

SKRIPSI

ANALISIS FAKTOR PENYEBAB MENURUNNYA PUTARAN MESIN DIESEL GENERATOR DI KAPAL MT. GAS FREESIA



**NOEL ALEXANDER PALOPAK
NIT. 20.42.074
TEKNIKA**

**PROGRAM PENDIDIKAN DIPLOMA IV PELAYARAN
POLITEKNIK ILMU PELAYARAN MAKASSAR
TAHUN 2024**

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Nama : NOEL ALEXANDER PALOPAK
NIT : 20.42.074
Program Studi : Teknika

Menyatakan bahwa skripsi dengan judul:

ANALISIS FAKTOR PENYEBAB MENURUNNYA PUTARAN MESIN DIESEL GENERATOR DI KAPAL MT. GAS FREESIA

Merupakan karya asli. Seluruh ide yang ada dalam skripsi ini 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, 14 November 2024



NOEL ALEXANDER PALOPAK

NIT: 20.42. 074

**ANALISIS FAKTOR PENYEBAB MENURUNNYA PUTARAN MESIN
DIESEL GENERATOR DI KAPAL MT. GAS FREESIA**

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Menyelesaikan
Program Pendidikan Diploma IV Pelayaran

Program Studi Teknika

Disusun dan Diajukan oleh

NOEL ALEXANDER PALOPAK

NIT. 20.42. 074

**PROGRAM PENDIDIKAN DIPLOMA IV PELAYARAN
POLITEKNIK ILMU PELAYARAN MAKASSAR
TAHUN 2024**

SKRIPSI

ANALISIS FAKTOR PENYEBAB MENURUNNYA PUTARAN MESIN DIESEL GENERATOR DI KAPAL MT. GAS FREESIA

Disusun dan Diajukan oleh :

NOEL ALEXANDER PALOPAK

NIT. 20.42.074

Telah dipertahankan di depan Panitia
Ujian Skripsi Pada tanggal 19 November 2024

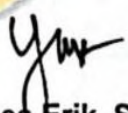
Menyetujui :

Pembimbing I

Pembimbing II



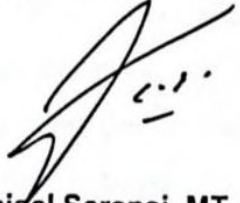

Ir. Alberto, S.SiT., M.Mar.E., M.A.P
NIP. 19760409 200604 1 001


Ir. Yohanes Erik, S.SiT., M.Mar.E

Mengetahui :

a.n. Direktur
Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar
Pembantu Direktur I

Ketua Program Studi Teknika


Capt. Faizal Saransi, MT., M.Mar
NIP. 19750329 199903 1 002


Ir. Alberto, S.SiT., M.Mar.E., M.A.P
NIP. 19760409 200604 1 001

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas limpahan kasih dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini dengan judul **“ANALISIS FAKTOR PENYEBAB MENURUNNYA PUTARAN MESIN DIESEL GENERATOR DI KAPAL MT. GAS FREESIA”** dengan baik.

Skripsi ini merupakan salah satu persyaratan bagi Taruna Jurusan Teknika dalam menyelesaikan studi pada program diploma IV Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar. Penulis menyadari bahwa dalam penulisan tugas akhir ini masih terdapat kekurangan, baik dari segi bahasa, susunan kalimat, maupun cara penulisan serta pembahasan materi akibat keterbatasan penulis dalam menguasai materi, waktu, dan data yang diperoleh.

Skripsi ini penulis persembahkan kepada kedua Orang Tua yang tercinta Bapak DAMIANUS DANDUA PALOPAK dan Ibu MARSELA LAE yang senantiasa memberikan doa, semangat, kasih sayang dan cinta selama penulis menyelesaikan pendidikan.

Selama melaksanakan penelitian ini, penulis banyak mengalami tantangan dan hambatan, namun semuanya dapat teratasi berkat bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini tak lupa penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada pihak-pihak yang membantu dalam proses penyelesaian skripsi ini kepada :

1. Bapak Capt. Rudy Susanto, M.Pd. selaku Direktur Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.
2. Bapak Ir. Alberto, S.Si.T., M.Mar.E., M.A.P selaku Ketua Program Studi Teknika Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar dan Sekaligus Sebagai pembimbing I.
3. Bapak Ir. Yohanes Erik, S.SiT., M.Mar.E selaku Pembimbing II.
4. Seluruh Dosen, Pembina, Pengasuh dan Pegawai Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.
5. Nahkoda, KKM, perwira-perwira dan seluruh ABK dari MT. GAS FREESIA.
6. Seluruh Civitas Akademika Politeknik Ilmu Pelayaran (PIP) Makassar.

7. Seluruh rekan-rekan Taruna(i) PIP Makassar atas kebersamaan dan dukungannya selama ini.

Tulisan ini masih jauh dari kesempurnaan, karena keterbatasan pengetahuan dan pengalaman penulis. Untuk itu, kritik dan saran yang konstruktif dari berbagai pihak tetap penulis harapkan. Akhir kata, semoga tulisan ini dapat bermanfaat yang sebesar-besarnya bagi pembaca.

Makassar, 14 November 2024

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Noel Alexander .P', with a stylized, elongated final stroke.

NOEL ALEXANDER .P

NIT. 20.42.074

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Nama : NOEL ALEXANDER .P

NIT : 20.42.074

Program Studi : TEKNIKA

Menyatakan bahwa skripsi dengan judul :

**ANALISIS FAKTOR PENYEBAB MENURUNNYA PUTARAN MESIN DIESEL
GENERATOR PADA KAPAL MT. GAS FREESIA**

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, 14 November 2024



NOEL ALEXANDER .P
NIT. 20.42.074

ABSTRAK

NOEL ALEXANDER PALOPAK, 2024. Analisis Faktor Penyebab Menurunnya Putaran Mesin Diesel Generator Di Kapal MT. Gas Freesia (dibimbing oleh Bapak Ir. ALBERTO, S.SiT.,M.Mar.E.,M.A.P. dan Bapak Ir.YOHANES ERIK, S.SiT.,M.Mar.E.)

Dalam prinsip kerja *Auxiliary Engine Generator* di dukung oleh beberapa system salah satunya adalah sistem pembakaran

Tujuan penelitian mengetahui penyebab penurunan putaran mesin *diesel generator*. Mesin generator merupakan permesinan bantu yang berfungsi untuk menyediakan daya listrik di berbagai sistem dan peralatan di kapal, termasuk lampu, peralatan navigasi, peralatan komunikasi, sistem pendingin, sistem pemanas, dan pompa.

Perawatan yang bagus untuk *generator* ialah setiap 1 bulan jika *generator* terus beroperasi. Sehingga menarik untuk di analisis dengan judul "*Studi expriemen*". Analisis faktor penyebab menurunnya putaran mesin *diesel generator* di kapal MT. Gas Freesia. Penelitian ini menggunakan dua metode yaitu metode lapangan (*Field Research*) dengan melakukan peninjauan langsung pada objek penelitian dan tinjauan kepustakaan (*Library research*) dengan membaca buku dan *literature* mengenai judul penelitian. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini yaitu *injector* yang ada di *generator* dalam keadaan kotor dan tersumbat. Dan rumusan masalah mengetahui faktor apa yang menyebabkan terjadinya penurunan putaran mesin *diesel generator* di kapal MT. Gas Freesia. Hasil penelitian analisa data setelah hasil uji dengan berdasarkan fakta lapangan di kamar mesin MT. Gas Freesia. Sesuai dengan hipotesis penelitan yang telah di tetapkan untuk di analisis oleh peneliti, yaitu adanya kotoran pada *injector*. Kata Kunci: *injector dan generator*.

ABSTRACT

NOEL ALEXANDER PALOPAK, 2024. Analysis of Factors Causing Decreased Diesel Generator Engine Speed on ships MT. Gas Freesia (supervised by Mr. Ir. ALBERTO, S.SiT., M.Mar.E., M.A.P. and Mr. Ir. YOHANES ERIK, S.SiT., M.Mar.E.)

In terms of working principle, the *Auxiliary Engine Generator* is supported by several systems, one of which is the combustion system

The aim of the research is to determine the cause of the decrease in *diesel generator engine rotation*. *Generator engines* are *auxiliary machinery* that functions to provide electrical power for various systems and equipment on ships, including lights, navigation equipment, communications equipment, cooling systems, heating systems and pumps.

Good maintenance for *generators* is every 1 month if the *generator* continues to operate. So it is interesting to analyze with the title "*Experimental study*". Analysis of the factors causing the decrease in *diesel generator engine* rotation on MT ships. Freesia Gas. This research uses two methods, namely the field method (*Field Research*) by conducting a direct review of the research object and a literature review (*Library research*) by reading books and literature regarding the research title. The results obtained from this research are that the *injectors* in the *generator* are dirty and clogged. And the problem formulation is to find out what factors cause the decline in the *diesel generator engine* on the MT. Gas Freesia ship. The results of the data analysis research after the test results were based on field facts in the MT engine room. Freesia Gas. In accordance with the research hypothesis that has been set for analysis by researchers, namely the presence of dirt in the *injector*.

Keywords: *injector and generator*.

DAFTAR ISI

	HALAMAN
HALAMAN PERSETUJUAN SEMINAR	i
KATA PENGANTAR	ii
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	2
C. Batasan Masalah	2
D. Tujuan Penulisan	2
E. Manfaat Penelitian	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
A. Definisi Injector	4
B. Komponen-komponen Injector	5
C. Kemampuan Injector Dalam Pengabutan Bahan Bakar	14
D. Cara Kerja Injector	14
E. Jenis-Jenis Nozzle	18
F. Metode untuk Injeksi Bahan Bakar	21
G. Pembakaran yang Terjadi di Dalam Silinder	25
H. Kondisi yang Harus Dipenuhi dalam Sistem Injeksi	29
I. Perbaikan dan Pemeliharaan Injektor	31
J. Faktor-faktor yang Membantu Pemeliharaan Injektor	33
K. Kerangka Pikir	35
L. Hipotesis	35

BAB III METODE PENELITIAN	36
A. Tempat dan Waktu Penelitian	36
B. Metode Penelitian	36
C. Jenis dan Sumber Data	36
D. Metode Analisis	37
E. Jadwal Penelitian	38
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	39
A. Gambaran Umum Obyek Penelitian	39
B. Pembahasan Hasil Penelitian	40
C. Data Penelitian	41
D. Perawatan Injector	44
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	50
A. Kesimpulan	50
B. Saran	51
DAFTAR PUSTAKA	52
RIWAYAT HIDUP	70

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Komponen-Komponen Injector	4
Gambar 2.2 Sebelum Penginjeksian	15
Gambar 2.3 Penginjeksian Bahan Bakar	16
Gambar 2.4 akhir penginjeksian bahan bakar	17
Gambar 2.5 Nozzle Lubang Tunggal	19
Gambar 2.6 Nozzle Berlubang Banyak	20
Gambar 2.7 Nozzle Model Pintle Type	21
Gambar 2.8 Penyemprotan Tidak Langsung	22
Gambar 2.9 penyemprotan langsung	25
Gambar 4.1 Generator No. 2	48
Gambar 4.2 Generator No. 1	49

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Jadwal Pelaksanaan Penelitian	38
Tabel 4.1 Data pengamatan kinerja injektor dalam kondisi <i>normal</i>	42
Tabel 4.2 Data pengamatan kinerja injektor dalam kondisi <i>abnormal</i>	43
Tabel 4.3 Data pengamatan injektor pada saat <i>anchorage</i>	43
Tabel 4.4 Data pengamatan kinerja injektor setelah perbaikan	44
Tabel 4.5 Ship Particular	45
Tabel 4.6 Spesifikasi <i>Auxiliary Engine generator</i>	46
Tabel 4.7 Type of Accessories & Attachments	47

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Ship Particulars	54
Lampiran 2. Crew List	55
Lampiran 3. <i>Cylinder Head Generator</i>	56
Lampiran 4. <i>Cylinder Head Generator</i>	57
Lampiran 5. Sample Bahan Bakar Sehabis Bunker	58
Lampiran 6. Log Book MT. Gas Freesia	59
Lampiran 7. Kapal MT. Gas Freesia	60
Lampiran 8. Kapal MT. Gas Freesia	61
Lampiran 9. <i>Injector Generator</i>	62
Lampiran 10. <i>Injector Generator</i>	63
Lampiran 11. Alat Test Injector	64
Lampiran 12. <i>Log Book Auxiliary Engine Generator</i>	65
Lampiran 13. Temperatur <i>Exhaust</i> Gas Buang AE Generator	66
Lampiran 14. <i>Injector</i> yang Rusak	67
Lampiran 15. Pedoman Wawancara	68

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kapal telah menjadi moda transportasi yang hemat biaya karena kemampuannya mengangkut muatan dalam jumlah besar serta fleksibilitas dalam sistem penggerak, termasuk mesin diesel yang semakin umum digunakan. Untuk memastikan kelancaran operasi set generator diesel, sistem injeksi bahan bakar memiliki peran yang sangat penting. Kinerja injektor yang buruk dapat secara signifikan memengaruhi operasional kapal, baik pada mesin diesel berkecepatan tinggi maupun rendah, serta pada mesin dua langkah maupun empat langkah.

Fungsi fungsi utama injektor adalah mengatomisasi bahan bakar di dalam silinder melalui nosel injektor. Injektor sangat penting untuk proses pembakaran mesin diesel. Jika mereka rusak, mesin akan berhenti bekerja, menghasilkan banyak asap dan mengurangi efisiensi bahan bakar. Kualitas bahan bakar juga memengaruhi kinerja injektor. Salah satu tujuan utama sistem bahan bakar adalah untuk menjaga bahan bakar tetap bersih dan mencegah penguapan kapal. Dalam tangki bahan bakar, bahan bakar dapat bercampur dengan uap yang mengandung karat dan kontaminan lainnya. tidak selalu dalam kondisi bersih. Oleh karena itu, bahan bakar harus melewati tangki pemisah dua tahap. Hal ini memungkinkan pembersihan tangki pemisah secara terus-menerus tanpa mengganggu mesin utama.

Fungsi utama injektor adalah mengatomisasi bahan bakar di dalam silinder melalui nosel injektor. Injektor merupakan komponen penting dalam proses pembakaran mesin diesel. Jika injektor mengalami kerusakan, mesin akan mengalami malfungsi, yang menyebabkan asap buangan berlebih dan efisiensi bahan bakar menurun. Kualitas bahan bakar juga memengaruhi kinerja injektor. Tujuan utama sistem bahan bakar kapal adalah mencegah penguapan dan menjaga kebersihan bahan bakar. Bahan bakar dapat bercampur dengan uap yang mengandung karat dan kontaminan lainnya,

sementara tangki bahan bakar tidak selalu dalam kondisi bersih. Oleh karena itu, bahan bakar harus melewati tangki pemisah dua tahap. Hal ini memungkinkan pembersihan tangki pemisah secara terus-menerus tanpa mengganggu mesin utama.

B. RUMUSAN MASALAH

Apa saja faktor yang menyebabkan generator diesel pada kapal MT. Gas Freesia berputar lebih jarang? Hal ini didasarkan pada latar belakang insiden tersebut.

C. BATASAN MASALAH

Ruang lingkup penelitian ini dibatasi pada masalah atomisasi bahan bakar yang kurang optimal akibat kinerja sistem semprotan injektor yang tidak memadai, mengingat banyaknya potensi permasalahan dan keterbatasan waktu penulis.

D. TUJUAN PENELITIAN

1. Mengidentifikasi penyebab atomisasi bahan bakar yang tidak memadai pada injektor generator mesin bantu.
2. Untuk memastikan dan mengevaluasi upaya mengatasi masalah atomisasi yang kurang optimal pada injektor generator mesin bantu.

E. MANFAAT PENELITIAN

Menurut penelitian, terdapat sejumlah keuntungan, seperti pemahaman yang lebih mendalam tentang topik tersebut, penciptaan teori-teori baru, dan penerapan dalam kehidupan nyata :

1. Manfaat teoritis
 - a. Sebagai acuan untuk skripsi selanjutnya yang sama
 - b. Sebagai buku ilmiah/materi bagi masinis diatas kapal yang mengalami permasalahan yang sama
 - c. Sebagai referensi bagi dunia pelayaran terkhusus engineer diatas kapal

2. Manfaat praktis

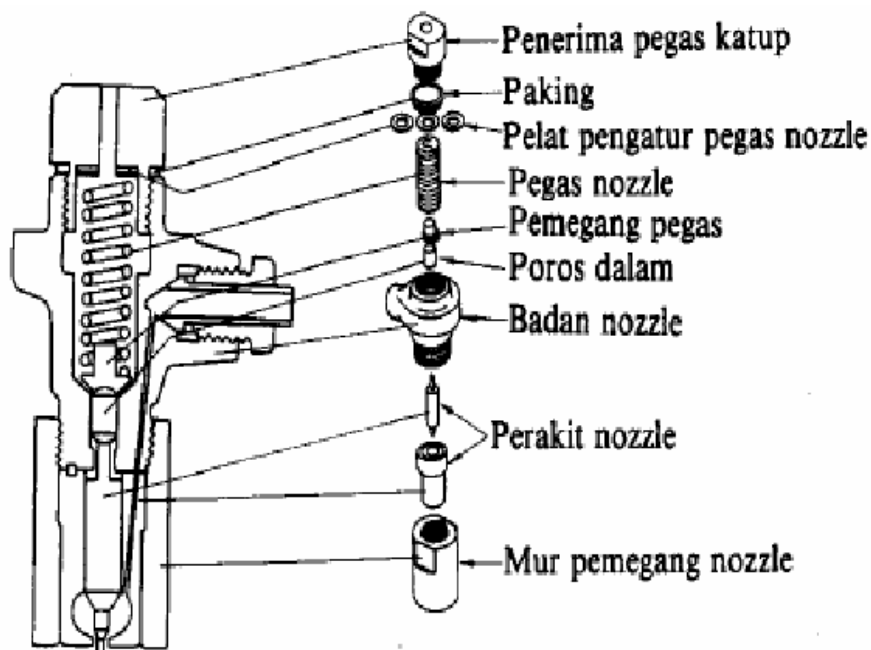
- a. Memberikan pembaca pemahaman yang luas tentang penanganan dan perawatan injektor sehingga mereka dapat dengan cepat mengidentifikasi atau menyelesaikan masalah yang mungkin muncul saat kapal sedang beroperasi.
- b. Dapat menjadi sumber referensi bagi taruna yang bekerja di sektor maritim, khususnya dalam sistem mesin kapal, atau bagi mereka yang sedang melakukan penelitian untuk tugas akhir dengan judul terkait.
- c. Untuk meningkatkan pemahaman tentang sistem semprotan injektor kapal yang suboptimal dan memberikan pandangan baru bagi penulis dan pembaca.

BAB II

TINJUAN PUSTAKA

A. Defenisi Injector

Karyanto menggambarkan injektor sebagai injektor bahan bakar diesel yang terdiri dari beberapa bagian. Injektor ini termasuk plunger, yang berfungsi sebagai katup untuk mengontrol berapa banyak bahan bakar yang diatomisasi ke dalam ruang bakar. Injektor juga merupakan komponen penting lainnya yang membantu proses atomisasi bahan bakar di dalam silinder. Kondisi nosel injektor harus dijaga agar tetap berfungsi dengan baik agar mesin utama dapat bekerja dengan lancar.



Gambar 2.1 Komponen-komponen Injector

Sumber : <https://images.app.goo.gl/rjxVGX9akYYcWLHD7//2023>

B. Komponen – Komponen Injector

Sebuah nosel terdiri dari sejumlah bagian independen yang bergabung untuk membentuk sebuah injektor. Nama-nama bagian dari sebuah injektor tercantum di bawah ini :

1. *Nozzle Holder*

Pemegang nosel injektor pada dasarnya berfungsi sebagai elemen penghubung dan penyangga antara badan injektor dan ujung semprotan nosel. Pemegang nosel pada injektor melakukan tugas-tugas spesifik yang tercantum di bawah ini :

1. Mempertahankan Posisi *Nozzle* : Pemegang *nozzle* mempertahankan kestabilan selama proses injeksi bahan bakar dengan memegang *nozzle* dengan erat di dalam injektor.
2. Membuat Jalur Aliran Bahan Bakar : Bahan bakar mengalir melalui penahan *nozzle* dari sistem bahan bakar ke *nozzle*, di mana bahan bakar disemprotkan ke dalam ruang bakar.
3. Menghentikan Kebocoran: Pemegang *nozzle* membantu menghentikan kebocoran bahan bakar di sekitar area tempat *nozzle* dan *injector* terhubung dengan memastikan *nozzle* terpasang dengan kokoh.
4. Mempertahankan Performa Semprotan yang Optimal: Pemegang *nozzle* menjaga posisi *nozzle* dengan tepat, memungkinkan aliran bahan bakar yang terkendali dengan baik, yang sangat penting untuk pembakaran yang efektif.

Pada mesin diesel atau mesin injeksi langsung, di mana tekanan dan akurasi aliran bahan bakar memiliki dampak besar terhadap kinerja mesin, pemegang *nozzle* ini sangat penting untuk sistem injeksi bahan bakar.

2. *Overflow Pipe*

Overflow pipe pada injector memiliki beberapa fungsi penting dalam sistem injeksi bahan bakar, terutama pada mesin diesel. Berikut adalah fungsi utama dari *overflow pipe* :

1. Mengembalikan Bahan Bakar Berlebih: *Overflow pipe* berfungsi untuk mengembalikan bahan bakar berlebih yang tidak digunakan oleh *injector* ke tangki bahan bakar. Pada sistem injeksi, tidak semua bahan bakar yang dipompa ke *injector* akan digunakan untuk pembakaran, dan *overflow pipe* mencegah bahan bakar tersebut menumpuk di *injector*.
2. Mengatur Tekanan di Dalam *Injector* : Dengan mengalirkan bahan bakar berlebih keluar dari *injector*, *overflow pipe* membantu menjaga tekanan bahan bakar dalam sistem injeksi tetap stabil. Hal ini penting untuk memastikan injeksi bahan bakar terjadi dengan presisi dan sesuai dengan kebutuhan mesin.
3. Mencegah Penumpukan Panas : Dalam sistem injeksi bahan bakar, sebagian energi yang digunakan untuk menekan bahan bakar dapat menyebabkan peningkatan suhu. *Overflow pipe* juga membantu mencegah *overheating* dengan memastikan bahan bakar berlebih yang panas dialirkan keluar dari *injector*.
4. Membantu Melumasi Komponen *Injector* : Aliran bahan bakar melalui *overflow pipe* juga membantu melumasi komponen *internal injector*, seperti *plunger* dan *nozzle*, sehingga mengurangi keausan akibat gesekan.

3. *Adjusting Washer*

Adjusting washer pada *injector* memiliki fungsi utama untuk mengatur atau menyesuaikan tekanan pegas di dalam *injector*, yang berperan dalam mengontrol tekanan pembukaan *nozzle*. Berikut adalah fungsi spesifik dari *adjusting washer* pada *injector* :

1. Menyesuaikan Tekanan Pembukaan Nosel: Ring digunakan untuk mengubah tekanan yang diperlukan agar nosel injektor terbuka dan menyemburkan bahan bakar. Teknisi dapat menyesuaikan tekanan pegas yang bekerja pada nosel dengan menambah atau mengurangi ketebalan ring, sehingga mengatur waktu injeksi bahan bakar ke dalam ruang pembakaran.
2. Memastikan Injeksi Bahan Bakar yang Akurat: Penyesuaian tekanan nosel yang tepat sangat penting untuk memastikan bahwa bahan bakar diinjeksikan dalam jumlah dan waktu yang sesuai, yang secara langsung memengaruhi efisiensi pembakaran dan kinerja mesin. Ring penyetel membantu menjaga ketepatan ini.
3. Memastikan Kinerja yang Konsisten : Mesin harus bekerja pada kondisi optimal dalam berbagai situasi. *Adjusting washer* memungkinkan penyesuaian tekanan agar *injector* tetap berfungsi dengan baik, meskipun ada variasi pada kondisi mesin atau kualitas bahan bakar.
4. Memastikan Performa yang Konsisten: Mesin harus beroperasi secara optimal dalam berbagai kondisi, dan ring penyetel memungkinkan penyesuaian tekanan untuk memastikan injektor tetap berfungsi dengan baik, bahkan ketika kondisi mesin atau kualitas bahan bakar berubah.

Secara keseluruhan, *adjusting washer* adalah bagian penting yang memungkinkan penyesuaian dan kalibrasi *injector* untuk memastikan performa mesin tetap optimal.

4. *Pressure Spring*

Pressure spring pada *injector* memiliki fungsi utama untuk mengontrol tekanan pembukaan *nozzle* dan menjaga kestabilan aliran bahan bakar ke ruang bakar. Berikut adalah beberapa fungsi penting dari *pressure spring* pada *injector* :

1. Penyesuaian Tekanan Pembukaan Nozzle : Pegas tekanan bekerja dengan menjaga nosel tetap tertutup hingga tekanan bahan bakar mencapai tingkat tertentu. Ketika tekanan bahan bakar cukup tinggi, pegas akan terkompresi dan nosel terbuka, memungkinkan bahan bakar disemprotkan ke dalam ruang bakar.
2. Menjaga Stabilitas Penyemprotan Bahan Bakar : Dengan memberikan gaya dorong balik pada nosel, pegas tekanan membantu menjaga kestabilan sistem penyemprotan. Hal ini diperlukan untuk memastikan bahan bakar disemprotkan dengan pola dan jumlah yang tepat.
3. Mencegah Kebocoran Bahan Bakar : Pegas tekanan menjaga nosel tetap tertutup ketika tekanan bahan bakar terlalu rendah untuk membukanya. Hal ini membantu mencegah kebocoran bahan bakar dari *injector* ketika mesin dimatikan atau tekanan bahan bakar rendah.
4. Efisiensi Pembakaran : Dengan memastikan bahan bakar disuntikkan hanya pada tekanan yang tepat, pegas tekanan membantu meningkatkan efisiensi pembakaran di ruang bakar. Jika tekanan terlalu rendah atau terlalu tinggi, pembakaran mungkin tidak optimal, sehingga pegas tekanan sangat penting untuk efisiensi mesin.
5. Mengontrol Jumlah Injeksi : Pegas tekanan juga membantu mengontrol jumlah bahan bakar yang disuntikkan ke ruang bakar. Ketika nosel menutup saat tekanan bahan bakar menurun, pegas kembali ke posisi semula, menghentikan aliran bahan bakar. Secara keseluruhan, *pressure spring* adalah komponen penting yang memengaruhi kinerja dan efisiensi *injector*, menjaga kontrol aliran bahan bakar, dan membantu memastikan pembakaran yang efisien di mesin.

5. *Pressure Pin*

Pressure pin pada *injector* adalah komponen penting sistem bahan bakar injeksi, terutama pada mesin diesel. Tugasnya adalah mengatur aliran bahan bakar ke dalam ruang bakar dengan mengubah tekanan bahan bakar yang disuntikkan. Berikut adalah beberapa fungsi utama *pressure pin* pada *injector* :

1. Mengatur Tekanan Injeksi Bahan Bakar : Pin tekanan mengontrol kapan *injector* membuka dan menyuntikkan bahan bakar ke dalam ruang bakar berdasarkan tekanan dalam sistem injeksi.
2. Mencegah kebocoran bahan bakar : *Pressure pin* membantu memastikan bahwa bahan bakar tidak bocor sebelum mencapai tekanan yang diperlukan untuk injeksi, sehingga meningkatkan efisiensi dan kinerja mesin.
3. Mengontrol volume bahan bakar : Dengan mengatur tekanan injeksi, *pressure pin* juga mempengaruhi jumlah bahan bakar yang disuntikkan ke dalam ruang bakar. Ini membantu mesin bekerja lebih efisien dan menjaga pembakaran tetap optimal.
4. Meningkatkan efisiensi pembakaran : Dengan kontrol yang tepat atas tekanan dan waktu injeksi, *pressure pin* membantu dalam menciptakan atomisasi bahan bakar yang lebih baik, yang pada akhirnya meningkatkan efisiensi pembakaran dan mengurangi emisi.

Pressure pin biasanya bekerja bersamaan dengan komponen lain dalam sistem injeksi seperti *nozzle* dan *plunger*, memastikan bahwa bahan bakar disuntikkan pada waktu dan tekanan yang tepat sesuai kebutuhan mesin.

6. *Distance Piece*

Distance piece pada *injector* adalah komponen yang berfungsi sebagai *spacer* atau pemisah antara bagian-bagian lain dari *injector*, terutama di dalam sistem injeksi bahan bakar mesin diesel. Berikut adalah beberapa fungsi utama *distance piece* pada *injector* :

1. Menjaga jarak yang tepat antar komponen : *Distance piece* berfungsi untuk memastikan bahwa jarak antara komponen-komponen seperti *nozzle* dan *injector body* tetap sesuai dengan spesifikasi pabrik, sehingga kinerja *injector* optimal.
2. Mencegah kontak langsung antar komponen : Dengan menjaga jarak yang diperlukan antara bagian-bagian *injector*, *distance piece* mencegah gesekan langsung atau kontak yang bisa menyebabkan keausan atau kerusakan dini pada komponen *injector*.
3. Mengurangi getaran : *Distance piece* juga dapat membantu dalam menyerap atau meredam getaran yang terjadi selama proses injeksi, sehingga mengurangi dampak negatif getaran pada komponen *internal injector* dan memperpanjang umur *injector*.
4. Memastikan aliran bahan bakar yang tepat: Dengan mempertahankan posisi yang presisi antara komponen-komponen di dalam *injector*, *distance piece* membantu dalam memastikan aliran bahan bakar yang tepat dan konsisten menuju *nozzle* untuk injeksi yang efisien.

Secara keseluruhan, *distance piece* memainkan peran penting dalam menjaga integritas struktur *injector* dan memastikan bahwa semua komponen bekerja bersama dengan baik untuk menghasilkan penyuntikan bahan bakar yang optimal.

7. *Nozzle needle*

Nozzle needle pada *injector* adalah komponen penting yang berfungsi untuk mengontrol aliran bahan bakar yang disuntikkan ke ruang bakar. Komponen ini bekerja dengan membuka dan menutup saluran injeksi pada *nozzle* sesuai dengan tekanan bahan bakar yang diterima.

Berikut adalah beberapa fungsi utama dari *nozzle needle* pada *injector* :

1. Mengontrol aliran bahan bakar : *Nozzle needle* berfungsi sebagai katup yang membuka ketika tekanan bahan bakar mencapai tingkat tertentu, memungkinkan bahan bakar keluar dari nozzle dan disuntikkan ke ruang bakar. Ketika tekanan turun, *nozzle needle* akan menutup dan menghentikan aliran bahan bakar.
2. Menjaga timing injeksi: *Nozzle needle* memastikan bahwa bahan bakar disuntikkan pada waktu yang tepat dalam siklus pembakaran. Ini penting untuk mencapai efisiensi pembakaran yang maksimal dan mengurangi emisi.
3. Menghasilkan atomisasi bahan bakar: Ketika *nozzle needle* terbuka, bahan bakar dipaksa keluar melalui lubang nozzle dengan kecepatan tinggi, yang menghasilkan atomisasi (pengabutan) bahan bakar. Atomisasi yang baik sangat penting untuk memastikan bahan bakar tercampur dengan udara secara merata di ruang bakar, sehingga pembakaran lebih sempurna.
4. Mengurangi kebocoran bahan bakar: *Nozzle needle* membantu mencegah kebocoran bahan bakar sebelum tekanan yang diperlukan untuk injeksi tercapai, sehingga bahan bakar hanya disuntikkan ketika kondisi optimal sudah tercapai.
5. Mengatur volume bahan bakar yang disuntikkan: Dengan kontrol yang tepat dari *nozzle needle*, jumlah bahan bakar yang disuntikkan dapat diatur sesuai dengan kebutuhan mesin, yang mempengaruhi efisiensi bahan bakar dan performa mesin.

Secara keseluruhan, *nozzle needle* memainkan peran kunci dalam memastikan injeksi bahan bakar yang efisien, akurat, dan tepat waktu dalam sistem injeksi bahan bakar

8. *Nozzle body*

Nozzle body pada *injector* adalah komponen utama yang berfungsi sebagai rumah atau tempat untuk komponen-komponen penting lainnya, seperti *nozzle needle* dan saluran injeksi. Fungsinya sangat penting dalam

mendukung proses penyuntikan bahan bakar ke ruang bakar dengan benar dan efisien. Berikut adalah beberapa fungsi utama dari nozzle body pada injector :

1. Menyediakan struktur dan tempat untuk komponen injector: Nozzle body berfungsi sebagai penahan atau rumah bagi nozzle needle dan bagian-bagian lain dari sistem injeksi. Komponen ini memastikan bahwa semua bagian berada dalam posisi yang tepat dan terpasang dengan benar agar proses injeksi berjalan lancar.
2. Menyalurkan bahan bakar ke nozzle: Nozzle body memiliki saluran-saluran internal yang memungkinkan bahan bakar mengalir dari pompa bahan bakar ke nozzle needle. Saluran ini memastikan bahwa bahan bakar disuplai secara merata ke ruang injeksi.
3. Menjaga tekanan bahan bakar yang tepat: Nozzle body membantu mempertahankan tekanan bahan bakar yang dibutuhkan untuk membuka nozzle needle dan menyuntikkan bahan bakar ke dalam ruang bakar. Tekanan ini sangat penting untuk atomisasi bahan bakar yang optimal.
4. Menjaga kebersihan dan mencegah kebocoran: Nozzle body dirancang untuk menjaga integritas sistem injeksi, memastikan bahwa tidak ada kebocoran bahan bakar dari saluran bahan bakar ke luar. Selain itu, nozzle body juga membantu melindungi komponen internal dari kontaminasi seperti kotoran atau partikel asing yang dapat merusak sistem injeksi.
5. Menahan suhu dan tekanan tinggi: Selama proses injeksi, nozzle body harus mampu menahan tekanan dan suhu yang sangat tinggi tanpa mengalami deformasi atau kerusakan. Oleh karena itu, nozzle body biasanya terbuat dari material yang tahan panas dan tekanan.

Secara keseluruhan, nozzle body memainkan peran penting dalam memastikan bahwa sistem injeksi bekerja dengan efisien dan andal, menyediakan struktur untuk komponen lainnya, menyalurkan bahan bakar, serta menjaga tekanan dan kebersihan dalam sistem injeksi.

9. *Retaining nut*

Retaining nut pada injector adalah komponen yang berfungsi sebagai pengunci atau pengikat bagi berbagai bagian internal injector agar tetap terpasang dengan aman dan stabil. Fungsi retaining nut sangat penting untuk menjaga keandalan sistem injeksi bahan bakar dan mencegah kebocoran atau kerusakan akibat getaran atau tekanan tinggi selama operasi mesin. Berikut beberapa fungsi utama retaining nut pada injector:

1. Mengamankan komponen injector: Retaining nut bertugas mengikat dan menahan komponen internal seperti nozzle body dan nozzle needle di tempatnya. Hal ini memastikan semua bagian injector tetap berada dalam posisi yang benar dan tidak bergeser selama operasi mesin.
2. Mencegah kebocoran: Retaining nut membantu menjaga sistem injeksi tetap kedap dan mencegah kebocoran bahan bakar di sekitar area injektor. Dengan menahan komponen-komponen di tempatnya dengan erat, komponen ini memastikan tidak ada celah yang bisa menyebabkan kebocoran bahan bakar.
3. Menahan tekanan dan getaran: Selama operasi mesin, injektor mengalami tekanan dan getaran yang sangat tinggi. Retaining nut memastikan bahwa komponen injector tetap terkunci meskipun terkena tekanan dan getaran berulang, yang dapat menyebabkan komponen longgar jika tidak diikat dengan benar.
4. Memastikan performa injeksi yang konsisten: Dengan menjaga semua komponen injector di tempatnya, retaining nut membantu memastikan bahwa injeksi bahan bakar berlangsung secara konsisten dan tepat waktu. Jika komponen internal bergerak atau bergeser, itu bisa mengganggu aliran bahan bakar dan mempengaruhi performa mesin.
5. Memudahkan perakitan dan pembongkaran: Retaining nut dirancang agar mudah dipasang dan dilepas, sehingga memudahkan proses perawatan atau penggantian komponen injector. Ini penting untuk

menjaga injector dalam kondisi optimal melalui pemeliharaan rutin.

Secara keseluruhan, retaining nut memiliki peran krusial dalam menjaga kestabilan, keandalan, dan efisiensi sistem injeksi bahan bakar dengan memastikan semua komponen injector tetap terpasang dan berfungsi dengan baik.

C.Kemampuan Injector Dalam Pengabutan Bahan Bakar

Menurut Schmidt, D.P., bahan bakar mengalir langsung ke pipa injeksi, yang menembus kepala silinder secara tegak lurus terhadap kedudukan injektor. Rongga berbentuk cincin mengumpulkan bahan bakar yang terkumpul dan mengalirkannya keluar melalui lubang pipa injeksi, seperti yang dijelaskan dalam "Buku Panduan."

Sebagian dari proses pembakaran di kamar depan, bahan bakar disemprotkan ke kamar depan (ruang pembakaran press) oleh nozzle pengabut. Saluran kecil antara kamar depan dan ruang bakar utama membawa bahan bakar yang belum terbakar melaluinya. Untuk mencapai pembakaran yang sempurna, bahan bakar yang disemprotkan oleh nozzle pengabut dipecah menjadi partikel yang sangat halus.

D.Cara Kerja Injektor

Untuk menyediakan energi yang dibutuhkan untuk dispersi, distribusi, dan penetrasi bahan bakar, injektor Menurut Xu, Hongming Wang, Chongming Ma, Xiao Sarangi, Asish K. Weall, Adam Krueger-Venus, dan Jens.

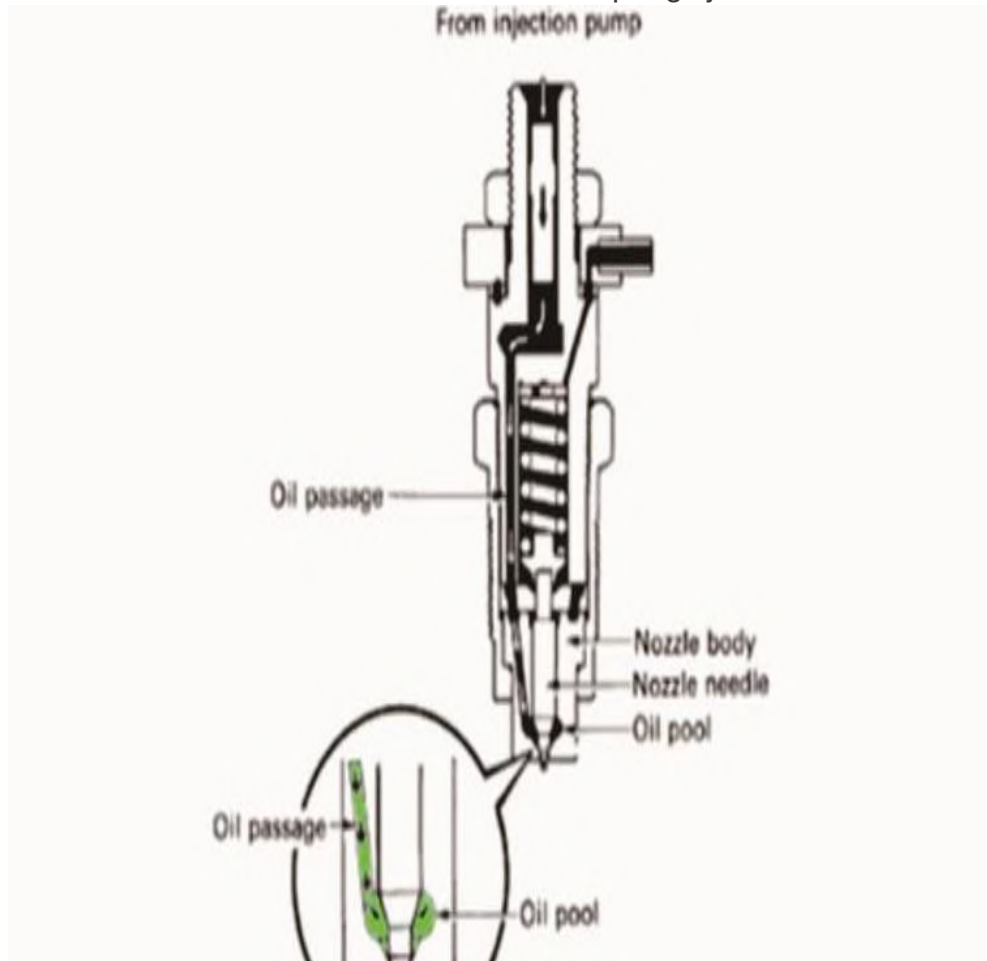
Fungsi utama injektor adalah untuk mengatomisasi bahan bakar ke dalam ruang bakar, memungkinkan proses pembakaran yang cepat dan menyeluruh. Bahan bakar menguap dan berubah menjadi gas akibat dispersi di udara panas. Bahan bakar yang teruapkan kemudian melalui proses yang disebut pembakaran. Sebuah tekanan yang cukup besar dihasilkan akibat panas yang sangat besar yang dihasilkan oleh proses pembakaran ini.

Adapun cara kerja dari injektor ada 3 sistem yaitu :

1. Sebelum penginjeksian bahan bakar

Bahan bakar bertekanan tinggi mengalir menuju oil pool di bagian bawah nozzle body dari pompa injeksi melalui saluran bahan bakar di nozzle holder.

Gambar 2.2 sebelum penginjeksian

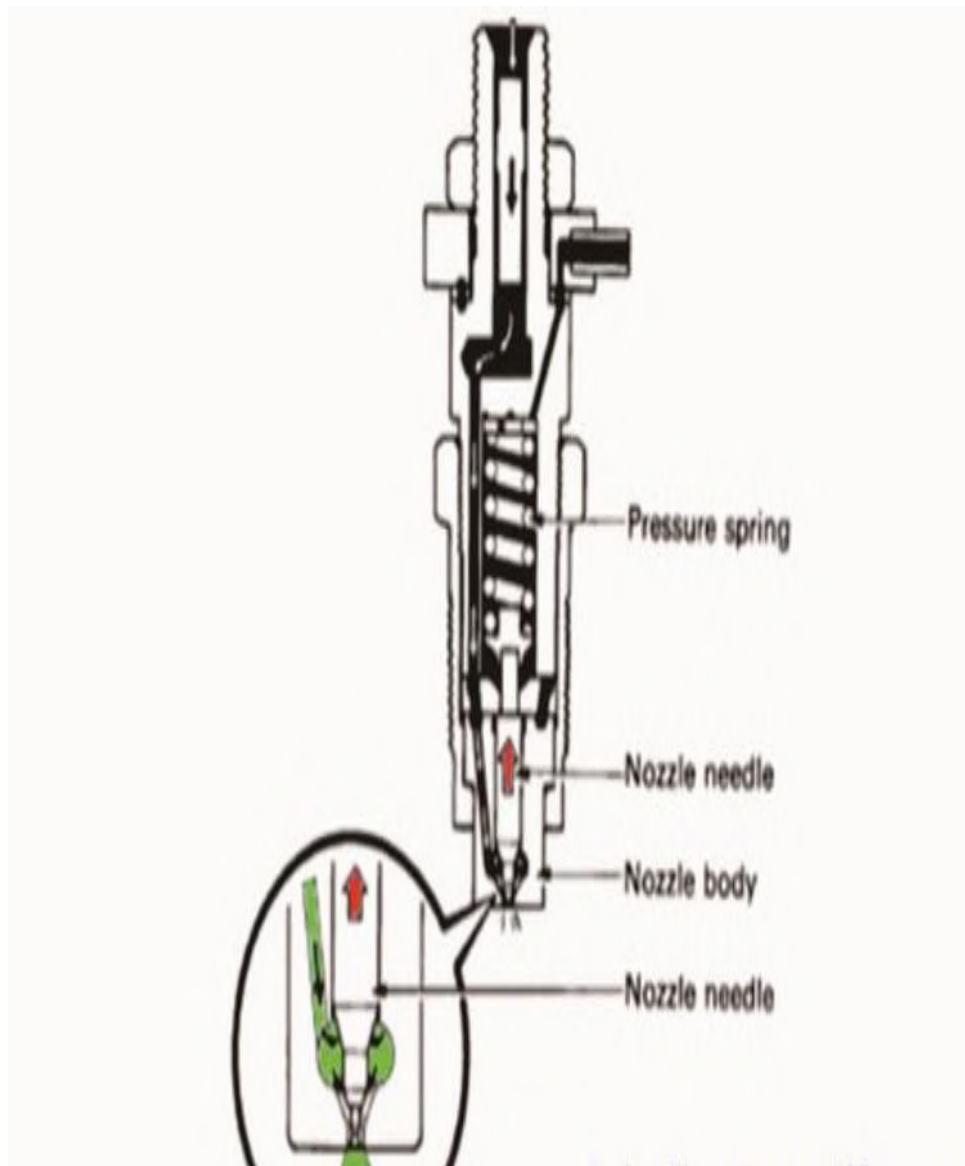


Sumber : <https://images.app.goo.gl/nz5mTx5uoMbyNs4q6//2022>

2. Penginjeksian bahan bakar

Jika tekanan pada ruang minyak meningkat, permukaan nozzle needle akan ditekan. Jika tekanan ini melebihi tegangan pegas, nozzle needle akan terdorong ke atas, menyebabkan penyemprotan bahan bakar.

Gambar 2.3 penginjeksian bahan bakar



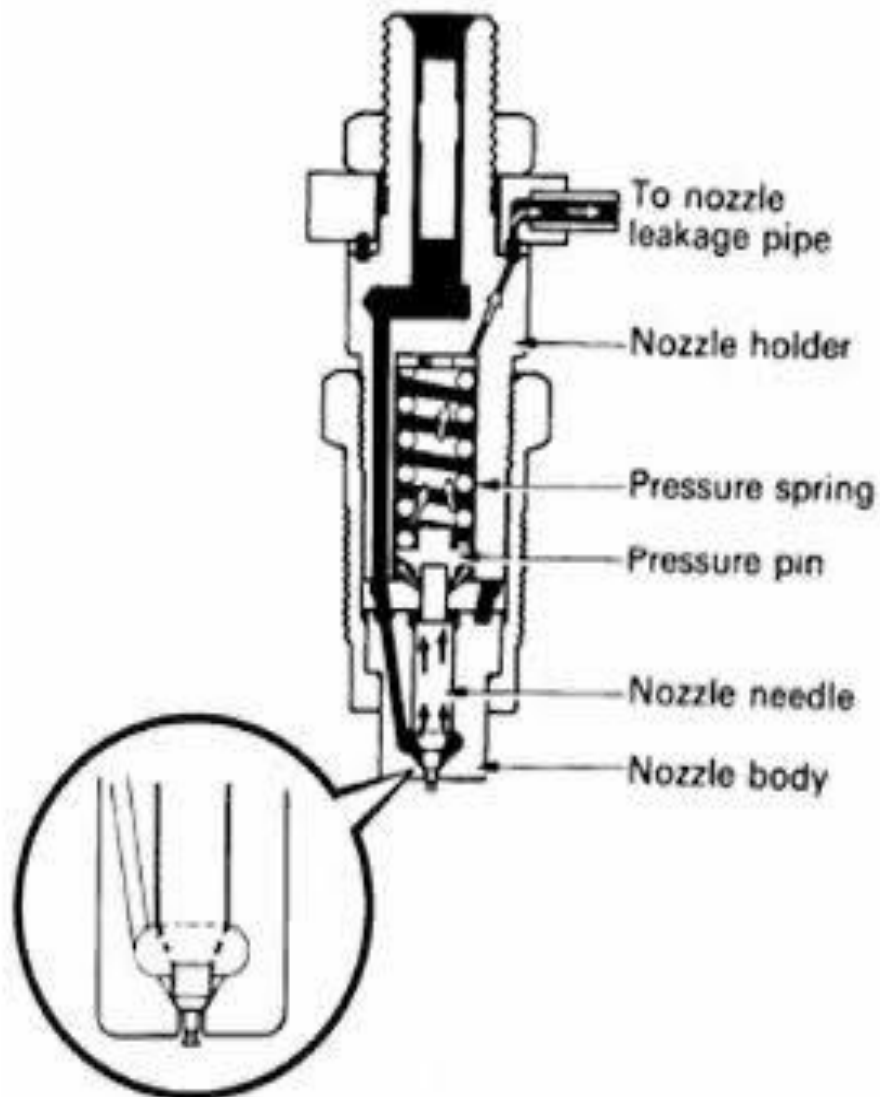
Sumber : https://images.app.goo.gl/EyF_ZBYeRdEXKou6UA/2022

3. Akhir penginjeksian bahan bakar

Jika pompa injeksi berhenti mengalirkan bahan bakar, tekanan bahan bakar akan turun, dan pegas tekanan, atau pegas tekanan, mengembalikan nozzle needle ke posisi semula, menutup saluran bahan

bakar. Sebagian bahan bakar yang tersisa antara nozzle needle dan nozzle body melumasi komponen dan kembali ke pipa saluran balik

Gambar 2.4 akhir penginjeksian bahan bakar



Sumber : <https://images.app.goo.gl/1DEETPxKgnEcD7zS9//2023>

4. Pengertian Katup Penyemprotan Bahan Bakar (*Nozzle*)

Salah satu komponen dari rakitan injektor adalah nozzle bahan bakar semprot. Menurut buku ringkasan yang ditulis oleh Jan W. Gooch, nozzle semprot bahan bakar digunakan untuk memasukkan bahan bakar ke dalam ruang bakar. Suntikan bahan bakar ke dalam silinder dengan

kecepatan tinggi melalui lubang berdiameter 0,2–0,8 mm menyebabkan atomisasi karena pergerakan udara sekitar, jumlah nozzle, dan sudut ruang bakar.

Biasanya terdapat empat hingga sepuluh katup jarum di lubang di ujung *nozzle*, yang memiliki diameter antara 0,2 dan 0,8 mm. Katup jarum dibuat sekecil mungkin untuk mengurangi massa. Karena katup ini tidak dipadatkan untuk mengurangi inersia dan keausan, kedudukan katup dipasang dengan tepat untuk mencegah bahan bakar keluar melalui celah antara jarum dan kedudukan.

E. Jenis-Jenis Nozzle

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

semprotan atau kabutan bahan bakar yang dihasilkan. Daerah sudut sekitar 4° hingga 5° yang dihasilkan oleh ujung bor berlubang satu.

Jika sudutnya terlalu besar, kesalahan dan kelalaian dalam pembuatan akan mengakibatkan penyemprotan bahan bakar tidak merata. Kondisi ini dapat membatasi sudut semprot yang dapat digunakan. *Nozzle* lubang tunggal digunakan pada mesin yang karena bentuk ruang bakar akan menghasilkan pusaran. tidak memerlukan atomisasi bahan bakar yang halus atau semprotan yang merata. Karena lubang *nozzle* yang besar, jenis *nozzle* lubang tunggal ini bekerja dengan baik bahkan pada mesin berkecepatan tinggi yang kecil.

Gambar 2.5 Nozzle Lubang Tunggal

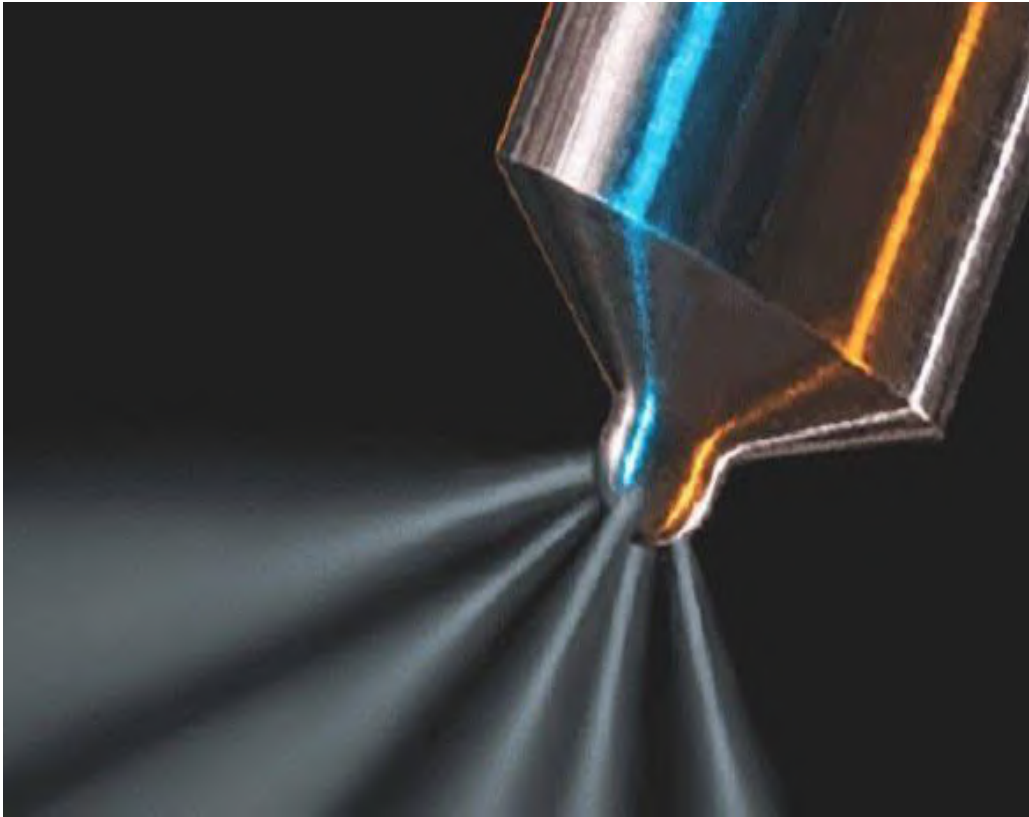


Sumber : <https://images.app.goo.gl/FYcKPwK83Nr5qWQGA/2022>

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

Jenis nozzle ini biasanya digunakan pada mesin diesel dengan injeksi langsung, yang membutuhkan pola semprotan bahan bakar yang besar untuk mencakup ruang bakar yang dangkal. Semakin banyak lubang semprotan yang bersih, lebih banyak atomisasi. Lubang semprotan ini memiliki diameter antara 0,0006 hingga 0,033 inci, dan ada tiga hingga delapan belas lubang, tergantung pada diameter silinder yang lebih besar.

Gambar 2.6 Nozzle Berlubang Banyak

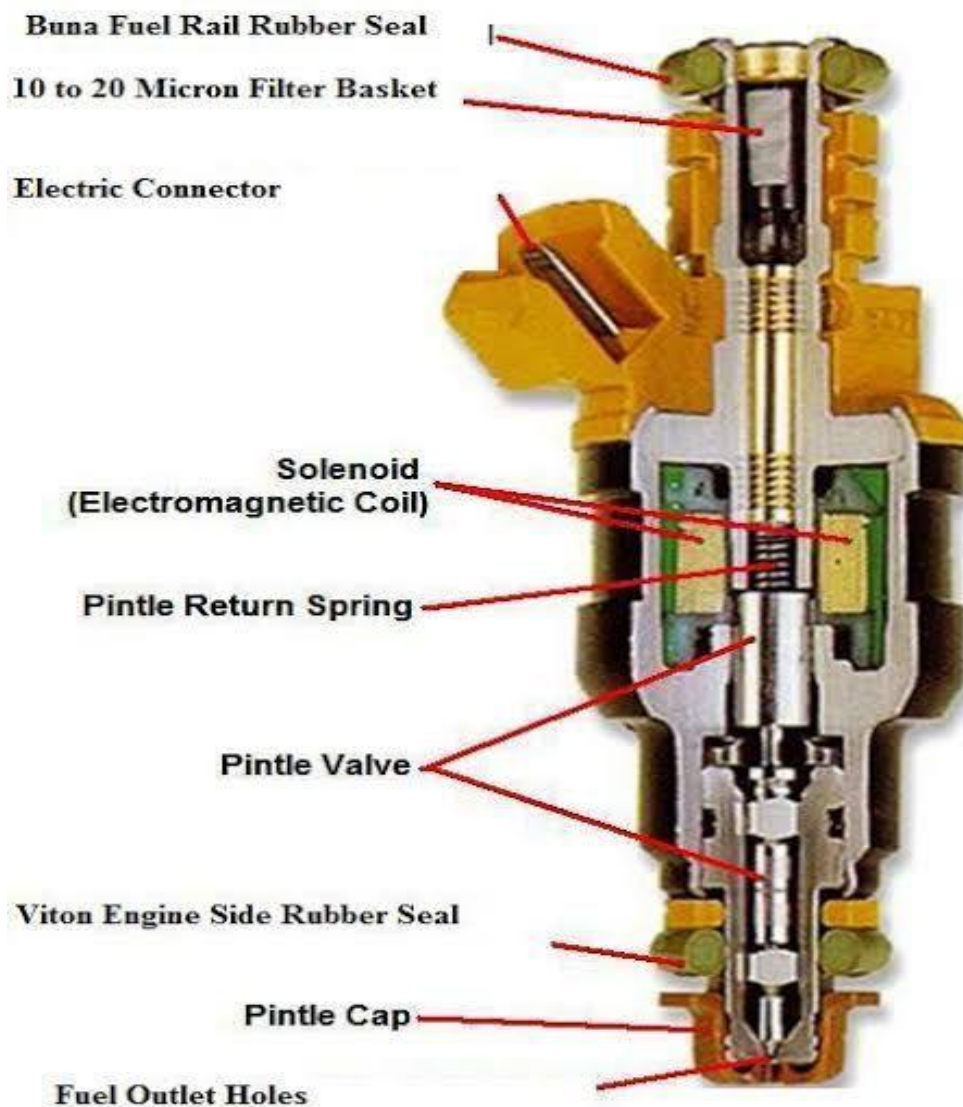


Sumber : <https://images.app.goo.gl/muYcQANKH7JjQE4p7//2022>

c. Nozzle Model *Pintle Type*

Nozzle ini digunakan pada mesin diesel yang memiliki sistem pembakaran ruang pra-bakar dan ruang pusat. Nozzle ini memiliki jarum tipe pintle dan katup ujung. Bentuk pintle memungkinkan Anda membuat pola semprotan yang Anda inginkan. Anda dapat membuat semprotan berbentuk kerucut berongga dengan intensitas tinggi pada sudut 60 derajat atau semprotan berbentuk silinder dengan beberapa lubang dengan desain pintle yang tepat. Jenis nozzle ini memiliki kemampuan untuk beroperasi secara seragam dan presisi, yang membantu mencegah endapan dan penumpukan karbon pada ujung nozzle.

Gambar 2.7 Nozzle Model Pintle Type



Sumber : <https://images.app.goo.gl/Xbt3pC6odZGwZ1tL//2022>

F. Metode untuk Injeksi Bahan Bakar

Som, Sibendu Ramirez, Anita I. Longman, Douglas E. Aggarwal, dan Suresh K. menemukan bahwa pada mesin diesel, udara bertekanan tinggi ditambahkan dengan cepat ke bahan bakar sebelum dibakar. Pada akhir langkah kompresi, campuran menyala karena suhu tinggi (800-900° K). Dalam hal injeksi bahan bakar dan pembentukan campuran, dikenal dua sistem utama :

1. Penyemprotan Tidak Langsung

Dalam situasi seperti ini, bahan bakar disuntikkan ke dalam ruang pra-bakar yang terpisah di dalam ruang bakar utama. Ruang pra-bakar biasanya menempati 25% hingga 60% dari volume total ruang bakar. Injeksi tidak langsung memiliki banyak keunggulan, salah satunya adalah mesin menjadi kurang sensitif terhadap kualitas bahan bakar karena proses penyalanya yang sangat tepat dan tidak memiliki penundaan yang signifikan. Mesin bekerja lebih tenang dengan tekanan pembakaran maksimum yang lebih rendah. Kemungkinan penyumbatan diminimalkan dengan atomizer lubang tunggal karena lubang semprotan yang lebih besar.

Kekurangannya adalah mesin menjadi kurang efisien karena aliran dan panas yang hilang di ruang pra-bakar dan pusar. Selain itu, proses penyalan menjadi lebih sulit dan memerlukan penggunaan busi pijar atau sumber penyalan lainnya. Mesin berkecepatan tinggi biasanya menggunakan sistem injeksi ruang pra-bakar dan pusar. Gambar berikut menunjukkan injeksi tidak langsung.

Gambar 2.8 Penyemprotan Tidak Langsung



Sumber: <https://images.app.goo.gl/coTUBtAsL9QCuxT19//2023>

2. Penyemprotan Langsung

Untuk mesin berkecepatan rendah, menengah, dan sebagian besar berkecepatan tinggi, bahan bakar bertekanan tinggi disuntikkan langsung ke dalam ruang bakar yang tidak terbagi; jumlah atomizer multi-lubang yang digunakan bervariasi dari satu hingga tiga, tergantung pada desain ruang bakar. Untuk mesin berkecepatan rendah, bahan bakar bertekanan tinggi digunakan hingga 1000 bar dan untuk mesin berkecepatan menengah, bahan bakar bertekanan tinggi digunakan hingga 1500 bar.

Zainoodin, A. M., Tsujiguchi, T., Masdar, M. S., Kamarudin, S. K., Osaka, dan Kodama, Y. A. membahas dua jenis injeksi bahan bakar: injeksi berbantuan udara (air-assisted injection) dan injeksi tanpa udara (airless injection). Injeksi tanpa udara juga dikenal sebagai injeksi mekanik padat atau injeksi hidraulik. Menurut mereka, persyaratan utama yang harus dipenuhi untuk injeksi adalah:

a. Pengukuran bahan bakar yang akurat

Pengukuran bahan bakar yang tepat memastikan bahwa jumlah bahan bakar yang disuplai untuk setiap siklus sebanding dengan beban mesin, dan bahwa setiap silinder menerima jumlah bahan bakar yang sama selama setiap langkah kerja. Ini adalah satu-satunya cara mesin dapat bekerja dengan kecepatan konstan.

b. Atomisasi bahan bakar yang halus

Atomisasi bahan bakar dari aliran menjadi semprotan seperti kabut harus disesuaikan dengan desain ruang bakar tertentu; beberapa ruang bakar dapat menggunakan semprotan yang lebih kasar. Atomisasi halus mempercepat propagasi nyala api dengan mengelilingi setiap tetesan bahan bakar dengan partikel kaya oksigen. Kecepatan bahan bakar yang tepat diinjeksikan. Kecepatan injeksi sebanding dengan pengaturan waktu: jika kecepatan injeksi terlalu tinggi, itu akan sama dengan injeksi terlalu awal; jika kecepatan injeksi lebih lambat, itu

akan sama dengan injeksi terlalu awal.

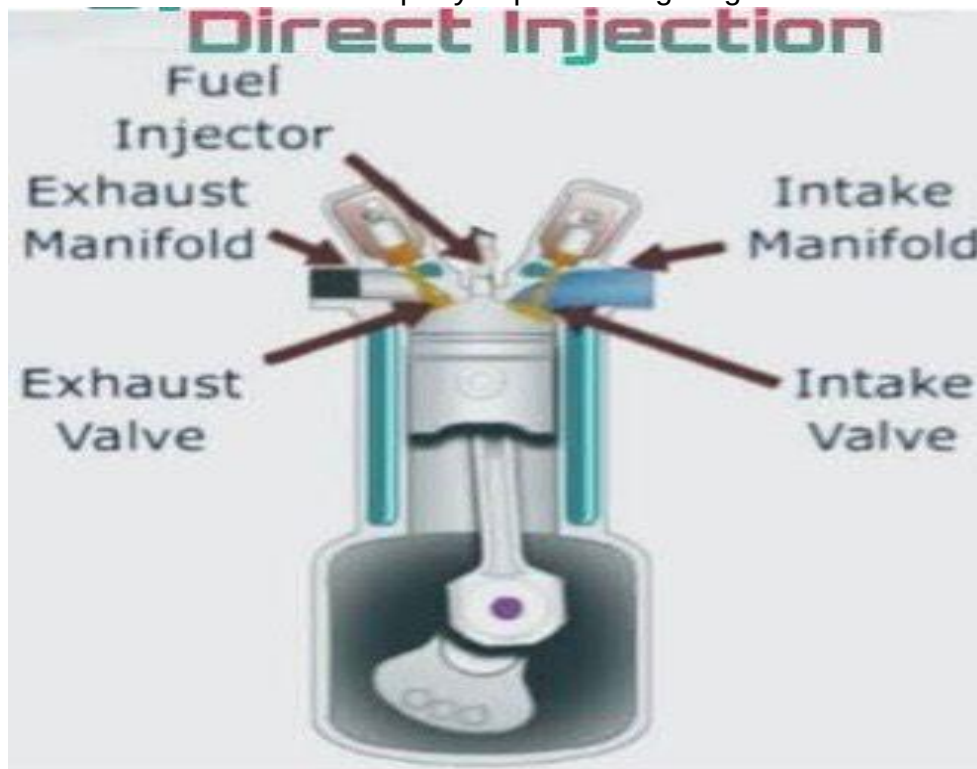
c. Distribusi bahan bakar dalam pembakaran

Untuk proses pembakaran, distribusi bahan bakar harus dilakukan dengan benar untuk memastikan bahwa bahan bakar dapat masuk ke seluruh ruang bakar yang mengandung oksigen. Jika distribusi bahan bakar tidak dilakukan dengan benar, sebagian oksigen yang tersedia tidak akan digunakan, menyebabkan output daya mesin menjadi lebih rendah.

d. Penjadwalan yang tepat

Untuk memastikan pembakaran yang sempurna dan memaksimalkan keluaran daya dari bahan bakar, sangat penting untuk memulai injeksi bahan bakar pada waktu yang tepat. Jika bahan bakar ditambahkan terlalu awal dalam siklus, penyalaan akan tertunda karena suhu udara yang tidak cukup tinggi. Penundaan yang berlebihan menyebabkan mesin bekerja dengan kasar dan berisik, serta kehilangan bahan bakar karena dinding silinder dan kepala piston kotor. Jika bahan bakar disuntikkan terlalu lambat selama siklus, sebagian bahan bakar akan terbakar setelah piston melewati titik mati atas (TMA) dengan jarak yang cukup jauh. Akibatnya, mesin tidak akan menghasilkan daya maksimumnya, gas buang menjadi berasap, dan konsumsi bahan bakar akan meningkat.

Gambar 2.9 penyemprotan langsung



Sumber : <https://images.app.goo.gl/coTUBtAsL9QCuxT19//2023>

G. Pembakaran yang Terjadi di Dalam Silinder

Sebelum dibakar, bahan bakar mesin diesel perlu dicampur dengan udara bertekanan tinggi dengan cepat, menurut *Van Maanen (1990)*. Suhu pelepasan yang tinggi (900°K atau 627°C) menyebabkan campuran yang dihasilkan terbakar. Ketika minyak bahan bakar disuntikkan ke dalam silinder sebagai kabut halus dan digabungkan dengan udara panas, pembakaran terjadi di generator mesin pembantu. Kualitas campuran udara-bahan bakar mempengaruhi laju pembakaran dalam proses ini. Untuk pembakaran yang cepat, bahan bakar harus teratomisasi. Bahan bakar dipaksa melalui *nozzle* sebagai bagian dari prinsip atomisasi. Semakin sempurna pembakaran, semakin halus atomisasinya. Ruang pembakaran menghasilkan tekanan tertinggi selain suhu yang tinggi. Akibatnya, campuran udara-bahan bakar yang tidak seimbang akan menyebabkan beban mekanis yang berlebihan di silinder dan proses pembakaran yang tidak lengkap. Bahan bakar disuntikkan

ke dalam katup bahan bakar dengan *atomizer* pada saat yang tepat dengan bantuan pompa bertekanan tinggi. Bahan bakar bertekanan tinggi di dalam silinder pompa dan saluran antara pompa dan atomizer dipadatkan hingga tekanan injeksi yang diperlukan pada awal langkah kompresi, setelah itu bahan bakar teratomisasi dan disemprotkan. Peningkatan injeksi adalah periode percepatan yang terjadi antara langkah kompresi pompa dan awal injeksi. Desain pompa dan jumlah bahan bakar menentukan berapa lama penundaan ini berlangsung. Proses kimia pembakaran dan penyalaan dimulai segera setelah partikel bahan bakar pertama memasuki silinder.

Maleev (1991) menyatakan bahwa *nozzle injector* yang kotor atau bocor, tekanan balik yang tinggi, atau waktu injeksi yang terlambat adalah penyebab tekanan pembakaran rendah di dalam silinder dan suhu gas buang yang tinggi.

Menurut Van Maanen (1990), secara teoretis 14,0–14,5 kilogram udara diperlukan untuk pembakaran 1 kilogram kerosene. Namun, karena waktu pembakaran yang singkat dalam kasus ini, beberapa partikel oksigen dan nitrogen yang bercampur mungkin tidak terlibat dalam proses pembakaran. Kelebihan udara harus ada di dalam silinder untuk menjamin pembakaran yang sempurna dan mencegah kehilangan panas akibat pembakaran karbon monoksida. Rasio udara-bahan bakar adalah berat udara yang tersedia dibagi dengan berat bahan bakar yang disuntikkan selama setiap langkah daya. Proses ini sangat penting untuk operasi mesin internal. Rasio bahan bakar berkurang seiring dengan meningkatnya beban karena lebih banyak bahan bakar disuntikkan sementara kandungan udara dalam silinder tetap relatif konstan. Kandungan bahan bakar melebihi 14,5 kg dan 25–30% bahkan ketika mesin beroperasi pada beban penuh. Sebagai hasilnya, harus ada cukup udara di dalam silinder di atas jumlah minimum yang dibutuhkan untuk pembakaran sempurna. Dibutuhkan mekanisme yang sangat akurat dan dapat diandalkan untuk memastikan bahwa silinder terisi bahan bakar dengan cepat.

Mekanisme ini biasanya mencakup injektor bahan bakar bertekanan tinggi dengan nozzle semprotan di kepala silinder, saluran bahan bakar bertekanan tinggi, dan pompa bahan bakar bertekanan tinggi yang digerakkan oleh cam pada poros camshaft.

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 terus-menerus 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).

Van Maanen (1990) menyatakan bahwa Anda dapat meningkatkan tekanan injeksi tanpa menggunakannya jika viskositas bahan bakar terlalu tinggi. Bahan bakar distilat (minyak diesel) memiliki viskositas yang sangat rendah pada suhu ruang, sedangkan bahan bakar berat perlu dipanaskan untuk mencapai viskositas semprotan yang diperlukan, yaitu 15 hingga 25 mm²/s. Suhu pemanasan yang lebih tinggi hingga 1350°C tidak diinginkan untuk bahan bakar yang lebih berat pada 500°C (viskositas 350-580 mm²/s). Karena pompa bahan bakar yang digerakkan oleh cam memiliki waktu injeksi yang pendek (hingga 250°) dalam sudut poros engkol, pompa ini selalu digunakan.

Konstruksi pompa terakhir tergantung pada metode penyesuaian daya yang dipilih. Perbedaan dibuat di sini :

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

Satu atau lebih atomizer harus memperkenalkan bahan bakar ke dalam silinder, yang disuplai oleh pompa bahan bakar dalam jumlah yang tepat dan pada waktu yang sesuai. Katup bahan bakar diposisikan di tengah kepala silinder (untuk injeksi langsung bahan bakar ke ruang bakar utama) jika desain kepala memungkinkan. Lokasi terbaik untuk mendispersikan bahan bakar yang teratomisasi secara merata adalah di sini. Untuk mesin berkecepatan rendah dengan pergerakan udara yang relatif sedikit, distribusi ini sangat penting. Gelombang backpressure dari pompa dihindari pada mesin dengan satu katup knalpot dengan memasang lubang kembali pada jarum atomizer.

Van Maanen (1990) menyatakan bahwa output pompa yang rendah pada metode ini adalah kelemahan karena menyebabkan tekanan injeksi maksimum turun dengan cepat pada beban mesin rendah, sehingga tekanan sisa berada di bawah tekanan gas/uap bahan bakar. Kavitas (pembentukan gelembung gas) di saluran bahan bakar akan menyebabkan keterlambatan injeksi yang cukup besar selama langkah tekanan pompa berikutnya. Bahan bakar di atas kapal biasanya mengandung berbagai kotoran dalam bentuk bahan cair dan padat. Hal ini disebabkan oleh bahan bakar yang melalui berbagai prosedur dari proses pembongkaran pertama hingga siap digunakan. Bahkan ketika filter bahan bakar dipasang sebelum pompa bahan bakar dan injektor untuk atomisasi, kenyataan ini menyebabkan pembakaran yang buruk.

Jika bahan bakar tidak dibersihkan, akan menyebabkan kerusakan pada pengabut (injektor), terutama nozzle dan komponen lainnya. Ini karena bahan bakar biasanya memiliki kualifikasi sebagai berikut:

1. Titik nyala (*flash point*)

Temperatur di mana penyalan spontan terjadi, yang dikenal sebagai suhu autoignition, terkadang disalahartikan dengan titik nyala. Titik terendah di mana uap masih dapat terbakar setelah sumber penyalan dihilangkan disebut titik api. Titik ini lebih tinggi dari titik nyala karena lebih banyak uap mungkin tidak dapat dihasilkan dengan cukup cepat untuk mempertahankan pembakaran pada titik nyala.

2. Nilai kekentalan (*viskositas*)

Menurut ketebalan atau viskositas yang ditunjukkan oleh nomor *SAE (Society of Automotive Engineers)*. Pelumas yang lebih kental ditunjukkan dengan nomor *SAE* yang lebih tinggi.

- 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

Berat dari sejumlah volume bahan bakar diesel yang dibagi dengan berat dari volume air yang sama pada suhu tertentu dikenal sebagai gravitasi spesifiknya. Sebuah hidrometer bahan bakar dapat digunakan untuk mengukur gravitasi spesifik, dan hasilnya biasanya dinyatakan dalam skala gravitasi *American Petroleum Institute (API)*.

H. Kondisi yang Harus Dipenuhi dalam Sistem Injeksi

Sistem injeksi bahan bakar diesel, menurut Guerrassi, N. dan Dupraz, P., terdiri dari sejumlah komponen yang terkait dengan bahan bakar yang terletak di dalam mesin diesel. Bahan bakar dipompa ke ruang pembakaran silinder mesin untuk pembakaran dan pembangkitan daya setelah diambil dari tangki bahan bakar dan disaring dari kotoran oleh sistem injeksi bahan bakar. Sistem injeksi perlu memenuhi lima persyaratan utama, yaitu sebagai berikut:

1. Penakaran yang teliti dari minyak bahan bakar

Dengan demikian, jumlah bahan bakar yang disalurkan ke setiap silinder harus tepat sama dengan beban mesin dan jumlah bahan bakar yang dibutuhkan untuk setiap langkah daya. Mesin hanya dapat berjalan pada kecepatan yang stabil dengan cara ini.

2. Pengaturan waktu

Untuk mendapatkan tenaga maksimal dari bahan bakar, mencapai ekonomi bahan bakar yang baik, dan memastikan pembakaran yang sempurna, sangat penting untuk memulai injeksi bahan bakar pada waktu yang tepat. Karena suhu udara yang tinggi pada titik ini, jika bahan bakar disuntikkan terlalu awal, penyalaan akan tertunda. Hal ini akan menyebabkan mesin berjalan kasar dan berisik, serta dapat mengakibatkan pemborosan bahan bakar. Pemborosan bahan bakar dan asap pada knalpot adalah hasilnya. Sebagian bahan bakar akan terbakar ketika piston sudah melewati titik mati atas (TMA) jika injeksi dilakukan terlalu terlambat. Ini akan menghasilkan gas buang yang berasap, konsumsi bahan bakar yang boros, dan mesin tidak menghasilkan tenaga maksimal.

3. Kecepatan injeksi bahan bakar

Salah satu aspek penting dalam performa mesin adalah jumlah bahan bakar yang disuntikkan ke dalam ruang bakar per unit waktu atau per putaran poros engkol. Tingkat penyuntikan yang terlalu tinggi dapat menyebabkan pembakaran yang tidak efisien dan emisi yang lebih tinggi karena menyuntikkan banyak bahan bakar dalam waktu singkat atau menyebabkan poros engkol bergerak sedikit. Sebaliknya, jika tingkat penyuntikan terlalu rendah, bahan bakar dapat disuntikkan terlalu terlambat dalam siklus pembakaran, yang dapat menyebabkan pembakaran yang tidak sempurna dan daya keluaran yang lebih rendah. Durasi penyuntikan dapat diperpanjang dengan menggunakan ujung

nozzle dengan lubang yang lebih kecil, yang menurunkan tingkat penyuntikan. Kesimpulannya, tingkat penyuntikan memiliki pengaruh signifikan terhadap performa mesin, seperti halnya waktu pengapian. Sementara penyuntikan terlambat setara dengan tingkat penyuntikan rendah, penyuntikan lebih awal setara dengan tingkat penyuntikan tinggi.

4. Pengabutan yang baik dari bahan bakar

Tergantung pada jenis ruang bakar, atomisasi aliran bahan bakar menjadi kabut halus harus disesuaikan. Sementara beberapa ruang bakar dapat berfungsi dengan kabut yang lebih kasar, yang lainnya memerlukan kabut yang sangat halus. Pengendalian pembakaran dan memastikan setiap tetesan bahan bakar kecil dikelilingi oleh partikel oksigen yang dapat bercampur menjadi lebih mudah dengan atomisasi yang baik.

5. Distribusi

Bahan bakar harus didistribusikan agar dapat mencapai setiap area ruang bakar yang mengandung oksigen untuk pembakaran. Daya mesin yang rendah disebabkan oleh distribusi bahan bakar yang tidak tepat, yang mengakibatkan sebagian oksigen yang tersedia terbuang dan terlepas.

I. Perbaikan dan Pemeliharaan Injektor

Pilihan utama untuk strategi pemeliharaan adalah Pengelolaan Pemeliharaan dan Perbaikan, yang terletak di antara Pemeliharaan Insiden dan Pemeliharaan Terencana. Pemeliharaan insiden adalah praktik membiarkan peralatan beroperasi hingga mengalami kerusakan. Menghentikan kapal dari menggunakan strategi ini membutuhkan kapasitas yang signifikan dan mahal yang harus disisihkan untuk operasi kritis. Diperlukan penerapan sistem perencanaan karena modal operasional ini biasanya cukup mahal. Mengurangi beban kerja yang terkait dengan tugas pemeliharaan penting dan meminimalkan kerusakan adalah tujuan dari penerapan sistem pemeliharaan terencana. Tujuan-tujuan berikut dicapai melalui pemeliharaan injektor :

- a. Memperpanjang masa pakai mesin yang berguna sangatlah penting, terutama di negara berkembang yang ditandai dengan keterbatasan investasi modal untuk penggantian peralatan.
- b. Menjamin ketersediaan peralatan dan komponen cadangan yang terintegrasi dalam mesin, seperti :
 - *) Selalu siap bila diperlukan sesuai dengan rencana.
 - *) Tidak rusak selama beroperasi.
 - *) Dapat bekerja dengan efisien dan kapasitas yang diinginkan.
- c. Menjamin ketersediaan operasional semua peralatan yang diperlukan untuk penanggulangan darurat setiap saat, termasuk unit cadangan, sistem pemadam kebakaran, dan peralatan terkait lainnya.
- d. Karena kerusakan peralatan yang signifikan dapat dihindari, kita dapat menghemat waktu, uang, dan material dengan memastikan bahwa setiap orang yang menggunakan fasilitas tersebut aman..
- e. Karena kerusakan lanjutan dari kerusakan awal dapat dicegah dengan cepat, maka kerugian material dan personel akibat kerusakan dapat dicegah sesegera mungkin.

Banyak gangguan sering terjadi selama operasi generator mesin bantu, yang dapat menghambat operasi yang efisien. Salah satunya disebabkan oleh injector bahan bakar yang tidak berfungsi dengan baik, yang pada akhirnya menyebabkan generator mesin bantu menghasilkan daya yang lebih sedikit. Beberapa tindakan harus diambil untuk mengurangi kemungkinan terjadinya hal tersebut, yaitu :

- i. Secara sederhana, membuka injektor bahan bakar harus dilakukan sesuai dengan jam operasional yang tertera dalam manual generator atau dengan memantau kondisi injektor bahan bakar.
- ii. Perbaiki injektor bahan bakar: Pasta karborandum (kompon valve) digunakan sebagai senyawa penghalus untuk memperbaiki komponen injektor bahan bakar. Setelah melakukan gerakan angka delapan untuk menghaluskan dan menghilangkan noda pada permukaan nozzle dan

dudukannya, pelumasan dengan minyak adalah langkah berikutnya dalam proses penghalusan.

- iii. Pengujian injektor bahan bakar: Untuk melihat proses atomisasi, pengujian injektor bahan bakar menggunakan peralatan bertekanan tinggi yang dibuat khusus. Injektor bahan bakar diuji menggunakan pompa bertekanan tinggi, dan spesifikasi dari manual mesin generator harus diikuti saat mengatur pengaturan tekanan injeksi bahan bakar.
- iv. Pemilihan Bahan Bakar: Bahan bakar yang digunakan oleh mesin bantu generator harus dibersihkan dengan pemurni bahan bakar untuk menghilangkan kotoran dan mencegahnya masuk ke sistem injeksi bahan bakar di injektor. Selain itu, bahan bakar harus memiliki kualitas penyalaan yang baik.
- v. Penggantian komponen injektor bahan bakar: Menggunakan suku cadang baru yang ada di kapal untuk menggantikan komponen injektor bahan bakar yang rusak.

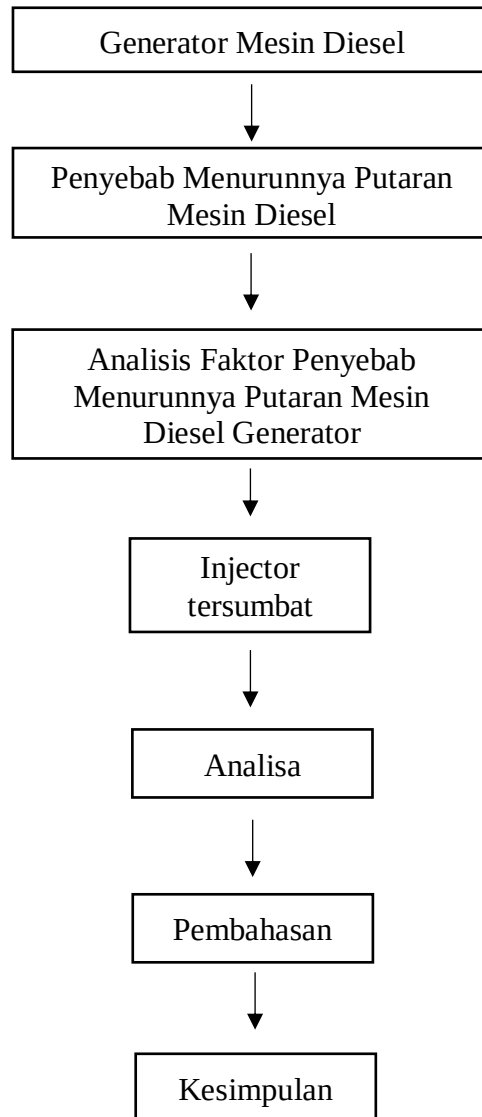
J. Faktor-faktor yang Membantu Pemeliharaan Injektor

Beberapa Faktor–Faktor Pendukung Perawatan *Injektor* Bahan Bakar agar Terencana Dengan Baik yaitu :

- 1. Kemampuan Seorang Insinyur Terampil: Seorang insinyur yang sangat kompeten dan hati-hati diperlukan saat melakukan pemeliharaan injektor bahan bakar. Sebagai hasilnya, seorang insinyur yang kompeten dapat memahami dan melakukan pemeliharaan injektor sesuai dengan buku panduan mesin generator bantu.
- 2. Jam Kerja yang Panjang: Dalam kebanyakan kasus, perawatan injektor bahan bakar dapat diselesaikan di atas kapal. Dibutuhkan sejumlah besar tenaga kerja untuk membuat injektor bahan bakar berkualitas tinggi guna menjamin perawatan injektor bahan bakar yang tepat.

3. *Sparepart* yang Bagus : Bagian pengganti berkualitas tinggi untuk injektor bahan bakar mesin generator auxiliar juga diperlukan, selain operator mesin yang berpengetahuan dan banyak jam kerja.
4. Untuk menghindari penyumbatan, komponen internal injektor bahan bakar harus diganti dengan yang baru jika ada yang rusak atau cacat.

K. Kerangka pikir



L. Hipotesis

Menurut rumusan masalah yang disebutkan di atas, asumsi awal dari masalah ini adalah bahwa lubang *nozzle injector* yang tersumbat mengakibatkan atomisasi bahan bakar yang kurang optimal.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Tempat Dan Waktu Penelitian

Penulis melakukan penelitian ini selama periode praktek laut selama 12 bulan di atas kapal..

B. Metode Penelitian

Dalam melakukan penyusunan proposal ini, penulis menggunakan cara atau metode yang ada yaitu:

1. Metode Lapangan (*Field Research*)

Penelitian di mana subjek penelitian diamati secara langsung. Informasi dan data dikumpulkan dengan menggunakan :

- a. Observasi, mengadakan pengamatan secara langsung dilapangan dimana penulis melaksanakan praktek laut dikapal.
- b. Wawancara, mengadakan tanya jawab secara langsung dengan para perwira yang ada dikapal dan para dosen dilingkungan Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar, mengenai efisiensi waktu pelaksanaan perawatan mesin *diesel generator* diatas kapal.

2. Metode kepustakaan (*Library Research*)

Yaitu dengan cara membaca dan mempelajari literature atau buku-buku referensi yang terakit dengan masalah yang dibahas, khususnya landasan teori yang akan digunakan dan membahas masalah yang diteliti.

C. Jenis Dan Sumber Data

Adapun jenis data yang digunakan dapat digolongkan dalam dua jenis yaitu:

1. Jenis Data

a. Data Kualitatif

Data yang diperoleh dalam bentuk variable berupa informasi-informasi sekitar pembahasan baik secara lisan maupun tulisan.

b. Data Kuantitatif

Data yang diperoleh dalam bentuk angka-angka yang berasal dari tempat-tempat penelitian yang perlu diolah Kembali.

2. Sumber Data

Adapun sumber data yang penulis gunakan terdiri atas:

- a. Data primer merupakan sumber data utama. Data untuk penelitian ini dikumpulkan menggunakan pendekatan survei, yang melibatkan pengamatan dan pendokumentasian pemeliharaan generator diesel di kapal penelitian ini secara waktu nyata. Menganalisis penyebab kegagalan generator diesel dan mengidentifikasi prosedur pemeliharaan terbaik untuk mencegahnya adalah tujuan dari penelitian ini.
- b. Data sekunder merupakan Informasi yang diperoleh melalui satu atau lebih perantara, dibandingkan dengan yang dikumpulkan langsung oleh peneliti, disebut sebagai data sekunder. Data ini umumnya mencakup buku, dokumen kapal, dan sumber internet yang terkait dengan objek penelitian.

D. Metode Analisis

Pendekatan penelitian deskriptif dalam studi ini bertujuan untuk mendokumentasikan, menggambarkan, menganalisis, dan semua fakta yang saat ini diketahui di bidang ini. Setelah langkah analisis, dilakukan praktik di laut di atas kapal untuk memperoleh pemahaman tentang kondisi dengan menggunakan informasi yang diperoleh dari tinjauan pustaka. Setelah itu, kami mulai mengidentifikasi masalah yang sedang dihadapi dan mencari tujuannya. Selanjutnya, kami dapat memilih strategi penelitian terbaik.

E. Jadwal Penelitian

Tabel 3.1 Jadwal Pelaksanaan Penelitian

No	Kegiatan	TAHUN 2022											
		BULAN											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Diskusi buku referensi												
2	Pembahasan judul												
3	Pemilihan dan bimbingan materi proposal												
4	Penyusunan dan bimbingan materi proposal												
5	Perbaikan materi proposal												
6	Seminar proposal												
7	Perbaikan seminar proposal												
8	Pengambilan data (PRALA)												
TAHUN 2023													
9	Pengambilan data (PRALA)												
TAHUN 2024													
10	Penyusunan dan bimbingan materi skripsi hasil												
11	Perbaikan materi skripsi hasil												
12	Seminar skripsi hasil												
13	Bimbingan skripsi tutup												
14	Seminar skripsi tutup												