

SKRIPSI

**ANALISIS KURANG OPTIMALNYA PENGABUTAN
INJEKTOR PADA MESIN INDUK DIKAPAL
AHT EKA SAMUDERA 501**



BENYAMIN RAYA

NIT :18.42.100

TEKNIKA

**PROGRAM PENDIDIKAN DIPLOMA IV PELAYARAN
POLITEKNIK ILMU PELAYARAN (PIP)
MAKASSAR
TAHUN 2023**

LEMBAR PERNYATAAN

**ANALISIS KURANG OPTIMALNYA PENGABUTAN
INJEKTOR PADA MESIN INDUK DI KAPAL AHT EKA
SAMUDERA 501**

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Menyelesaikan Program Pendidikan
Diploma IV PELAYARAN

Program Studi Teknika

Disusun dan Diajukan Oleh

BENYAMIN RAYA

18.42.100

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

SKRIPSI

**ANALISIS KURANG OPTIMALNYA PENGABUTAN
INJEKTOR PADA MESIN INDUK DI KAPAL AHT EKA
SAMUDERA 501**

Disusun dan Diajukan oleh:

BENYAMIN RAYA

NIT. 18.42.100

Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Skripsi
Pada Tanggal 27 Oktober 2022
Menyetujui,

Pembimbing I

Drs. Paulus Pongkessu, M.T., M.Mar.E
NIP. 19560905 198103 1 003

Pembimbing II

Ir. Hasiah, S.T., M.A.P
NIP. 19690301 2003 12 2 001

Mengetahui;

a.n.direktur

Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar

Pembantu Direktur 1

Capt. Irfan Faozun., M.M
NIP. 197751029 199812 1 001

Ketua Program Studi Teknika

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

PRAKATA

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas segala kasih dan karunia-Nya sehingga penulis bisa menyelesaikan penulisan proposal skripsi ini. Proposal skripsi ini adalah salah satu persyaratan yang di tujukan bagi taruna jurusan Teknika dalam menyelesaikan masa studinya pada program program diploma IV di Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.

Karena keterbatasan penulis dalam pemahaman materi, keterbatasan waktu yang tersedia, dan data yang diperoleh, maka penulis proposal skripsi ini menyadari bahwa masih banyak kesalahan dalam hal tata bahasa, struktur kalimat, dan tata cara penyampaian, menulis dan mendiskusikan penyampaian materi. Kritik dan saran yang membangun sangat membantu penulis, sehingga penulis dapat menyusun dan menyempurnakan proposal skripsi ini dengan lebih hati-hati.

Ucapan terima kasih juga tidak lupa penulis berikan dengan penuh rasa hormat dan kelapangan hati yang sebesar-besarnya kepada:

1. Capt. Sukiurno, 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.
3. Bapak Drs. Paulus Pongkessu, M.T.,M.Mar.E, selaku pembimbing I yang telah banyak memberikan waktunya sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
4. Ibu Hasiyah, S.T.,M.A.P., selaku pembimbing II yang selalu memberikan waktunya dan selalu memberikan masukan serta motivasi sehingga dapat terselesaikan proposal skripsi ini.
5. Seluruh staf dosen Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar atas bimbingan yang diberikan kepada penulis selama mengikuti proses Pendidikan di Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.

6. Ayahanda Yohanes Parammangan, Ibunda Lusiana Rokki, Serta keluarga tercinta yang selalu memberikan doa dan dukungannya baik moral dan materi, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
7. Master, Chief Engineer, Perwira-Perwira dan seluruh ABK di kapal EKA SAMUDERA 501.
8. Aries Setyo Leksono M. Mar. E. selaku kapala kamar mesin Eka Samudera 501 yang telah mendidik dan memberikan motivasi kepada penulis.
9. Semua civitas Akademik Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.
10. Seluruh Taruna/i Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar yang memberikan semangat dan membantu dalam penyelesaian proposal skripsi ini.
11. Saudara dan teman saya, Adha, Acing, yang turut serta membantu dan selalu memotivasi dalam penyelesaian proposal skripsi ini.
12. Semua pihak yang terlibat dalam penyusunan proposal skripsi ini yang tidak dapat sebutkan satu persatu. Penulis memohon maaf kepada semua yang terlibat atas kesalahan dan perlakuan yang tidak pantas.

Akhir kata, penulis mengucapkan terima kasih dan berharap proposal disertasi ini dapat bermanfaat bagi pembaca pada umumnya, dan khususnya bagi penulis. Semoga Tuhan Yang Maha Esa selalu melindungi dan memberkati kita semua. Amin.

Makassar 27 Oktober 2022



BENYAMIN RAYA
NIT : 18.42.100

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala nikmat dan rahmat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal skripsi tentang profesi kepelautan dengan judul “**Analisis kurang optimalnya pengabutan injektor pada mesin induk kapal AHT Eka Samudera 501** “.

Karena penulis tidak menguasai materi, penulis memahami bahwa proposal penelitian ini masih memiliki kekurangan dalam bahasa, struktur kalimat, dan cara penulisan dan pembahasan materi. Oleh karena itu, penulis selalu mengharapkan saran dan kritik yang membangun untuk penyempurnaan proposal penelitian ini.

Akhir kata, penulis berharap proposal penelitian ini dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca pada umumnya. Semoga Tuhan Yang Maha Esa selalu memberikan bimbingan dan perlindungan selama penelitian, yang kemudian disajikan dalam bentuk karya.

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya : BENYAMIN RAYA

Nomor Induk Taruna : 18.42.100

Jurusan : Teknika

Menyatakan Bahwa Skripsi dengan judul: "**Analisis Kurang Optimainya Pengabutan Injektor Pada Mesin Induk Di Kapal Aht Eka Samudera 501**". Merupakan karya asli. Seluruh ide yang ada dalam skripsi ini, kecuali tema dan saya nyatakan sebagai kutipan, merupakan ide yang saya susun sendiri.

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

Makassar, 27Oktober 2022



BENYAMIN RAYA
NIT : 18.42.100

PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Saya : BENYAMIN RAYA

Nomor Induk Taruna : 18.42.100

Jurusan : Teknika

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul :

Analisis Kurang Optimalnya Pengabutan Injektor Pada Mesin Induk Di Kapal Aht Eka Samudera 501.

Bahwa seluruh isi, kutipan, data dan sumber-sumber lain betul asli dan bebas dari plagiat.

Bila pernyataan diatas terbukti mengandung plagiat, maka saya bersedia menerima sanksi berupa aturan pendidikan yang ditetapkan secara nasional yang dikeluarkan oleh institusi PIP makassar.

Makassar, 27 September 2022



BENYAMIN RAYA
NIT : 18.42.100

ABSTRAK

BENYAMIN RAYA, 2022. ANALISIS KURANG OPTIMALNYA PENGABUTAN INJEKTOR PADA MESIN INDUK KAPAL AHT EKA SAMUDERA 501 (Dibimbing oleh Paulus Pongkessu dan Hasiah)

Injektor adalah alat yang menyemprotkan bahan bakar secara khusus ke dalam ruang bakar. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui penyebab dari masalah injektor dan memberikan solusinya.

Penelitian ini dilakukan di Kapal AHT EKA SAMUDERA 501 milik perusahaan pelayaran PT EKA NUSANTARA LINE kurang lebih setahu. Saat menganalisis data, digunakan metode analisis deskriptif kualitatif yang meliputi jenis data kualitatif dan kuantitatif, sumber data primer dan sekunder, pengumpulan data primer dan sekunder, pengumpulan data survei dengan wawancara, dan penelitian kepustakaan (library research).

Menurut temuan penelitian ini, suhu gas buang mesin utama akan terpengaruh jika injektor tidak berfungsi dengan baik. Menurut jam pengoperasian yang tercantum dalam manual book, perawatan menyeluruh dan konsisten diperlukan untuk menghindari hal ini.

Kata kunci: Bahan Bakar, Injektor, dan Gas Buang

ABSTRACT

BENYAMIN RAYA, 2022. ANALYSIS OF THE LESS OPTIMAL INJECTOR FILLING IN THE MAIN ENGINE OF AHT EKA SAMUDERA 501 SHIP (Supervised by Paulus Pongkessu and Hasiah)

The injector is a device that sprays fuel specifically into the combustion chamber. This study aims to determine the cause of the injector problem and provide a solution.

This research was conducted on the AHT EKA SAMUDERA 501 ship belonging to the shipping company PT EKA NUSANTARA LINE for about a year. When analyzing the data, a qualitative descriptive analysis method was used which included qualitative and quantitative data types, primary and secondary data sources, primary and secondary data collection, survey data collection by interview, and library research.

According to the findings of this study, the exhaust temperature of the main engine will be affected if the injector does not function properly. According to the operating hours listed in the manual book, thorough and consistent maintenance is required to avoid this.

Keywords: Fuel, Injector and Exhaust Gas

DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN	iv
PRAKATA	v
KATA PENGANTAR	viii
ABSTRAK	xi
ABSTRACT	xii
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
C. Tujuan Penelitian	3
D. Manfaat Penelitian	3
BAB II	4
TINJAUAN PUSTAKA	4
A. Defenisi Injector	4
B. Komponen-Komponen Pada Injector	5
C. Kemampuan Injector dalam Pengabutan Bahan Bakar	6
D. Cara Kerja Injektor	6
E. Pengertian Katup Penyemprotan Bahan Bakar (Nozzle)	8
F. Metode Penyemprotan Bahan Bakar	11
G. Terjadinya Pembakaran Di dalam Silinder	15
H. Persyaratan Yang Harus Dipenuhi Dalam Sistem injeksi	19
I. Perawatan Dan Perbaikan pada Injektor	21
J. Faktor-Faktor Pendukung Perawatan Injektor	23
K. Kerangka Pikir	23
L. Hipotesis	24
BAB III	25
METODE PENELITIAN	25
A. Jenis Penelitian	25
E. Jadwal Penelitian	28
BAB IV	29
HASIL DAN PEMBAHASAN	29
A. Analisis Hasil Penelitian	29
B. Pembahasan Hasil Penelitian	31
C. Data Penelitian	33
D. Perawatan Injector	36
BAB V	38
PENUTUP	38
A. Kesimpulan	38
B. Saran	39
DAFTAR PUSTAKA	40

LAMPIRAN 7	44
PEDOMAN WAWANCARA	44
RIWAYAT HIDUP PENULIS	46

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 :Jadwal Penelitian

Table 4.1:Data pengamatan kinerja injektor dalam kondisi normal pada saat *underway full*

Table 4.2:Data pengamatan kinerja injektor dalam kondisi *abnormal* pada saat *underway full*

Table 4.3:Data pengamatan injektor dalam pengecekan pada saat *anchorage*

Table 4.4: Data pengamatan kinerja injektor setelah perbaikan pada saat *underway full*

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Komponen-komponen Injector

Gambar 2.2 sebelum penginjeksian

Gambar 2.3 penginjeksian bahan bakar

Gambar 2.4 akhir penginjeksian bahan bakar

Gambar 2.5 Nozzle Lubang Tunggal

Gambar 2.6 Nozzle Berlubang Banyak

Gambar 2.7 Nozzle Model Pintle Type

Gambar 2.8 Penyemprotan Tidak Langsung

Gambar 2.9 penyemprotan langsung

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 : Pengetesan Injector

Lampiran 2 : Injector M/E

Lampiran 3 : Pengetesan Injector

Lampiran 4 : *Manual book Injector*

Lampiran 5 : 3/E dan Oiler 2

Lampiran 6 : KKM 2/E dan Oiler 1

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Salah satu alat transportasi yang dibutuhkan dalam perdagangan bebas dewasa ini di era globalisasi ekonomi adalah kapal. Perannya sangat dibutuhkan dalam dunia impor dan ekspor. Tidak hanya digunakan untuk ekspor-impor dari satu negara ke negara lain, tetapi juga untuk pergerakan penduduk antar pulau. Untuk mendukung kegiatan operasional, kapal tidak lepas dari keberadaan mesin diesel.

Menurut penulis, berfungsinya mesin, khususnya mesin induk kapal dapat berfungsi dengan baik, perlu dilakukan peningkatan pengoperasian setiap bagian atau komponen mesin induk. Injektor adalah salah satu bagian ini.

Injektor menyemprotkan bahan bakar melalui hidung injektor ke dalam silinder sebagai bagian dari fungsinya. Proses pembakaran mesin diesel sangat didukung oleh injektor ini. Mesin tidak akan bekerja dengan baik, knalpot berasap dan efisiensi bahan bakar akan berkurang jika injektor tidak bekerja dengan baik. Dalam hal ini, kinerja injektor juga dipengaruhi oleh bahan bakar.

Tujuan utama dari sistem bahan bakar mesin adalah untuk menjadi bersih dan bebas uap. Sudah diketahui bahwa tangki bahan bakar tidak selalu bersih, sehingga beberapa bahan bakar dapat bercampur dengan uap yang mengandung karat dan kontaminan lainnya. Oleh karena itu, bahan bakar harus mengalir ke tangki pengendapan dua bagian. Dengan begitu Anda bisa tetap menggunakan pemukim lainnya agar tidak merusak motor utama saat membersihkan satu pemukim.

Seperti kejadian pada saat kapal sedang melaksanakan anchor job di Bukit Tua/Project Petronas, Sumatera, pada Oktober 2022, dimana *main engine* dalam kondisi running dan di dapatkan *main*

engine port side mengalami masalah RPM yang tidak stabil yang dapat dilihat dari ECR (*engine control room*), Ketika dilakukan pengecekan pada parameter main engine didapatkan temperature gas buang yang tidak normal, sehingga main engine port side di berhentikan guna untuk di lakukan pengecekan dan perbaikan. Ketika dilakukan pengecekan didapatkan injector pada silinder nomor 7 dan 8 mengalami kendala dalam pengabutan. Pada silinder nomor 7 di sebabkan oleh kotornya bahan bakar yang membuat lubang nozzle tersumbat sehingga injector tidak dapat menyemprotkan bahan bakar, sedangkan pada silinder nomor 8 di sebabkan oleh dudukan nozzle yang tidak rata sehingga terjadi kebocoran pada nozzle yang membuat bahan bakar menetes. Main engine harus selalu dipastikan dalam kondisi yang baik. Perawatan berkala harus selalu di lakukan dan mengganti *spare part* yang sudah tidak layak digunakan dengan yang baru.

Masalah yang sering terjadi pada main engine di sebabkan karena adanya masalah pada injector yang mengalami ketersumbatan atau kebocoran pada nozzle, yang membuat RPM dan temperature gas buang tidak normal, hal ini yang menyebabkan injector tidak dapat menyemprotkan bahan bakar dengan optimal,

Sehubungan dengan kejadian di atas, kemudian penulis menyajikan masalah ini dalam bentuk karya masalah ilmiah dan pemecahan masalah dari sudut pandang ilmiah dan pelatihan yang diperoleh selama praktek laut dan pelatihan yang diperolehnya selama melakukan praktek di kapal, serta pendidikan yang didapat di Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar dengan judul “**Analisis Kurang Optimalnya Pengabutan Injektor Pada Mesin Induk Di Kapal**”.

Sebagai calon ahli permesin kapal dituntut, selain tanggap dalam masalah tanggung jawab juga mampu dalam hal keterampilan untuk mengambil tindakan apabila terjadi hal-hal yang dapat mengganggu proses pengoperasian mesin induk, seperti pada kasus

tersebut di atas. Penting untuk mengatasi permasalahan terkait injektor yang muncul sebagai akibat dari masalah ini.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan kejadian yang dijelaskan dengan latar belakang tersebut, permasalahannya, apa yang menyebabkan penginjeksian injector ke mesin induk menjadi kurang optimal?

C. Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui faktor penyebab buruknya penginjeksian bahan bakar dari injektor ke mesin induk
2. Untuk mengetahui faktor yang menyebabkan injektor tidak bekerja dengan baik.

D. Manfaat Penelitian

1. Manfaat teoritis

Sebagai bahan pengembangan pengetahuan terutama dalam menunjang operasional kapal, dan juga dapat memberikan wawasan tambahan kepada peserta didik, apabila menemukan masalah pada kinerja injector dalam pengabutan bahan bakar.

2. Manfaat praktis

Memberikan gambaran atau masukan kepada pembaca tentang penggunaan dan perawatan injektor sehingga dapat dengan mudah melakukan atau mengatasi masalah saat bekerja di kapal.

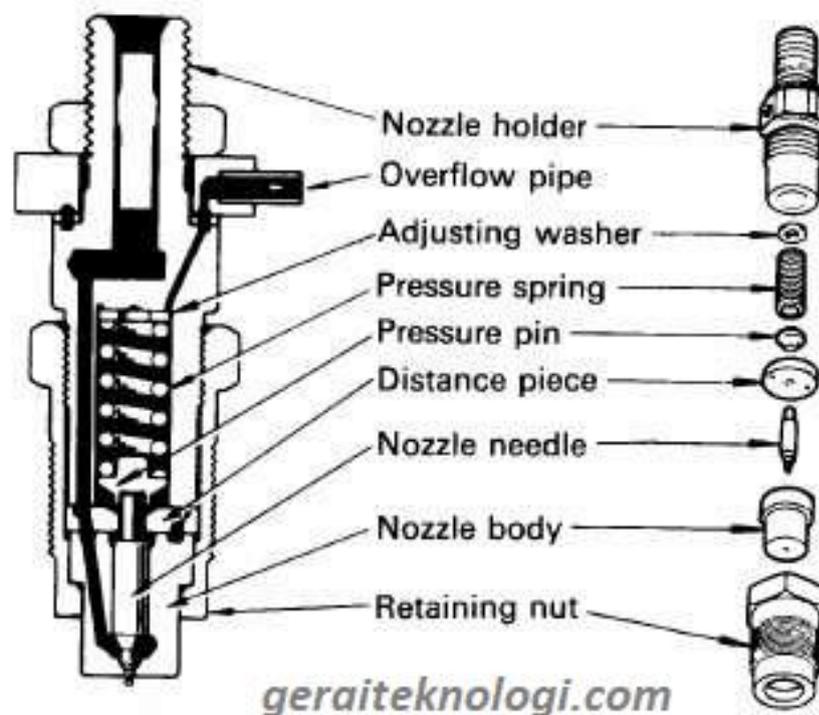
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Defenisi Injector

Menurut Karyanto Injektor adalah penyemprot bahan bakar diesel yang isinya terdiri atas beberapa komponen salah satu diantaranya adalah plunyer yang berfungsi sebagai katup pengatur bahan bakar keluar untuk dikabutkan ke ruang pembakaran. Injektor juga merupakan komponen yang sangat penting yang mendukung atomisasi bahan bakar di dalam silinder. Oleh karena itu kondisi *spray nozzle* harus dijaga agar tetap bekerja dengan baik agar kelangsungan pengoperasian main engine lancar.

Gambar 2.1 :Komponen-komponen Injektor



Sumber : <https://images.app.goo.gl/rjxVGX9akYYcWLHD7>

B. Komponen-Komponen Pada Injector

Injektor *nozzle* terdiri atas beberapa komponen yang terpisah dan saling bekerja sama sehingga dapat disatukan menjadi sebuah injektor *nozzle*. dibawah ini adalah nama-nama komponennya :

1. *Nozzle Holder*

Berfungsi untuk menahan di tempatnya dan posisi serta arahnya ditentukan oleh penahan nosel. Tekanan injeksi *start-up* nosel (katup terbuka) dikendalikan oleh penahan *nozzle* ini, di mana bahan bakar dan *nozzle* bertemu.

2. *Overflow Pipe*

Berfungsi untuk mengembalikan sisa bahan bakar dari pengasapan *injector nozzle* mesin induk kapal.

3. *Adjusting Washer*

Berfungsi untuk mengatur tekanan pengabutan pada *injector nozzle* mesin utama kapal.

4. *Pressure Spring*

Pressure spring berfungsi untuk mengembalikan tekanan kabut selama pengabutan ketika proses pengabutan sudah selesai pada *injector nozzle* mesin induk di kapal.

5. *Pressure Pin*

Berfungsi untuk meneruskan tekanan pada *injector nozzle* mesin induk.

6. *Distance Piece.*

Berfungsi untuk memeriksa titik fokus bahan bakar dan pegas kompresi pada *injector nozzle*.

7. *Nozzle needle*

Berfungsi sebagai pengatur penyemprotan bahan bakar pada *injector nozzle* mesin induk kapal.

8. *Nozzle body*

Berfungsi sebagai saluran bahan bakar dan lubang penyemprotan pada *injector nozzle* mesin induk kapal.

9. *Retainingnut*

Berfungsi untuk komponen bodi bawah pada mesin induk *injector nozzle* di kapal.

C. Kemampuan Injector dalam Pengabutan Bahan Bakar

Menurut Schmidt, D.P., bahan bakar langsung masuk ke pipa injeksi, yang berjalan sejajar dengan penyangga injektor melalui kepala silinder.

Nosel penyemprot menyemprotkan bahan bakar ke ruang depan (*Press Combustion Chamber*) sebagai bagian dari proses pembakaran, mentransfer bahan bakar yang tidak terbakar antara ruang depan dan ruang bakar utama. Bahan bakar yang disemprotkan dari nozzle atomizer antara ruang depan dan bahan bakar utama dipecah menjadi partikel yang sangat halus sehingga dapat terjadi pembakaran yang sempurna.

D. Cara Kerja Injektor

Menurut Xu, Hongming Wang, Chongming Ma, Xiao Sarangi, Asish K. Weall, Adam Krueger-Venus, Jens, Injektor bekerja untuk menyemprotkan bahan bakar yang berasal dari pompa injeksi di bawah tekanan tinggi, memberikan tenaga untuk memecah, membubarkan dan menembus bahan bakar. Tugas injektor adalah menyemprotkan bahan bakar di ruang bakar sedemikian rupa sehingga pembakaran sempurna terjadi dalam waktu singkat.

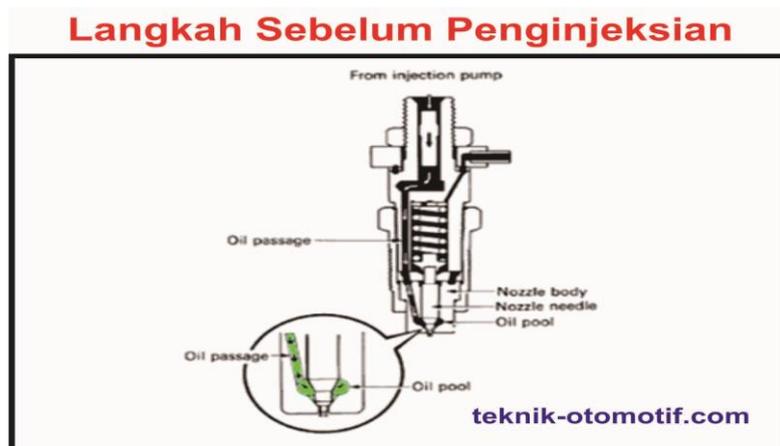
Difusi bahan bakar di udara bersuhu tinggi menyebabkan bahan bakar menguap dan membentuk gas, setelah itu bahan bakar berubah menjadi gas dan terbakar. Pembakaran bahan bakar menghasilkan banyak panas dan panas tinggi memiliki banyak tekanan.

Cara kerja dari injektor ada 3 sistem yaitu :

1. Sebelum injeksi bahan bakar

Bahan bakar bertekanan tinggi mengalir dari pompa injektor melalui saluran bahan bakar di penahan injektor ke tangki *oil pool* di bagian bawah bodi injektor.

Gambar 2.2 sebelum penginjeksian



Sumber : <https://images.app.goo.gl/nz5mTx5uoMbyNs4q6>

2. Penginjeksian bahan bakar

Saat tekanan *oil pool* naik, maka akan menekan permukaan *nozzle needle*. Jarum *nozzle* didorong ke atas dan *nozzle* menyemburkan bahan bakar jika tekanan ini melebihi tegangan pegas.

Gambar 2.3 penginjeksian bahan bakar

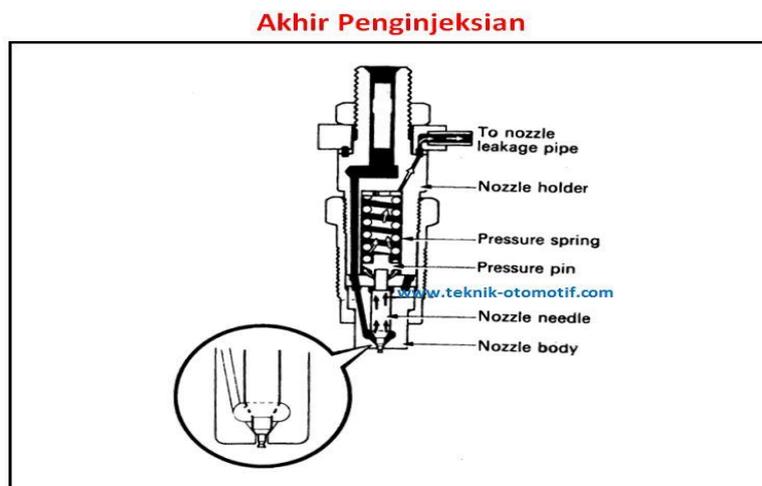


Sumber : <https://images.app.goo.gl/EyFZBYeRdEXKou6UA>

3. Akhir penginjeksian bahan bakar

Pegas tekanan mengembalikan jarum nosel ke posisi semula (menutup saluran bahan bakar) saat pompa injeksi berhenti mengalirkan bahan bakar. Semua komponen dilumasi oleh sebagian bahan bakar yang tersisa di antara badan *nozzle* dan jarum sebelum dikembalikan ke pipa luapan.

Gambar 2.4 akhir penginjeksian bahan bakar



Sumber : <https://images.app.goo.gl/1DEETPxKgnEcD7zS9>

E. Pengertian Katup Penyemprotan Bahan Bakar (Nozzle)

Dalam buku ringkasan yang disusun oleh Gooch, Jan W., disebutkan bahwa katup penyemprot bahan bakar adalah alat untuk menginjeksikan bahan bakar ke dalam ruang bakar. Injektor unit termasuk katup semprotan bahan bakar (*Nozzle*). Fogging terjadi akibat pergerakan udara sekitar, banyaknya diameter *nozzle*, dan sudut ruang bakar saat bahan bakar disemprotkan ke dalam silinder dengan kecepatan tinggi melalui lubang berdiameter kurang lebih 0,2 hingga 0,8 milimeter.

Ujung *nozzle* berdiameter sekitar 0,2 hingga 0,8 milimeter, dengan empat hingga sepuluh batang katup jarum yang dipotong sependek mungkin untuk menghemat berat. Karena kedudukan katup ditambah dengan benar untuk menghindari bahan bakar bocor melalui

celah antara jarum dengan dudukan katup, katup tidak dikemas untuk mengurangi kelembaman dan keausan.

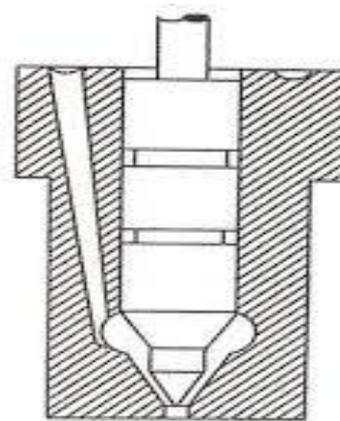
Jenis-Jenis Nozzle

1. Nozzle Lubang Tunggal (Single Hole Nozzle)

Semprotan atau kabut bahan bakar yang dihasilkan berbentuk meruncing. Perkiraan area sudut Ujung nosel satu lubang menghilangkan 4° - 5° .

Ketika sudutnya terlalu besar, pembuatan yang tidak tepat dan hati-hati menghasilkan penyemprotan bahan bakar yang tidak merata. Sudut semprotan yang dapat digunakan mungkin terbatas dalam situasi ini. Pada mesin yang bentuk ruang bakarnya akan menyebabkan pusaran, *nozzle* lubang tunggal digunakan karena tidak memerlukan semprotan yang merata atau atomisasi bahan bakar yang halus. Pembukaan yang lebar dari tipe *single orifice nozzle* ini juga berguna untuk mesin dengan rpm tinggi dengan berbagai ukuran.

Gambar 2.5 Nozzle Lubang Tunggal



(b) Single hole

Sumber : <https://images.app.goo.gl/FYcKPwK83Nr5gWQGA>

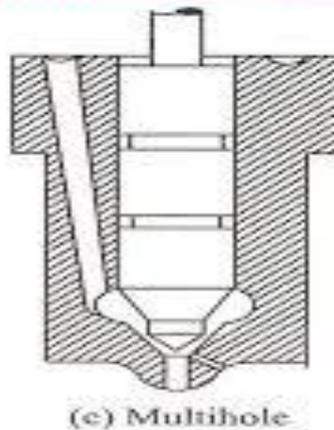
2. Nozzle Berlubang Banyak (Multi Hole Nozzle)

Pada mesin diesel dengan injeksi langsung, di mana bahan bakar harus disemprotkan ke seluruh ruang bakar dangkal, nosel ini

sering digunakan. Semprotan bahan bakar lebih bersih semakin banyak bukaan. Pembukaan lubang semprot memiliki diameter antara 0,0006 dan 0,0033 inch. Pada mesin dengan diameter silinder besar, jumlah lubang bisa berkisar antara tiga hingga delapan belas.

Gambar 2.6 Nozzle Berlubang Banyak

Multi hole nozzle

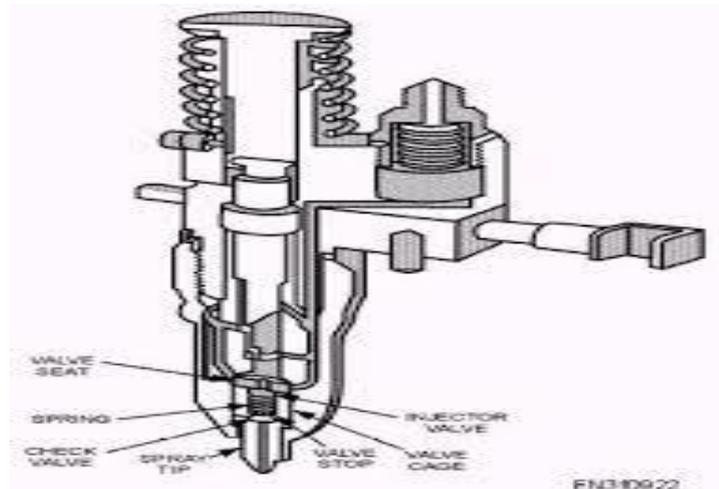


Sumber : <https://images.app.goo.gl/muYcQANKH7JjQE4p7>

3. Nozzle Model Pintle Type

Jenis nozzle ini digunakan pada mesin diesel dengan sistem pre-chamber dan hub chamber yang memiliki katup dengan batang atau pin yang disebut "*pintle*" di ujungnya. Bentuknya menyesuaikan dengan bentuk balok yang dibuthkan. Pembentukan jarum yang sesuai menciptakan alat penyemprot bahan bakar silinder berlubang keluaran tinggi atau alat penyemprot bahan bakar berongga berbentuk kerucut dengan sudut 60°. Jenis *nozzle* ini bekerja dengan gerakan halus dan presisi untuk mencegah kerak dan endapan karbon di ujung jarum.

Gambar 2.7 Nozzle Model Pintle Type



Sumber :<https://images.app.goo.gl/Xbt3pC6odZGwZ1tL9>

F. Metode Penyemprotan Bahan Bakar

Som, Sibendu Ramirez, Anita I. Longman, Douglas E. Aggarwal, dan Suresh K. mengklaim bahwa, sebelum pembakaran dalam mesin diesel, bahan bakar cepat bercampur dengan udara pada tekanan tinggi; campuran yang dihasilkan akan menyala karena suhu kompresi akhir yang tinggi (800 hingga 9000 K).

Ada dua sistem utama yang diketahui mengenai metode penyemprotan bahan bakar dan pembentukan campuran:

1. Penyemprotan Tidak Langsung

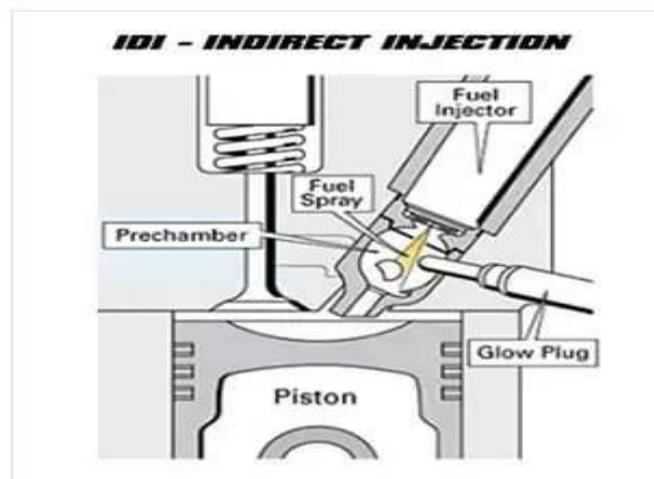
Dalam metode ini, bahan bakar disemprotkan ke pra-pembakaran yang berbeda di dalam ruang pembakaran utama. Ruang tersebut menempati antara 25% dan 60% dari total volume ruang bakar.

Karena penyalaan yang tepat (kelambatan penyalaan api), penyemprotan tidak langsung memiliki keuntungan tersendiri yaitu membuat motor kurang peka terhadap kualitas bahan bakar. Dengan mister satu lubang, tidak ada resiko menyumbat lubang

semprotan, tekanan pembakaran maksimum rendah, dan motor bekerja dengan tenang.

Karena kehilangan panas dan aliran yang hilang di ruang pendahuluan dan pusran, kerugiannya adalah hasil motor yang rendah. Karena sangat sulit untuk menghidupkan motor, diperlukan bantuan untuk menghidupkannya dari sumber pijar spiral atau pijar. Penyemprotan ruang pendahuluan dan penyemprotan ruang pusr hanya diterapkan untuk motor putaran tinggi.

Gambar 2.8 Penyemprotan Tidak Langsung



Sumber: <https://images.app.goo.gl/coTUBtAsL9QCuxT19>

2. Penyemprotan Langsung

Pada motor kecepatan rendah, bahan bakar bertekanan tinggi disemprotkan ke dalam ruang bakar yang tidak terbagi, pada tekanan hingga 1000 Bar untuk motor kecepatan sedang yang bekerja dengan bahan bakar berat dan hingga 1500 Bar untuk motor kecepatan rendah. Satu hingga tiga alat penyemprot multi-lubang digunakan untuk ini, tergantung pada ruang bakar. Motor kecepatan rendah dan sedang, serta sebagian besar motor kecepatan tinggi, semuanya cocok untuk sistem penyemprotan langsung.

Pada dua metode bahan bakar yang berbeda, injeksi udara dan injeksi tanpa udara, Zainoodin, A. M. Tsujiguchi, T. Masdar, M.

S. Kamarudin, S. K. Osaka, Y. Kodama, dan A. Dikemukakan Ada beberapa nama metode injeksi tanpa udara, seperti injeksi mekanisme padat dan hidrolik.

Dia menegaskan bahwa persyaratan utama untuk injeksi adalah sebagai berikut:

a. Penakaran yang teliti dari minyak bahan bakar

Dosis bahan bakar yang tepat Dengan dosis bahan bakar yang hati-hati, suplai bahan bakar setiap siklus harus sebanding dengan beban mesin, dan setiap silinder harus menerima jumlah bahan bakar yang persis sama untuk setiap langkah tenaga. Mesin hanya akan beroperasi pada kecepatan konstan dengan cara ini.

b. Pengabutan yang baik dari bahan bakar

Harus disesuaikan dengan jenis ruang bakar agar menghasilkan semburan seperti kabut. Dengan kabut yang lebih kasar, beberapa ruang pembakaran lainnya dapat berfungsi. Pengabutan yang baik memastikan bahwa setiap tetes kecil bahan bakar dikelilingi oleh partikel oksigen yang dapat bercampur dengannya dan membuatnya lebih mudah mempertahankan pembakaran.

c. Kecepatan yang sesuai dari injeksi bahan bakar

Kecepatan injeksi bahan bakar memiliki efek yang sama dengan waktu, jika kecepatan injeksi bahan bakar terlalu tinggi akan mengakibatkan injeksi terlalu dini, dan jika kecepatan injeksi bahan bakar terlalu rendah akan mengakibatkan injeksi terlambat.

d. Distribusi dari bahan bakar dalam pembakaran

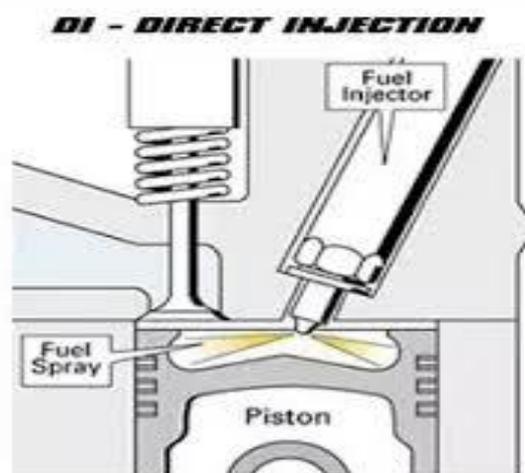
Distribusi bahan bakar akan menembus seluruh ruang bakar yang mengandung oksigen-oksigen yang diperlukan untuk pembakaran. Keluaran tenaga mesin akan rendah dan sebagian

oksigen yang tersedia tidak akan dimanfaatkan jika bahan bakar tidak terdistribusi dengan baik.

e. Pengaturan waktu yang layak

Penting untuk memulai proses injeksi bahan bakar jika diperlukan untuk mencapai pembakaran sempurna dan tenaga maksimum dari bahan bakar berkualitas. Karena temperatur udara tidak cukup tinggi pada titik ini, pengapian akan diperlambat jika bahan bakar diinjeksikan terlalu awal dalam siklus. Karena pembiasaan dinding silinder dan kepala piston, penundaan yang berlebihan akan mengakibatkan pengoperasian mesin yang kasar dan bising serta potensi kehilangan bahan bakar. Bahan bakar dan asap yang berlebihan dapat dilihat pada gas buang sebagai hasilnya. Ketika piston secara signifikan melebihi TDC, sebagian bahan bakar akan terbakar jika diinjeksikan di akhir siklus. Jika hal ini terjadi, mesin tidak akan menghasilkan tenaga yang maksimal, gas buang akan berasap, dan terjadi pemborosan penggunaan bahan bakar.

Gambar 2.9 penyemprotan langsung



Sumber : <https://images.app.goo.gl/coTUBtAsL9QCuxT19>

G. Terjadinya Pembakaran Di dalam Silinder

Menurut Van Maanen (1990), Bahan bakar mesin diesel harus dicampur dengan cepat dengan udara bertekanan tinggi sebelum pembakaran. Campuran yang terbentuk menyala karena suhu pelepasan yang tinggi (sama dengan 900°K atau 627°C). Pembakaran terjadi di mesin utama menggunakan bahan bakar minyak, yang disemprotkan ke dalam silinder dalam bentuk kabut dan bercampur dengan udara panas. Dalam hal ini, laju pembakaran tergantung pada kualitas campuran udara-bahan bakar. Oleh karena itu, bahan bakar harus dihaluskan untuk reaksi pembakaran yang cepat. Prinsip kabut adalah mendorong bahan bakar ke dalam nosel. Semakin baik atomisasi bahan bakar, semakin sempurna pembakaran. Selain temperatur yang tinggi, ruang bakar juga menghasilkan tekanan yang maksimal. Oleh karena itu, jika campuran udara-bahan bakar tidak seimbang, silinder juga akan kelebihan beban secara mekanis dan proses pembakaran tidak akan dilakukan sepenuhnya. Dengan bantuan pompa bertekanan tinggi, bahan bakar dipompa dengan waktu tepat ke katup bahan bakar yang dilengkapi dengan alat penyemprot. Diawal langkah tekanan, bahan bakar bertekanan tinggi di dalam silinder pompa dan di saluran penghubung antara pompa dan alat penyemprot dikompresi ke tekanan injeksi yang diperlukan, dikabutkan dan disemprotkan. Ada waktu percepatan antara langkah tekanan pompa dan awal injeksi, yang disebut sebagai akselerator injeksi. lamanya penundaan tergantung pada desain pompa dan jumlah bahan bakar. Setelah partikel bahan bakar pertama masuk ke dalam silinder, proses kimia penyalaan dan pembakaran berlangsung.

Maieev (1991) mengatakan bahwa jika tekanan pengapian silinder rendah dan suhu gas buang tinggi, hal ini disebabkan oleh waktu injeksi yang tertunda, *nozzle* injektor yang kotor atau bocor, dan tekanan balik yang tinggi.

Van Maanen (1990) mengatakan bahwa secara teoritis sekitar 14,0 hingga 14,5 kg udara dibutuhkan untuk membakar 1 kg minyak tanah. Namun, dalam hal ini, karena waktu yang dibutuhkan singkat, beberapa partikel oksigen yang bercampur dengan nitrogen dan produk pembakaran tidak dapat ikut serta dalam proses pembakaran. Beberapa busa karbon monoksida atau partikel karbon tetap tidak terbakar. Oleh karena itu, udara berlebih harus ada di dalam silinder untuk memastikan pembakaran yang sempurna dan mencegah hilangnya panas akibat pembakaran karbon monoksida. Rasio berat udara yang ada dengan berat bahan bakar yang disuntikkan selama setiap langkah daya disebut rasio udara-bahan bakar. Perbandingan ini merupakan faktor yang sangat penting dalam pengoperasian mesin pembakaran dalam. Dengan bertambahnya beban, lebih banyak bahan bakar yang diinjeksikan, tetapi jumlah udara di dalam silinder tetap hampir konstan, sehingga rasio bahan bakar menurun. Bahkan dengan beban mesin penuh, kandungan bahan bakarnya lebih dari 14,5 kg dan 25-30%. Oleh karena itu, harus ada kelebihan udara dengan baik melebihi jumlah minimal yang dibutuhkan pada pembakaran sempurna di dalam silinder. Supaya bahan bakar bisa mengisi silinder dengan cepat, diperlukan mekanisme yang sangat presisi dan handal. Mekanisme ini biasanya terdiri dari pompa bahan bakar tekanan tinggi yang digerakkan oleh cam yang terletak di camshaft dari saluran bahan bakar bertekanan tinggi dan katup bahan bakar dengan alat penyemprot yang terletak di kepala silinder.

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

1. Meningkatkan bahan bakar dengan cepat hingga tidak ada kebocoran.
2. Menekan jumlah bahan bakar yang sesuai ke dalam alat penyemprot memerlukan penyesuaian terus-menerus dari 0 hingga maksimum.

3. Pengajuan bahan bakar harus diselesaikan pada waktu yang tepat, namun dapat diselesaikan kapan saja.

Penyemprotan dengan kecepatan tinggi diperlukan untuk ekstraksi bahan bakar yang efektif. Tekanan pengabutan yang tinggi (hingga 1000 bar) digunakan untuk mencapai hal ini.

Menurut Van Maanen (1990), Jika viskositas bahan bakar terlalu tinggi, Anda dapat meningkatkan tekanan injeksi tanpa menggunakannya. Viskositas bahan bakar suling (minyak diesel) sangat rendah pada suhu lingkungan normal dan bahan bakar berat perlu dipanaskan untuk mencapai viskositas semprotan yang dibutuhkan 15-25 mm²/s. Untuk bahan bakar yang lebih berat pada 500 °C (viskositas 350-580 mm²/s), suhu pemanasan hingga 1350 °C, suhu yang lebih tinggi tidak diinginkan. Pompa bahan bakar yang digerakkan oleh cam selalu digunakan karena waktu penyemprotan yang singkat yang dinyatakan dalam sudut poros engkol (hingga 250°). Konstruksi pompa terakhir tergantung pada metode penyesuaian daya yang dipilih. Perbedaan dibuat di sini:

1. Pompa dengan susunan katup.
2. Pompa dengan *settingan* plunyer.

Satu atau lebih alat penyemprot harus digunakan untuk menginjeksikan jumlah bahan bakar yang benar ke dalam silinder dari pompa bahan bakar pada waktu yang tepat.

Katup bahan bakar diposisikan di tengah penutup silinder (untuk penyemprotan bahan bakar langsung di ruang bakar utama) jika konstruksi penutup memungkinkan. Lokasi paling efektif untuk mendistribusikan bahan bakar yang dikabutkan secara merata ada di sini. Pada motor yang berjalan dengan kecepatan rendah dan pergerakan udara yang relatif sedikit, pembagian ini sangat penting.

Pembukaan kembali jarum dipasang pada motor dengan hanya satu katup buang, sehingga motor tidak dapat dibuka karena gelombang tekanan balik pompa.

Kelemahan dari pendekatan ini, menurut Van Maanen (1990), adalah bahwa keluaran pompa yang kecil menyebabkan tekanan semprotan maksimum menurun dengan cepat pada beban motor rendah, menghasilkan tekanan sisa di bawah tekanan gas/uap bahan bakar. Pada langkah tekanan pompa berikutnya, akan ada penundaan semprotan yang signifikan sebagai akibat dari kavitasi saluran bahan bakar (pembentukan gelombang gas). Biasanya ada banyak kotoran padat dan cair dalam bahan bakar yang dikirimkan ke kapal.

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. Apabila tanpa pembersih bahan bakar yang kotor akan menyebabkan rusaknya alat pengabut (injektor) terutama dari *nozzle* dan alat lainnya, karena bahan bakar pada umumnya mempunyai kualifikasi sebagai berikut :

1. Titik nyala (*flash point*)

Titik nyala kadang-kadang bingung dengan suhu autoignition, suhu yang menyebabkan pengapian spontan. Titik api adalah suhu terendah dimana uap terus menyala setelah sumber api dilepas. Ini lebih tinggi dari pada titik nyala, karena pada titik nyala lebih banyak uap mungkin tidak diproduksi cukup cepat untuk mempertahankan pembakaran.

2. Nilai kekentalan (viskositas)

Berdasarkan viskositas atau kekentalan yang dinyatakan dalam nomor SAE (*society of Automotive Engineer*). Angka SAE yang lebih besar menunjukkan minyak pelumas yang lebih kental

- a. *Oil monograde*, yaitu oil yang indeks kekentalannya dinyatakan hanya satu angka

b. *Oil multigrade*, yaitu oil yang indeks kekentalannya dinyatakan dalam lebih dari satu angka

3. *Spesifik gravity*

Specific gravity diesel fuel adalah berat fuel dengan jumlah tertentu dibandingkan dengan berat air dengan jumlah dan temperature yang sama. *Specific gravity* dapat diukur menggunakan fuel hydrometer . pembacaan pada hydrometer menggunakan skala American Petroleum Institut (API).

H. **Persyaratan Yang Harus Dipenuhi Dalam Sistem injeksi**

Guerrassi, N. Dupraz, dan P. menegaskan bahwa sistem injeksi bahan bakar diesel itu sendiri terdiri dari sejumlah komponen terkait bahan bakar yang terdapat pada mesin diesel. Sistem injeksi bahan bakar memindahkan bahan bakar dari tangki bahan bakar, membersihkannya dari kotoran, dan memompanya hingga diinjeksikan ke dalam ruang bakar silinder mesin, kemudian dibakar lebih lanjut dan menghasilkan tenaga.

Sistem injeksi harus memenuhi lima persyaratan utama seperti berikut:

1. Penakaran bahan bakar yang terilit

Ini berarti bahwa jumlah bahan bakar yang diberikan untuk setiap siklus harus sesuai dengan beban pada mesin, dan jumlah yang tepat harus diberikan ke setiap silinder untuk setiap langkah tenaga. Mesin hanya akan beroperasi pada kecepatan konstan dengan cara ini.

2. Pengaturan Waktu

Pengaturan waktu yang tepat berarti memulai proses injeksi bahan bakar saat benar-benar diperlukan untuk mencapai pembakaran sempurna, penghematan bahan bakar yang baik, dan tenaga maksimum dari bahan bakar. Karena suhu udara cukup tinggi pada saat ini, pengapian akan melambat jika bahan bakar disuntikkan terlalu dini dalam daur ulang. Waktu yang terlalu lama

akan menyebabkan mesin bekerja kasar dan lamban dan memungkinkan kehilangan bahan bakar karena pembasahan dinding silinder dan kepala piston. Bahan bakar terbuang sia-sia, dan gas buangnya mengandung asap. Ketika piston sudah jauh melampaui titik mati atas (TMA), sebagian bahan bakar akan terbakar jika terlambat diinjeksikan dalam daur ulang. Jika hal ini terjadi, mesin tidak akan menghasilkan tenaga maksimal, gas buang akan berasap, dan bahan bakar akan boros.

3. Kecepatan injeksi bahan bakar

Jumlah bahan bakar yang diinjeksikan ke dalam ruang bakar dalam satu derajat perjalanan engkol atau satu satuan waktu. Bahan bakar dalam jumlah terbatas akan diinjeksikan dalam jumlah derajat perjalanan engkol yang terbatas jika kecepatan injeksi disetel terlalu tinggi. Ujung nozzle dengan lubang kecil harus digunakan untuk memperpanjang durasi injeksi bahan bakar jika kecepatan injeksi ingin dikurangi. Mirip dengan timing, kecepatan injeksi mempengaruhi performa mesin. Hasilnya akan sama dengan penyuntikan terlalu dini jika kecepatan penyuntikan terlalu tinggi, dan akan sama dengan penyuntikan terlambat jika kecepatan penyuntikan terlalu rendah.

3. Pengabutan yang baik dari bahan bakar

Menghubungkan aliran bahan bakar ke dalam semprotan kabut dengan jenis ruang bakar sangat penting untuk pengabutan yang efektif. Sementara beberapa ruang pembakaran dapat berfungsi dengan kabut yang lebih kasar, yang lain memerlukan kabut yang sangat halus. Pengabutan yang baik memastikan bahwa setiap tetes kecil bahan bakar dikelilingi oleh partikel oksigen yang dapat bercampur dengannya dan membuat pembakaran lebih mudah dikendalikan.

4. Distribusi

Bahan bakar harus didistribusikan sedemikian rupa sehingga menjangkau seluruh area ruang bakar yang mengandung oksigen untuk pembakaran. Sebagian oksigen yang tersedia tidak akan dimanfaatkan dan terlepas jika bahan bakar tidak terdistribusi dengan baik sehingga mengakibatkan tenaga mesin rendah.

I. Perawatan Dan Perbaikan pada Injektor

Manajemen Perawatan dan perbaikan, keputusan utama dalam menentukan strategi perawatan adalah antara manajemen kasus dan manajemen terencana. Pemeliharaan *insidental* berarti kami menjalankan mesin sampai rusak. Jika kita ingin menghindari kegagalan kapal yang sering terjadi dengan strategi ini, kita perlu mengalokasikan kapasitas untuk operasi kritis, yang sangat mahal, sehingga jenis sistem tertentu diharapkan dapat mengurangi kerusakan dan beban kerja.

Pada umumnya modal operasi ini sangat mahal oleh karena itu beberapa bentuk sistem perencanaan ditetapkan dengan dipergunakan sistem perawatan berencana, maka tujuannya adalah untuk memperkecil kerusakan dan beban kerja dari suatu pekerjaan perawatan yang diperlukan.

Tujuan Perawatan injector adalah:

1. Memperpanjang umur pesawat (mesin). Ini sangat penting di negara-negara berkembang, karena sumber daya modal tidak cukup untuk mengganti pesawat (mesin) baru.
2. Menjamin ketersediaan peralatan dan suku cadang yang terpasang pada pesawat (mesin), antara lain:
 - a. Selalu siap saat dibutuhkan, sesuai rencana.
 - b. Tidak rusak saat digunakan.
 - c. Mampu bekerja secara efisien dan dengan kapasitas yang diinginkan.
3. Memastikan semua peralatan darurat siap digunakan setiap saat,

misalnya, unit cadangan, unit pemadam kebakaran, dll.

4. Memastikan keselamatan orang yang menggunakan fasilitas ini. Hemat waktu, uang, dan materi karena perangkat dilindungi dari kerusakan serius.
5. Kerusakan properti dan cedera diri yang disebabkan oleh kerusakan dapat dihindari sedini mungkin, karena kerusakan dan/atau kerusakan akibat dari kerusakan awal dapat segera dicegah.

Banyak kesalahan atau anomali dalam pengoperasian mesin penggerak utama yang dapat menghambat kelancaran pengoperasian. Hal tersebut disebabkan oleh injektor bahan bakar yang tidak bekerja dengan baik, yang akhirnya menabrak kendala mesin utama, yaitu mengurangi tenaga yang dihasilkan oleh mesin penggerak utama. Untuk meminimalisir terjadinya masalah tersebut, beberapa hal harus diperhatikan, yaitu:

- a. Pembukaan injektor bahan bakar harus dilakukan sesuai dengan jam kerja (jam operasional) yang dijelaskan dalam buku petunjuk mesin penggerak utama atau dengan memeriksa kondisi injektor.
- b. Perbaiki injektor bahan bakar menggunakan carb round paste (*valve compounds*) sebagai lap/pasir, putar seperti angka delapan hingga permukaan halus dan bintik-bintik hilang dari permukaan nozzle dan dudukannya, kemudian dilanjutkan dengan minyak pelumas.
- c. Tes injektor bahan bakar menggunakan alat pengenal bertekanan tinggi untuk menunjukkan hasil pengabutan. Pompa bertekanan tinggi dipakai untuk menguji injektor bahan bakar, dan pengaturan tekanan injeksi bahan bakar harus disesuaikan dengan peraturan yang dijelaskan dalam manual mesin penggerak utama.

- d. Bahan bakar harus dipilih pengapian yang baik dan bahan bakar yang digunakan mesin harus dibersihkan dengan fuel cleaner agar kotoran dapat terangkat dan tidak terbawa dengan cara menginjeksikan bahan bakar ke *fuel nozzle*.
- e. Penggantian bagian alat *injector* yang sudah rusak dengan suku cadang yang baru.

J. Faktor-Faktor Pendukung Perawatan Injektor

Beberapa faktor yang membantu dalam mempertahankan injektor yang dirancang dengan baik adalah:

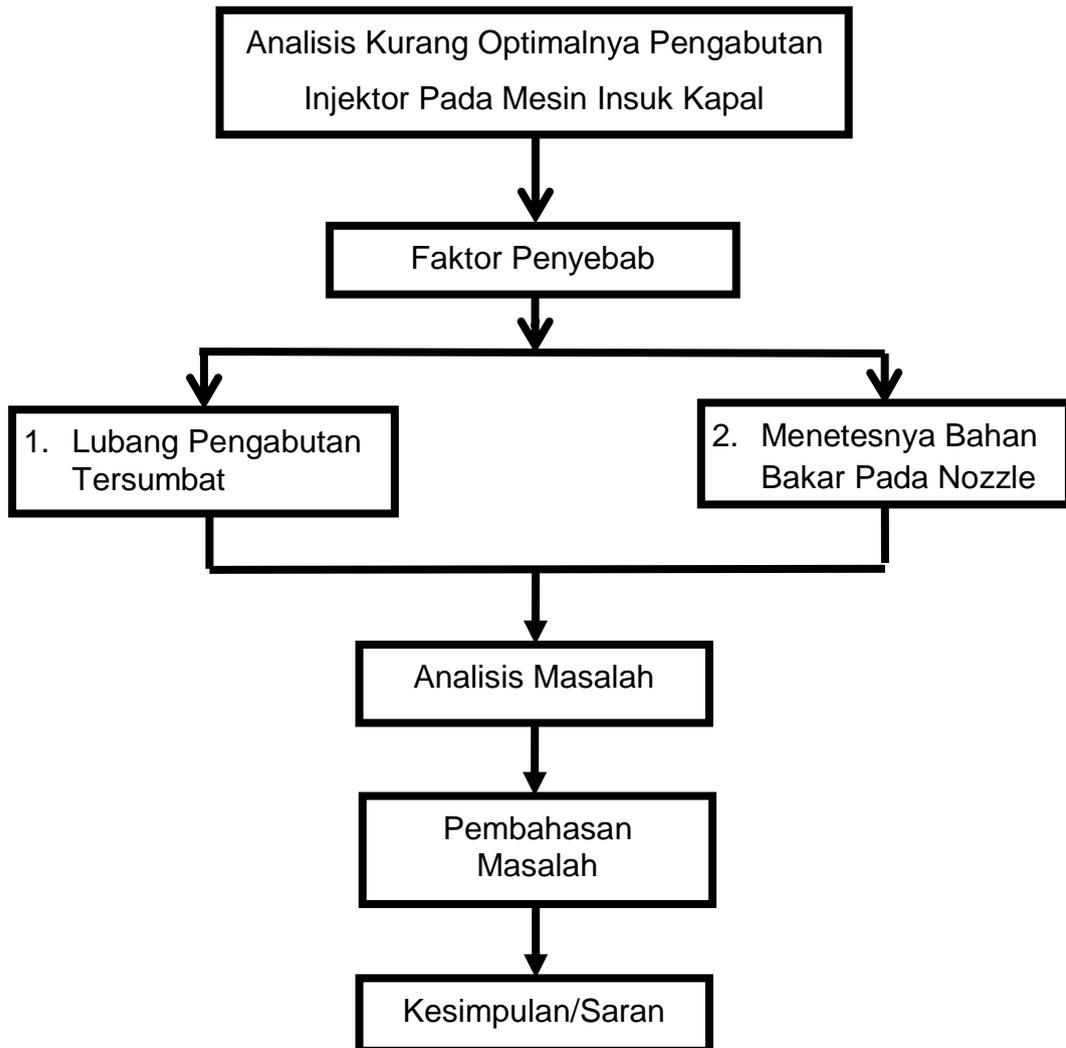
1. Keahlian Masinis Handal Merawat injektor, bahan bakar membutuhkan keahlian masinis yang berpengalaman dan teliti. Oleh sebab itu, engineer yang andal dapat memahami dan melakukan perawatan nozzle dengan baik sesuai ketentuan manual mesin penggerak utama.
2. Waktu kerja yang banyak, pada dasarnya perawatan injektor dapat dikerjakan di atas kapal. Memberikan perawatan injektor bahan bakar yang bagus memerlukan waktu pengerjaan yang cukup lama agar injektor bahan bakar yang dihasilkan berkualitas baik.
3. Suku cadang yang baik. Selain keterampilan masinis yang handal dan jam kerja yang panjang, suku cadang yang baik juga dibutuhkan untuk injektor mesin penggerak utama.

Jika komponen injektor bahan bakar mengalami kerusakan atau patah maka komponen yang terdapat pada injektor harus segera diganti dengan yang baru untuk mencegah keterlambatan dari *injektor* tersebut

K. Kerangka Pikir

Berdasarkan kerangka pikir berikut, dapat dijelaskan mulai dari topik yang dibahas, yaitu kerusakan pada pengabut bahan bakar. yang menghasilkan faktor-faktor penyebab peristiwa tersebut.

Ada pengaruh alami dari faktor tersebut, yaitu kerusakan pada injektor bahan bakar, sehingga masalah yang ada diuji atau dicoba untuk diatasi. Setelah mencoba mengatasi masalah tersebut, injektor bahan bakar kembali normal.



L. Hipotesis

Berdasarkan rumusan masalah yang dikemukakan di atas, maka asumsi-asumsi yang melintas dari masalah tersebut adalah:

1. Lubang pengabutan tersumbat.
2. Menetesnya bahan bakar pada *nozzle*.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan oleh penulis adalah penelitian deskriptif yaitu tulisan yang berisi uraian dan uraian tentang objek masalah yang terjadi pada saat tertentu. Metode ini menjelaskan secara rinci informasi yang diperoleh, yang tujuannya adalah memberikan informasi untuk perencanaan masalah yang berkaitan dengan materi skripsi.

B. Definisi Operasional Variabel

Definisi operasional variabel adalah penjelasan tentang definisi praktis/operasional dari variabel atau ungkapan lain yang dianggap penting yang sering dijumpai dalam situasi sehari-hari. Definisi operasional variabel yang sering muncul dalam skripsi yang sering dikutip oleh penulis adalah:

1. Injector

Adalah alat yang menyemprotkan bahan bakar ke dalam silinder, yang saluran dengan tekanan tinggi dari pompa bahan bakar.

2. Pengabutan

Adalah injeksi bahan bakar cair dengan tekanan sangat tinggi melalui lubang kecil di bagian nosel injektor.

3. Pembakaran

Adalah kombinasi cepat dari proses kimia antara bahan bakar, udara terkompresi, dan panas yang menyebabkan ledakan di dalam silinder.

4. Pompa bahan bakar

Terdapat pompa bahan bakar bertekanan tinggi yang menekan bahan bakar melalui pembakaran kompresi dan mengatur jumlah bahan bakar.

5. Viskositas

Merupakan kualitas bahan bakar yang digunakan atau kekentalan bahan bakar mesin induk kualitas kekentalan bahan bakar atau minyak mesin induk untuk digunakan.

5. Viskositas

Entah kualitas bahan bakar yang digunakan atau kekentalan oli mesin induk. C. Teknik Pengumpulan Data

C. Teknik Pengumpulan Data

Adapun data dan informasi yang diperlukan untuk penulisan penelitian ini dikumpulkan melalui :

1. Metode Lapangan (Field Research), yaitu penelitian yang dilakukan dengan pengamatan langsung terhadap objek penelitian. Pengumpulan data dan informasi melalui observasi merupakan teknik pengumpulan data yang dilakukan dengan cara mengamati dan mengalami langsung sasaran yang diteliti selama praktek laut di kapal.
 - a. Metode Survey (Observasi) Penulis mencatat informasi ini saat terlibat langsung dalam perbaikan dan perawatan terhadap injector di atas kapal.
 - b. Metode wawancara Metode memperoleh informasi melalui temu wicara dan wawancara langsung dengan KKM, masinis dan awak mesin yang ada.
2. Tinjauan Pustaka (*library research*),

Selain penelitian kapal, penulis juga melakukan penelitian dengan membaca buku-buku dan memfokuskan pada buku-buku yang berkaitan dengan masalah yang diteliti untuk mendapatkan landasan teori dalam meneliti masalah yang diteliti.

D. Teknik Analisis Data

Metode analisis deskriptif kualitatif terdiri dari menganalisis, mendeskripsikan dan merangkum berbagai kondisi, situasi dan berbagai data yang dikumpulkan dalam bentuk wawancara atau observasi terhadap subyek yang diteliti di lapangan.

Dalam konteks penelitian ini, diperlukan teknik analisis data untuk mendukung pembahasan ini, yaitu metode analisis:

1. Jenis Data

a. Data Kualitatif

Informasi tentang pembahasan yang diperoleh secara lisan dan tertulis dalam bentuk variabel.

b. Data Kuantitatif

Dalam hal ini, data kuantitatif mengacu pada informasi yang dapat dilihat pada alat pengukur tekanan injektor dan direpresentasikan dalam bentuk angka.

2. Sumber data

a. Data Primer

Jenis informasi ini berasal dari pengamatan langsung. Data penelitian dapat dikumpulkan melalui metode survei, yaitu, dengan mengamati, mengukur dan mencatat langsung di tempat penelitian.

Observasi, yaitu metode yang penulis terapkan dengan cara menduplikasi pengamatan langsung terhadap bagian-bagian injektor, khususnya bagian yang berkaitan dengan judul yang penulis terima saat menulis kajian ilmiah ini.

b. Data sekunder

Adalah informasi tambahan dari sumber tertulis seperti literatur, bahan kuliah, data perusahaan dan aspek lain dari penelitian ini.

E. Jadwal Penelitian

Tabel 3.1 : Jadwal Penelitian

NO	KEGIATAN	TAHUN 2020											
		BULAN											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1.	Pengarahan dan pembekalan			■									
2.	Pembagian dosen pembimbing			■									
3.	Pengajuan judul proposal			■									
4.	Pengumpulan data dan referensi				■								
5.	Penyusunan proposal				■	■							
6.	Seminar Proposal						■						
7.	Pengambilan data												■
		TAHUN 2021											
8.	Pengambilan data	■											
		TAHUN 2022											
9.	Pengambilan data	■											
10.	Penyusunan Skripsi					■	■	■	■	■			
11.	Seminar Hasil										■		
12.	Revisi										■	■	■
		Tahun 2023											
13.	Seminar Tutup	■											

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisis Hasil Penelitian

Kejadian terjadi bulan Oktober 2022 disaat kapal sedang melaksanakan anchor job di Bukit Tua/Project Petronas, Sumatera. Masalah yang terjadi pada main engine port side pada saat mesin dalam kondisi running, dan mulai terdeteksi Ketika masinis jaga dan oiler jaga melihat RPM yang tidak stabil di ECR (engine control room), sehingga masinis jaga mengambil Tindakan untuk menghentikan main engine port side, dan melakukan perbaikan pada injector. Hal ini kemudian menjadi wawasan untuk crew engine agar lebih memperhatikan perawatan dan penggunaan spare part yang masih layak pakai.

Berdasarkan deskripsi yang dijelaskan di atas, maka dapat di Analisa bahwa factor yang menyebabkan kurang optimalnya pengabutan ionjector pada mesin induk adalah tersumbatnya lubang pada nozzle yang menyebabkan bahan bakar tidak dapat di semprotkan ke ruang pembakaran, dan bahan bakar menetes ke *nozzle* yang menyebabkan bahan bakar tidak bisa di semprotkan dalam bentuk kabut.

Berdasarkan data yang diperoleh penulis sewaktu melaksanakan praktek laut di kapal AHT. EKA SAMUDERA 501 tentang kurang optimalnya pengabutan injector pada mesin induk. Penulis menemukan faktor-faktor penyebab kurang optimalnya pengabutan injektor pada mesin induk, yaitu :

1. Tersumbatnya Lubang pada *Nozzle*

Seperti diketahui, injeksi injektor sangat penting untuk pembakaran. Tanpa pengapian, pembakaran yang tidak sempurna di ruang bakar dapat terjadi, sehingga menghasilkan tenaga mesin

yang lebih rendah dan temperatur gas buang yang lebih tinggi. Faktor-faktor ini disebabkan oleh:

a. Kotornya bahan bakar

Bahan bakar yang masuk ke dalam injektor sangat berdampak pada tersumbatnya lubang *nozzle* bahan bakar yang kotor akan menempel pada dinding lubang *nozzle* dalam jangka waktu yang cukup lama akibat panas yang dihasilkan dari proses pembakaran, yang pada akhirnya akan mengakibatkan terbentuknya karbon pada dinding lubang *nozzle*. yang akhirnya menutup lubang *nozzle*.

b. Pembentukan karbon di ujung *nozzle*

Sistem pembakaran yang tidak sempurna juga dapat mengakibatkan terbentuknya karbon yang lengket pada permukaan ujung *nozzle* dalam bentuk butiran karbon. Jika proses ini tidak dikontrol, maka jumlah butiran karbon akan bertambah, yang pada akhirnya menghambat atomisasi bahan bakar ke dalam ruang pembakara..

2. Bahan Bakar Menetes pada *Nozzle*

Masalah ini juga bisa mengakibatkan pembakaran yang tidak sempurna. Kurangnya bahan bakar yang masuk ke ruang pembakaran dalam bentuk kabut yang menjadi penyebabnya. Namun, bahan bakar dalam bentuk tetes juga disertakan. Proses pembakaran dipengaruhi secara negatif oleh masuknya bahan bakar dalam bentuk tetesan. Bahan bakar yang diatomisasi oleh injektor tidak sesuai dengan bahan bakar yang disuntikkan sebagai tetesan. Selain berpotensi terjadinya pembakaran sekunder, juga adanya bahan bakar yang keluar saat katup buang terbuka disaat terjadi percikan api pada manifold dapat mengakibatkan manifold berubah warna. Selain itu, dapat mengakibatkan asap hitam di cerobong asap.

Bahan bakar dapat menetes dari nosel karena alasan berikut:

Dudukan jarum *nozzle* tidak rata pada dudukannya.

Penahan *nozzle* yang tidak rata berpengaruh besar pada bagaimana bahan bakar menetes dari *nozzle*. Saat injektor memberi tekanan pada bahan bakar dan memasukkannya ke ruang bakar, bahan bakar menetes. Akibatnya, tidak semua bahan bakar melewati *nozzle*, tetapi sebagian melalui dudukan yang tidak rata. Tekanan akan terus mendorong bahan bakar ke luar *nozzle*, yang pada akhirnya akan menetes melalui ujung *nozzle* dan keluar melalui penutup kepala *nozzle*.

B. Pembahasan Hasil Penelitian

1. Penanganan lubang *nozzle* yang tersumbat bahan bakar yang kotor.

Setelah mengetahui keadaan injeksi tidak normal/tersumbat maka dilakukan pembongkaran dan perbaikan dengan cara membongkar, membersihkan serta pengetesan ulang injector yang telah diperbaiki.

Adapun langkah-langkah yang dapat dilakukan dalam menangani tersumbatnya lubang *nozzle* pada injektor yaitu sebagai berikut:

- a. Periksa kotoran dan karbon yang menghalangi bahan bakar di lubang *nozzle*, termasuk lubang masuk dan lubang pengabutan bahan bakar.
- b. Gunakan jarum untuk membersihkan lubang nosel yang tersumbat secara perlahan dan hati-hati. Dengan terlebih dahulu merendam *nozzle* dalam minyak hingga lubang tembus, hal ini dimaksudkan untuk mencegah kerusakan.
- c. Setelah terlihat tembus, rendam kembali dengan minyak kemudian semprot dengan udara bertekanan. Ulangi proses ini sampai benar-benar bersih.

- d. Lakukan percobaan dengan meratakan dudukan terlebih dahulu, bersihkan kembali dengan minyak, semprotkan dengan udara bertekanan, dan terakhir bersihkan.
- e. Saat memasang nosel pada dudukan, perhatikan baik-baik tempat dan posisinya. Itu harus tepat di sebelah pin yang sudah terpasang. Ikat dengan erat dan bersiaplah untuk menguji.
- f. Lakukan pengujian sesuai dengan petunjuk, perhatikan baik-baik kabut dan tekanan yang timbul selama pengujian. Injektor dapat digunakan jika bekerja dengan baik dan tekanan tercapai dengan baik dan tekanan tercapai.

2. Penanganan bahan bakar yang menetes ke dalam lubang *Nozzle*

Jika bahan bakar menetes ke dalam lubang nosel, maka akan diratakan antara dudukan dan nosel. Ini karena bahan bakar masuk ke ruang bakar melalui rongga atau celah di persimpangan badan nosel, di mana ia menetes ke dalam ruang melalui ujung nosel.

Langkah-langkah berikut diambil terhadap bahan bakar yang menetes dari nosel:

- a. Buka atau lepas *nozzle* yang dipasang di bodynya, lalu lepas poros *nozzle* dan pin yang terpasang pada badan atau *nozzle*.
- b. Oleskan pasta ke kedua sisi, lalu gabungkan kedua sisi menjadi satu.
- c. Gosokkan di sekitar badan injektor beberapa saat, lalu bersihkan dengan minyak dan periksa permukaan *nozzle*..
- d. Ulangi langkah ini sampai permukaan nosel rata dengan dudukan atau badan injektor, lalu bersihkan semua pasta yang menempel pada *nozzle* dan badan injektor.
- e. Pasang kembali injektor kemudian lakukan pengetesan. Perhatikan tekanan injektor dan pengabutan, lalu periksa apakah bahan bakar masih bocor. Injektor dapat digunakan jika bahan

bakar tidak lagi menetes dengan pengabutan yang baik dan tekanan yang tepat.

f. Injektor siap untuk digunakan atau sebagai *spare part*.

3. Fungsi dari komponen-komponen *injector* :

a. *Nozzle*

Yaitu komponen *injector* yang berfungsi sebagai jarum *injector*.

b. *Automizer*

Yaitu komponen *injector* yang memiliki bentuk lubang- lubang pada *nozzle* yang fungsinya untuk pengabutan bahan bakar.

c. Sekrup pengatur

Yaitu komponen *injector* yang berfungsi sebagai pengatur pengabutan dan jumlah bahan bakar yang semprotkan.

d. Pegas/*spring*

Yaitu komponen *injector* yang berfungsi untuk bergerak secara elastis sehingga katup jarum *nozzle* dapat bergerak membuka dan menutup lubang *nozzle* dapat bergerak membuka dan menutup lubang *nozzle*.

e. Mur penutup *nozzle*

Yaitu komponen *injector* yang berfungsi untuk memegang atau menahan *nozzle* terhadap *body injector*.

f. Rumah *injector*

Yaitu komponen *injector* yang berfungsi sebagai tempat dudukan dari komponen-komponen *injector* lainnya.

C. Data Penelitian

Adapun data-data yang diperoleh penulis mengenai *injector*, sehubungan dengan judul yang diangkat sebagai bahan perbandingan yang diambil melalui penelitian semasa melakukan praktek laut di kapal MV. AHT EKA SAMUDERA 501 adalah sebagai berikut:

Table 4.1: Data pengamatan kinerja injektor dalam kondisi normal pada saat *underway full*

Silinder	Temperatur Gas Buang	Rack	RPM	Kecepatan Normal
1	335°C	12 mm	1000	6 knot
2	349°C	12 mm	1000	7 knot
3	338°C	12 mm	1000	6 knot
4	336°C	12 mm	1000	7 knot
5	334°C	12 mm	1000	6 knot
6	336°C	12 mm	1000	6 knot
7	337°C	12 mm	1000	6 knot
8	334°C	12 mm	1000	6 knot

Sumber : *Main Engine* AHT Eka Samudera 501

Berdasarkan fakta yang diperoleh penulis pada saat melaksanakan praktek laut di kapal AHT EKA SAMUDERA 501, pada saat kapal dalam proses operasi *anchor job*, pada saat itu mesin induk mengalami masalah temperature gas buang pada *main engine port side* meningkat, sehingga *main engine port side* di berhentikan dan segera melakukan perbaikan guna menghindari kerusakan fatal.

Dalam hal ini masinis dan crew mesin mengambil tindakan dengan cara menghentikan *main engine* dan melakukan *top overhaul* melepas *silinder head* dan melepas injector untuk di cek dan di lakukan perbaikan dengan cara membersihkan kerak yang menempel pada lubang *nozzle*.

Adapun peristiwa ini terdeteksi pada saat pengambilan data yang tertera pada parameter mesin induk sebelum melakukan pergantian jaga, seperti ditunjukkan pada Tabel berikut.

Table 4.2: Data pengamatan kinerja injektor dalam kondisi *abnormal* pada saat *underway full*

Silinder	Temperatur Gas Buang	Rack	RPM	Kecepatan Normal
1	335°C	12 mm	1000	5 knot
2	349°C	12 mm	1000	4 knot
3	338°C	12 mm	1000	5 knot
4	336°C	12 mm	1000	4 knot
5	334°C	12 mm	1000	5 knot
6	336°C	12 mm	1000	4 knot
7	370°C	11 mm	1000	5 knot
8	375°C	12 mm	1000	5 knot

Sumber : *Main Engine* AHT Eka Samudera 501

Table 4.3: Data pengamatan injektor dalam pengecekan pada saat alarm

Waktu Jaga (Watch Hours)	Pengabutan	Tekanan	Ket
00.00-00.04	Normal	335 bar	Layak pakai
04.00-08.00	Normal	349 bar	Layak pakai
08.00-12.00	Normal	338 bar	Layak pakai
12.00-16.00	Normal	334 bar	Layak pakai
16.00-20.00.	Abnormal	370 bar	Alarm 1
20.00.00.00	Abnormal	375 bar	Alarm 2

Sumber : *Main engine* AHT Eka Samudera 501

Setelah melakukan perbaikan dan memasang kembali injektor pada *main engine* dan injektor dalam keadaan normal maka *main engine port side* dapat kembali dioperasikan. Maka penulis kembali mengambil data dari pada injektor untuk mengamati perkembangan dari objek penelitian. Hasil data yang didapatkan setelah perbaikan yaitu:

Table 4.4: Data pengamatan kinerja injektor setelah perbaikan pada saat *underway full*

Silinder	Temperatur Gas Buang	Rack	RPM	Kecepatan Normal
1	290°C	12 mm	1000	6 knot
2	295°C	12 mm	1000	7 knot
3	294°C	12 mm	1000	6 knot
4	289°C	12 mm	1000	7 knot
5	292°C	12 mm	1000	6 knot
6	297°C	12 mm	1000	7 knot
7	298°C	12 mm	1000	7 knot
8	295°C	12 mm	1000	7 knot

Sumber : *Main Engine AHT Eka Samudera 501*

D. Perawatan Injector

Ada tiga aspek perawatan injektor yang menentukan baik tidaknya injektor:

1. Waktu atau jadwal perawatan

Perawatan injector harus sesuai dengan waktu jam kerja mesin, seperti yang tertera di Buku Petunjuk. Hal ini untuk mencegah pengabutan yang tidak sempurna pada *nozzle* dan untuk memastikan bahwa pembakaran tidak menyebabkan peningkatan suhu gas buang, seperti yang penulis temukan selama melaksanakan praktek laut, ketika injektor yang seharusnya dilakukan perawatan tetapi tertunda sehingga pembakaran tidak sempurna, dan tenaga mesin berkurang. Namun, jika muncul masalah yang mengganggu kinerja mesin, perawatan dapat dilakukan kapan saja selain selama jam kerja normal.

2. Suku Cadang / *Spare part*

Masalah perusahaan pelayaran yang kehabisan suku cadang menjadi pertimbangan. Hal ini disebabkan fakta bahwa itu

membutuhkan biaya pengiriman selain harga tinggi. Seperti halnya suku cadang injektor, meskipun perawatan telah diselesaikan dalam jangka waktu yang ditentukan dan oleh orang yang berpengetahuan dan berpengalaman, hal itu masih dapat mengakibatkan masalah pada injektor, tetapi jika *spare part* tidak ada berdampak pada kurang optimalnya proses perawatan maka sangat dibutuhkan ketersediaan spare part di atas kapal.

3. Sumber Daya Manusia

Di dalam perawatan injektor masinis yang melakukan overhaul injektor harus mengetahui dan memahami cara overhaul injektor sesuai Instruction Manual Book dan sudah berpengalaman tentang perbaikan pada injektor. Jadi di dalam perawatan *injector* di perlukan sumber daya manusia yang terampil dan memiliki pengetahuan yang memadai tentang *injector*.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya, penulis menarik kesimpulan bahwa penyebab tidak berfungsinya nosel dan kerusakan mempengaruhi proses atomisasi injeksi bahan bakar pada injektor dan sistem pembakaran pada ruang bakar. Sistem pembakaran pada ruang bakar mesin diesel adalah sebagai berikut:

1. Tersumbatnya lubang *nozzle*, akibat dari:

a. Bahan bakar kotor

Karena kurangnya perawatan alat pendukung sistem bahan bakar seperti tangki dan filter bahan bakar. Hal ini menyebabkan lubang *nozzle* menyempit, yang dapat mengakibatkan lubang macet jika tidak mengabut.

b. Pembentukan karbon pada ujung *nozzle*

Sistem pembakaran yang tidak sempurna juga dapat mengakibatkan terbentuknya karbon yang melekat pada permukaan ujung nosel dalam bentuk butiran karbon. Jika proses ini tidak dikontrol, maka jumlah butiran karbon akan bertambah, yang pada akhirnya menghambat pengabutan bahan bakar ke dalam ruang pembakaran.

2. Bahan bakar menetes dari ujung *nozzle* akibat dari:

Dudukan *nozzle* pada *body* tidak rata

Dudukan *nozzle* yang tidak rata berpengaruh besar pada bagaimana bahan bakar menetes dari *nozzle*. Saat injektor memberi tekanan pada bahan bakar dan memasukkannya ke ruang bakar, bahan bakar menetes. Akibatnya, tidak semua bahan bakar melewati *nozzle*, tetapi sebagian melewati dudukan yang tidak rata.

Tekanan akan terus mendorong bahan bakar ke luar *nozzle*, yang pada akhirnya akan menetes melalui ujung *nozzle* dan keluar melalui penutup kepala *nozzle*.

B. Saran

Berdasarkan temuan yang dikemukakan di atas, sebagai langkah penanganan terhadap masalah yang terjadi pada injector sebagai berikut:

1. Penanganan lubang *nozzle* yang tersumbat memerlukan pemeriksaan yang cermat, perawatan rutin, dan perbaikan. Bagian-bagian yang telah dibongkar harus tetap bersih dan ditempatkan di tempat yang sesuai di meja kerja sebelum dipasang kembali. Selain itu, bagian tersebut harus dibersihkan, dicuci dengan minyak terlebih dahulu. Pastikan lubang *nozzle* tidak tersumbat.
2. Penanganan bahan bakar yang terkontaminasi, khususnya dengan melakukan perawatan rutin dan pemeriksaan sistem bahan bakar yang meliputi tangki penampung bahan bakar dan filter bahan bakar.
3. Penanganan bahan bakar yang menetes, khususnya dengan memperbaiki struktur pemasangan komponen injektor dan menutup dudukan antara nosel dan badan injektor.
4. Karena perawatan injektor mesin diesel di atas kapal sangat penting, diharapkan semua pihak yang terlibat memahami kondisi injektor sebelum melakukan prosedur perawatan yang tertera di Buku Petunjuk Instruksi.

DAFTAR PUSTAKA

- Karyanto. E, 2000, *Panduan Reparasi Mesin Diesel*, Penerbit Pedoman Ilmu jaya , Jakarta
- Schmidt, D. P.(2001) "The internal flow of diesel fuel injector nozzles: A review" <http://journals.sagepub.com/doi/10.1243/1468087011545316>
- Xu, Hongming Wang, Chongming Ma, Xiao Sarangi, Asish K. Weall, Adam Krueger-Venus, Jens(2015) "Fuel injector deposits in direct-injection spark-ignition engines" <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0360128515000131>
- Gooch, Jan W. (2011) "Nozzle" http://link.springer.com/10.1007/978-1-4419-6247-8_8003
- Som, Sibendu Ramirez, Anita I. Longman, Douglas E. Aggarwal, Suresh K.(2011) "Effect of nozzle orifice geometry on spray, combustion, and emission characteristics under diesel engine conditions" <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0016236110005880>
- Maanen. P.V,1990, *Motor Diesel Kapal /Jilid 1*.
- Maleev. V. I,1991, *Operasi Dan Pemeliharaan mesin Diesel*, Penerbit Erlangga, Jakarta
- Guerrassi, N. Dupraz, P.(1998) "A common rail injection system for high speed direct injection diesel engines" <https://www.sae.org/content/980803/>
- Zainoodin, A. M. Tsujiguchi, T. Masdar, M. S. Kamarudin, S. K. Osaka, Y. Kodama, A.(2018) "Performance of a direct formic acid fuel cell" <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0360319918304026>

Lampiran 1 : Pengetesan Injector



Sumber : *Engine Room Eka Samudera 501*

Lampiran 2 : *Injector Main Engine*



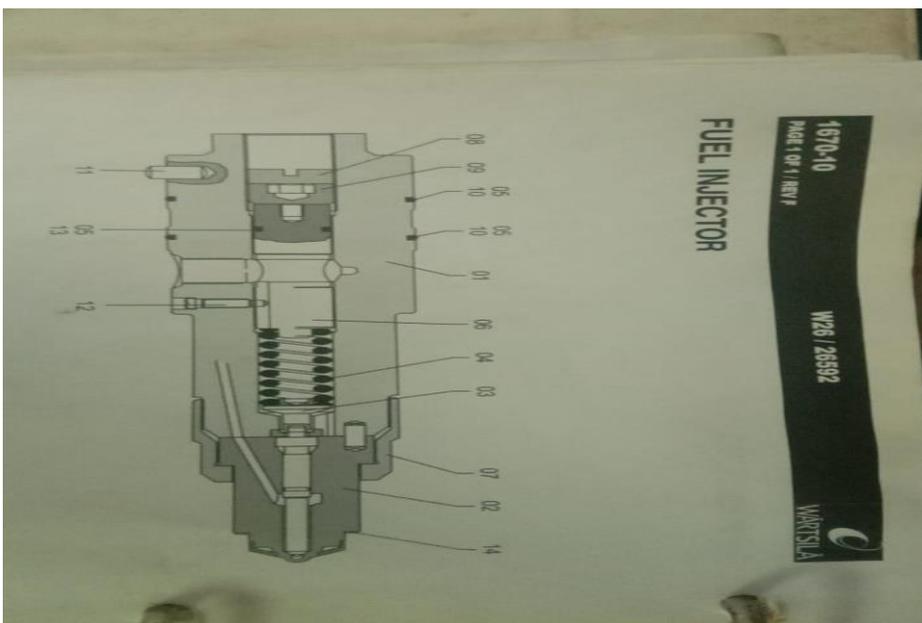
Sumber : *Engine Room Eka Samudera 501*

Lampiran 3 :Pengetesan Injector



Sumber : *Engine Room Eka Samudera 501*

Lampiran 4 :Manual Book Injector



Sumber : *Manual book Main Engine*

Lampiran 5 : 3/E dan Oiler 2



Sumber : : Engine Room Eka Samudera 501

Lampiran 6 : KKM 2E dan Oiler 1



Sumber : Engine Control Room Eka Samudera 501

LAMPIRAN 7

PEDOMAN WAWANCARA

1. Apa penyebab kurang optimalnya pengabutan injector pada mesin induk?

Jawaban:

KKM:Kurang optimalnya pengabutan injector pada mesin induk bisa di sebabkan dua hal:

- a. Lubang pengabut tersumbat
- b. Menetesnya bahan bakar pada nozzle

2nd engineer: Disebabkan oleh:

- a. Kotornya bahan bakar, bahan bakar yang tidak bersih yang masuk kedalam injector akan menempel pada dinding nozzle yang kalau dibiarkan dalam waktu jangka Panjang akan menjadi karbon yang menutupi lobang nozzle.
- b. Dudukan nozzle yang tidak rata, Saat injektor memberi tekanan pada bahan bakar dan memasukkannya ke ruang bakar, bahan bakar menetes. Akibatnya, tidak semua bahan bakar melewati *nozzle*, tetapi sebagian melalui dudukan yang tidak rata.

2. Apa dampak dari kurang optimalnya pengabutan injector pada mesin induk?

Jawaban:

KKM:Adapun dampak dari kurang optimalnya pengabutan injector pada mesin induk, yaitu:

- a. Tingginya temperature gas buang
- b. RPM tidak stabil

2nd engineer:

Dampak dari kurang optimalnya pengabutan injector pada mesin induk yaitu temperature gas buang akan melebihi batas normal biasanya, dan RPM akan naik turun secara tidak teratur.

3. Apa yang harus dilakukan jika terjadi penyumbatan pada nozzle?

Jawaban:

KKM: Yang harus dilakukan jika lubang nozzle tersumbat:

- a. Membersihkan kotoran yang menempel pada lubang injector
- b. Semprot dengan udara bertekanan

2nd engineer:

Membongkar injector kemudian di rendam dengan menggunakan solar sekitar 30 menit, kemudian tusuk lubang nozzle dengan jarum kemudian semprot dengan udara bertekanan.

4. Apa yang harus dilakukan jika terjadi kebocoran pada injector?

Jawaban:

KKM: Melakukan sekir pada nozzle needle

2nd engineer: Membongkar injector dan melakukan sekir pada nozzle needle yang biasanya menggunakan autosol, kalau sudah tidak bisa maka dilakukan pergantian injector.

5. Apa pengertian dari injector?

Jawaban:

KKM: Injector adalah salah satu komponen utama pada system bahan bakar diesel, seperti di mesin induk kapal, injector berfungsi untuk menghantarkan bahan bakar diesel dari injector *pump* ke dalam silinder.

6. Apa yang dimaksud dengan nozzle?

Jawaban:

2nd engineer: Nozzle berfungsi untuk menyemprotkan bahan bakar dalam bentuk kabut agar lebih mudah bercampur dengan oksigen sehinggalah mudah terbakar dalam silinder mesin.

RIWAYAT HIDUP PENULIS



BENYAMIN RAYA, Lahir di To' Woddi, pada tanggal 03 Maret 2000, anak ketiga dari empat bersaudara dan dari pasangan suami istri Bapak Yohanes Parammangan dan Ibu Lusiana Rokki. Penulis memulai jenjang pendidikan di Sekolah Dasar Negeri 002 To' Katimbang pada tahun 2006 sampai tamat pada tahun 2012, kemudian melanjutkan pendidikan pada tahun yang sama di Sekolah Menengah Pertama Negeri 5 Sabbang pada tahun 2012 sampai tamat pada 2015 dan pada tahun yang sama penulis melanjutkan pendidikan di Sekolah Menengah Kejuruan Negeri 2 Palopo dan selesai pada tahun 2018.

Penulis melanjutkan pendidikan Diploma IV di Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar mengambil Jurusan Teknika pada tahun 2018 dan terhitung sebagai Angkatan XXXIX selama melaksanakan pendidikan di PIP Makassar.

Penulis melaksanakan Praktek Laut (PRALA) pada semester V dan VI di atas kapal Eka Samudera 501, pada salah satu Perusahaan Pelayaran yakni PT. Eka Nusantara Line selama kurang lebih 1 tahun, kemudisn kembali ke kampus Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar untuk melanjutkan pendidikan semester VII dan VIII sampai penulis menyelesaikan pendidikan di Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.