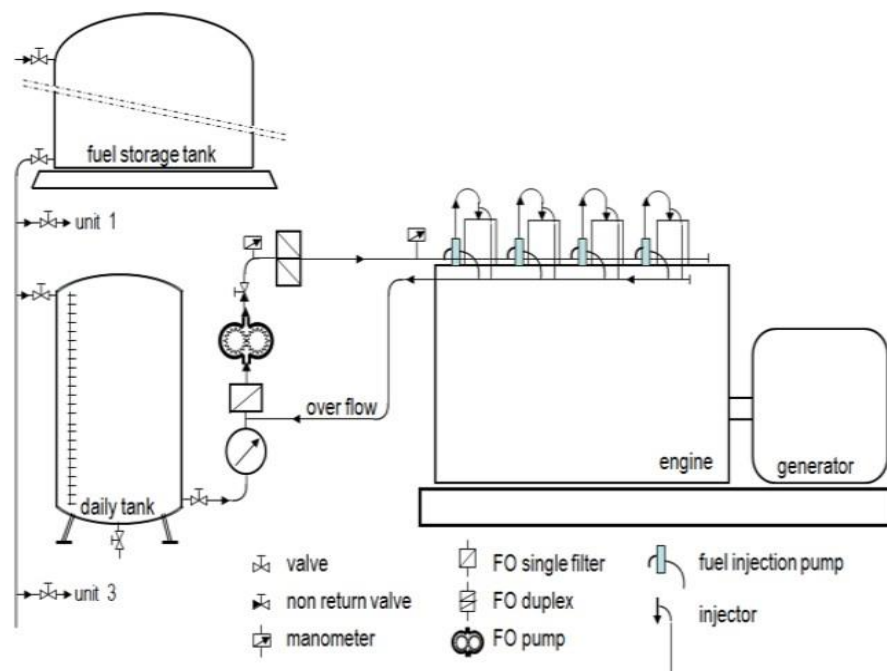
## G. Sistem Pemasukan Bahan Bakar

### 1. Sistem Bahan Bakar

Mesin diesel menggunakan bahan bakar minyak sebagai sumber bahan bakar. Dalam beberapa keadaan, sistem bahan bakar diperlukan untuk distribusi ke ruang bakar. Fungsi sistem bahan bakar antara lain:

- Atomisasi atau pengabutan bahan bakar akan membuatnya mudah dan tercampur secara merata dengan udara, sehingga mudah terbakar.
- Daya (*Power*) setiap silinder akan sama jika jumlah bahan bakar yang sama diatur pada setiap *intake* di setiap silinder pada setiap kebutuhan.
- Mengatur waktu kapan harus mulai dan berapa lama untuk menyemprot.

Gambar 2.12 Sistem Aliran Bahan bakar



Sumber : Fino Waspodo3 (2019)

## 2. Alur Sistem *Treatment MFO*

### a. *Storage Tank*

Lokasi penyimpanan persediaan bahan bakar, timbunan lumpur, kotoran padat, dan kandungan air jenuh. Untuk membantu operasi pemompaan, suhu *MFO* di jaga antara 60 °C dan 80 °C.

### b. *Settling Tank*

Tempat menyimpan *MFO* di tempat sementara sehingga dapat dimurnikan dan kelebihan kadar airnya berkurang. dimana suhu pemanasan dijaga antara 90 °C dan 100 °C untuk menjaga panas *MFO* antara 80 °C dan 90 °C dan mencegah agregasi partikel *MFO* di aspal.

### c. *Separator*

Tempat pemisahan air dan partikel *MFO* berdasarkan berat jenis. Di mana pemanas *MFO* beroperasi antara 80 °C dan 100 °C (pemisah alarm beroperasi di atas 100 °C).

### d. *Daily Tank*

Tangki Penyimpanan *MFO* sementara penggunaan mesin diesel saat ini dimungkinkan dengan di mana 90 °C adalah suhu *MFO* konstan.

### e. *Booster Module*

Sebelum memasuki sistem bahan bakar mesin diesel, *booster module* menyesuaikan viskositas dan suhu *MFO*.

### f. *Change Over*

Ganti saluran bahan bakar diesel, HSD, atau *MFO* untuk mesin diesel (untuk start up, mesin diesel membutuhkan bahan bakar Diesel atau HSD)

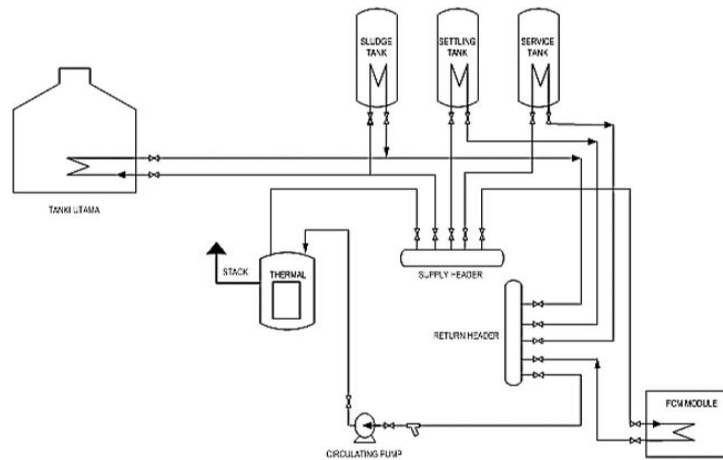
### g. *Over Flow Tank*

Pengumpulan limbah bahan bakar mesin diesel.

### h. *Sludge Tank*

Tangki Pengumpulan lumpur atau *MFO* dari separator dengan air dan partikel besar.

Gambar 2.13 Alur *Treatment* Bahan bakar



Sumber : Fino Waspodo3 (2019)

## H. Persyaratan Untuk Menghasilkan Pembakaran Yang Sempurna

Menurut (Samlawi, 2017) “Bahan mudah terbakar dan oksigen mengalami reaksi kimia yang dikenal sebagai pembakaran pada volume dan suhu tertentu”. Ada tiga elemen penting agar pembakaran terjadi, yaitu:

### 1. Oksigen/udara

Udara segar dan oksigen keduanya diperlukan untuk pembakaran..

### 2. Bahan bakar

Penggunaan bahan bakar khusus untuk mesin diesel, seperti solar, adalah metode pembakaran untuk mesin diesel.

### 3. Sumber nyala/panas

Mesin diesel menghasilkan panas untuk pembakaran melalui kompresi silinder tekanan tinggi.

Gambar 2.14 Segitiga Api



Sumber : Polinema Press (2020)



Istilah "segitiga pembakaran" mengacu pada ketiga bahan ini. Agar pembakaran terjadi, ketiganya harus ada; jika salah satu elemen hilang, pembakaran tidak akan terjadi. Namun, dalam keadaan tertentu, bahan bakar dapat terbakar secara alami tanpa bantuan sumber penyalaan proses ini dikenal sebagai pembakaran spontan. Jika oksigen bersentuhan langsung dengan bahan bakar, pembakaran spontan dapat terjadi. Temperatur bahan bakar yang tinggi dapat disebabkan oleh tekanan atau proses kimia yang menghasilkan panas.

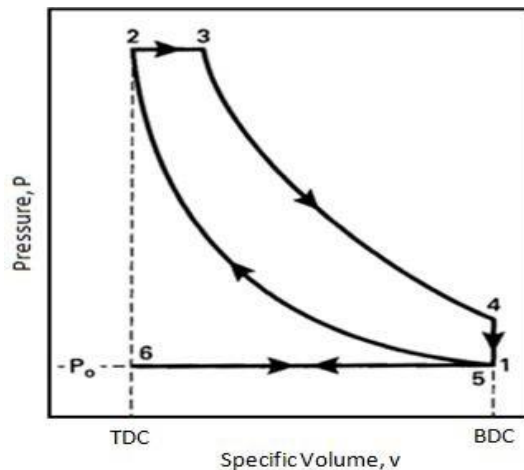
#### **I. Proses Terjadinya Pembakaran Di Dalam Silinder**

Proses pembakaran terjadi di luar mesin di mesin pembakaran eksternal, dan energi panas dari gas pembakaran ditransmisikan ke fluida kerja mesin melalui berbagai pemisah. Proses pembakaran terjadi di dalam mesin pembakaran, juga dikenal sebagai mesin pembakaran internal atau mesin pembakaran, dan gas pembakaran yang dihasilkan bertindak baik sebagai fluida kerja dan bahan bakar untuk proses pembakaran. Karena proses pengubahan energi kimia bahan bakar menjadi energi mekanik terjadi di dalam mesin, mesin diesel sering juga disebut sebagai mesin pembakaran dalam atau mesin pembakaran.

Mesin diesel memiliki piston yang berosilasi bolak-balik dan menggunakan banyak silinder (translasi). Oksigen dari udara dan bahan bakar diesel dibakar di dalam silinder. Piston, yang terhubung ke poros engkol oleh batang penggerak, dapat digerakkan oleh gas yang dihasilkan selama pembakaran. Gerakan bolak-balik piston disebabkan oleh rotasi poros engkol, yang pada gilirannya disebabkan oleh gerakan translasi piston. Mesin diesel beroperasi dengan prinsip pembakaran melalui proses penyalaan udara bertekanan tinggi. Pembakaran ini dimungkinkan karena udara ruangan dimampatkan dengan kecepatan yang jauh lebih tinggi dibandingkan dengan mesin bensin (7-12), yaitu antara (14-22).

“Akibatnya, tekanan dan suhu udara akan lebih tinggi daripada bahan bakar selama penyalaan. Untuk mesin dengan penyalaan bunga api, seperti mesin bensin, di mana busi digunakan untuk menyalakan campuran bahan bakar dan udara, hal ini tidak terjadi”. *Rudolph Diesel* menciptakan mesin dan siklus termodinamika pada tahun 1892. Siklus Mesin (Tekanan Tetap) Siklus teoritis untuk mesin diesel atau mesin penyalaan kompresi dikenal sebagai siklus diesel. Penambahan panas pada tekanan tetap membedakan siklus Otto dari diesel. Karena itu, siklus Diesel kadang-kadang disebut sebagai siklus tekanan tetap. Siklus diesel pada diagram P-v dapat dijelaskan sebagai berikut:

Gambar 2.15 Siklus Diagram P-v Mesin



Sumber : Nofica, Gian And Syaiful, Dr., St, Mt (2012)

Perkembangan siklusnya adalah sebagai berikut :

6-1 = Langkah Hisap pada  $P = c$  (isobarik)

1-2 = Langkah Kompresi,  $P$  naik, dan  $Q$  sama dengan  $c$  (adiabatik isentropik/reversibel).

2-3 = Pembakaran pada tekanan konstan (isobarik)

3-4 = Langkah Kerja  $P$  bertambah,  $V = c$  (adiabatik isentropik/reversibel).

4-5 = Pengeluaran Panas Sisa pada  $V = c$  (isokhorik)

5-6 = Langkah Buang di  $P = c$

Mesin diesel empat langkah beroperasi ketika membuat empat gerakan (dua putaran engkol) untuk menyelesaikan satu tugas. Berikut ini adalah penjelasan diagram cara kerja motor diesel empat langkah :

1. Langkah Hisap ( *suction or intake stroke* )

Katup buang tertutup dan katup masuk terbuka terjadi pada langkah ini. Silinder menerima aliran udara.

2. Langkah Kompresi ( *compression stroke* )

Pada tahap kompresi ini melibatkan penutupan kedua katup dan menggerakkan piston dari titik TMB ke TMA untuk memampatkan udara di dalam silinder. Bahan bakar disuntikkan 5° setelah mencapai TDC.

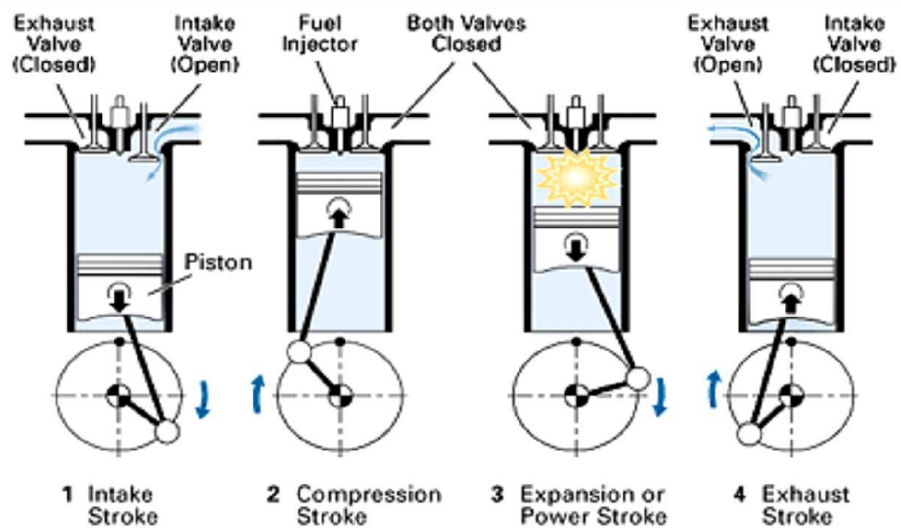
3. Langkah Ekspansi ( *power or expansion stroke* )

Bahan bakar disuntikkan ke dalam silinder pada suhu tinggi; akibatnya bahan bakar terbakar dan mengembang, memaksa piston bergerak hingga menyentuh TMB. Pada titik ini, kedua katup ditutup.

4. Langkah Buang ( *exhaust stroke* )

Katup buang terbuka dan katup masuk tetap tertutup saat piston mendekati TMB. Pembakaran yang tersisa terbang keluar dari ruang bakar saat piston bergerak menuju TMA. Ketika piston mencapai TMA, langkah selesai. Siklus kemudian berlanjut.

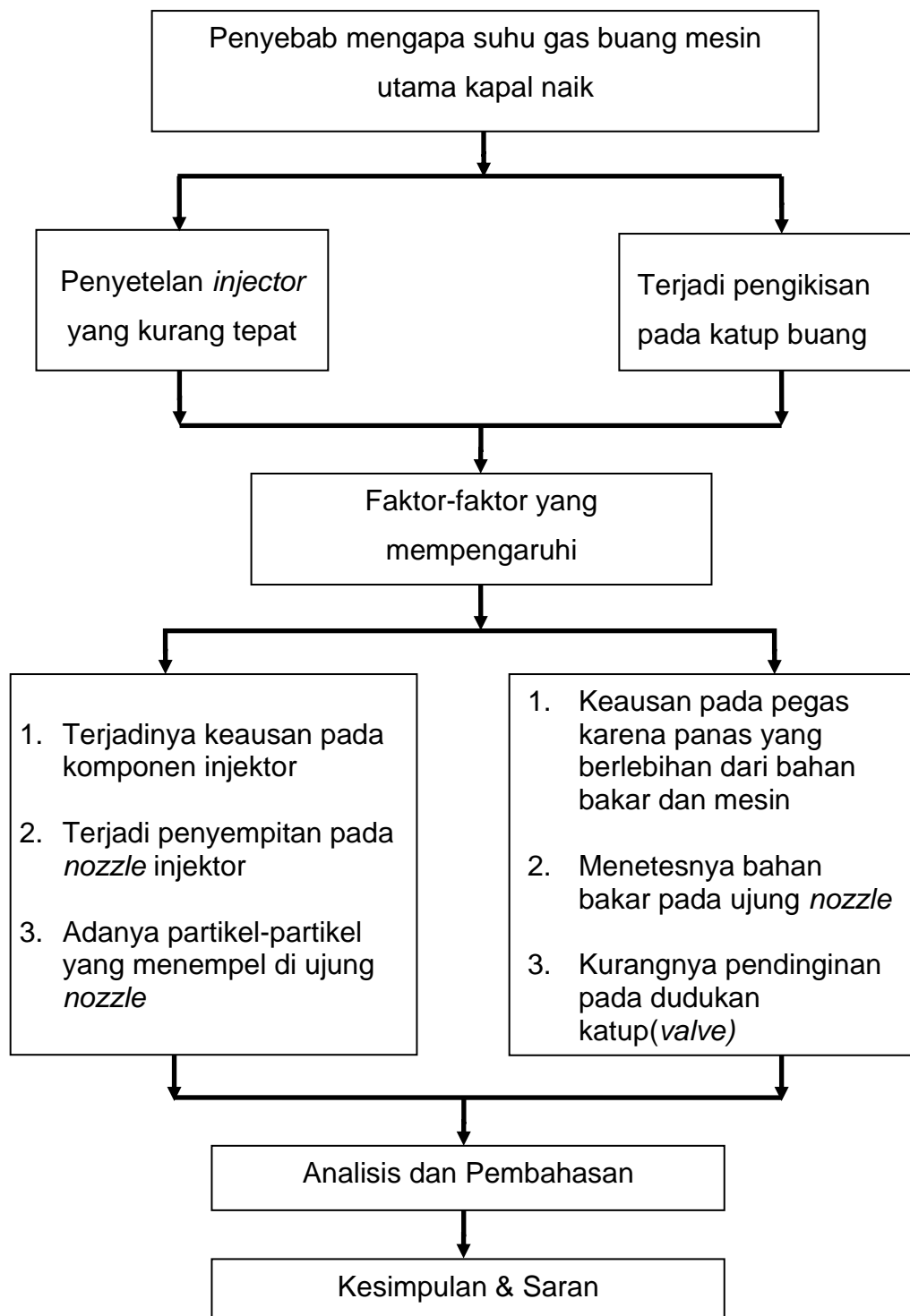
Gambar 2.16 Siklus Mesin Diesel 4 Tak



Sumber : Nofica, Gian And Syaiful, Dr., St, Mt (2012)

## J. Kerangka Pikir

Tabel 2.1 Kerangka Pikir



## **K. Hipotesis Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah yang telah diuraikan di atas maka diduga :

1. Penyempitan terhadap lubang *nozzle*
2. Menetesnya bahan bakar pada ujung *nozzle*

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **A. Tempat Dan Waktu Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan di kapal MV. Wan Hai 313 Salah satu kapal dari perusahaan *Wan Hai Lines* selama 1 tahun 1 bulan dan beberapa data – data dan gambar yang di ambil oleh penulis guna untuk melengkapi data penelitian dalam pembuatan skripsi ini.

#### **B. Metode Pengumpulan Data**

Berikut ini adalah metode penulisan yang digunakan untuk mengumpulkan data.

##### **1. Metode Penelitian Lapangan (*Field research*)**

Observasi langsung terhadap subjek penelitian digunakan untuk melakukan penelitian. Data dan informasi dikumpulkan oleh:

###### **a. Metode Survei (*Observation*)**

Ketika terlibat secara pribadi dalam memperbaiki dan memelihara injektor mesin utama kapal, penulis menggunakan teknik pengumpulan data ini.

###### **b. Metode Wawancara (*Interview*)**

Dengan menggunakan teknik ini, penulis berbicara langsung dengan masinis di kapal. Dan terutama berlaku untuk masinis kedua, yang bertanggung jawab langsung atas mesin utama.

##### **2. Metode Riset Perpustakaan (*Library research*)**

Dengan membaca dan menganalisis buku, artikel, dan materi lain tentang injektor, penulis mengumpulkan fakta dan informasi untuk mengembangkan kerangka teoritis untuk penelitian ini.

### **C. Jenis dan Sumber Data**

Untuk menunjang kelengkapan pembahasan penulisan ini diperoleh data dan sumber :

#### **1. Data Primer**

Observasi langsung merupakan sumber data primer. Pendekatan survei digunakan untuk mengumpulkan data untuk penelitian ini, yang melibatkan pengamatan, pengukuran, dan pencatatan hal-hal yang ada di lapangan.

#### **2. Data Sekunder**

Data sekunder adalah informasi yang melengkapi data utama dan ditemukan di sumber perpustakaan seperti buku, catatan kelas, data bisnis, dan topik lain yang relevan dengan penelitian ini.

### **D. Metode Analisis**

Penulisan skripsi ini disajikan dengan gaya penulisan deskriptif, yaitu memaparkan dan mendeskripsikan objek pada saat terjadinya masalah. Untuk memberikan informasi mengenai strategi pemecahan masalah untuk isu-isu yang mungkin muncul dalam kaitannya dengan pokok bahasan skripsi ini, digunakan deskripsi rinci dari data yang dikumpulkan dengan menggunakan metode ini.

### **E. Jadwal Penelitian**

Penelitian dilaksanakan pada rentang waktu kurang lebih satu tahun bulan Januari 2021 sampai bulan Februari 2022. Adapun jadwal rencana kegiatan pokok adalah sebagai berikut :



Tabel 3.1 Jadwal Penelitian

No	Kegiatan	Tahun 2020											
		Bulan											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1.	Pengumpulan Data Buku Referensi												
2.	Pemilihan judul												
3.	Penyusunan proposal dan bimbingan												
4.	Seminar proposal												
5.	Perbaikan seminar proposal												
6.	Pengambilan data												
		Tahun 2021											
		Bulan											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
7.	Pengambilan data												
8.	Pengolahan Data dan bimbingan hasil skripsi												
9.	Seminar Hasil penelitian dan perbaikan												
		Tahun 2022											
		Bulan											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
10.	Seminar Hasil penelitian dan perbaikan												
11.	Ujian tutup skripsi												
12.	Koreksian / Perbaikan												

## **BAB IV**

### **ANALISIS DAN PEMBAHASAN**

#### **A. Sejarah Singkat M.V Wan Hai 313**

##### **SHIP PARTICULARS**

SHIP NAME	: M.V WAN HAI 313
CALL SIGN	: S6AS9
FLAG	: SINGAPORE
TYPE	: CONTAINER CARRIER
CLASS	: CCS
PORT OF REGISTRY	: SINGAPORE
COMPANY	: WAN HAI LINES LTD
I.M.O NUMBER	: 9248708
DATE OF LAUNCHING	: 15 <sup>th</sup> NOV 2005
PLACE OF BUILD	: JURONG SHIPYARD PTE. LTD
L.O.A	: 213.0 (METERS)
BEADTH	: 32.20 (METERS)
DEPTH	: 16.50 (METERS)
GT/NT	: 27800 (TONS)/12621 (TONS)
GENERATOR	: YANMAR, 8N21AL-GV
MAIN ENGINE	: MAN-B&W 7K80MC-C
SPEED	: 23.84 (KTS)

## B. Data injektor

### 1. Data injektor.

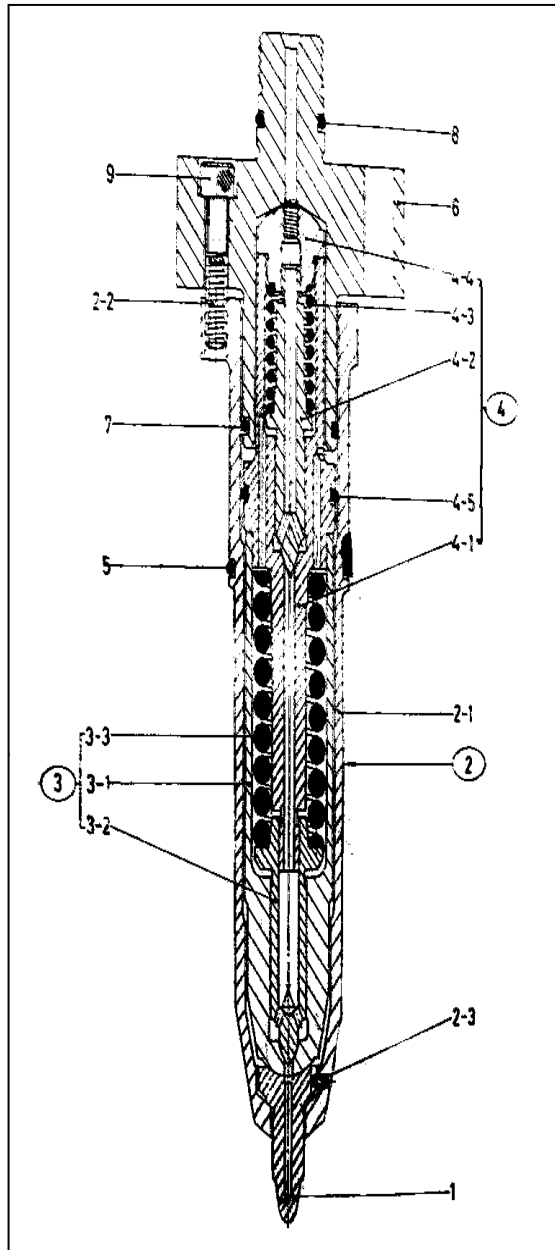
Table 4.1 Data Injektor M.V Wan Hai 313

No	Injektor	Keterangan
1	Valve opening pressure	320-380 bar
2	Working Pressure	10 bar
	Valve Lift :	
3	- L 1	1,6 mm
	- L 2	2,4 mm
4	Atomiser type B.P.C (MC)	
	- Hole	5
	- Diameter of hole	0,52 mm
5	Diameter of valve head hole(max diameter)	25 mm
6	Air Inlet Pressure(Max Pressure)	10 kg/cm <sup>2</sup>
7	Weight of fuel valve(injektor)	15 kg
8	Maximum Pressure(for test)	100 bar
9	Spindle Guide	Max 8000 hours(spindle guide must be change)

Sumber : *Instruction Manual Boook*

## 2. Komponen injektor

Gambar 2.17 Komponen Injektor



Keterangan gambar :

1. *Atomizer*
2. *Holder*
- 2-1 *Holder (completed)*
- 2-2 *Pin*
- 3 *Spindle guide*
- 3-1 *Spindle valve*
- 3-2 *Spindle*
- 3-3 *Spring*
- 4 *Slide valve*
- 4-1 *Housing*
- 4-2 *Slide valve*
- 4-3 *Spring*
- 4-4 *Spring guide*
- 4-5 *O-ring*
- 5 *O-ring*
- 6 *Head*
- 7 *O-ring*
- 8 *O-ring*
- 9 *Bolt*

Sumber : *Instruction Manual Book*

a. Kondisi injektor yang normal

Tabel 4.2 Kondisi Injektor Normal

No	Data	Cylinder Nomor						
		1	2	3	4	5	6	7
1	Gas buang	321°C	325°C	314°C	311°C	305°C	306°C	310°C
2	Air tawar pendingin	78°C	78°C	80°C	80°C	82°C	79°C	80°C
3	Tekanan injektor	320	320	320	320	320	320	320
4	Waktu kejadian	3 Februari 2021						

Sumber : *Log Book* Mv. Wan Hai 313

b. Kondisi injektor terjadi penyempitan

Tabel 4.3 Kondisi Injektor Terjadi Penyempitan

No	Data	Cylinder Nomor						
		1	2	3	4	5	6	7
1	Gas buang	336°C	319°C	339°C	332°C	353°C	370°C	340°C
2	Air tawar pendingin	78°C	78°C	80°C	80°C	82°C	79°C	80°C
3	Tekanan injektor	320	320	320	320	320	320	320
4	Waktu kejadian	10 Februari 2021						

Sumber : *Log Book* Mv. Wan Hai 313

c. Kondisi injektor yang bahan bakarnya menetes

Tabel 4.4 Kondisi Injektor Bahan Bakar Menetes

No	Data	Cylinder Nomor						
		1	2	3	4	5	6	7
1	Gas buang	336°C	319°C	339°C	332°C	353°C	370°C	340°C
2	Air tawar pendingin	78°C	78°C	80°C	80°C	82°C	79°C	80°C
3	Tekanan injektor	320	320	320	320	320	320	320
4	Waktu kejadian	22 Februari 2021						

Sumber : *Log book* Mv. Wan Hai 313

### **C. Penjelasan tentang cara kerja injektor penyemprotan langsung**

Menurut informasi yang penulis peroleh dari jurnal Suwanto (2013) “adalah katup bahan bakar yang dilengkapi dengan alat penyemprot menerima jumlah dan waktu injeksi bahan bakar yang tepat dari pompa bahan bakar bertekanan tinggi”. Bahan bakar pertama-tama akan dikompresi di dalam silinder pompa dan di dalam pipa yang menghubungkan pompa dan alat penyemprot pada awal langkah kompresi ke tekanan penyemprotan yang diperlukan, dan baru setelah itu penyemprotan dan kabut akan terjadi. Durasi tunda penyemprotan, yang terjadi antara permulaan langkah pompa dan awal penyemprotan, ditentukan oleh desain pompa, jumlah bahan bakar di pompa saluran bahan bakar, dan kapasitas katup bahan bakar. Tanda-tanda ini memiliki penyebab mekanis.

Reaksi kimia yang dapat menyebabkan pembakaran dan pengapian, yang dibagi oleh pembangun motor menjadi beberapa langkah, akan terjadi setelah butiran bahan bakar pertama berada di dalam silinder :

#### **Fase 1 : Kelambatan Penyalaan**

Ketika bahan bakar pertama kali dimasukkan ke dalam silinder, bahan bakar tersebut diatomisasi dengan halus, bersentuhan dengan udara panas, memanaskan, menguap, dan kemudian bercampur dengan udara. Sebagian kecil bahan bakar akan tertelan seluruhnya di udara jika ada kabut halus yang dihasilkan oleh tekanan semprotan tinggi, yang diperlukan untuk memberikan permukaan kontak terbesar dengan udara.



## Fase 2 : Membakar tanpa kendali

Bahan bakar yang disemprotkan pada saat *ignition delay* akan cepat terbakar ketika campuran bahan bakar atau udara menyala, menyebabkan peningkatan tekanan gas pembakaran di dalam silinder dengan cepat. Fitur penyemprotan tidak dapat mengubah proses. Pada motor kecepatan tinggi, penyemprotan harus terjadi dengan cepat sehingga, dibandingkan dengan motor kecepatan rendah, sebagian besar bensin yang disemprotkan seluruhnya berada di dalam silinder selama penundaan pengapian, memungkinkan efek mesin kecepatan tinggi dari pengapian lambat ke juga menyebar. Penundaan pengapian memiliki dampak yang kecil pada motor kecepatan rendah yang digunakan untuk penggerak kapal.

## Fase 3 : Pembakaran Di Bawah Kontrol Sebagian

Jika pengaruh penundaan pengapian dapat dihilangkan, lintasan pelepasan lanjutan semprotan bahan bakar akan terkendali, dan panas yang dihasilkan oleh gas akan sama dengan panas yang dihasilkan oleh asupan bahan bakar. Tetapi karena lebih sedikit udara yang tersisa di dalam silinder, penumpukan panas akan lebih lambat dibandingkan dengan semprotan bahan bakar. Rasio bahan bakar-udara yang tepat akan memfasilitasi pembakaran yang mulus, menyebabkan gas yang terbakar berbentuk lingkaran atau bentuk lain yang diinginkan sesuai kebutuhan.

Masih memiliki udara pembakaran yang dapat diakses menuju ke tepi silinder karena relatif dingin, sedangkan gas pembakaran yang panas akan dipaksa masuk ke tengah silinder oleh gaya sentrifugal. Sebagai hasil dari pemisahan termal udara dan gas pembakaran, sisa bahan bakar dengan cepat bergabung dengan udara. Ruang pusat, yang telah banyak digunakan pada motor berkecepatan tinggi, adalah tempat di mana dampak ini paling sering muncul.

#### Fase 4 : Pembakaran Susulan

Saluran bahan bakar bertekanan tinggi akan dengan cepat kehilangan tekanan pada akhir langkah tekanan efektif piston pompa bahan bakar, dan akibatnya penyemprotan juga akan berhenti. Karena belum semua bahan bakar di dalam silinder habis pada saat itu, pembakaran akan lebih banyak terjadi selama bagian pertama langkah kerja.

Tabel 4.5 Sebelum Perawatan Injektor

No	Data	Temperature						
		1	2	3	4	5	6	7
1	Gas							
	Buang	295°C	287°C	285°C	285°C	280°C	282°C	290°C
2	Udara							
	Bilas	47.0°C	46.8°C	48.2°C	48.0°C	46.7°C	46.7°C	46.2°C
3	Pendingin							
	Air Tawar	77.4°C	78.4°C	78.5°C	79°C	80.1°C	79.2°C	78.9°C
Pressure								
4	Tekanan Minyak Lumas	2.95 kg/cm <sup>2</sup> (Bar)						
5	Tekanan Injektor	6.70 kg/cm <sup>2</sup> (Bar)						
6	Waktu Kejadian	24 Desember 2021						

Sumber : *Log Book Mv. Wan Hai 313*

## D. Analisa

Mengenai jenis injektor yang digunakan pada mesin induk yaitu *Multi Hole Injector* (berlubang banyak) dengan sistem penyemprotan langsung, sesuai dengan pengalaman penulis selama praktek laut (PRALA) di atas kapal MV. Wan Hai 313 Pengamatan penulis menunjukkan gangguan dan kerusakan yang terjadi pada injektor, khususnya :

### 1. Penyempitan terhadap lubang *nozzle*

Kita semua menyadari pentingnya proses pengabutan injektor untuk pembakaran. Pengabutan yang tidak memadai akan mengakibatkan pembakaran yang tidak sempurna di ruang bakar, yang akan menurunkan tenaga mesin dan meningkatkan temperatur gas buang. Berikut ini beberapa penyebab diantaranya :

#### a. Bahan bakar kotor

Bahan bakar yang masuk ke injektor memiliki dampak yang signifikan apakah bukaan di *nozzle* tersumbat. Karena bahan bakar kotor atau ada kotoran di injektor, kotoran akan menempel pada dinding lubang *nozzle* dan dalam waktu yang cukup lama, panas yang dihasilkan dari pembakaran akan menyebabkan terbentuknya karbon pada dinding, yang pada akhirnya akan menyebabkan *nozzle* lubang untuk menutup.

#### b. Terjadinya produksi karbon di ujung *nozzle*

Jika dibiarkan, butiran karbon yang terbentuk di permukaan ujung *nozzle* akibat sistem pembakaran yang tidak sempurna hingga bahan bakar yang dikabutkan dilarang masuk ke ruang bakar.

### 2. Menetesnya bahan bakar pada ujung *nozzle*

Posisi *nozzle* yang tidak rata sangat mempengaruhi jumlah bahan bakar yang menetes darinya, oleh karena itu pasta halus harus dioleskan ke area yang tidak rata antara nosel dan badan injektor

untuk membuatnya kencang dan mencegah tetesan. Karena kebocoran bahan bakar yang terjadi ketika injektor memasukkan bahan bakar ke ruang bakar di bawah tekanan, tidak semuanya masuk ke *nozzle* sebagai gantinya, beberapa di antaranya lolos melalui kursi yang tidak rata. Jika bahan bakar ada di luar *nozzle*, itu akan terus menciptakan tekanan dan akhirnya bocor melalui ujung dan tutup *nozzle*.

## E. Pembahasan

### 1. Penyempitan terhadap lubang *nozzle*

Pemeriksaan, pengecekan, dan perawatan harus dilakukan dengan memeriksa jam kerja injektor, yang tidak boleh melebihi (3000-4000 jam kerja) dan disesuaikan dengan *instuction manual book*, dan memeriksa secara lokal pada manometer atau langsung pada monitor di ruang kendali.

#### a. Penanganan terhadap *nozzle* akibat bahan bakar yang kotor

Faktor-faktor berikut harus diperhatikan saat membersihkan lubang *nozzle* yang tersumbat karena bahan bakar yang kotor, yang mengakibatkan penumpukan karbon pada dinding lubang *nozzle*.

- 1) Periksa lubang *nozzle* dari kotoran dan sisa karbon dari sumbatan bahan bakar, baik lubang *intake* maupun lubang atomisasi bahan bakar.
- 2) Dengan hati-hati dan perlahan bersihkan lubang *nozzle* yang tersumbat kotoran dengan jarum. Tujuan awal rendam dalam minyak sampai lubang tertusuk untuk mencegah kerusakan pada lubang *nozzle*.
- 3) Setelah transparan, olesi kembali area tersebut dan semprot dengan udara bertekanan. Ulangi prosedur ini sampai area tersebut benar-benar bersih.

- 4) Ratakan dudukan terlebih dahulu, lalu bersihkan kembali dengan oli, dan terakhir semprot dengan udara bertekanan untuk melakukan pengujian.
  - 5) Perhatikan baik-baik posisi dan penempatan *nozzle* saat menempelkannya ke dudukan. Itu harus langsung pada pin yang sudah ada, dan harus diikat dengan aman sehingga siap untuk pengujian.
  - 6) Lakukan pengujian sesuai petunjuk, perhatikan tekanan atau kabut yang mungkin timbul. Injektor cocok digunakan jika atomisasi baik dan tekanan penyemprotan terpenuhi.
- b. Penanganan Penyempitan karena pembentukan karbon pada ujung *nozzle*.

Sangat penting untuk melakukan perendaman dan pembersihan dengan minyak sebelum melakukan pemeriksaan dan perawatan yang sesuai pada masalah seperti yang disebutkan di atas. Perhatikan langkah-langkah ini :

- 1) Lubang penyemprot harus dibersihkan terlebih dahulu dengan minyak, diikuti dengan membersihkan karbon yang terhubung ke ujung *nozzle*, menusuknya dengan jarum, dan terakhir menyemprotnya dengan udara bertekanan. Terus lakukan ini sampai semuanya rapi.
- 2) Sejajarkan *nozzle* dengan dudukan sebelum memasangnya kembali pada dudukan. Injektor kemudian siap untuk diuji setelah diikat dengan benar. Perhatikan baik-baik tekanan dan *fogging* (pengabutan) saat pengujian. Injektor layak digunakan jika tekanan dan *fogging* sesuai dengan *instruction manual book* dan tidak ada masalah lain, maka injektor tersebut sudah layak untuk dipakai ataupun dijadikan sebagai *spare part*.

## 2. Menetesnya bahan bakar pada *nozzle*

*Nozzle* harus sejajar dengan dudukannya untuk menangani tetesan bahan bakar yang mungkin ada. Bahan bakar dibuang hingga menetes ke ruang bakar melalui ujung *nozzle* akibat adanya rongga atau celah yang ada pada sambungan antara *nozzle* dan *body*.

Prosedur berikut diikuti untuk menangani tetesan bahan bakar pada injektor :

- a. Untuk melepaskan *spindle* dari *nozzle* dan pin yang terpasang pada badan *nozzle*, pertama buka atau lepaskan *nozzle* dari *body*.
- b. Oleskan pasta halus ke kedua sisi lalu gabungkan (*lapping*).
- c. Periksa permukaan *nozzle* setelah menyeka badan injektor dengan oli dengan gerakan memutar selama beberapa waktu.
- d. Lanjutkan hingga permukaan *nozzle* sejajar dengan penahan atau badan injektor, lalu singkirkan pasta yang mungkin menempel pada permukaan tersebut.
- e. Setelah pengujian, pasang kembali injektor dan perhatikan tekanan dan kabut pada injektor serta apakah bahan bakar masih menetes atau tidak. Injektor layak digunakan, digunakan sebagai suku cadang, dan didokumentasikan sebagai laporan di buku manual jika bahan bakar tidak lagi menetes dengan agitasi dan tekanan yang cukup.

### 3. Daftar tabel setelah perawatan Injektor

Tabel 4.6 Sesudah Perawatan Injektor

No	Data	Temperature						
1	Gas Buang	1	2	3	4	5	6	7
		322°C	324°C	312°C	313°C	297°C	303°C	313°C
2	Udara Bilas	1	2	3	4	5	6	7
		48.9°C	48.5°C	52.3°C	5.15°C	49.2°C	48.8°C	47.4°C
3	Pendingin Air Tawar	1	2	3	4	5	6	7
		78.4°C	79.4°C	79.5°C	80°C	80.4°C	79.4°C	79.7°C
Pressure								
4	Tekanan Minyak Lumas	3.15 kg/cm <sup>2</sup> (Bar)						
5	Tekanan Injektor	7.05 kg/cm <sup>2</sup> (Bar)						
6	Waktu Kejadian	3 Februari 2022						

Sumber : *Log Book* Mv. Wan Hai 313

Berdasarkan tabel di atas, Setelah melakukan perawatan pada injektor yang telah mencapai jam kerja (3000-4000 jam) berdasarkan instruksi *manual book* maka data yang di peroleh ditulis di *log book* untuk dijadikan laporan dan catatan kedepannya dan hasilnya tidak ada lagi bahan bakar yang menetes pada ujung *nozzle*, kemudian injektor siap untuk di gunakan dan dijadikan sebagai *spare part*.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **A. Kesimpulan**

Berdasarkan pemeriksaan akar penyebab terjadinya peningkatan temperatur gas buang pada mesin induk yang penulis perhatikan pada saat prala di kapal *Wan Hai Lines* adalah pemilik dari kapal MV. Wan Hai 313. Penulis kemudian sampai pada kesimpulan berikut. Ada beberapa Faktor-faktor berikut mempengaruhi kenaikan suhu gas buang di mesin utama :

1. Terjadinya penyempitan terhadap lubang *nozzle*
2. Adanya bahan bakar yang menetes di *nozzle*

#### **B. Saran**

Sebagai langkah awal dalam mengatasi sumber gangguan dan kerusakan pada injektor, penulis dapat memberikan saran berdasarkan kesimpulan yang dikemukakan di atas :

1. Menangani penyempitan lubang *nozzle* yaitu dengan melakukan pengecekan, perawatan dan perbaikan secara berkala yang harus dilakukan secara akurat dan memastikan lubang *nozzle* tidak lagi menyempit, dan sebelum dipasang kembali harus dibersihkan, dicuci, dan dibilas dengan oli terlebih dahulu.
2. Agar bahan bakar tidak menetes, struktur komponen yang terpasang pada injektor harus diperbaiki. Khususnya penahan antara *nozzle* dan *body* injektor harus dibuat dengan pas dan tertutup dengan rapat.



## DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad Puji Nugroho A, Darjonob, Dan Okvita Wahyuni (2018) *Pengaruh Pengabutan Bahan Bakar Terhadap Kualitas Pembakaran Pada Mesin Induk Di Mt. Bauhinia.*
- Amri, Amrullah (2019) *Sistem Perawatan Cylinder Liner Untuk Menunjang Kelancaran Kinerja Mesin Induk Mv. Phoenix Pt. Salam Pacific Indonesia Lines.*
- Ciptono Setyo, Budi (2019) *Perawatan Dan Perbaikan Injector Untuk Menunjang Kinerja Mesin Induk Di Km Berkah 36 Pt. Berkah Setanggi Timur Jakarta.*
- Citra Mandiri Yeyen Herlina<sup>1</sup> , Gunawan Dika Pratama<sup>2</sup> , Fino Waspod<sup>3</sup> (2019) *Jurnal Sains Teknologi Transportasi Maritim P-ISSN 2684-9135 Volume I Mengamati Turunnya Kinerja Injector Motor Induk Di Kapal KM. Zaisan Star II PT. Zaisan.*
- Deni, Setiawan, (2019) *Usaha Meningkatkan Perawatan Pengabutan Bahan Bakar Untuk Mempertahankan Kinerja Mesin Induk Km Dharma Kencana Pt. Dok Dan Perkapalan Surabaya.*
- Dony A. N, Sumarno Ps, Fitri Kensiwi (2017) *Jurnal Dinamika Bahari Vol. 8 No. 1 Identifikasi Gangguan Katup Gas Buang Mesin Induk Di Mt. Martha Tender.*
- Gr Hasna Huwaida Salsabila (2019) *Jurnal Kompetensi Teknik Vol. 11, Proses Treatment Marine Fuel Oil (MFO) Sebagai Bahan Bakar Pada Mesin Diesel.*
- Ikhvan, Rosulla Nur Ardhy, (2022) *Perawatan Injector Untuk Mendukung Kinerja Mesin Induk Di Kapal Km. Tanto Abadi.*
- July (2020) In Book: *Sistem Bahan Bakar Motor Diesel* (Pp.174) Publisher: Polinema Press.
- Nofica, Gian And Syaiful, Dr., St, Mt (2012) *Efek Hidromagnetik Terhadap Performa Mesin Diesel Pada Sistem Hot Egr.*

Puji, Santoso, (2019) *Pengoperasian Injektor Terhadap Peningkatan Suhu Gas Buang Mesin Induk Di Km. Hasil Bahari 7 Pt. Pelayaran Niaga Sukses Bersama Pontianak.*

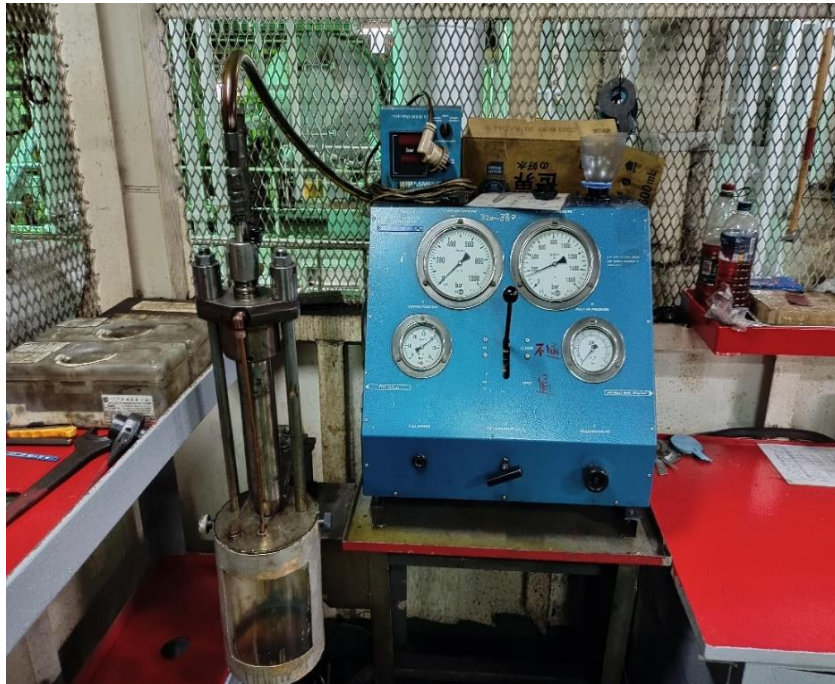
Ramansha, Jaya Wardana, (2019) *Identifikasi Gangguan Pada Injektor Mesin Induk Untuk Kelancaran Pengoperasian Kapal Kri Beladau-643 Fasharkan Mentigi Tanjung Uban.*

Riko, Andi Santoso (2021) *Penyebab Mesin Induk Mtu 4000m93 Tidak Berputar Ketika Udara Pejalan Sudah Di Supply Di Kapal Kn. Alugara P. 114 Kplp Tanjung Priok.*

## LAMPIRAN

### LAMPIRAN 1

Gambar : Alat *test* Injektor Mesin Induk



Sumber : *Engine Room* MV. Wan Hai 313

## LAMPIRAN 2

Gambar : Letak Injektor Di Mesin Induk



Sumber : *Engine Room MV. Wan Hai 313*

### LAMPIRAN 3

Gambar : Injektor



Sumber : *Engine Room MV. Wan Hai 313*

## LAMPIRAN 4

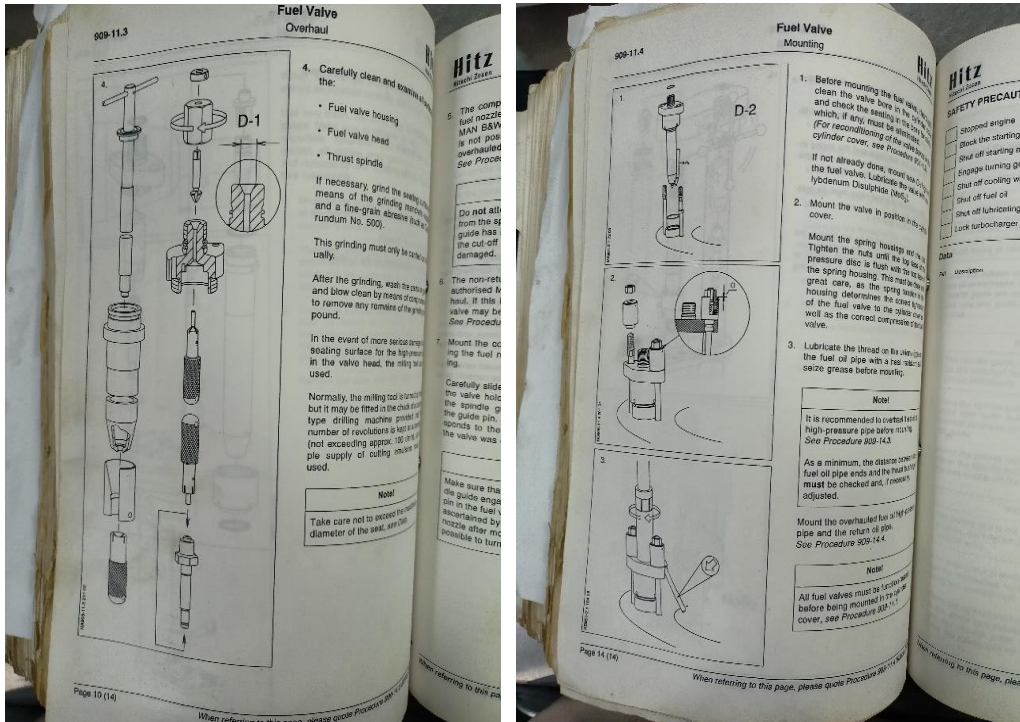
Gambar : Bagian-Bagian Injektor



Sumber : *Engine Room Workshop MV. Wan Hai 313*

## LAMPIRAN 5

Gambar : *Manual Book* Injektor



Sumber : *Manual Book* MV. Wan Hai 313

# LAMPIRAN 6

Gambar : Log Book Engine Room

輪機日誌 " " 輪  
S. M. V. " " " "

MAIN ENGINE

Temperature

279.92 1855.7 58 4727 8:00 0 60.5 279.92 1792.4

279.92 1855.7 58 4727 8:00 0 60.5 279.92 1792.4

279.92 1855.7 58 4727 8:00 0 60.5 279.92 1792.4

Sumber : Engine Control Room MV. Wan Hai 313



## RIWAYAT HIDUP PENULIS



HARIANTO, Lahir di Desa Lainungan, Kecamatan Wattang Pulu, Kabupaten Sidenreng Rappang Pada tanggal 29 juni 1998 Anak pertama dari pasangan La siding dan Isena.

Penulis memulai pendidikan di SDN 3 lainungan pada tahun 2008 sampai tahun 2013, kemudian melanjutkan pendidikan di SLTPN 2 Watang pulu pada tahun 2013

sampai pada tahun 2015 dan pada tahun itu juga penulis melanjutkan sekolah di SMK 2 Watang pulu sampai dengan tahun 2017.

Pada tahun 2018 penulis memulai pendidikan di Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar di Angkatan XXXIX dan mengambil jurusan Teknika. Dua tahun mengikuti pendidikan di kampus Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar banyak pelajaran yang didapatkan hal yang terbaik selama mengikuti pendidikan di PIP Makassar yaitu mengikuti seleksi cadet recruitment dari perusahaan luar negeri yaitu WAN HAI LINES dan syukur alhamdulillah penulis lulus recruitment tersebut dan setelah penulis berstatus sebagai Taruna Wreda di tempatkan di kapal M.V WAN HAI 313 dari tanggal 09 Januari 2021 sampai tanggal 14 Februari 2022. Setelah melaksanakan Praktek laut penulis melanjutkan Pendidikan di Semester VII & VIII Pada tahun ajaran 2022/2023.

Penulis telah menyelesaikan pendidikan Diploma IV Pelayaran Di Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.