

**ANALISIS MENURUNNYA KINERJA INJEKTOR TERHADAP PROSES
PEMBAKARAN MOTOR DIESEL DI KAPAL
MV.ESTUARI MAS**



**LOIS PAEMAN
NIT : 17.42.077
TEKNIKA**

**PROGRAM PENDIDIKAN DIPLOMA IV PELAYARAN
POLITEKNIK ILMU PELAYARAN MAKASSAR
TAHUN 2020**

**ANALISIS MENURUNNYA KINERJA INJECTOR TERHADAP PROSES PEMBAKARAN MOTOR
DIESEL DI KAPAL**

MV.ESTUARI MAS

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Menyelesaikan Program
Pendidikan Diploma IV Pelayaran

Program Studi Teknika

Disusun dan diajukan oleh

LOIS PAEMAN

NIT. 17.42.077

**PROGRAM PENDIDIKAN DIPLOMA IV PELAYARAN
POLITEKNIK ILMU PELAYARAN MAKASSAR
TAHUN 2020**

SKRIPSI
ANALISIS MENURUNNYA KINERJA INJEKTOR TERHADAP PROSES
PEMBAKARAN MOTOR DIESEL DI KAPAL MV.ESTUARI MAS

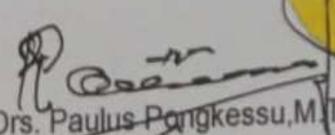
Disusun dan Diajukan oleh:

LOIS PAEMAN
NIT. 17.42.077

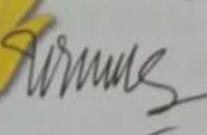
Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Skripsi
Pada tanggal 08 Desember 2020



Pembimbing I


Drs. Paulus Pangkessu, M.T.
NIP.19560905 198103 1 003

Pembimbing II

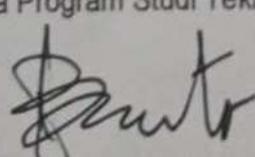

Ir. YOSRIHARD BASONGAN, M.T.
NIP.196212181988 013 003

Mengetahui:


Direktur
Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar

Capt. Hadi Setiawan, M.T., M.Mar.
NIP.197607224 199808 1 001

Ketua Program Studi Teknika


Abdul Basir, MT, M.Mar. E.
NIP. 196812321 199808 1 001

ABSTRAK

LOIS PAEMAN, 2020 Analisis Menurunnya Kinerja Injektor Terhadap Proses Pembakaran Motor Diesel Di Kapal MV. ESTUARI MAS (Dibimbing oleh Drs.PAULUS PONGKESSU,MT Dan Ir.YOSRIHARD BASONGAN, M.T).

Injektor adalah suatu alat yang berfungsi untuk mengabutkan atau menyemprotkan bahan bakar ke dalam ruang pembakaran. Pengabutan ini dilaksanakan dengan penginjeksian dengan tekanan tinggi. Jumlah bahan bakar yang diinjeksikan ke dalam ruang pembakaran diatur oleh katup pemasukan bahan bakar. Sesuai tidaknya bahan bakar yang masuk ke dalam silinder ditentukan oleh kinerja injektor. Jika injektor menyemprotkan bahan bakar dalam bentuk kabut akan mempermudah pembakaran dalam silinder..

Penelitian ini dilaksanakan di atas kapal MV.ESTUARI MAS. Salah satu kapal milik perusahaan PT. TEMAS SHIPPING selama satu tahun. Sumber data diperoleh langsung pada waktu melakukan penelitian dengan cara peninjauan secara langsung, wawancara dengan masinis yang ada di atas kapal, dan literature yang terkait dengan penelitian.

Berdasarkan pengalaman penulis pada saat berada di kapal MV. Estuari Mas, penulis menemukan masalah yang berhubungan dengan injektor, yaitu tersumbatnya lubang pada *nozzle* dan menetesnya bahan bakar pada *nozzle*.

Kata kunci :Bahan bakar;*Nozzle* ;*Injektor*

ABSTRACT

LOIS PAEMAN , 2020 Analysis of Declining Injector Performance on Diesel Motor Combustion Process on MV Ships. ESTUARI MAS (Supervised by Drs. PAULUS PONGKESSU, MT and Ir. YOSRIHARD BASONGAN, M.T).

The injector is a device that functions to atomize or spray fuel into the combustion chamber. This misting is carried out by injection with high pressure. The amount of fuel injected into the combustion chamber is regulated by the fuel intake. Whether or not the fuel enters the cylinder is determined by the performance of the injectors. If the injector sprays fuel in the form of a mist it will facilitate combustion in the cylinder.

This research was carried out on board the MV.ESTUARI MAS. One of the ships belonging to the company PT. TEMAS SHIPPING for one year. Sources of data obtained directly at the time of conducting research in a direct way, interviews with the machinists on board, and literature related to the research.

Based on the author's experience while on board the MV. Estuari Mas, the author found a problem related to the injector, namely the clogged hole in the nozzle and dripping of fuel on the nozzle.

Keywords: Fuel; Nozzle; Injector

PRAKATA

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas limpahan kasih dan karunia-Nya sehingga penelitian dengan judul “Analisis Menurunnya Kinerja Injektor Terhadap Proses Pembakaran Motor Diesel Di Kapal MV.Estuari Mas “ dapat di selesaikan dengan baik.

Selama melaksanakan penelitian ini penulis banyak menghadapitantang dan hambatan, namun semuanya itu teratasi dengan berkat bantuan dan dukungan dari berbagai pihak.Oleh karena itu, melalui kesempatan ini penulis menghantarkan Ucapan terimah kasih serta penghargaan yang setinggi-tingginya kepada :

1. Capt. Sukirno, M.M.Tr, M.Mar. selaku Direktur Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.
2. Bapak Abdul Basir, M.T, M.Mar. E. Selaku Ketua Program Studi Teknika Politektik Ilmu Pelayaran Makassar.
3. Bapak Drs. Paulus Pongkessu,M.T Selaku Dosen Pembimbing I
4. Bapak Ir.Yosrihard Basongan,M.T Selaku Dosen Pembimbing II
5. *Nahkoda*,KKM serta seluruh crew MV.Estuari Mas.
6. Ayahanda, Ibunda dan para saudara ku yang senantiasa memanjatkan doa yang terbaik untuk saya dan memberi dukungan moral dan material.
7. Teman-teman maupun junior yang selalu memberikan *support* untuk menjalani bimbingan yang luar biasa ini.

Akhir kata penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca pada umumnya dan bagi penulis khususnya. Semoga Tuhan Yang Maha Esa senantiasa melindungi dan memberkati kita semua. Amin

Makassar, 08 Desemberer 2020

Penulis



LOIS PAEMAN

Nit. 17.42.077

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Nama : LOIS PAEMAN

Nomor Induk Taruna : 17.42.077

Jurusan : TEKNIKA

Menyatakan bahwa skripsi dengan judul :

"ANALISIS MENURUNNYA KINERJA INJEKTOR TERHADAP PROSES PEMBAKARAN MOTOR DIESEL DI KAPAL MV.ESTUARI MAS"

Merupakan karya asli. Seluruh ide yang ada dalam skripsi ini, kecuali tema dan yang saya nyatakan sebagai kutipan, merupakan ide yang saya susun sendiri.

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

Makassar,08 Desember 2020



LOIS PAEMAN

NIT : 17.42.077

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	iv
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	2
C. Tujuan Penelitian	3
D. Manfaat Hasil Penelitian	3
E. Hipotesis	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
A. Pengertian Injektor	4
B. Bagian-Bagian Injektor	5
C. Fungsi Injektor	7
D. Cara Kerja Injektor	8
E. Pengertian Nozzle	11
F. Jenis-jenis Nozzle	12
G. Perawatan pada Nozzle	13

H. Metode Penyemprotan Bahan Bakar	15
I. Persyaratan pada Sistem Injeksi	18
J. Pembakaran dalam Silinder	20
K. Syarat Menghasilkan Pembakaran Sempurna	24
L. Kerangka Pikir	26

BAB III METODE PENELITIAN

A. Tempat dan Waktu Penelitian	27
B. Teknik Pengumpulan Data	27
C. Instrument Penelitian	28
D. Jenis Dan Sumber Data	28
E. Metode Analisa	28
F. Jadwal Penelitian	29

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Analisa Data	30
B. Pembahasan Data	29
C. Penyelesaian Masalah	30
D. Perawatan Injektor	41

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan	43
B. Saran	44

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR TABEL

Nomor		Halaman
3.1	Jadwal Pelaksanaan penelitian	5
4.1	kondisi Normal pada Injector	33
4.2	Data pada main Engine	34
4.3	Pengujian Injektor (Abnormal)	36
4.4	Pengujian Injektor Setelah Perbaikan	37

DAFTAR GAMBAR

Nomor		Halaman
2.1	Katalog Injektor	5
2.2	Sebelum Penginjeksian Bahan Bakar	8
2.3	Penginjeksian Bahan Bakar	10
2.4	Akhir Penginjeksian bahan bakar	11
2.5	Jenis-jenis Nozzle	12
2.6	Penyemprotan Tidak Langsung	15
2.7	Penyemprotan Langsung	17
4.1	Kerak Pada Nozzle	32
4.2	Proses Pengujian Injektor	33

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Injektor adalah suatu alat yang berfungsi untuk mengabutkan atau menyemprotkan bahan bakar ke dalam ruang pembakaran. Pengabutan ini dilaksanakan dengan penginjeksian dengan tekanan tinggi. Jumlah bahan bakar yang diinjeksikan ke dalam ruang pembakaran diatur oleh katup pemasukan bahan bakar. Sesuai tidaknya bahan bakar yang masuk ke dalam silinder ditentukan oleh kinerja injektor. Jika injektor menyemprotkan bahan bakar dalam bentuk kabut akan mempermudah pembakaran dalam silinder. Mengingat pentingnya peranan injektor dalam proses pembakaran maka perlu dilakukan perawatan terhadap injektor dan seluruh komponen-komponennya agar tetap berfungsi sebagaimana mestinya.

Kurang maksimalnya pengabutan pada injektor akan berdampak pada menurunnya kinerja injektor dan tidak sempurnanya proses pembakaran dalam silinder. Pengabutan bahan bakar ke dalam silinder ditentukan oleh bagus tidaknya kondisi *nozzle* pada injektor. Apabila terjadi masalah pada *nozzle* maka akan berpengaruh terhadap kurang optimalnya proses pengabutan. Masalah yang sering terjadi pada *nozzle* antara lain tersumbatnya lubang pada *nozzle* dan menetesnya bahan bakar pada *nozzle*. Kedua masalah tersebut akan sangat berdampak kepada proses pembakaran yang terjadi dalam silinder. Karena jika lubang pada *nozzle* tersumbat dan bahan bakar pada *nozzle* menetes akan berdampak pada menurunnya kinerja injektor. Oleh karena itu, sangat dibutuhkan perhatian khusus terhadap

komponen ini karena peranannya yang sangat penting terhadap proses pembakaran dalam silinder.

Terkait dengan masalah yang terjadi pada *nozzle* seperti tersumbatnya lubang pada *nozzle* dan menetesnya bahan bakar pada *nozzle* sangat berdampak pada kurang optimalnya proses pengabutan dan kurang maksimalnya proses pembakaran dalam silinder. Akibat yang ditimbulkan oleh kurang maksimalnya proses pembakaran pada silinder antara lain mesin tidak dapat dihidupkan, mesin dapat dihidupkan tetapi kemudian mati, *engine exhaust* berasap, *engine output* tidak stabil, mesin tidak mencapai putaran maksimal dan putaran maksimum terlalu tinggi. Mengingat dampak yang ditimbulkan oleh gangguan yang terjadi pada *nozzle* sangat merugikan, maka diperlukan perawatan yang berkelanjutan untuk menjaga fungsi dari *nozzle* agar dapat melaksanakan tugasnya dengan baik sehingga proses pengabutan dalam silinder dapat terlaksana dengan baik. Dimana, lubang pada *nozzle* tersumbat yang menyebabkan bahan bakar tidak dapat diinjeksikan secara maksimal ke dalam silinder. Sehingga pembakaran dalam silinder tidak maksimal atau tidak sempurna. Dan permasalahan ini sesuai dengan objek yang ada dalam latar belakang yang penulis paparkan di atas, penulis akan membahasnya dalam bentuk skripsi yang berjudul

“ANALISIS MENURUNNYA KINERJA INJEKTOR TERHADAP PROSES PEMBAKARAN MOTOR DIESEL DI KAPAL MV. ESTUARI MAS”

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang penulis paparkan di atas, maka penulis merumuskan permasalahan, yaitu “Mengapa proses penginjeksian bahan bakar ke dalam ruang bakar (chamber) tidak

optimal, sehingga terjadi surging, dan factor apa saja yang mempengaruhinya yang mengakibatkan daya *main engine* menurun (Low Power) pada Kapal MV. ESTUARI MAS saat berlayar dari Jakarta ke Pontianak.

C. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin penulis capai dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui faktor-faktor penyebab menurunnya kinerja injektor terhadap proses pembakaran motor diesel pada Mesin Induk MV. Estuari Mas.

D. Manfaat Hasil Penelitian

1. Manfaat Teoritis

- a. Sebagai bahan referensi bagi pembaca tentang permasalahan-permasalahan kinerja injektor pada *Diesel Engine*.
- b. Sebagai bahan pertimbangan untuk menyelesaikan masalah-masalah yang menyebabkan menurunnya kinerja injektor terhadap proses pembakaran motor diesel.

2. Manfaat Praktis

- a. Sebagai bahan masukan bagi perwira di atas kapal khususnya masinis.
- b. Dapat dijadikan sebagai pedoman bagi taruna teknika saat melaksanakan Prala.

E. Hipotesis

Adapun dugaan sementara berdasarkan rumusan masalah yang tertera di atas, antara lain:

1. Tersumbatnya lubang pada *Nozzle*.
2. Menetesnya bahan bakar pada *Nozzle*

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

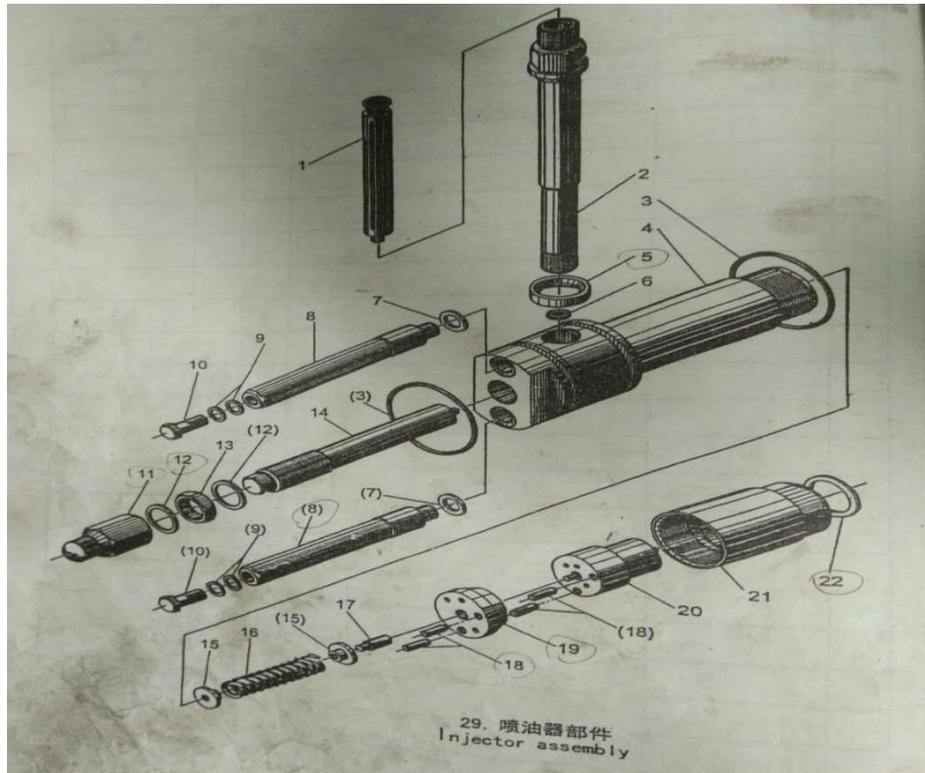
A. Pengertian Injektor

1. Menurut Noval (2010), Injektor adalah suatu alat yang berfungsi untuk menyemprotkan bahan bakar yang telah menjadi kabut ke dalam ruang pembakaran. Pengabutan ini dilaksanakan dengan penginjeksian dengan tekanan tinggi. Jumlah bahan bakar yang diinjeksikan ke dalam ruang pembakaran diatur oleh katup pemasukan bahan bakar.

2. Menurut Karyanto, E. (2000:36) dalam bukunya "Panduan Reparasi Mesin Diesel", mengatakan bahwa injektor bekerja untuk mengatomisasikan bahan bakar yang disalurkan dari pompa injeksi pada tekanan tinggi serta memberi tenaga penyebaran dan pembagian penerobos bahan bakar. Jadi injektor berfungsi untuk mengabutkan bahan bakar ke ruang bakar agar terjadi pembakaran yang sempurna dalam waktu singkat. Penghamburan bahan bakar dalam udara yang bersuhu tinggi menyebabkan bahan bakar menguap dan membentuk gas, selanjutnya bahan bakar berubah menjadi gas yang akan terbakar dimana pembakaran bahan bakar akan menimbulkan panas yang sangat tinggi dan panas yang tinggi akan memiliki tekanan yang sangat besar.

B. Bagian-Bagian Injektor

Gambar 2.1 Katalog injektor



Sumber : MV.Estuari Mas 2019

Keterangan :

- | | |
|-------------------------|-------------------------------|
| 1. Filter Spindel | 12. Red Copper Washer |
| 2. Filter spindle Joint | 13. Nut |
| 3. O Ring | 14. Adjusting Pressure bolt |
| 4. Nozzle Holder | 15. Spring Seat |
| 5. Gasket | 16. Adjusting Pressure spring |
| 6. Gasket | 17. Tappep sub-assy |
| 7. Red Copper Washer | 18. Parallel Pin |
| 8. Fuel Pipe Joint | 19. Block |
| 9. Red Copper Washer | 20. Nozzle Cople |
| 10. Hinged screw | 21. Lock Nut |
| 11. Cap | 22. Gasket |

Batasan istilah pada injector yaitu :

1. Injection Nozzle

Injection nozzle terdiri dari nozzle body dan needle. Injection nozzle berfungsi untuk mengabutkan bahan bakar.

2. Saluran baja bertekanan tinggi (*fuel line*)

Saluran baja bertekanan tinggi (*fuel line*) berfungsi untuk menghantarkan bahan bakar dari pompa ke *nozzle* injeksi.

3. Alat Penekan Jarum (*spindle*)

Alat penekan jarum yang digunakan untuk menekan jarum pada lubang injector pada saat proses pengabutan. Alat penekan jarum ini sangat penting dalam proses injeksi karena tinggi rendahnya tekanan dalam injector di tentukan di sini.

4. Mur pengunci/pengaman (*Lock Nut*)

Terdapat pada injektor motor diesel yang berguna sebagai pengaman agar bagian-bagian dari injektor tidak berubah pada waktu menginjeksikan bahan bakar.

5. Baut Penyetel (*adjusting screw*)

Baut penyetel berfungsi untuk penyetelan kekuatan dan juga tekanan dari penyemprotan injektor baut penyetel berada di atas dari mur pengaman yang berguna untuk melindungi bagian-bagian injektor lain dan digunakan untuk mengatur posisi mur pengaman dalam injektor *adjusting screw* atau baut penyetel terletak di bagian atas dari sebuah injektor.

6. Pegas (*Spring*)

Pegas di sini berguna pengontrol elastisitas dari injektor pada saat menginjeksikan bahan bakar agar alat penekanan

jarum dapat kembali keposisinya lagi dan di gunakan dalam penyetelan kekuatan injeksi bahan bakar.

7. Spindle Guide

Spindle Guide berada pada kedua ujung spindle yaitu ujung bawah dan ujung atas. Pada ujung atas berhubungan dengan spring retainer dan pada ujung bawah berhubungan dengan jarum pengabut yang berfungsi agar spindle dapat menekan jarum pengabut yang baik.

8. Penahan Pegas (*Spring Retainer*)

Spring retainer sebagai penghubung antara pegas dan *spindle* berfungsi untuk menahan agar *spindle* tetap pada posisinya.

9. Katub Pembuang Angin (Air Vent Valve)

Katub pembuang angina berfungsi untuk menghilangkan sisa-sisa angina dalam system pada saat pemasangan injektor.

10. Jarum Pengabut (*Nozzle Needle*)

Jarum pengabut berfungsi untuk mengatur jumlah bahan bakar yang akan di kabutkan melalui mulut pengabut.

C. Fungsi Injektor

Injektor berfungsi untuk menghantarkan bahan bakar diesel dari *injection pump* ke dalam silinder pada setiap akhir langkah kompresi dimana torak mendekati posisi TMA. Injektor merubah tekanan bahan bakar dari *injection pump* yang bertekanan tinggi untuk membentuk kabut yang bertekanan antara 60 sampai 200 kg/cm², tekanan ini mengakibatkan peningkatan suhu pembakaran

di dalam silinder meningkat menjadi 600°C. Tekanan udara dalam bentuk kabut melalui injektor ini hanya berlangsung satu kali pada setiap siklusnya yakni pada setiap akhir langkah kompresi saja sehingga setelah sekali penyemprotan dalam kapasitas tertentu dimana kondisi pengabutan yang sempurna maka injektor yang dilengkapi dengan jarum yang berfungsi untuk menutup atau membuka saluran injektor ini sehingga kelebihan bahan bakar yang tidak mengabut akan dialirkan kembali ke bagian lain atau ke tangki bahan bakar sebagai kelebihan aliran (*overflow*).

Mesin diesel membutuhkan semprotan bahan bakar yang kuat hingga berkabut dengan tujuan agar terjadi pembakaran didalam ruang bakar sempurna. Maka komponen yang berfungsi untuk mengabutkan bahan bakar solar ini adalah injection nozel atau orang umum sering menyebutnya injektor.

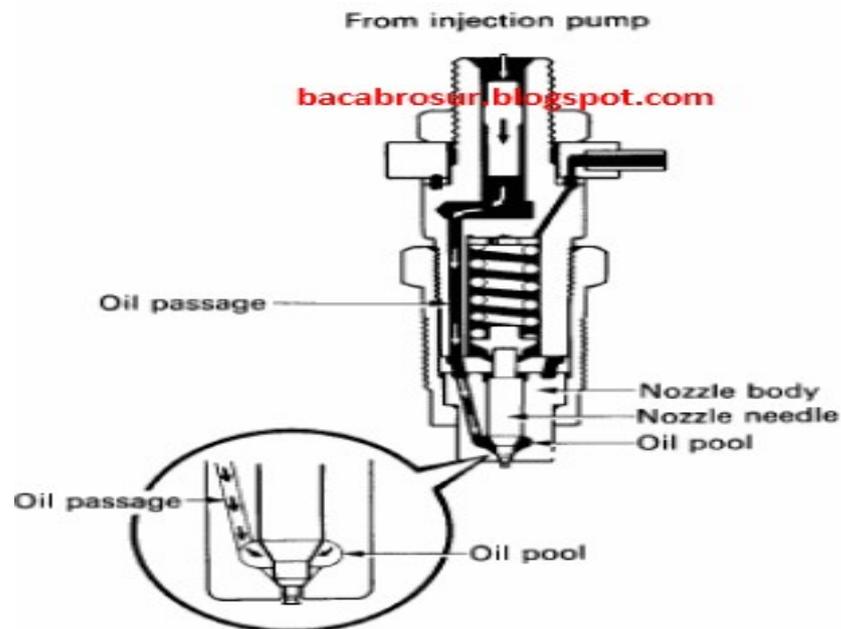
D. Cara Kerja Injektor

Menurut Karyanto (2000), cara kerja dari injektor ada 3 sistem yaitu:

1. Sebelum penginjeksian bahan bakar

Bahan bakar bertekanan tinggi mengalir dari pompa injeksi melalui saluran minyak (*fuel duct*) pada *nozzle holder* menuju *oil pool* pada bagian bawah *nozzle body*. Karena tekanan dari injectiont pump belum mampu menekan pressure spring, maka saat ini bahan bakar akan terkumpul di bagian oil pool saja.

Gambar 2.1. Sebelum penginjeksian bahan bakar



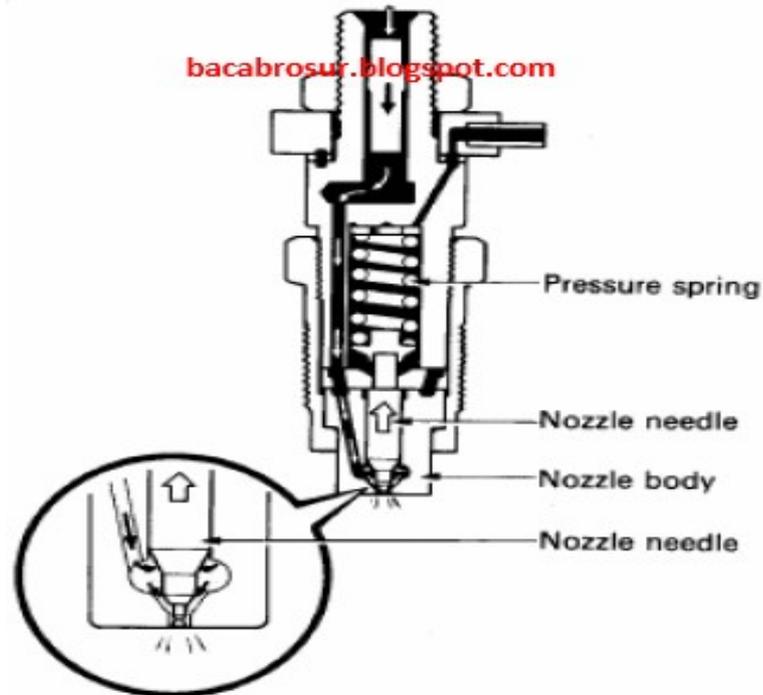
Sumber: <https://2.bp.blogspot.com/-TO27gl0uKPE/XNk8PguzfNI/AAAAAAAAAONU/tt9t1CPXa-MrTWptVIMrToGaX8mptza5QCLcBGAs/s1600/injection%2Bnozzle%2Bdi%2Bakhir%2Bpenginjeksian.PNG>

Di akses pada 29 Oktober 2020

2. Penginjeksian bahan bakar

Bila tekanan bahan bakar pada *oil pool* naik, dan tekanan ini melebihi kekuatan pegas, maka jarum pengabut (*nozzle needle*) akan terdorong ke atas oleh tekanan bahan bakar dan jarum pengabut terlepas dari dudukannya pada *nozzle body* sehingga terjadi penyemprotan bahan bakar ke ruang bakar dalam silinder mesin.

Gambar 2.2. Penginjeksian bahan bakar



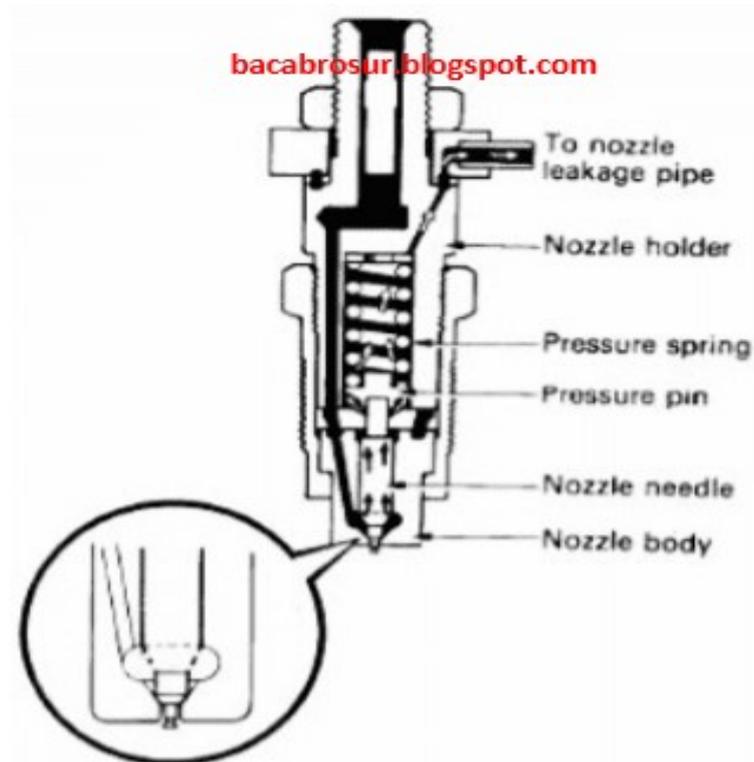
Sumber: <https://2.bp.blogspot.com/-TO27gl0uKPE/XNk8PguzfNI/AAAAAAAAONU/tt9t1CPXaMrTWptVIMrToGaX8mptza5QCLcBGAs/s1600/injection%2Bnozzle%2Bdi%2Bakhir%2Bpenginjeksian.PNG>

Di akses pada 29 Oktober 2020

3. Akhir penginjeksian bahan bakar

Bila pompa injeksi berhenti mengalirkan bahan bakar, maka tekanan bahan bakar turun dan tekanan pegas mengembalikan jarum pengabut (*nozzle needle*) ke posisi semula, sehingga menutup saluran bahan bakar.

Gambar 2.3. Akhir penginjeksian bahan bakar



Sumber: <https://2.bp.blogspot.com/-TO27gl0uKPE/XNk8PquzfNI/AAAAAAAAAONU/tt9t1CPXa-MrTWptVIMrToGaX8mptza5QCLcBGAs/s1600/injection%2Bnozzle%2Bdi%2Bakhir%2Bpenginjeksian.PNG>
Di akses pada tanggal 22 November 2020

E. Pengertian Nozzle

Nozzle adalah klep yang digunakan untuk menyembrotkan bahan bakar ke dalam silinder dalam bentuk kabut, sehingga bahan bakar dapat tercampur dengan udara secara merata dan mudah terbakar.

F. Jenis-jenis Nozzle



Sumber : https://4.bp.blogspot.com/-Rqq3qr6UMiQ/XJLcIDS96FI/AAAAAAAAADms/6-8T1qunjQEGwshDEnwwNCKZ2OBwnHwfACLcBGAs/s1600/IMG_201_90321_073122.jpg

Di akses pada tanggal 21 November 2020

1. *Nozzle* Lubang Tunggal (*Single Hole Nozzle*)

Semprotan atau kabutan bahan bakar yang dihasilkan berbentuk tirus. Daerah sudut kira-kira 4° - 5° yang dikeluarkan oleh ujung *nozzle* yang berlubang satu.

Pengabutan yang kurang sempurna menyebabkan penyemprotan bahan bakar tidak merata bila sudutnya terlalu besar. Keadaan ini dapat membatasi sudut semprotan yang bisa dipakai. Karena itu *nozzle* lubang tunggal dipakai pada mesin-mesin dimana bentuk ruang bakar akan menimbulkan pusaran dan karenanya tidak membutuhkan pengabutan bahan bakar yang halus dan semprotan yang merata. *Nozzle* lubang tunggal semacam ini juga baik karena pembukaan lubang *nozzle* yang luas bahkan pada mesin-mesin putaran tinggi ukuran kecil

2. *Nozzle* Berlubang Banyak (*Multi Hole Nozzle*)

Nozzle ini banyak dipakai pada motor diesel dengan penyemprotan secara langsung (*Direct Injection*) dimana diperlukan penyemprotan bahan bakar meluas ke semua bagian ruang bakar yang dangkal. Makin banyak jumlah pembukaan

semprotan bahan bakar yang bersih. Pembukaan lubang semprotan mempunyai diameter 0,0006 inch sampai 0,0033 inch. Jumlah dapat berbeda antara tiga sampai delapan belas lubang pada mesin-mesin yang mempunyai ukuran besar diameter silindernya.

3. Nozzle Model Throttle Type

Nozzle jenis ini bentuknya mirip dengan Nozzle Tipe Pin, Namun pada bagian ujung Nozzlenya tidak meruncing, Melainkan Melebar sehingga Memberikan karakteristik kerja dimana jumlah bahan bakar di awal injeksi sedikit dan pada akhir waktu injeksi jumlahnya akan bertambah banyak.

4. Nozzle Model Pintle Type

Nozzle jenis ini dipergunakan untuk motor diesel dengan sistem kamar depan dan kamar puser, dipasang dengan katup-katup. Ujung-ujungnya mempunyai batang atau pena yang disebut "*pintle*". Dengan pembentukan pena yang cocok, akan diperoleh penyemprotan bahan bakar pada silinder yang berlubang dengan daya tinggi ataupun semprotan bahan bakar berbentuk konis yang berongga dengan sudut 60° . *Nozzle* jenis ini bekerja secara seragam dan teliti gerakannya akan mencegah pembentukan kerak dan karbon pada ujung *nozzle*.

G. Perawatan pada Nozzle

Menurut Munandar, A., W. & Tsuda, K. (1976:169) dalam bukunya yang berjudul "Motor Diesel Putaran Tinggi", pemeriksaan dan penyetulan penyemprotan bahan bakar dilakukan setiap 250 jam, tetapi tergantung pula pada kondisi gas buang menunjukkan warna yang tidak normal atau apabila pembakaran tidak

berlangsung dengan baik. Untuk mesin yang masih baru sebaiknya dilakukan pemeriksaan setelah 120 jam pertama.

Menurut Sunaryo, dkk. (1998:33) dalam bukunya yang berjudul "Perawatan Dan Perbaikan Motor Diesel Penggerak Kapal", *nozzle* penyemprot mempunyai peranan penting dalam operasi motor diesel. Untuk itu *nozzle* penyemprot pada motor diesel penggerak kapal yang mempunyai periode operasi yang sangat panjang dan eksploitasi yang sangat berat, untuk itu *nozzle* penyemprot memerlukan perawatan dan penyetelan injektor secara teratur.

Jika kapal mempunyai sistem perawatan yang berjalan dengan baik dan benar maka cukup memberikan informasi langsung kepada manajemen armada mengenai penyimpangan dari rencana misalnya kerusakan dan keausan yang tak diduga, penggantian-penggantian yang tak dijadwalkan serta kebutuhan pelayanan di bagian luar dan suatu daftar pekerjaan yang telah lewat waktunya.

Peranan injektor bahan bakar pada motor bakar sangat penting dalam kebutuhan kelancaran pengoperasian kapal, dimana perawatan yang dilaksanakan tidak dijalankan secara teratur dan berencana mengakibatkan timbulnya masalah-masalah seperti asap hitam, suara ketukan dan naiknya temperatur suhu gas buang yang sudah pasti menyebabkan putaran mesin menurun. Beberapa penyebab menurunnya kinerja injektor antara lain pemakaian bahan bakar yang berkualitas rendah sehingga dapat menyebabkan injektor cepat rusak dan memperpendek umur pemakaian jarum. Untuk selanjutnya kondisi dari *nozzle* yang kurang baik tersebut dapat menyebabkan proses pengabutan menjadi tidak sempurna.

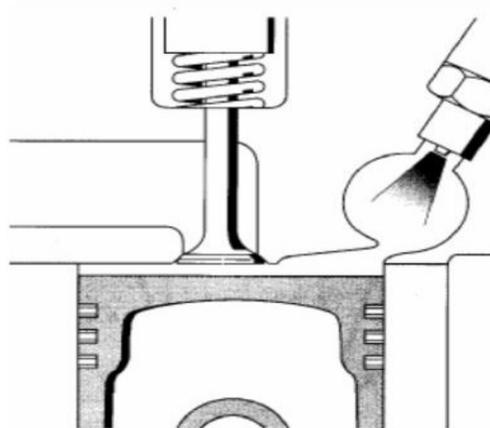
H. Metode Penyemprotan Bahan Bakar

Menurut P. Van Maanen (Motor Diesel Kapal, Jilid 1) ada 2 metode penyemprotan bahan bakar, antara lain :

1. Penyemprotan Tidak Langsung (Pre Combustion)

Pada sistem ini bahan bakar tidak langsung disemprotkan langsung ke dalam silinder (ruang bakar utama), melainkan terlebih dahulu melalui suatu kamar muka atau precombustion chamber (PC), sehingga proses pembakaran terjadi secara menjalar ke ruang bakar utama..Dalam hal ini bahan bakar disemprotkan ke dalam ruang pembakaran yang terpisah di ruang pembakaran utama. Ruang tersebut memiliki 25% - 60% dari *volume* total ruang.

Gambar 2.4. Penyemprotan Tidak Langsung



Sumber : https://4.bp.blogspot.com/-vkHPHQkHqA8/WMjxH7uRxeI/AAAAAAAAABHq/UAvnTSVRbqYumKSvwdaRxAifAX9qeN6qCLcB/s400/PicsArt_03-15-02.42.31.jpg,

Di akses pada tanggal 29 oktober 2020

Adapun keuntungan dari penyemprotan tidak langsung adalah sebagai berikut:

- a. Penyalaan cepat (kelambatan penyalaan kecil) motor tidak terlalu peka terhadap kualitas bahan bakar.
- b. Tekanan pembakaran maksimal rendah dan motor bekerja dengan tenang.
- c. Pengabut berlubang tunggal, lubang penyemprotan *relatif* besar tidak akan terjadi bahaya penyumbatan.

Adapun kerugian dari pada penyemprotan tidak langsung antara lain sebagai berikut:

- a. Rendemen motor rendah akibat kerugian aliran dan panas di dalam ruang pendahuluan dan ruang puser.
- b. Motor sangat sulit di *start* sehingga membutuhkan bantuan *start* dalam bentuk spiral pijar atau sumbu pijar.
- c. Penyemprotan ruang pendahuluan dan penyemprotan ruang puser hanya diterapkan untuk motor putaran tinggi.

2. Penyemprotan Langsung

Injeksi langsung pada motor diesel cara kerjanya adalah nozzle menyemprotkan bahan bakar dalam bentuk kabut ke dalam silinder (ruang bakar) sehingga proses pembakaran terjadi secara serempak. Bahan bakar dengan tekanan tinggi (pada motor putaran rendah hingga 1000 Bar dan pada motor putaran menengah yang bekerja dengan bahan bakar berat hingga 1500 bar disemprotkan ke dalam ruang pembakaran yang tidak dibagi. Maka untuk keperluan tersebut dipergunakan satu buah hingga tiga buah pengabut berlubang banyak. Sistem penyemprotan langsung diterapkan pada motor putaran rendah dan motor putaran menengah dan pada bagian besar motor putaran tinggi.

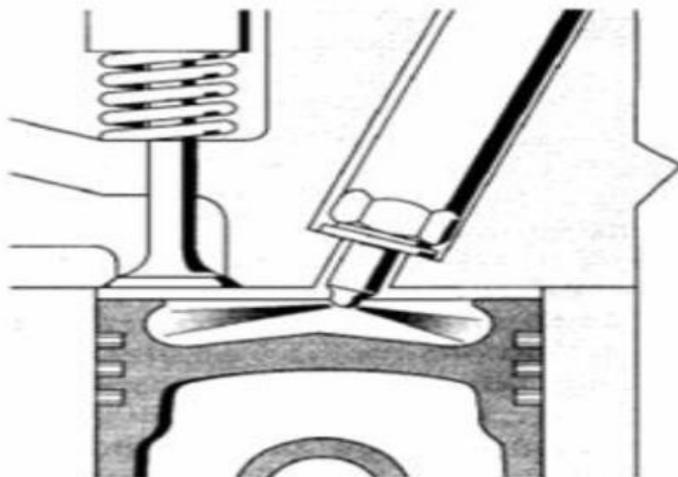
Keuntungan dari Penyemprotan Langsung:

- a. Saat mesin dingin lebih mudah dihidupkan
- b. Lebih hemat dalam pemakaian bahan bakar
- c. Ruang bakar yang lebih kecil membuat efisiensi panas menjadi lebih baik.

Kerugian dari Penyemprotan Tidak Langsung:

- a. Cenderung suara mesin lebih kasar dan bising
- b. Lebih rentan terhadap penyumbatan dalam 20njector karena lubang 20njector lebih kecil
- c. Output tenaga yang cenderung lebih kecil
- d. Turbulensi kecil pada kecepatan rendah

Gambar 2.5. Penyemprotan Langsung



Sumber : <https://www.kitapunya.net/wp-content/uploads/2014/01/Ruang-Bakar-Injeksi-Langsung.jpg>, Di akses pada tanggal 29 oktober 2020

I. Persyaratan pada Sistem Injeksi

Menurut Maleev (1991), ada 5 persyaratan utama yang harus dipenuhi oleh sistem injeksi yaitu :

1. Penakaran yang teliti dari minyak bahan bakar.

Maksudnya bahwa banyaknya bahan bakar yang diberikan untuk setiap proses harus dalam kesesuaian dengan beban mesinnya dan jumlah yang tepat dari bahan bakar harus diberikan kepada tiap silinder, untuk setiap langkah daya mesin. Hanya dengan cara inilah mesin akan beroperasi pada kecepatan yang seragam.

2. Pengaturan waktu

Pengaturan waktu yang layak berarti mengawali injeksi bahan bakar pada saat yang diperlukan adalah mutlak untuk mendapatkan daya maksimal dari bahan bakar dan penghematan bahan bakar dengan baik serta pembakaran yang sempurna. Kalau bahan bakar diinjeksikan terlalu awal dalam proses, maka penyalaannya akan diperlambat karena suhu udara pada titik ini cukup tinggi. Keterlambatan yang berlebihan akan memberikan operasi yang kasar dan berisik dari mesin serta memungkinkan kerugian bahan bakar karena pembasahan dinding silinder dan kepala torak. Akibatnya adalah borosnya bahan bakar dan asap dalam gas buang. Kalau bahan bakar diinjeksikan terlambat dalam daur, maka sebagian dari bahan bakar akan terbakar pada saat torak telah jauh melampaui titik mati atas (TMA). Kalau ini terjadi, maka mesin tidak akan membangkitkan daya maksimumnya, gas buang akan berasap, dan pemakaian bahan bakar boros.

3. Kecepatan injeksi bahan bakar.

Banyaknya bahan bakar yang diinjeksikan ke dalam ruang bakar dalam satu satuan waktu atau dalam satu derajat dari perjalanan engkol. Kalau kecepatan injeksi terlalu tinggi, maka sejumlah bahan bakar tertentu akan diinjeksikan dalam waktu yang singkat, atau dalam jumlah derajat yang kecil dari perjalanan engkol. Kalau dikehendaki untuk menurunkan kecepatan injeksi, harus digunakan ujung *nozzle* dengan lubang yang kecil untuk menaikkan jangka waktu injeksi bahan bakar. Kecepatan injeksi mempunyai pengaruh yang serupa dengan pengaturan waktu, terhadap prestasi mesin. Kalau kecepatan injeksi terlalu tinggi, akibatnya akan sama dengan injeksi yang terlalu awal, kalau kecepatan injeksi terlalu rendah, akibatnya akan sama dengan injeksi yang sangat terlambat.

4. Pengabutan yang baik dari bahan bakar

Pengabutan dari arus bahan bakar menjadi semprotan kabut harus disesuaikan dengan jenis ruang bakar. Beberapa ruang bakar memerlukan kabut yang sangat halus, ruang bakar yang lain dapat beroperasi dengan kabut yang lebih kasar. Pengabutan yang baik akan mempermudah pengawalan pembakaran dan menjamin bahwa setiap butiran kecil dari bahan bakar dikelilingi oleh partikel oksigen yang dapat dicampur dengannya.

5. Distribusi

Distribusi bahan bakar harus terlaksana dengan baik, sehingga bahan bakar akan menyusup ke seluruh bagian ruang bakar yang berisi oksigen untuk pembakaran. Kalau bahan bakar tidak didistribusikan dengan baik, maka sebagian dari oksigen

yang tersedia tidak akan dimanfaatkan dan dikeluarkan, sehingga daya mesin akan rendah.

J. Pembakaran dalam Silinder

Menurut V.L. Maanen (1990:105), bahan bakar motor diesel harus dicampur dengan waktu yang cepat dengan udara tekanan tinggi sebelum pembakaran. Campuran tersebut akan menyala akibat suhu akhir kompresi yang tinggi (900°K atau sama dengan 627°C). Pada mesin induk pembakaran terjadi dikarenakan oleh bahan bakar minyak yang disemprotkan berupa kabut ke dalam silinder yang bercampur dengan udara bersuhu tinggi. Dalam hal ini kecepatan pembakaran tergantung pada baik buruknya pencampuran antara udara dengan bahan bakar.

Oleh karena itu maka bahan bakar harus dikabutkan sehingga reaksi pembakaran dapat berlangsung cepat. Adapun prinsip dari pengabutan adalah menekan bahan bakar pada *nozzle*. Semakin baik pengabutan bahan bakar, maka akan semakin sempurna pembakarannya. Dalam ruang pembakaran selain terjadi suhu yang tinggi, juga akan terjadi tekanan maksimum akibat pembakaran. Dengan demikian silinder juga dibebani secara mekanis, apabila campuran bahan bakar dengan udara tidak seimbang maka proses pembakaran tidak akan terjadi dengan sempurna.

Bahan bakar dengan bantuan pompa tekanan tinggi dipompakan ke katup bahan bakar yang dilengkapi dengan pengabut. Pada waktu dimulai dengan langkah tekan maka bahan bakar mula-mula akan dikompimir dalam silinder pompa dan pada saluran penghubung antara pompa dengan pengabut sehingga mencapai tekanan penyemprotan yang diisyaratkan dan kemudian akan berlangsung penyemprotan dan pengabutan. Antara saat langkah tekanan pompa dan saat awal penyemprotan terdapat

suatu periode perlambatan yang disebut dengan perlambatan penyemprotan. Lama waktu kelambatan tersebut tergantung dari konstruksi dan volume bahan bakar dalam pompa. Setelah butir-butir bahan bakar pertama berada dalam silinder akan terjadi proses kimia dari penyalaan dan pembakaran.

Menurut V.L.Maleev (1991: 105) jika tekanan pengapian di dalam silinder rendah dan suhu gas buang tinggi, maka ini disebabkan karena pengaturan waktu injeksi yang terlambat dan *nozzle* injektor yang kotor atau bocor serta tekanan balik yang tinggi.

Menurut Van Maanen (1990), perbandingan udara bahan bakar (air fuel ratio) secara teoritis adalah sekitar 14,0 □ 14.5 kg udara diperlukan untuk pembakaran 1 kg minyak bahan bakar. Tetapi dalam hal ini sebagian partikel dari *oksigen* yang tercampur *nitrogen* dan hasil pembakaran tidak mampu berperan serta dalam proses pembakaran karena singkatnya waktu yang dibutuhkan. Sejumlah carbon monoksida kemudian akan berbentuk atau partikel carbon tetap belum terbakar. Maka, untuk menjamin pembakaran yang sempurna dan untuk menghindari rugi panas karena pembakaran monoksida harus terdapat kelebihan udara dalam silinder. Perbandingan berat udara yang ada terdapat berat bahan bakar yang diinjeksikan selama tiap langkah daya disebut perbandingan udara bahan bakar (Air Fuel Ratio/AFR).

Perbandingan ini merupakan faktor yang sangat penting dalam operasi motor bakar. Dengan meningkatnya beban akan lebih banyak bahan bakar yang diinjeksikan, tetapi jumlah udara dalam silinder praktis akan tetap konstan, sehingga perbandingan bahan bakar menurun. Meskipun mesin dibebani penuh perbandingan bahan bakar antara 25-30% lebih besar dari pada 14,5 kg. Jadi harus banyak kelebihan udara di atas minimum yang diperlukan untuk pembakaran sempurna dalam silinder.

Agar bahan bakar dapat dimasukkan ke dalam silinder dengan cara cepat, diperlukan suatu mekanisme yang amat teliti dan dapat dipercaya. Mekanisme tersebut terdiri dari sebuah pompa bahan bakar tekanan tinggi yang pada umumnya selalu digerakkan oleh sebuah nok yang ditempatkan pada sebuah saluran bahan bakar tekanan tinggi dan sebuah katup bahan bakar dengan pengabut yang ditempatkan pada tutup silinder.

Menurut Van Maanen (1990), tugas pompa bahan bakar adalah :

1. Dengan cepat meningkatkan bahan bakar hingga tanpa menimbulkan kebocoran.
2. Menekan bahan bakar dengan jumlah tepat ke pengabut jumlah tersebut harus diatur secara berkelanjutan dari 0 hingga maksimal.
3. Penyerahan bahan bakar harus dapat dilaksanakan pada saat yang tepat dan dapat dilaksanakan pada jangka waktu yang diinginkan.

Untuk pengabutan yang baik dari bahan bakar diperlukan kecepatan penyemprotan tinggi. Hal tersebut dicapai dengan tekanan pengabutan tinggi (hingga 1000 bar).

Menurut Van Maanen (1990, jilid 1) tekanan penyemprotan tersebut dapat ditingkatkan tanpa guna, bila kekentalan bahan bakar terlalu tinggi. Viskositas bahan bakar distilet (minyak diesel) pada suhu sekitar normal cukup rendah, bahan bakar berat harus dipanasi untuk mendapatkan viskositas penyemprotan yang disyaratkan sebesar 15 a 25 mm²/detik. Untuk bahan bakar yang lebih berat (viskositas 350 a 580 mm²/detik) pada 50⁰ C suhu pemanasan adalah hingga 135⁰ C suhu yang lebih tinggi tidak dikehendaki.

Mengingat lama waktu penyemprotan yang pendek, dinyatakan dengan derajat engkol hingga 25° C, maka sebuah pompa bahan bakar yang digerakkan oleh sebuah nok selalu digunakan. Konstruksi pompa selanjutnya tergantung dari metode yang dipilih dari pengaturan hasil. Dalam hal ini dibedakan :

1. Pompa dengan pengaturan katup.
2. Pompa dengan pengaturan plunyer.

Bahan bakar yang disalurkan oleh pompa bahan bakar dengan jumlah tepat dan pada saat tepat harus dimasukkan ke dalam silinder melalui sebuah atau lebih pengabut. Bila konstruksi dari tutup silinder dimungkinkan, maka katup bahan bakar ditempatkan di tengah-tengah tutup (pada penyemprotan langsung dari bahan bakar dalam ruang pembakaran utama).

Tempat tersebut merupakan tempat terbaik untuk membagi dengan rata bahan bakar yang telah dikabut. Pembagian tersebut sangat penting pada motor putaran rendah dengan gerakan udara relatif kecil. Pada motor yang dilengkapi dengan sebuah katup buang tunggal, dipasang pembukaan ulang dari jarum pengabut, sehingga akibat gelombang tekanan balik dari pompa tidak dimungkinkan lagi.

Menurut Van Maanen (1990, jilid 1) suatu kerugian dari metode tersebut adalah bahwa pada hasil pompa yang sedikit, jadi pada beban motor rendah tekanan penyemprotan maksimal berkurang dengan cepat, tekanan sisa akan berada di bawah tekanan gas/uap dari bahan bakar. Akibatnya pembentukan kavitasi (pembentukan gelombang gas) di dalam saluran bahan bakar, hal tersebut akan mengakibatkan kelambatan penyemprotan yang besar dalam langkah tekanan pompa yang berikutnya. Bahan bakar yang diterima di atas kapal pada umumnya banyak mengandung kotoran berupa zat padat dan zat cair.

Hal ini disebabkan oleh banyaknya proses yang ditempuh oleh bahan bakar dari awal pelaksanaan bunker sampai bahan bakar siap dipergunakan. Dengan kenyataan inilah yang menyebabkan pembakaran tidak baik walaupun melalui saringan bahan bakar sebelum masuk ke dalam pompa bahan bakar ke injektor untuk dikabutkan. Jika tanpa pembersih bahan bakar yang kotor akan mengakibatkan rusaknya alat pengabut / injektor terutama dari *nozzle* dan alat lainnya, karena bahan bakar pada umumnya mempunyai kualifikasi sebagai berikut :

1. Titik nyala (*flash point*)
2. Nilai kekentalan
3. *Spesific gravity*

K. Syarat Menghasilkan Pembakaran Sempurna

Menurut Romzana (2000), untuk menghasilkan pembakaran yang sempurna atau pembakaran yang baik, maka jumlah bahan bakar harus sebanding dengan udara yang masuk ke dalam ruang pembakaran. Syarat tersebut bisa dipenuhi apabila :

1. Bahan bakar harus bersih dari kotoran padat maupun cair.
2. Suhu bahan bakar tepat pada ketentuan tertentu.
3. Kecepatan keluar bahan bakar dari pengabut cukup tinggi sehingga dapat menembus udara sekelilingnya dan bersinggungan sebaik-baiknya dengan zat asam.
4. Udara pembakar mempunyai kecepatan sedemikian rupa dengan gerakan seperti ulir sehingga dapat bercampur dengan tiap tetes minyak.

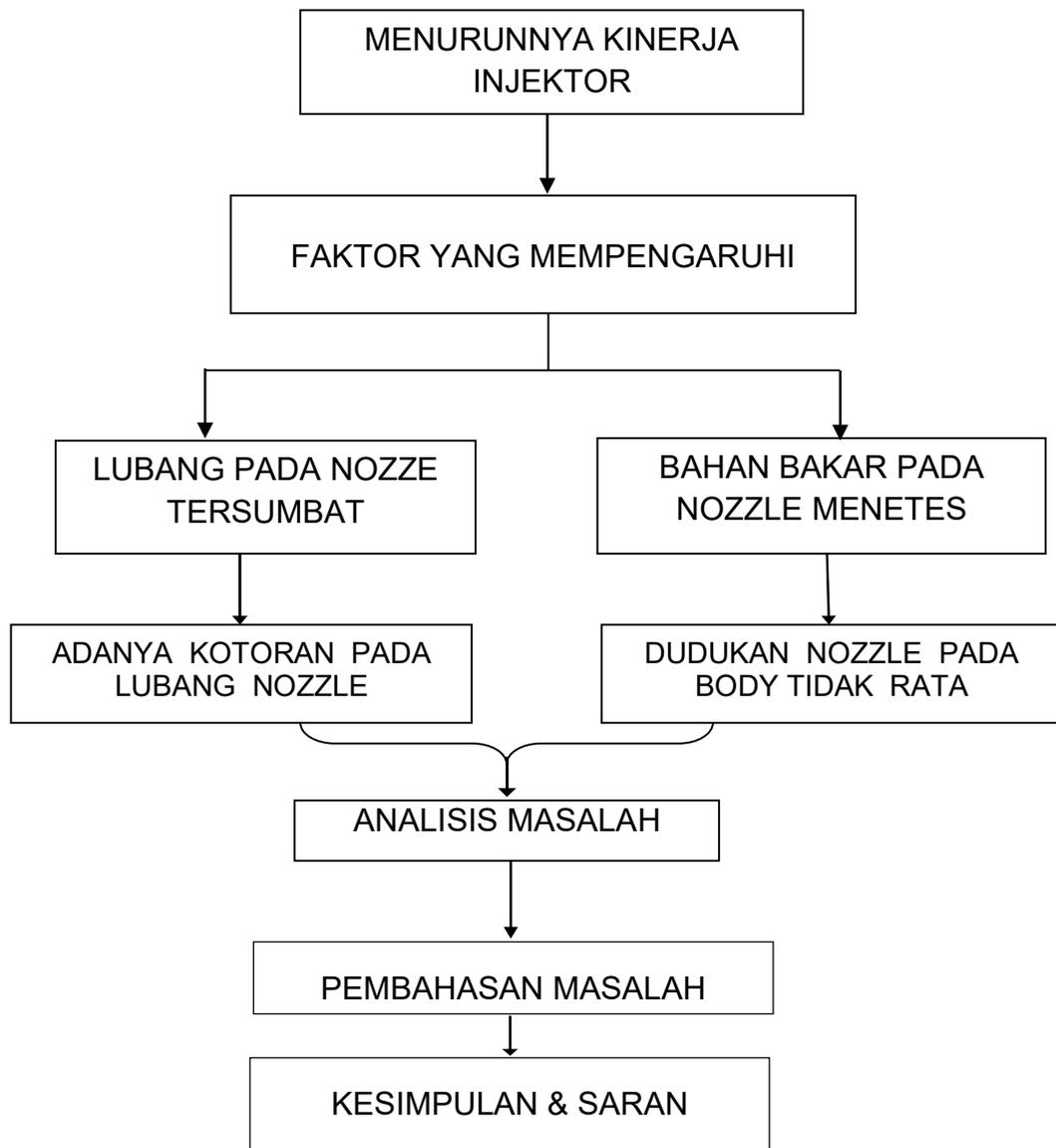
Menurut Romzana (2000), pembakaran berlangsung pada saat torak berada pada titik mati atas (TMA), maka bahan bakar harus disemprotkan sebelum torak atau engkol kedudukan di titik

mati atas (TMA). kecepatan penyalaan tergantung beberapa faktor antara lain :

1. Susunan kimia bahan bakar
2. Kelebihan udara
3. Sempurnanya campuran udara dengan bahan bakar
4. Tekanan dan suhu udara pembakaran

L. Kerangka Pikir

Sesuai dengan judul proposal yang diambil maka susunan kerangka pikir adalah sebagai berikut :



BAB III

METODE PENELITIAN

A. Tempat Dan Waktu Penelitian

Tempat dan waktu penelitian skripsi ini yaitu ketika penulis melakukan penelitian / praktek laut di kapal MV. ESTUARI MAS, milik perusahaan TEMAS Shipping tbk. Dengan kurun waktu penelitian selama Sembilan bulan 17 hari yang dimulai pada tanggal 08 Oktober 2019 sampai dengan 25 Juli 2020.

B. Teknik Pengumpulan Data

Adapun teknik pengumpulan data adalah metode penelitian kuantitatif sebagai berikut :

1. Metode Penelitian Lapangan

Penelitian dilakukan dengan peninjauan secara langsung pada objek yang diteliti. Data dikumpulkan melalui :

a. Metode Survey (*observasi*)

Dalam metode ini penulis akan mengambil data pada saat terjun langsung dalam melakukan pengoperasian terhadap objek yang diteliti di kapal.

b. Metode Wawancara

Dalam metode ini penulis akan mengadakan wawancara dengan masinis yang ada di kapal.

2. Metode penelitian pustaka (*library research*)

Penulis memperoleh data dan informasi dengan membaca dan mempelajari literatur, buku-buku, dan tulisan-tulisan mengenai injektor untuk memperoleh landasan teori yang akan diteliti.

C. Instrument Penelitian

1. *Observasi* yaitu pengamatan yang dilakukan secara langsung terhadap objek yang akan diteliti dilapangan pada waktu penulis melakukan praktek laut di kapal.
2. Wawancara (*interview*) yaitu mengadakan tanya jawab secara langsung kepada perwira mesin dikapal.

D. Jenis dan Sumber Data

1. Jenis data
 - a. Data *kualitatif* adalah data yang diperoleh dalam bentuk *variabel* berupa informasi-informasi sekitar pembahasan baik secara lisan maupun tulisan.
 - b. Data *kuantitatif* adalah data yang berupa angka merupakan hasil dari pengukuran pada saat melakukan perawatan di kapal.
2. Sumber data
 - a. Data *Primer*

Data *primer* merupakan data pokok yang diperoleh dari tempat penelitian yang merupakan hasil pengamatan secara langsung pada bagian yang telah diteliti.
 - b. Data *Sekunder*

Data *sekunder* merupakan data pelengkap dari data primer yang bersumber dari buku-buku referensi yang berhubungan dengan masalah yang diteliti.

E. Metode Analisa

Dalam penulisan ini, metode yang digunakan penulis untuk menganalisa data pada karya ilmiah ini adalah metode analisa deskriptif kualitatif yaitu teknik analisa yang digunakan untuk memaparkan suatu kejadian yang terjadi di kapal, yang

berhubungan dengan faktor penyebab menurunnya kinerja injektor terhadap proses pembakaran motor diesel. Atas dasar pengamatan penulis dengan melihat data yang ada, dengan menggunakan teknik yang ada, penulis berharap agar menghasilkan pemecahan masalah yang baik dalam penyusunan kertas kerja ilmiah ini.

F. Jadwal Penelitian

Tabel 3.1 Jadwal Pelaksanaan Penelitian

No	Kegiatan	TAHUN 2019											
		BULAN											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Pengumpulan buku referensi												
2	Pemilihan judul												
3	Penyusunan proposal dan bimbingan												
4	Seminar proposal												
5	Perbaikan seminar proposal												
		TAHUN 2019											
6	Pengambilan data												Praktek Laut
		TAHUN 2020											
7	Penetapan judul skripsi												
8	Bimbingan skripsi												
9	Seminar												

BAB IV

ANALISA DAN PEMBAHASAN

A. Analisa Data

1. Gambaran Umum Tempat Penelitian

MV. Estuari Mas dibuat di China oleh *Ningbo Boda ShipBuilding Co. Ltd.* Kapal MV. Estuari Mas berbendera Indonesia milik perusahaan PT. *Tempuran Emas Tbk.* dan dioperasikan oleh *PT.Asian Marine Temas Tbk.* yang beralamat di Jl.Yos Sudarso Kav.33 Jakarta Utara 14350 , Indonesia.

2. Ship Particular dan Spesifikasi Main Engine

Objek penelitian penulis lakukan pada Injektor Mesin Induk di kapal MV. Estuari Mas.

3. Ship Particular MV. Estuari Mas

<i>Tipe</i>	: <i>Container Ship</i>
<i>Bendera</i>	: Indonesia
<i>IMO Number / MMSI</i>	: 9558488 / 525019465
<i>Call</i>	: PMUM
<i>Builder</i>	: <i>Ningbo Boda Shipbuilding Co, Ltd, Ningbo , China/VZJ 4211</i>
<i>Owner</i>	: PT.Pelayaran Tempuran Emas,Tbk
<i>Tonase Kotor (GT)</i>	: 6,603 GT
<i>Jumlah Crew</i>	: 19 Orang
<i>Panjang Keseluruhan (LOA)</i>	: 119,90 m
<i>Lebar (B)</i>	: 21,80 m
<i>Max. Draft</i>	: 5,20 m

4. Spesifikasi Main Engine

<i>Maker</i>	: Ningbo Diesel Engine
<i>Model/Type</i>	: G8300ZC188
<i>Power (kW)</i>	: 1941.5 KW
<i>Speed (RPM)</i>	: 550 R/Min
<i>No. of Cylinder</i>	: 8.00 Cyl
<i>Cyl. Bore (mm)</i>	: 300 mm
<i>Piston Stroke (mm)</i>	: 380.00 mm

5. Spesifikasi Injektor

<i>Valve Opening Pressure</i>	: 250/300 BAR
<i>Diameter</i>	: 10 cm
<i>Weight</i>	: 5 kg

B. Pembahasan

Pada bab ini akan dibahas tentang penyebab menurunnya kinerja injektor terhadap proses pembakaran motor diesel dan cara pencegahannya. Berdasarkan pengalaman penulis pada saat berada di kapal MV. Estuari Mas, penulis menemukan masalah yang berhubungan dengan injektor, yaitu tersumbatnya lubang pada *nozzle* dan menetesnya bahan bakar pada *nozzle*.

1. Tersumbatnya Lubang pada *Nozzle*

Seperti kita ketahui pengabutan pada Injektor sangat penting untuk pembakaran. Dengan kurang sempurnanya pengabutan dapat menyebabkan pembakaran di dalam ruang bakar tidak sempurna sehingga daya yang dihasilkan mesin berkurang dan temperatur gas buang rendah, hal ini disebabkan oleh Kotornya bahan bakar.

Tersumbatnya lubang pada *nozzle* sangat di pengaruhi oleh bahan bakar yang masuk ke dalam injektor. Bahan bakar yang

tidak bersih atau mengandung kotoran akan menempel di sekitar dinding pada lubang dalam jangka waktu yang lama. Dengan adanya panas yang diperoleh dari proses pembakaran mengakibatkan terjadinya pembentukan karbon pada dinding lubang *nozzle* yang akhirnya menutup lubang-lubang pada *nozzle*.

Sistem pembakaran yang tidak sempurna menyebabkan terjadinya pembentukan karbon yang menempel pada permukaan ujung *nozzle* yang berbentuk butiran-butiran karbon yang apabila dibiarkan akan bertambah banyak dan menyebabkan terhambatnya proses pengaliran bahan bakar ke dalam ruang bakar.

Gambar 4.1 Kerak pada ujung Nozzel



Sumber :MV.Estuari Mas, 2020

2. Menetesnya Bahan Bakar pada *Nozzle*

Gambar 4.2 Proses Pengujian Injector



Sumber :MV.Estuari Mas, 2020

Tabel 4.3 Kondisi Normal Pada injektor

Cylinder	Tekanan (Bar)	Kondisi Nozzle	Kondisi Penyemprotan
1	280-300	Recondition	Ngabut
2	280-300	Recondition	Ngabut
3	280-300	Recondition	Ngabut
4	280-290	Recondition	Ngabut
5	280-300	Recondition	Ngabut
6	280-300	Recondition	Ngabut
7	280-300	Recondition	Ngabut
8	280-300	Recondition	Ngabut

Tabel 4.3. Data pada Main Engine pada Hari jumat, 12 Februari 2020

Jam Jaga	Temperatur																Tekanan			Fuel Rack	Ket
	Cooling								Exhaust Gas								B/B	L.o	S.W.C		
	Cylinder								Cylinder												
1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8						
08.00-12.00	59	58	59	58	59	57	58	58	330	335	328	330	334	340	348	341	0.43	0.43	0.43	12	Normal
12.00-16.00	58	58	59	58	59	58	58	58	332	333	330	332	340	328	327	338	0.42	0.45	0.47	11	Normal
16.00-20.00	59	59	59	58	59	60	59	59	335	326	329	335	338	332	329	340	0.43	0.45	0.46	12	Normal
20.00-24.00	60	59	60	58	60	60	59	59	330	335	332	338	340	329	327	342	0.42	0.43	0.47	11	Normal
00.00-04.00	61	60	62	59	60	61	60	59	338	334	332	337	336	330	332	342	0.43	0.4	0.47	12	Normal
04.00-08.00	62	62	62	60	60	61	60	58	344	330	334	332	341	332	336	300	0.43	0.44	0.46	11	Tidak Normal

Sumber : Engine Look Book MV.Estuari Mas

Berdasarkan data yang diperoleh penulis sewaktu melaksanakan praktek laut (PRALA) di kapal MV. Estuari Mas tentang kinerja Injektor pada mesin induk. Penulis menemukan faktor-faktor yang menyebabkan menurunnya kinerja injektor terhadap proses pembakaran motor diesel, yaitu, Tersumbatnya lubang pada Nozzle, penulis akan membahas tentang permasalahan yang di alami saat itu, Berikut adalah Kronologi permasalahan yang di alami oleh penulis.

Kejadian ini terjadi di atas kapal MV. ESTUARI MAS pada hari jumat tanggal 12 Februari 2020 dari alur pelayaran JAKARTA-PONTIANAK dimana pada silinder no. 8 terjadi penurunan temperature gas buang. Pada saat itu kejadian terjadi pada jam jaga 04.00-08.00, pada saat itu penulis sementara melakukan patroli di kamar mesin untuk mengecek temperature dan tekanan pada setiap mesin yang beroperasi pada saat itu, dan pada saat itu tiba-tiba penulis mendengar bunyi yang tidak enak di dengar, dan setelah penulis menelusuri dan mencari sumber bunyi tersebut, terdengar suara dentungan dari dalam cylinder nomor 8. dan pada saat itu penulis langsung melaporkan kejadian tersebut kepada Perwira Jaga (*first Engginer*).

Setelah mengetahui kejadian tersebut perwira jaga mengambil tindakan untuk mengecek P-MAX dan P-COM untuk mengetahui apakah terjadi pembakaran atau tidak di dalam Cylinder No.8, dan pada saat setelah mengambil P-MAX di dalam cylinder No.8 tersebut tidak Terjadi pembakaran, dan pada saat itu juga perwira jaga langsung menurunkan *RPM* untuk mengurangi bunyi tersebut, setelah itu pperwira jaga melaporkan kepada KKM dan KKM melaporkan kepada Nahkoda untuk menindak lanjuti masalah tersebut, Dan Nahkoda mengambil keputusan untuk memberhentikan pengoperasian kapal untuk melakukan perbaikan, dan saat injector telah di cabut dari Cyl Head No.8 terdapat banyak jelaga-jelaga atau kotoran pada ujung Nozzle yang mengakibatkan Lubang Nozzle Tersumbat, pengerjaan yang dilakukan memakan waktu 15-20 menit. selepas penggantian injector tersebut crew melakukan running test untuk mengetahui apa masih bermasalah atau tidak, dan Hasil hasil running Test tidak ada

lagi suara- suara tersebut dari dalam cylinder,dank km langsung memberitahu kepada nahkoda bahwa mesin siap di operasikan kembali.

Tabel 4.4 Pengujian Feul Injectiont (Abnormal)

Cylinder	Tekanan (Bar)	Kondisi Nozzle	Kondisi Penyemprotan
1	280-290	Recondition	Ngabut
2	280-300	Recondition	Ngabut
3	280-300	Recondition	Ngabut
4	290-300	Recondition	Ngabut
5	280-290	Recondition	Ngabut
6	280-285	Recondition	Ngabut
7	250-270	Recondition	Ngabut
8	180-200	Recondition	Tersumbat

Tabel 4.5 Pengujian Feul Injectiont (Setelah Perbaikan)

Cylinder	Tekanan (Bar)	Kondisi Nozzle	Kondisi Penyemprotan
1	280-300	Recondition	Ngabut
2	280-300	Recondition	Ngabut
3	280-300	Recondition	Ngabut
4	280-290	Recondition	Ngabut
5	280-300	Recondition	Ngabut
6	280-300	Recondition	Ngabut
7	280-300	Recondition	Ngabut
8	280-300	Recondition	ngabut

Akibat dari adanya bahan bakar yang menetes, menyebabkan terjadinya pembakaran tidak sempurna. Hal itu dikarenakan kurangnya suplay bahan bakar ke dalam ruang bakar dalam bentuk kabut melainkan dalam bentuk tetesan. Pemasukan bahan bakar dalam bentuk tetes tidak baik untuk proses pembakaran. Hal itu dapat menyebabkan terjadinya pembakaran susulan.

Menetesnya bahan bakar dari *nozzle* dapat disebabkan oleh dudukan *nozzle* pada *body* yang tidak rata. Bahan bakar menetes ketika injektor memasukkan bahan bakar ke ruang bakar dengan tekanan rendah, yang menyebabkan tidak semua bahan bakar masuk ke dalam *nozzle*, tetapi sejumlah bahan bakar keluar melalui dudukan yang tidak rata.

C. Pembahasan Hasil Penelitian

1. Tersumbatnya Lubang *Nozzle*

Pemeriksaan dan perawatan harus dilakukan dengan rutin seperti menjaga kebersihan bagian-bagian dari injektor (*nozzle* khususnya). Pada saat melakukan *overhaul*, komponen – komponen injektor harus diletakkan pada tempat dan posisi yang aman. Komponen-komponen tersebut terlebih dahulu di rendam dan dibersihkan dengan *diesel oil* hingga bersih. Setelah bersih, lakukan pemeriksaan dan lakukan perawatan seperlunya.

a. Penanganan Tersumbatnya Lubang *Nozzle* karena Bahan Bakar yang Kotor

Adapun hal-hal yang perlu diperhatikan dalam melaksanakan penanganan perbaikan lubang *nozzle* yang tersumbat karena bahan bakar yang tidak bersih hingga menyebabkan terjadinya pembentukan karbon pada dinding lubang *nozzle* hingga lubang *nozzle* jadi buntu, adalah sebagai berikut:

- 1) Lakukan pemeriksaan pada lubang *nozzle*, baik lubang pemasukan maupun lubang pengabutan bahan bakar yang terdapat pada *nozzle* dari sumbatan kotoran dan karbon dari bahan bakar.
- 2) Bersihkan lubang *nozzle* yang tersumbat dengan menggunakan jarum secara perlahan dan hati - hati. Hal itu dimaksudkan agar lubang *nozzle* tidak rusak.
- 3) Setelah bersih, lakukan penyemprotan pada lubang dengan menggunakan udara bertekanan. Lakukan hal tersebut secara berulang hingga benar-benar bersih.

- 4) Lakukan pengetesan dengan terlebih dahulu meratakan dudukannya, kemudian bersihkan dengan minyak dan semprot dengan udara bertekanan.
- 5) Saat melakukan pemasangan *nozzle* padaudukan, perhatikan letak dan posisinya, yaitu harus tepat pada pin yang ada. Ikat dengan kencang dan lakukan pengetesan.
- 6) Lakukan pengetesan sesuai prosedur, perhatikan tekanan dan pengabutan yang terjadi pada saat pengetesan. Bila mana pengabutan sudah bagus dan tekanan pengabutan tercapai maka injektor tersebut sudah layak pakai.

b. Penanganan sumbatan karena pembentukan karbon pada ujung *nozzle*

Pemeriksaan dan perawatan yang harus dilakukan pada permasalahan seperti di atas yaitu dengan terlebih dahulu merendam dan membersihkan injektor dengan minyak. Adapun langkah-langkahnya sebagai berikut :

- 1) Bersihkan karbon yang menempel pada ujung *nozzle*, kemudiam tusuk lubang pengabut dengan jarum lalu bersihkan dengan minyak kemudiam semprot dengan udara bertekanan. Lakukan hingga berulang sampai bersih.
- 2) Pasang kembali *nozzle* padaudukan dengan terlebih dahulu meratakan *nozzle* dengan dudukannya. Kemudian ikat dengan kencang dan lakukan pengetesan.
- 3) Pada waktu melakukan pengetesan perhatikan pengabutan dan tekanannya. Bila mana pengabutan dan tekanan telah sesuai dan tak ada masalah lain, maka injektor tersebut sudah layak untuk dipakai.

2. Menetesnya bahan bakar pada *nozzle*

Penanganan terhadap adanya bahan bakar yang menetes pada *nozzle* adalah dengan meratakan *nozzle* dengan dudukannya. Hal itu untuk mencegah terjadinya kebocoran karena adanya rongga atau celah pada pertemuan antara *nozzle* dengan *body* yang menjadi tempat keluarnya bahan bakar hingga menetes ke dalam ruang bakar melalui ujung *nozzle*.

Adapun langkah–langkah untuk menangani bahan bakar yang menetes pada injektor adalah sebagai berikut :

- a. Buka atau lepas *nozzle* dari *body* kemudian lepas *spindle* dari *nozzle* serta pin yang menempel pada *body* ataupun pada *nozzle*.
- b. Berikan *grinding paste* pada kedua sisi kemudian pertemuan.
- c. Gesekkan dengan arah melingkar di atas *body* injektor hingga beberapa lama kemudian bersihkan dengan minyak dan periksa permukaan *nozzle*.
- d. Lakukan berulang hingga permukaan *nozzle* rata pada dudukannya. Kemudian bersihkan *paste* yang menempel pada permukaan *nozzle* dan *body* injektor.
- e. Rakit kembali injektor dan lakukan pengetesan, perhatikan tekanan dan pengabutan pada injektor. Perhatikan juga bahan bakar apakah masih ada yang menetes atau tidak. Jika bahan bakar tidak lagi menetes dan pengabutan bagus serta tekanan sesuai, maka injektor tersebut layak untuk dipakai.
- f. Injektor siap untuk dipakai atau dijadikan suku cadang.

3. Kondisi Nozzle

Injektor merupakan suatu komponen yang sangat penting dalam mendukung proses pengabutan bahan bakar di dalam silinder. Untuk itu, kondisi dari Nozzle injektor harus dijaga supaya tetap bekerja dengan baik, agar kelangsungan dari pengoperasian mesin induk berjalan dengan lancar. Jika lubang ujung Nozzle bahan bakar tersumbat atau aus pada satu sisi, maka ini akan mengganggu pengabutan yang baik dan pembentukan bahan bakar, serta memungkinkan bahan bakar menabrak permukaan yang relative dingin.

Untuk itu Nozzle bahan bakar harus dikeluarkan, diuji pada alat pengetes dan Nozzle bahan bakar dibersihkan atau diganti. Bahan bakar harus dibebaskan dari air dan kotoran padat sebelum dibakar dalam motor, sebab kotoran tersebut seringkali sangat agresif yang dapat mengakibatkan gangguan dan kerusakan pada pompa bahan bakar dan pengabut. Menurut Karyanto (2000), untuk menyempurnakan hasil penyaringan bahan bakar dari kotoran-kotoran yang nantinya dapat menyumbat lubang-lubang pada Nozzle injektor, maka dalam sistem penyaringan bahan bakar pada mesin diesel digunakan dua buah saringan yaitu:

- a. Saringan pertama (*water separator*) untuk menyaring bahan bakar dan kandungan air yang bercampur dalam bahan bakar.
- b. Saringan kedua yang berfungsi untuk menyaring bahan bakar dari pompa penyalur yang masuk ke pompa injeksi.

Ir.Jusak Johan Handoyo,j.J. (2015: 154) bahwa penggunaan injector memiliki keuntungan dan kerugian.

Keuntungan pengabut tekan terhadap pengabut udara:

1. Konstruksi dan pelayanannya lebih sederhana karena tidak diperlukan udara dari kompresor udara.

2. Pemakaian bahan bakarnya lebih hemat (efisien) karena kelebihan minyak yang dikabutkan akan kembali ke *overflow*.
3. Perawatannya lebih mudah dan sederhana, karena cukup satu sisi bahan bakar saja yang dibersihkan dan dirawat.

Kerugiannya:

1. Harga pengabut tekan lebih mahal karena dibutuhkan kekuatan material yang mampu menahan tekanan sangat tinggi.
2. *Neddle valve* akan bocor (tidak kedap) akibat bahan bakar yang tidak bersih, adanya kotoran halus yang lolos dari *fuel oil separator*.
3. Apabila kebocoran tersebut terlambat ditangani mengakibatkan bahan bakar tidak dapat dikabutkan (menetes) dan pembakaran di dalam silinder mesin tidak sempurna dan akibat-akibat seterusnya.

4. Perawatan Injektor

Dalam perawatan injektor ada tiga faktor yang menentukan baik tidaknya perawatan injektor tersebut yaitu :

a. Waktu atau jadwal perawatan

Injektor yang digunakan pada mesin harus dirawat berdasarkan jam kerja dari mesin sesuai *Instruction Manual Book*. Injektor harus dirawat sesuai dengan jam kerjanya agar tidak menimbulkan pengabutan yang kurang sempurna pada *nozzle*. Sehingga pembakarannya mengakibatkan naiknya temperatur gas buang, seperti yang telah penulis alami saat melakukan praktek laut. Dimana injektor sudah waktunya untuk dilakukan perawatan tetapi ditunda sehingga pembakaran yang

dihasilkan tidak sempurna dan mengakibatkan daya mesin yang dihasilkan menurun.

b. Suku cadang / Spare Part

Masalah suku cadang atau *spare part* dalam perusahaan pelayaran sangat diperhitungkan. Hal ini karena disamping harga yang mahal juga memerlukan biaya untuk pengiriman *spare part* tersebut. Seperti halnya dalam suku cadang injektor, kadang-kadang menimbulkan masalah dalam perawatan. Walaupun perawatan sudah dilakukan sesuai dengan waktu yang ditentukan dan orang yang melakukan perawatan adalah orang yang berpengalaman dan mengetahui tentang injektor tetapi jika *spare part* tidak ada akan berdampak pada kurang optimalnya proses perawatan.

Sesuai pengamatan penulis sewaktu mengetes injektor pada mesin induk dapat mengabut dengan baik pada tekanan 313 bar. Jika injektor tidak dapat mengabut dengan baik berarti *nozzle* tersebut perlu di skir dengan *grinding paste* yang telah dianjurkan dalam buku petunjuk perawatan mesin induk.

Setelah itu dilakukan pengetesan dan hasilnya baik. *Nozzle* tidak tersumbat sehingga masih bisa digunakan. Sebaliknya apabila *nozzle* tersebut tersumbat maka harus segera diganti dengan yang baru. Namun karena tidak memiliki suku cadang maka injektor tersebut tetap harus digunakan sambil menunggu *spare part*. Dan hal ini jelas mengganggu kelancaran pengoperasian kapal.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan yang telah diuraikan pada bab sebelumnya, maka penulis menyimpulkan bahwa penyebab menurunnya kinerja injektor terhadap proses pembakaran motor diesel adalah sebagai berikut :

1. Tersumbatnya lubang *nozzle*, akibat dari :
 - a. Bahan bakar yang kotor karena system perawatan pada FO purifier sudah tidak d fungsikan lagi. Hal ini menyebabkan terjadinya penyempitan lubang pada *nozzle* yang bila mana dibiarkan bisa menyebabkan kebuntuan pada lubang tersebut.
 - b. Pembakaran tidak sempurna sehingga menyebabkan adanya karbon-karbon yang menempel pada permukaan ujung *nozzle* yang berbentuk butiran-butiran karbon dan apabila dibiarkan, karbon-karbon tersebut akan bertambah banyak dan menyebabkan terhambatnya bahan bakar yang dikabutkan ke dalam ruang bakar.
- 2 Menetesnya bahan bakar pada *nozzle*.

Sebenarnya jika terjadi bahan bakar yang menetes pada injector diakibatkan nozzle tip/ nozzle nidle atau ujung nozzle bodi mengakibatkan tekanan fuel menurun sehingga pengabutan tidak maksimum dan pembakaran tidak sempurna, ini sesuai dengan hasil pengujian, terjadi penurunan tekan fuel injection, lihat table 4.4.

B. Saran

Adapun saran yang dapat penulis kemukakan berdasarkan kesimpulan, sebagai langkah penanganan terhadap penyebab terjadinya gangguan dan kerusakan pada injektor adalah sebagai berikut :

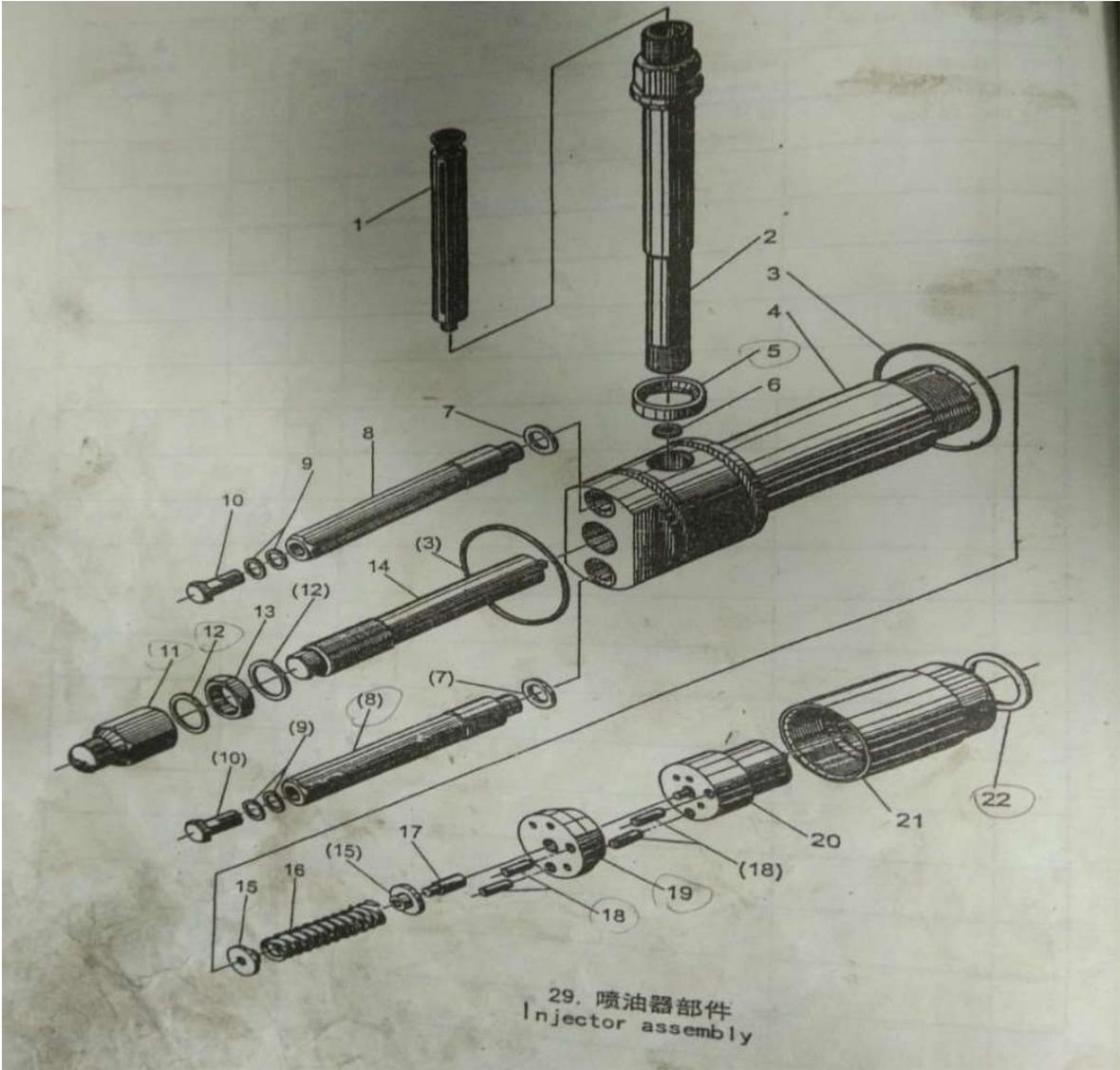
1. Penanganan terhadap tersumbatnya lubang *nozzle* yaitu dengan melakukan pemeriksaan, perawatan secara rutin. Serta perbaikan yang dilakukan seharusnya dengan ketelitian dan menjaga kebersihan komponen-komponen injektor khususnya *nozzle* .
2. Penanganan terhadap menetesnya bahan bakar yaitu dengan melakukan perbaikan pada setiap struktur komponen pada injektor, yakni pada dudukan antara *nozzle* dengan *body* injektor agar dirapatkan. Perawatan injektor mesin induk sangat penting, karenanya diharapkan kepada masinis yang bertanggung jawab agar memahami betul kondisi dari pada injektor sebelum melakukan tindakan perawatan sesuai dengan *Instruction Manual Book*.

DAFTAR PUSTAKA

- Aris, M. W. & Tsuda, K. 1991. **Motor Diesel Putaran Tinggi**. Jakarta : Pradnya
- Handoyo, J. j 2015 . **Mesin Diesel/ Penggerak Utama Kapal**. Jakarta : Djangkar
- Karyanto, E. 2000. **Panduan Reparasi Mesin Diesel**. Jakarta: Pedoman Ilmu jaya.
- Maanen, P. V. 1990. **Motor Diesel Kapal jilid 1**. Semarang : Nautech
- Maleev, V. L. 1991. **Operasi dan Pemeliharaan Mesin Diesel**. Jakarta: Erlangga.
- Noval, M. H. 2010. **Teknik Merawat dan Memperbaiki Mesin Mobil Berbahan Bakar Solar**. Yogyakarta: Absolut.
- PIP Makassar. 2012. **Pedoman Penulisan Skripsi Pip Makassar**: Tim PIP Makassar.
- Sunaryo, dkk. 1998. **Perawatan Dan Perbaikan Motor Diesel Penggerak Kapal**. Jakarta : Departemen Pendidikan Dan Kebudayaan

LAMPIRAN – LAMPIRAN

KATALOG INJECTOR MV.ESTUARI MAS



Sumber : MV.Estuari Mas 2019

PEGUJUAN INJEKTOR

Sumber :MV.Estuari Mas, 2020



MAIN ENGINE MV.ESTUARI MAS



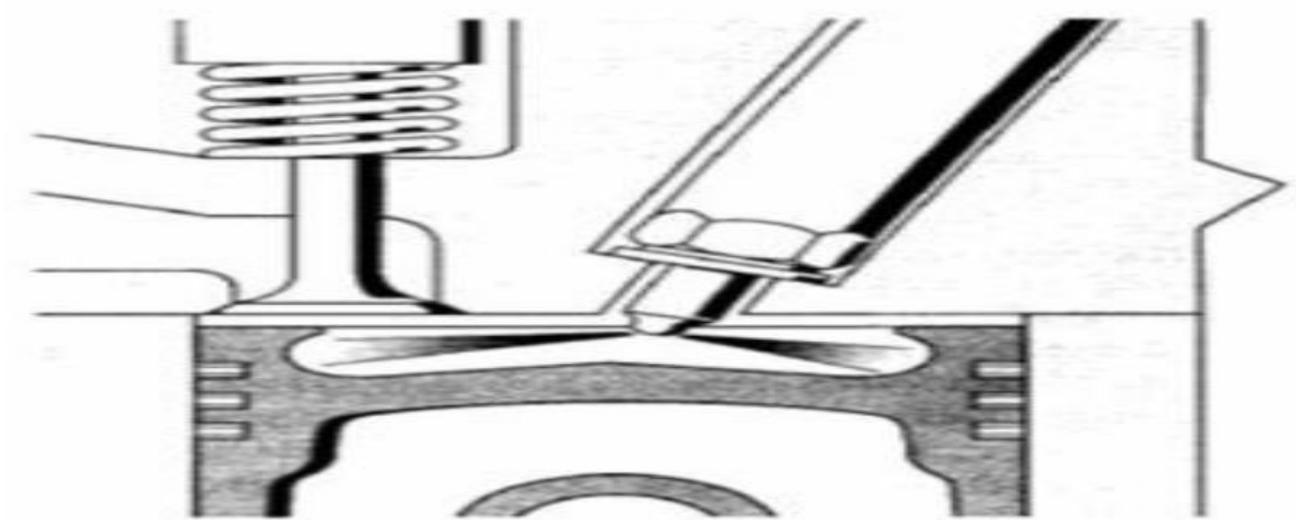
Sumber : MV.Estuari Mas 2019

Kerak pada ujung Nozzel



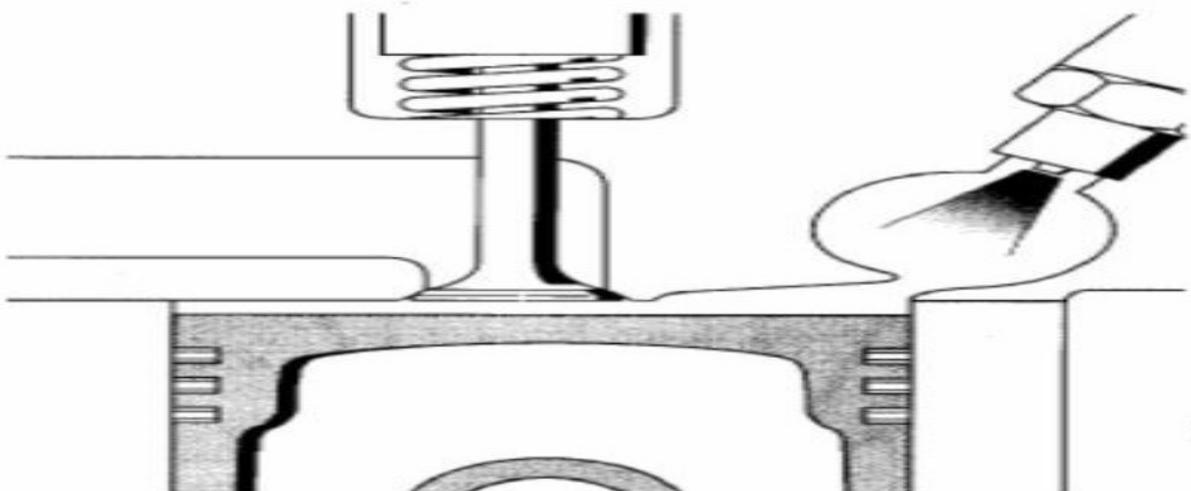
Sumber : MV.Estuari Mas 2019

JENIS PENYEMPROTAN PADA NOZZLE LANGSUNG



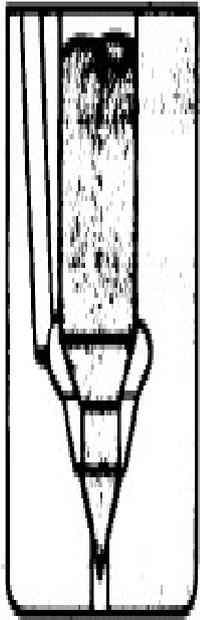
TIDAK LANGSUNG

Sumber : MV.Estuari Mas 2019

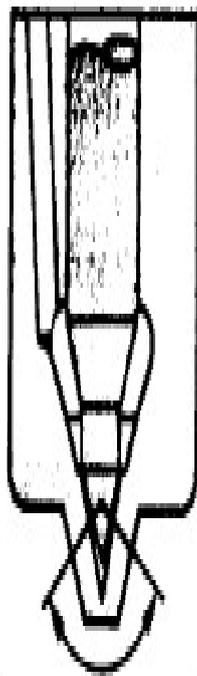


JENIS – JENIS NOZZLE

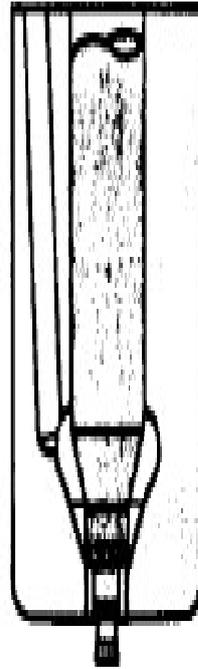
bacabrosur.blogspot.com



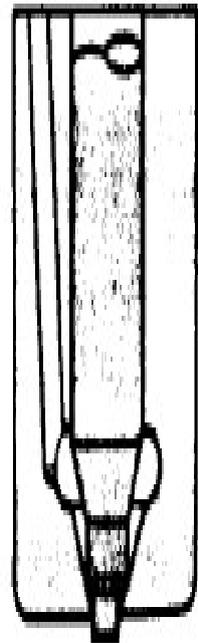
Single hole type



Multiple hole type



Throttle type



Pintle type

RIWAYAT HIDUP PENULIS



Lois Paeman, Lahir di Bori' Lombongan pada tanggal 05 Februari 1999, anak pertama dari enam bersaudara dari pasangan Lukas Paembonan dan Yuliana Manting. Penulis memulai pendidikan pada tahun 2005 sampai dengan tahun 2011 di SDN 205 Inpres Lombongan, Kemudian penulis melanjutkan ke tingkat pertama di SMP Negeri 1 Sesean sampai dengan tahun 2014, dan setelah itu melanjutkan pendidikan ke tingkat atas di SMA Negeri 1 Rantepao sampai tahun 2017.

Pada tahun 2017 Penulis melanjutkan pendidikan ke Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar, sebagai Taruna angkatan XXXVIII, dan mengambil Teknik pada program Pendidikan Diploma IV Pelayaran, dalam pendidikan penulis telah melaksanakan praktek laut (PRALA) di perusahaan Asia Marine Temas Tbk dengan alamat Jl. Yos Sudarso Kav. 33, Sunter Jaya, *Jakarta* Utara 14350 dengan nama kapal MV. Estuari Mas, penulis On Board pada tanggal 08 Oktober 2019 sampai dengan 25 Juli 2020.

Dan pada awal bulan Oktober Penulis kembali melanjutkan pendidikan Semester VII dan VIII di PIP Makassar, dan pada bulan September tahun 2021 Penulis telah menyelesaikan pendidikan Diploma IV Pelayaran di PIP Makassar.