

**SKRIPSI**  
**ANALISIS PENGARUH TEKANAN PENGABUTAN BAHAN BAKAR**  
**TERLALU RENDAH PADA DAYA MESIN INDUK DI KAPAL MV.**  
**UNISON**



**OLEH**  
**ARDHITYA BAGUS RANGGA KUSUMA**  
**NIT.20.42.033**  
**TEKNIKA**

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

**ANALISIS PENGARUH TEKANANAN PENGABUTAN BAHAN BAKAR  
TERLALU RENDAH PADA DAYA MESIN INDUK DI KAPAL MV.  
UNISON**

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Menyelesaikan Program Pendidikan  
Diploma IV Pelayaran

Program Studi

Teknika

Disusun dan Diajukan oleh

ARDHITYA BAGUS RANGGA KUSUMA  
NIT 20.42.033

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

## SKRIPSI

### ANALISIS PENGARUH TEKANAN PENGABUTAN BAHAN BAKAR TERLALU RENDAH PADA DAYA MESIN INDUK DI KAPAL MV.

UNISON

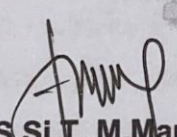
Disusun Dan Diajukan Oleh :

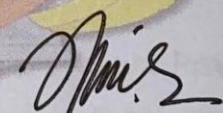
ARDHITYA BAGUS RANGGA KUSUMA

NIT : 20.42.033

Telah Dipertahankan Di Depan Panitia Ujian Skripsi  
Pada Tanggal, 15 November 2024

Menyetujui :  
Pembimbing I 19 Pembimbing II 21

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

  
Dr. Hasmawaty, S.T., S.Pd., M.Pd  
NIP. 19790823 202421 2 011

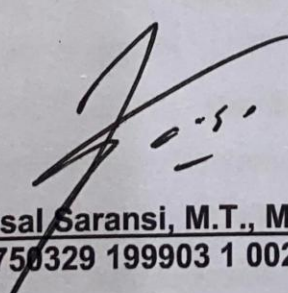
Mengetahui :

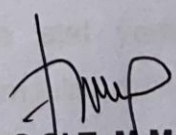
a.n Direktur

Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar

Pembantu Direktur 1

Ketua Program Studi Teknika

  
Capt. Faisal Saransi, M.T., M.Mar.  
NIP. 19750329 199903 1 002

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

## **PRAKATA**

Segala puji kita panjatkan kepada Tuhan yang Maha Esa, karena atas rahmat-nya, skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik. Skripsi ini disusun sebagai upaya untuk memberikan wawasan dan pengetahuan mengenai “ANALISIS PENGARUH TEKANAN PENGABUTAN BAHAN BAKAR TERLALU RENDAH PADA DAYA MESIN INDUK DI KAPAL MV. UNISON”. Yang sangat relevan untuk para pelaut.

Penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan dan dukungan banyak pihak. Oleh karena itu, saya ingin menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak dan Ibu serta keluarga tercinta yang selalu memberikan motivasi, kasih sayang dan doa serta dukungan yang telah diberikan.
2. Bapak Capt. Rudy Susanto, M.Pd. selaku Direktur Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar yang telah memberikan motivasi, arahan serta izin untuk melakukan penelitian.
3. Bapak Alberto, S.Si.T., M.Mar.E., M.A.P. selaku Ketua Program Studi Teknika PIP Makassar yang telah memberikan motivasi, arahan serta izin untuk melakukan penelitian.
4. Bapak Alberto, S.Si.T., M.Mar.E., M.A.P. selaku Pembimbing satu dan Ibu Dr. Hasmawaty, S.T., S.PD., M.PD selaku dosen pembimbing yang telah banyak memberi arahan dan bimbingan kepada penulis selama proses penelitian.
5. Seluruh dosen PIP Makassar yang telah memberikan bekal ilmu pengetahuan yang sangat bermanfaat dalam membantu proses penyusunan skripsi ini.
6. Kepada PT.Tjontong Maritim Indonesia beserta staf yang telah memberikan bantuan terutama dalam proses pengumpulan data.
7. Seluruh kru kapal MV. UNISON 2022-2023 atas inspirasinya dan bantuan dalam menyelesaikan skripsi ini.
8. Rekan-rekan taruna-taruni senior, angkatan XLI dan juga junior yang

memberikan bantuan dalam menyelesaikan skripsi ini.

9. Semua pihak yang telah membantu penulisan skripsi ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Akhir kata yang penulis harapkan semoga skripsi ini bisa bermanfaat untuk para pembaca dan untuk para taruna (i) khususnya. Semoga Allah SWT senantiasa melindungi dan memberkati kita semua.

Makassar, 15 November 2024

Penulis



ARDHITYA BAGUS RANGGA KUSUMA

NIT. 20.42.033

## **PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI**

Nama : Ardhitya Bagus Rangga Kusuma  
NIT : 20.42.033  
Program Studi : Teknika

Menyatakan bahwa skripsi dengan judul:

### **ANALISIS PENGARUH TEKANAN PENGABUTAN BAHAN BAKAR TERLALU RENDAH PADA DAYA MESIN INDUK DI KAPAL MV. UNISON**

Merupakan kontribusi ilmiah asli. Keseluruhan kerangka konseptual yang disajikan dalam tesis ini, dengan pengecualian elemen tematik yang telah saya kutip sebagai kutipan, merupakan gagasan yang telah saya kembangkan secara independen. Jika pernyataan tersebut terbukti salah, dengan ini saya menyatakan kesiapan saya untuk menerima hukuman yang ditetapkan oleh Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.

Makassar, 15 November 2024

Penulis



ARDHITYA BAGUS RANGGA KUSUMA

NIT. 20.42.033

## ABSTRAK

Ardhitya Bagus Rangga Kusuma, 2024, “***Analisis Pengaruh Tekanan Pengabutan Bahan Bakar Terlalu Rendah Pada Daya Mesin Induk Di Kapal Mv.Unison***”, (Bapak ir, Alberto, S.SI.T.,M.MAR.E., M.A.P. dan Ibu Dr. Hasmawaty, S.T.,S.Pd.,M.Pd)

Skripsi ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh tekanan pengabutan bahan bakar terlalu rendah pada daya mesin induk di kapal MV unison, naiknya temperatur gas buang seringkali menjadi indikator tekanan pengabutan bahan bakar tidak sempurna sehingga berpengaruh pada daya mesin dikapal.

Penelitian ini dilaksanakan ketika penulis melaksanakan praktek laut di atas kapal Mv. Unison Salah satu kapal milik perusahaan Unison Marine Corp selama 13 bulan 13 hari yakni dari tanggal 03 september 2022 sampai dengan 16 november 2023 . Sumber data diperoleh langsung pada waktu melakukan penelitian dengan cara peninjauan secara langsung wawancara dengan masinis yang ada di atas kapal dan literature yang terkait dengan penelitian.

Temuan tersebut berasal dari pemeriksaan yang dilakukan di atas kapal MV. Unison mengungkapkan komplikasi yang berkaitan dengan injektor, khususnya penyumbatan lubang nosel dan kebocoran bahan bakar dari nosel. Temuan ini diharapkan dapat memberi rekomendasi untuk melakukan perbaikan dan perawatan pada injektor, guna meningkatkan kinerja kapal dan mengurangi biaya perusahaan.

**Kata Kunci :** *Mesin Induk, Bahan Bakar, Nozzle, Injektor*

## ABSTRACT

Ardhitya Bagus Rangga Kusuma, 2024, "Analysis of the Effect of Too Low Fuel Fuel Pressure on Main Engine Power on the Mv. Unison Ship", (Mr. ir, Alberto, S.SI.T., M.MAR.E., M.A.P. and Mrs. Dr. Hasmawaty, S.T., S.Pd., M.Pd)

This thesis aims to analyze the effect of fuel ignition pressure being too low on the main engine power on the MV Unison. The increase in exhaust gas temperature is often an indicator of imperfect fuel ignition pressure which affects the engine power on board.

This research was carried out when the author carried out sea practices on the ship Mv. Unison One of the ships owned by the company Unison Marine Corp for 13 months and 13 days, namely from 03 September 2022 to 16 November 2023. Data sources were obtained directly when conducting research by directly reviewing interviews with the machinists on board the ship and literature related to the research.

The results obtained from research on board the Mv. Unison authors found problems related to the injector, namely blockage of the hole in the nozzle and fuel dripping on the nozzle. It is hoped that these findings can provide recommendations for repairing and maintaining injectors, in order to improve ship performance and reduce company costs.

**Key words:** *Main Engine, Fuel, Nozzle, Injector*

## DAFTAR ISI

## HALAMAN

|                                                            |      |
|------------------------------------------------------------|------|
| HALAMAN JUDUL .....                                        | i    |
| HALAMAN PENGAJUAN SKRIPSI .....                            | ii   |
| HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI .....                           | iii  |
| PRAKATA.....                                               | iv   |
| PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI .....                          | vi   |
| ABSTRAK.....                                               | vii  |
| ABSTRAC.....                                               | viii |
| DAFTAR ISI.....                                            | ix   |
| DAFTAR TABEL.....                                          | xi   |
| DAFTAR GAMBAR.....                                         | xii  |
| DAFTAR LAMPIRAN .....                                      | xiii |
| BAB I PENDAHULUAN.....                                     | 1    |
| A. Latar Belakang .....                                    | 1    |
| B. Rumusan Masalah .....                                   | 2    |
| C. Batasan Masalah .....                                   | 2    |
| D. Tujuan Penelitian .....                                 | 2    |
| E. Manfaat Penelitian .....                                | 3    |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....                               | 4    |
| A. Pengertian Pembakaran Sempurna Dan Tidak Sempurna ..... | 4    |
| B. Sistem Pengabutan Bahan Bakar .....                     | 4    |
| C. Jenis Injeksi Bahan Bakar .....                         | 6    |
| D. Pengertian Injektor .....                               | 7    |
| E. Diagram Instalasi Bahan Bakar .....                     | 9    |
| F. Komponen Injektor .....                                 | 11   |
| G. Cara Kerja Injektor.....                                | 13   |
| H. Jenis-Jenis Injektor.....                               | 16   |
| I. Spesifikasi Injektor... ..                              | 17   |
| J. Penyetelan Dan Pengetesan Injektor .....                | 19   |
| K. Proses Pengabutan Bahan Bakar Pada Injektor.....        | 25   |
| L. Standar Operational Prosedur Pengerjaan Injektor .....  | 27   |

|                                              |    |
|----------------------------------------------|----|
| M. Kerangka Pikir.....                       | 29 |
| N. Hipotesis.....                            | 30 |
| BAB III METODE PENELITIAN.....               | 31 |
| A. Tempat Dan Waktu Penelitian.....          | 31 |
| B. Metode Penelitian.....                    | 31 |
| C. Jenis Dan Sumber Data.....                | 32 |
| D. Metode Analisis.....                      | 33 |
| E. Jadwal Penelitian.....                    | 34 |
| BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN ..... | 35 |
| A. Analisa Data.....                         | 36 |
| B. Pembahasan Hasil Penelitian.....          | 41 |
| C. Perawatan Injektor .....                  | 44 |
| BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....             | 46 |
| A. Kesimpulan .....                          | 46 |
| B. Saran.....                                | 47 |
| DAFTAR PUSTAKA.....                          | 48 |
| LAMPIRAN GAMBAR.....                         | 49 |

## DAFTAR TABEL

Tabel 1.2 : Kerangka Pikir

Tabel 1.3 : Jadwal Penelitian

Tabel 4.1 : Data Pengamatan Kinerja Injektor Sesuai Manual *Book*

Tabel 4.2 : Data Pengamatan Data Kinerja Injektor Pada *Cylinder* No.1

Tabel 4.3 : Data Pengamatan Data Kinerja Injektor Pada *Cylinder* No. 2

Tabel 4.4 : Data Pengamatan Data Kinerja Injektor Pada *Cylinder* No. 3

Tabel 4.5 : Data Pengamatan Data Kinerja Injektor Pada *Cylinder* No. 4

Tabel 4.6 : Data Pengamatan Data Kinerja Injektor Pada *Cylinder* No. 5

Tabel 4.7 : Data Pengamatan Data Kinerja Injektor Pada *Cylinder* No. 6

## **DAFTAR GAMBAR**

- Gambar 2.1 : Sistem Sirkulasi Bahan Bakar Sampai Ke *Injector*
- Gambar 2.2 : Diagram Sistem Bahan Bakar Di Kapal
- Gambar 2.3 : Katalog *Injector*
- Gambar 2.4 : *Nozzle* Sebelum Pengabutan
- Gambar 2.5 : *Nozzle* Ketika Penginjeksian
- Gambar 2.6 : *Nozzle* Ketika Akhir Penginjeksian
- Gambar 2.7 : *Injector Nozzle* Berlubang Banyak (*Multi Hole*)
- Gambar 2.8 : *Injector Nozzle* Berlubang Satu (*Single Hole*)
- Gambar 2.9 : Pengeluaran Udara
- Gambar 2.10 : Pemeriksaan Kebocoran
- Gambar 2.11 : Tes Tekanan Penyemprotan Injektor
- Gambar 2.12 : Model Penyemprotan Injektor
- Gambar 2.13 : Penyemprotan Tidak Langsung
- Gambar 2.14 : Penyemprotan Langsung

## LAMPIRAN GAMBAR

1. Pengujian *injector*
2. Tekanan *injector* dalam kondisi tidak normal
3. *Injector* menetes, pengabutan tidak sempurna
4. Tekanan *injector* pada kondisi normal
5. Pengabutan *injector* sempurna
6. Pergantian cilinder liner ME
7. Pembersihan cilinder liner ME
8. Pengecekan *injector* AE
9. *Overhaul injector* ME
10. Pembersihan pada lubang *nozzle*

## **BAB 1**

### **PENDAHULUAN**

#### **A. Latar Belakang**

Dalam bidang operasi pelayaran, persaingan dalam layanan transportasi laut sangat intens, mendorong perusahaan pelayaran untuk memprioritaskan pelayaran yang optimal dan memuaskan. Bersamaan dengan itu, semua peralatan tambahan yang penting untuk fungsionalitas kapal yang tidak terganggu harus dijaga dengan cermat.

Kapal merupakan transportasi laut yang banyak digunakan negara-negara asing terutama negara maritime seperti Indonesia, sedangkan persaingan mencari muatan di dalam dunia pelayaran ini sangatlah ketat. Ketatnya persaingan dalam dunia pelayaran membuat perusahaan pelayaran harus meningkatkan sumber daya manusia pelayaran yang baik dalam dunia kemaritiman dan transportasi maupun mengangkut barang dan manusia antar pulau dan antar negara. Untuk menunjang operasional kapal, dalam hal ini permesinan kapal harus dalam kondisi baik (Yeyen Herlina, 2019).

Mesin induk, atau mesin diesel, diklasifikasikan sebagai varian mesin pembakaran internal di mana pembakaran bahan bakar dan udara terjadi di dalam sistem. Pada mesin diesel, proses pembakaran dimulai ketika udara, setelah mengalami tekanan dan suhu tinggi, kemudian disuntikkan ke ruang bakar. Mesin diesel banyak digunakan dalam bidang transportasi dan industri, terutama karena kemampuan mereka untuk menghasilkan tenaga yang besar. Selain itu, mesin diesel menunjukkan efisiensi bahan bakar yang unggul dibandingkan dengan rekan-rekan bensin mereka. (Yeyen Herlina, 2019).

Di dalam mesin kapal, injektor berfungsi sebagai peralatan yang memainkan peran penting dalam memfasilitasi operasi optimal dari sistem pembakaran. Jika injektor bahan bakar menunjukkan tetesan atau kebocoran pada akhir proses injeksi, hal itu dapat mengakibatkan

retraksi kurang optimal selama navigasi kapal. Investigasi ini bertujuan untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang berkontribusi terhadap tekanan kompresi yang tidak mencukupi yang mempengaruhi kapasitas operasional mesin induk di kapal, sehingga mengurangi risiko potensi kecelakaan. (Dharmawan, 2022).

Dalam penelitian ini penulis menggunakan metode kualitatif deskriptif, dengan metode *Fishbone* untuk mengidentifikasi masalah pada pengabutan bahan bakar. Hasil penelitian didapat resiko yang ditimbulkan jika pengabutan bahan bakar tidak maksimal. Pembahasan masalahnya adalah untuk menganalisis dampak-dampak yang ditimbulkan jika pengabutan bahan bakar tidak maksimal dalam waktu tertentu (Dharmawan, 2022).

Berdasarkan pengalaman penulis di MV.Unison Pada saat kapal berangkat dari pelabuhan Haipong, Vietnam menuju pelabuhan Fangcheng, China jam jaga 08.00-12.00 *four engginer, oiler. Engine cadet* penulis menemukan masalah pada *injector* di kapal Mv. Unison yaitu lubang *injector* tersumbat dan bahan bakar menetes ke dalam *injector* atau *fogging* sehingga mengakibatkan mesin tidak optimal dan pembakaran tidak optimal. Ini adalah salah satu penyebab gas buang di mesin utama dan meningkatkan suhu mesin.

Kesimpulan dari penelitian ini adalah mencari dampak-dampak yang di timbulkan akibat penggabutan yang tidak maksimal, maka dari pada itu penulis memilih judul “***analisis pengaruh tekanan pengabutan bahan bakar terlalu rendah pada daya mesin induk di kapal mv. unison***”

## **B. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas yang menjadi rumusan masalah adalah Faktor apakah yang menyebabkan pengabutan bahan bakar terlalu rendah pada daya mesin induk di kapal dan bagaimana upaya yang dilakukan untuk mencegah terjadinya

kerusakan?

### **C. Batasan Masalah**

Sesuai dengan rumusan masalah diatas serta mengingat begitu luasnya permasalahan dalam pembahasan penelitian ini maka agar masalah yang akan dibahas menjadi spesifik dan tidak terlalu luas untuk menghindari terjadinya perluasan, pembatasan penelitian ini membatasi masalah khusus pada Tersumbatnya lubang pada *nozzle* dan Menetesnya bahan bakar pada *nozzle*.

### **D. Tujuan Penelitian**

1. Adapun tujuan yang ingin di capai dalam penelitian ini adalah untuk menganalisis dan mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi tekanan pengabutan bahan bakar terlalu rendah pada daya mesin induk dikapal MV. Unison dalam menunjang proses pembakaran pada mesin induk untuk kelancaran pengoprasian kapal dan untuk mengenalkan praktek kerja di kapal bagi taruna agar dapat melakukan identifikasi pengaruh sistem pengabutan terhadap proses pembakaran.
2. Untuk mengetahui cara perawatan pada sistem pengabutan agar selalu berfungsi dengan baik guna mencapai pembakaran mesin induk yang optimal

### **E. Manfaat Penelitian**

Manfaat yang diperoleh setelah melakukan penelitian ini sebagai berikut :

#### **1. Manfaat Teoritis (Keilmuan)**

Memperluas pengetahuan pembaca tentang pengaruh serta kinerja *injektor* pada *main engine* dikapal.

## **2. Manfaat Praktis**

- a. Berfungsi sebagai referensi bagi perusahaan dan operator transportasi yang menggunakan mesin diesel yang dilengkapi dengan sistem injeksi,
- b. Dirancang khusus sebagai bahan dasar bagi anggota kru, terutama insinyur yang melayani dalam kapasitas resmi di atas kapal.

## BAB II

### TINJUAN PUSTAKA

#### A. Pengertian Pembakaran Sempurna Dan Tidak Sempurna

##### 1. Pembakaran Sempurna (*Complete Combustion*).

Pembakaran sempurna dalam mesin diesel terjadi ketika seluruh bahan bakar yang disuntikkan terbakar sepenuhnya dengan oksigen yang ada di udara, menghasilkan produk pembakaran yang hanya terdiri dari karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) dan uap air ( $\text{H}_2\text{O}$ ). Dalam kondisi ini, bahan bakar terbakar secara efisien tanpa meninggalkan sisa karbon atau partikel-partikel lain (Setiyana, 2020).

Ciri-ciri pembakaran sempurna pada mesin diesel:

- a) Karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) dan air ( $\text{H}_2\text{O}$ ) sebagai produk utama.
- b) Tidak ada asap hitam yang dihasilkan karena tidak ada bahan bakar yang tidak terbakar.
- c) Efisiensi bahan bakar yang lebih tinggi.
- d) Tidak ada sisa karbon atau partikel lain yang mengotori mesin atau lingkungan.

Untuk mencapai pembakaran sempurna, perbandingan udara dan bahan bakar harus tepat, serta suhu dan tekanan dalam ruang bakar juga harus sesuai.

##### 2. Pembakaran Tidak Sempurna (*Incomplete Combustion*):

Pembakaran tidak sempurna terjadi ketika bahan bakar tidak terbakar sepenuhnya karena kekurangan oksigen atau kondisi pembakaran yang tidak ideal. Ini menghasilkan produk sampingan yang tidak diinginkan, seperti karbon monoksida ( $\text{CO}$ ), hidrokarbon tak terbakar ( $\text{HC}$ ), serta partikulat karbon (sisa jelaga) (Setiyana, 2020).

Ciri-ciri pembakaran tidak sempurna pada mesin diesel :

- a) Karbon monoksida ( $\text{CO}$ ) dan hidrokarbon tak terbakar ( $\text{HC}$ ) dapat terbentuk.

- b) Asap hitam sering terlihat karena adanya partikel-partikel jelaga yang tidak terbakar.
- c) Efisiensi bahan bakar menurun.
- d) Meningkatkan emisi polutan yang dapat merusak lingkungan dan kesehatan manusia.

Pembakaran tidak sempurna bisa terjadi karena beberapa faktor, seperti :

- a) Perbandingan udara dan bahan bakar yang tidak tepat (misalnya, kekurangan udara).
- b) Kondisi mesin yang buruk atau pengaturan injeksi bahan bakar yang tidak optimal.
- c) Temperatur dan tekanan yang tidak mencapai kondisi yang diperlukan untuk pembakaran sempurna.

## **B. Sistem Pengabutan Bahan Bakar**

### **1) Pengertian**

Menurut Prof. Amir Khalid (2022) menjelaskan bahwa sistem pengabutan melibatkan penyemprotan bahan bakar ke dalam ruang bakar dalam bentuk partikel-partikel halus untuk memastikan pembakaran yang efisien dan seragam teknologi pengabutan ini penting untuk meningkatkan efisiensi pembakaran dan mengurangi emisi gas buang.

Pengabutan adalah menekan bahan bakar yang berupa zat cair dengan tekanan yang sangat tinggi melalui lubang kecil nozzle. Semakin baik pengabutan bahan bakar, maka akan semakin sempurna pembakarannya (Santoso, 2019).

Pengabut bahan bakar merupakan salah satu komponen penting dalam motor induk, yang berfungsi untuk mengabutkan bahan bakar ke dalam silinder mesin. Proses pengabutan yang baik akan memudahkan pembakaran bahan bakar, sehingga menghasilkan tenaga yang optimal untuk menggerakkan kapa (Fisabilillah, 2020).

Atomisasi mengacu pada mekanisme yang menyebarkan cairan dalam bentuk seperti kabut, dalam hal ini, bahan bakar diesel. Proses atomisasi terjadi ketika pompa tekanan tinggi mendorong bahan bakar melalui saluran, kemudian keluar dari alat penyemprot (injektor) dalam keadaan samar, dipengaruhi oleh tekanan yang berlaku dan laju induksi. (Muh.yusuf, 2021).

Ablasi bahan bakar merupakan proses pemisahan molekul bahan bakar melalui alat penyemprot (injektor) yang beroperasi pada tekanan  $340 \text{ kg/cm}^2$  dan kecepatan rotasi standar 1500 rpm. Bahan bakar atomisasi terdiri dari beberapa komponen dasar, termasuk air, udara, karbon, hidrogen, dan nitrogen. Atomisasi dilakukan untuk mengirimkan bahan bakar ke ruang bakar atau silinder. Alat penyemprot mencakup beberapa komponen utama, yaitu nosel dan housing *nozzle*. (Antonius ribo, 2021).

## 2) Syarat pada sistem mesin

Sebagai sistem kritis, sistem mesin diatur oleh persyaratan khusus, yaitu, pembakaran bahan bakar yang cermat, yang mengharuskan jumlah bahan bakar yang dipasok ke setiap silinder sesuai dengan beban mesin, memastikan bahwa jumlah bahan bakar yang sama dikirim ke setiap silinder untuk setiap penambahan tenaga mesin.

## 3) Pengaturan waktu

Waktu yang tepat menandakan bahwa inisiasi pembakaran bahan bakar pada saat yang diperlukan sangat diperlukan untuk mencapai daya maksimum dari bahan bakar, di samping pembakaran yang optimal. Jika bahan bakar disuntikkan sebelum waktunya, pengapian akan tertunda karena suhu udara yang tidak mencukupi pada saat itu. Sebaliknya, penundaan yang berlebihan dapat menyebabkan operasi mesin yang kasar dan bising, berpotensi mengakibatkan kerugian bahan bakar yang disebabkan oleh pembasahan dinding silinder. Hasilnya adalah pemborosan bahan

bakar dan emisi gas buang yang gagal menghasilkan daya maksimum.

#### 4) Kecepatan pembakaran

Bahan bakar mengacu pada volume bahan bakar yang disuntikkan ke dalam ruang bakar selama jangka waktu tertentu selama satu tingkat perjalanan engkol, jika ujung nozzle dengan bukaan yang lebih kecil digunakan, ini berfungsi untuk mengurangi kecepatan injeksi, sehingga memperpanjang durasi pembakaran.

#### 5) Pengabutan

Bahan bakar berubah menjadi semprotan, mirip dengan kabut, namun harus disesuaikan dengan konfigurasi spesifik ruang bakar. Atomisasi yang efektif akan memfasilitasi proses pembakaran, memastikan bahwa setiap tetesan bahan bakar yang sangat kecil diselimuti oleh partikel oksigen, memungkinkan pencampuran yang optimal.

### C. Jenis Injeksi Bahan Bakar

#### 1) Injeksi Bahan Bakar Diesel (*Direct Injection*)

Ini adalah jenis injeksi yang paling umum digunakan di mesin diesel kapal. Pada sistem ini, bahan bakar disemprotkan langsung ke dalam ruang bakar mesin, di mana kemudian terjadi pembakaran. Sistem ini efisien dan umum digunakan karena kemampuannya menghasilkan tenaga yang besar dan konsumsi bahan bakar yang relatif rendah (Sarifuddin, 2021).

#### 2) Injeksi Bahan Bakar Diesel Langsung Elektronik (*Electronic Direct Injection*)

Ini adalah perkembangan dari sistem injeksi bahan bakar diesel konvensional, di mana proses penyemprotan bahan bakar dikendalikan oleh unit kontrol elektronik. Ini memungkinkan pengaturan yang lebih presisi dan optimal dari pembakaran, sehingga meningkatkan efisiensi dan kinerja mesin (Sarifuddin, 2021).

### 3) Injeksi Bahan Bakar Bensin (*Gasoline Direct Injection*)

Pada mesin-mesin kapal yang menggunakan bahan bakar bensin, sistem injeksi bahan bakar bensin langsung juga umum digunakan. Mirip dengan injeksi bahan bakar diesel langsung, bahan bakar disemprotkan langsung ke dalam ruang bakar mesin. Ini juga dapat dikendalikan oleh unit kontrol elektronik untuk meningkatkan efisiensi dan kinerja.

### 4) Injeksi Bahan Bakar Gas (*Gas Fuel Injection*)

Beberapa kapal menggunakan gas alam cair (*LNG*) atau gas alam terkompresi (*CNG*) sebagai bahan bakar. Pada sistem ini, gas disemprotkan langsung ke dalam ruang bakar mesin untuk pembakaran.

### 5) Prinsip operasional alat penyemprot melibatkan tekanan bahan bakar melalui nozzle. Peningkatan fogging bahan bakar berkorelasi dengan peningkatan efisiensi pembakaran. Di dalam ruang bakar, selain suhu tinggi, kompresi maksimum muncul karena proses pembakaran. Nozzle merupakan bagian integral dari sistem ini.

## **D. Pengertian Injektor**

Di antara komponen utama dari sistem bahan bakar mesin propulsi utama adalah injektor, yang melayani fungsi kritis mengirimkan bahan bakar ke dalam silinder. Injektor bertindak sebagai alat yang mengatomisasi bahan bakar menjadi partikel halus, mempromosikan pembakaran yang efisien di dalam ruang bakar. (Y. herlina, 2019).

Injektor adalah mekanisme yang dirancang untuk nebulisasi bahan bakar minyak menjadi “kabut halus” atau “gas,” sehingga memfasilitasi proses pembakaran di dalam silinder mesin. Semakin halus atomisasi bahan bakar minyak menjadi gas, semakin efektif pembakaran yang dicapai, sehingga memaksimalkan nilai kalor sebagai sumber tenaga mesin. (Berry plato 2023).

Injektor bahan bakar beroperasi melalui cara mekanis, dengan

volume minyak yang disuntikkan ke ruang bakar pada setiap siklus diatur oleh katup asupan bahan bakar. Masuknya bahan bakar menghasilkan gaya ke atas pada batang dorong. Gerakan yang dihasilkan ini ditransmisikan ke katup jarum melalui lengan ayun dan batang perantara. Daerah di atas katup jarum terhubung ke reservoir bahan bakar melalui pipa dan diisolasi dari penghentiannya oleh kelenjar pengepakan. Setelah penarikan katup jarum dari dudukannya, bahan bakar dimasukkan ke dalam ruang bakar melalui lubang yang dibor dengan cermat di kepala injektor, sementara kedudukan katup tetap menempel. Saat bahan bakar melintasi lubang kecil ini, ia terfragmentasi menjadi aliran halus, yang kemudian diatomisasi. Volume bahan bakar yang disuntikkan sesuai dengan persyaratan operasional dimodulasi oleh irisan yang mengubah jarak bebas katup bahan bakar "Operasi Pemeliharaan Motor Diesel, 109." (Berry plato 2023).

Mesin diesel dibuat dengan presisi tertinggi dan bahan berkualitas tinggi, merupakan sistem yang paling penting yang mempengaruhi efisiensi operasional mesin diesel. Untuk mencapai pembakaran yang optimal, sangat penting bahwa bahan bakar diberi tekanan ke nilai yang telah ditentukan dalam jangka waktu yang singkat. Setelah itu, bahan bakar diatomisasi ke dalam silinder dalam bentuk kabut sampai pengapian terjadi karena penyemprotan, dengan laju penyemprotan ditentukan dengan cermat. (Berry plato 2023).

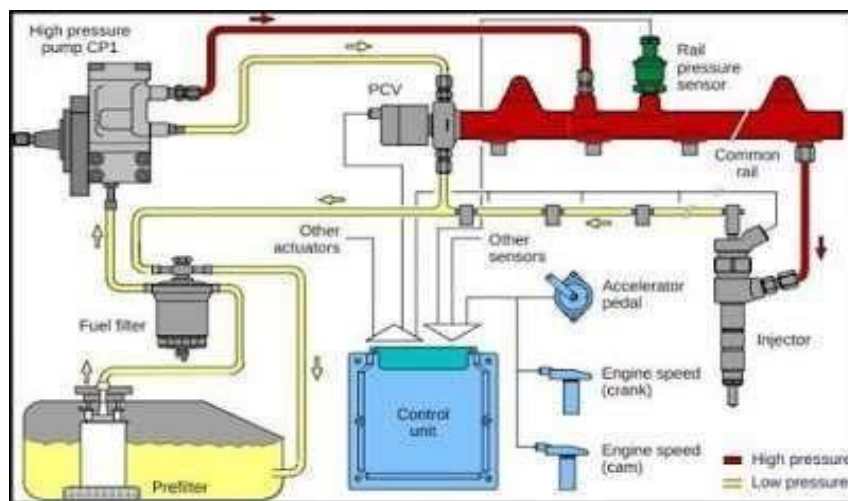
Kondisi yang diperlukan untuk penerapan kriteria penyemprotan tersebut adalah sebagai berikut:

1. Untuk setiap siklus dorong, jumlah bahan bakar yang disuntikkan ke dalam silinder harus sesuai dengan beban mesin.
2. Pengenalan bahan bakar ke dalam silinder harus dilakukan dengan presisi.
3. Tingkat penyemprotan harus didefinisikan secara eksplisit.
4. Bahan bakar harus diatomisasi menjadi tetesan minyak kecil.
5. Partikel material yang sangat kecil harus menembus udara di dalam

silinder sampai proses pembakaran sepenuhnya terwujud.

6. Distribusi bahan bakar harus mencapai penetrasi seragam di dalam ruang bakar, di mana oksigen dapat diakses untuk pembakaran.

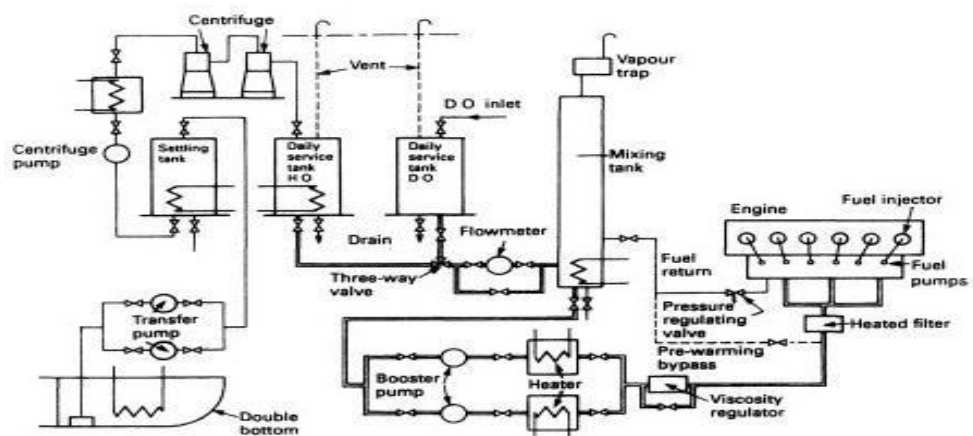
Gambar 2.1 : Sistem sirkulasi bahan bakar sampai ke injektor



<http://repository.unimar-amni.ac.id>

## E. Diagram Instalasi Bahan Bakar

Gambar 2.2 Diagram Sistem Bahan Bakar di Kapal



Sumber: <https://maritimeworld.web.id/fuel-oil-system-sistembahan-bakar-in.html>. diakses tanggal 25 Februari 2024.

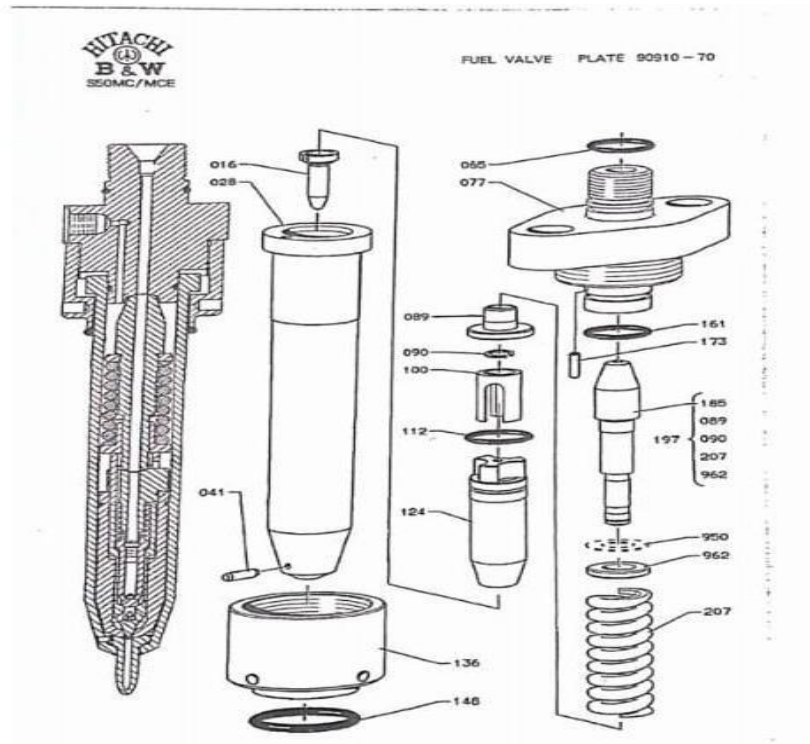
Berikut adalah penjelasan mengenai sistem instalasi *injector* bahan bakar *diesel*:

1. Tangki penyimpanan bahan bakar: merupakan tempat penyimpanan bahan bakar yang akan digunakan oleh mesin *diesel*.

2. Pompa bahan bakar: bertugas untuk memompa bahan bakar dari tangkik dalam sistem injeksi.
3. *Filter* bahan bakar: berfungsi untuk menyaring kotoran dan partikel yang terdapat pada bahan bakar sebelum masuk ke sistem injeksi agar tidak merusak komponen lain pada sistem injeksi.
4. Saluran bahan bakar: merupakan jalur yang menghubungkan pompa bahan bakar dengan *injector* dan menyediakan bahan bakar yang akan disemprotkan ke ruang bakar
5. *Injector*: bertugas untuk menyemprotkan bahan bakar ke dalam ruang bakar dengan tekanan yang tinggi dan presisi yang tepat.
6. *Regulator* tekanan bahan bakar: berfungsi untuk mengontrol tekanan bahan bakar yang masuk ke dalam *injector* agar sesuai dengan kebutuhan mesin.
7. *Settling tank* : tanki pengendapan bahan bakar sebelum di pompa ke *purifier*
8. *Service tank*: tanki bahan bakar yang sudah siap di gunakan
9. *Fuel oil heater* : pemanasan bahan bakar di dalam *system* baik di *settling tank* dan *service tank*
10. *Purifier*: suatu pesawat bantu untuk memisahkan minyak, air dan kotoran.

## **F. Komponen-komponen Injektor**

Gambar 2.3: Katalog Injektor



Sumber: Manual book MV. Unison

Keterangan :

- |                       |                           |
|-----------------------|---------------------------|
| 1. (016) Nozzle       | 9. (124) Spindle Guide    |
| 2. (028) Holder       | 10. (136) Union Nut       |
| 3. (041) Guide Pin    | 11. (161) O-ring          |
| 4. (065) O-ring       | 12. (173) Guide Pin       |
| 5. (077) Valve Head   | 13. (197) Thrust Spindle  |
| 6. (089) Spring Guide | 14. (207) Spring          |
| 7. (090) Circlip      | 15. (950) Additional Disc |
| 8. (100) Thrust Foot  | 16. (962) Disc            |

Sistem injeksi bahan bakar dalam mesin diesel adalah yang terpenting, menggantikan semua sistem lainnya. Mekanisme injeksi bahan bakar yang efektif dan tepat akan menghasilkan kinerja mesin yang optimal. Sebaliknya, sistem injeksi bahan bakar yang kurang dan tidak tepat dapat mengakibatkan output daya mesin diesel yang kurang optimal, dan dalam beberapa kasus, dapat membuat mesin diesel tidak dapat dioperasikan. Sistem injeksi bahan bakar mesin diesel mencakup

serangkaian komponen yang terkait dengan bahan bakar, yang berfungsi untuk mengekstraksi bahan bakar dari tangki bahan bakar, memompa bahan bakar, dan akhirnya menyuntikkannya ke ruang bakar mesin untuk pembangkit listrik. Injektor terdiri dari berbagai komponen, terutama *nozzle holder*, *Guide pin*, *O-ring*, *Valve head*, *Spring guide*, *Circlip*, *Trusht foot*, *Spindel guide*, *Union nut*, *Trusht spindel*, *Spring*, *Additional disc*. Berikut adalah fungsi-fungsi komponen tersebut (Erhas, 2019).

1) *Nozzle Holder*

Berfungsi untuk mengamankan nozzle sambil menetapkan posisi dan orientasi bantalan nozzle. Dudukan nozzle ini juga menunjukkan lokasi tempat bahan bakar menyatu dan mengatur tekanan pada inisiasi injeksi (pembukaan katup) pada nozzle. Nozzle digerakkan oleh pegas nozzle melalui batang pendorong. Tekanan awal yang diperlukan untuk injeksi bahan bakar ditentukan oleh tegangan pegas nozzle. Tingkat ketegangan pegas nozzle dapat disesuaikan menggunakan sekrup penyetel (*adjusting* atau *shim*).

2) *Over flow pipe*

Berfungsi untuk mengembalikan bahan bakar sisa pengabutan.

3) *Adjusting Washer*

Komponen ini berfungsi untuk penyetelan kekuatan dan juga tekanan dari penyemprotan *injector*

4) *Pressure spring*

Komponen ini berfungsi untuk mengatur elastisitas injektor selama proses injeksi bahan bakar, memastikan bahwa tekanan jarum dapat kembali ke posisi semula dan digunakan dalam penyesuaian daya injeksi bahan bakar.

5) *Pressure pin*

Pin tekanan bertujuan untuk memberikan tekanan pada jarum di dalam bukaan injektor selama proses atomisasi.

6) *Distance piece*

Komponen ini, biasa disebut sebagai mangkuk melengkung,

memfasilitasi penyaluran bahan bakar dan berfungsi sebagai dasar untuk pegas tekanan.

7) *Nozzle Needle*

Berfungsi untuk mengontrol volume bahan bakar yang diatomisasi melalui nozzle. Jarum ablasi ditekan ke bidang penutup oleh pegas penutup, dengan tekanan dapat disesuaikan melalui baut tekanan menengah. Melalui tekanan oli, gaya beroperasi pada permukaan kerucut. Komponen aksial gaya angkat jarum melawan fungsi pegas penutup. Jarum gerimis juga diidentifikasi sebagai jarum yang digunakan untuk menyembunyikan bahan bakar.

8) *Nozzle Body*

Berfungsi untuk mengarahkan bahan bakar ke ruang bakar. Pada akhir penyemprotan, tekanan dalam sistem berkurang, mengakibatkan jarum ditekan terhadap bidang penutup. Pengoperasian jarum penyemprot dapat diamati dengan jarum inspeksi. Dalam mode operasi ini, jika penyemprotan dimulai, pompa bahan bakar diaktifkan, dan sebaliknya, pompa dinonaktifkan ketika penyemprotan harus berhenti.

9) *Retaining Nut*

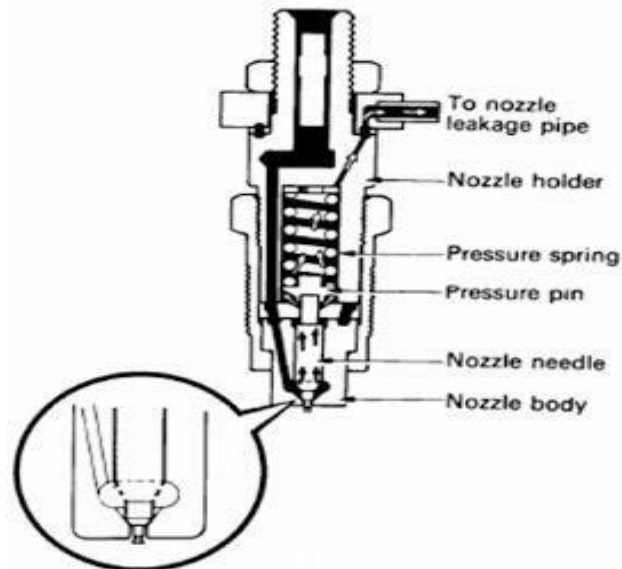
Berfungsi sebagai pengaman untuk memastikan bahwa komponen injektor tetap tidak berubah selama proses injeksi bahan bakar.

## **G. Cara Kerja Injektor**

Peran utama injektor nozzle adalah untuk mengatomisasi bahan bakar bertekanan yang dipasok oleh pompa injeksi ke dalam ruang bakar. Pompa injeksi merupakan komponen penting dari mesin diesel, yang bertugas untuk meningkatkan tekanan bahan bakar. (Ragiel, 2019).

1) Sebelum Penginjeksian

Gambar 2.4 *Nozzle* sebelum pengabutan

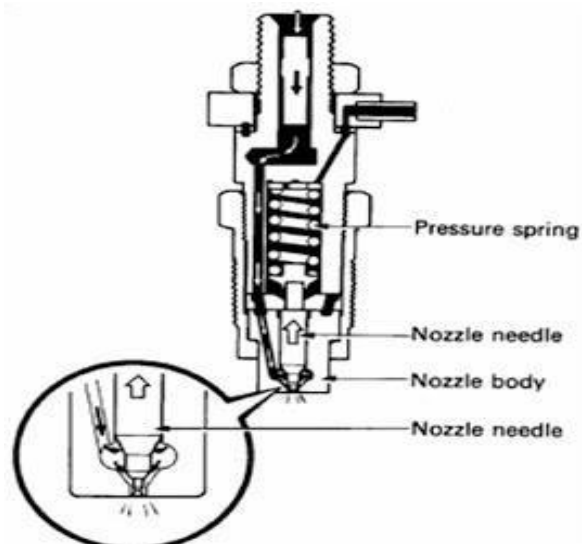


Sumber: Iksotomotif.com

Bahan bakar diesel bertekanan dialirkan dari pompa injeksi melalui saluran bahan bakar ke kedudukan nozzle, kemudian mengarahkan bahan bakar ke reservoir oli yang terletak di dasar badan nozzle.

## 2) Penginjeksian Bahan Bakar

Gambar 2.5 *Nozzle* ketika penginjeksian



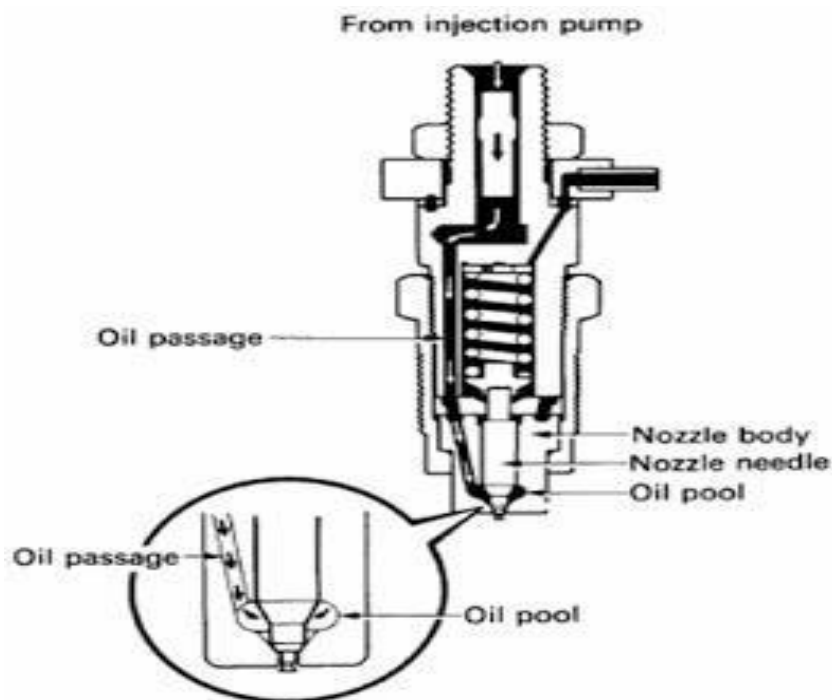
Sumber: Iksotomotif.com

Peningkatan tekanan bahan bakar di dalam reservoir oli ini memberikan gaya pada permukaan ujung jarum. Jika tekanan bahan

bakar ini melebihi hambatan yang diberikan oleh pegas, jarum nozzle akan dinaikkan oleh tekanan bahan bakar, mengakibatkan pelepasannya dari posisi yang ditentukan (dudukan body nozzle). Tindakan ini memfasilitasi pengeluaran bahan bakar, yang mengarah pada inisiasi injeksi atau atomisasi bahan bakar ke dalam ruang bakar.

### 3) Akhir Penginjeksian

Gambar 2.6 *Nozzle* Ketika akhir penginjeksian



Sumber: [lksotomotif.com](http://lksotomotif.com)

Ketika pompa injeksi berhenti memasok bahan bakar, tekanan di dalam nozzle injektor akan mengembalikan jarum nozzle ke posisi awalnya. Selama fase ini, jarum nozzle akan ditekan dengan kuat ke dudukan (dudukan body nozzle) oleh pegas balik, secara efektif menghalangi saluran bahan bakar agar tidak keluar. Sebagian bahan bakar yang tertahan di dalam nozzle injektor akan kembali melalui pipa luapan.

## H. Jenis–Jenis Injektor

Berbagai jenis injektor menunjukkan karakteristik dan sifat fogging

yang bervariasi. Dengan demikian, fungsinya bergantung pada proses pembakaran. Proses pembakaran ini secara intrinsik terkait dengan konfigurasi ruang bakar. (Wijanarko, 2019:9).

Dari segi karakteristik dan model, injektor terdiri atas :

1) Injektor Berlubang

a) Injektor berlubang satu (*single hole*)

Gambar 2.7 *Injector nozzle berlubang satu (single hole)*



<http://repository.unimar-amni.ac.id>

Injektor lubang tunggal menunjukkan proses pengisian yang patut dicontoh; Namun, mereka memerlukan tekanan pompa injeksi yang meningkat. Sebaliknya, injektor multi-lubang memberikan kopling yang unggul, membuatnya sangat cocok untuk aplikasi injeksi langsung.

b) Injektor berlubang banyak (*multi hole*)

Gambar 2.8 *Injector nozzle berlubang banyak (multi hole)*



Sumber : MV. Unison

Banyak injektor berlubang dari varietas ini digunakan di dalam ruang bakar katup, menampilkan bentuk kerucut di ujung, yang berinteraksi dengan jenis injeksi langsung. Jarum diposisikan pada dudukan katup. Bagian terminal badan katup menggabungkan beberapa komponen yang dirancang secara simetris, dengan diameter lubang berkisar antara 0,2 hingga 0,4 mm. Tekanan injeksi untuk nozzle jenis ini berfluktuasi antara 150 hingga 300 kg/cm.

## I. SPESIFIKASI INJEKTOR

*Injector* pada mesin kapal, khususnya mesin diesel, memiliki beberapa spesifikasi utama yang memastikan efisiensi dan performa optimal. Berikut adalah rincian spesifikasi umum untuk *injector* di mesin kapal:

1. Jumlah Lubang (*Holes*)
  - a. Umumnya memiliki 4 hingga 12 lubang.
  - b. Diameter lubang bervariasi antara 0,15 mm hingga 0,4 mm.
2. Tekanan Injeksi

Sistem injeksi tekanan tinggi, sering mencapai 2000 bar atau lebih

pada beberapa sistem *common rail modern*.

3. Material

Terbuat dari baja tahan karat atau baja paduan khusus yang tahan terhadap tekanan dan suhu tinggi serta korosi.

4. Desain *Nozzle*

- a. Desain canggih untuk atomisasi bahan bakar yang optimal.
- b. Beberapa *nozzle* menggunakan teknologi *piezoelectric* untuk kontrol presisi.

5. Mode Operasi

- a. *Multi-stage injection*: beberapa penyemprotan kecil (*pilot injection*) sebelum injeksi utama.
- b. Kemampuan menyesuaikan waktu dan volume injeksi sesuai dengan kondisi operasi mesin.

6. Kontrol Elektronik

- a. Dikendalikan oleh modul kontrol elektronik (*ECU*) yang memonitor dan mengatur waktu serta durasi injeksi bahan bakar.
- b. *ECU* menggunakan data dari sensor untuk memastikan kinerja optimal dan efisiensi bahan bakar.

7. Kapasitas dan Ukuran

- a. Bervariasi tergantung pada ukuran dan jenis mesin kapal.
- b. *Injector* untuk mesin besar memiliki kapasitas yang lebih besar dibandingkan dengan mesin kapal yang lebih kecil.

8. Fitur Tambahan

- a. *Cooling Channels*: Beberapa *injector* dilengkapi dengan saluran pendingin untuk menjaga suhu kerja optimal.
- b. *Coating*: Pelapisan khusus untuk mengurangi keausan dan meningkatkan ketahanan terhadap korosi.

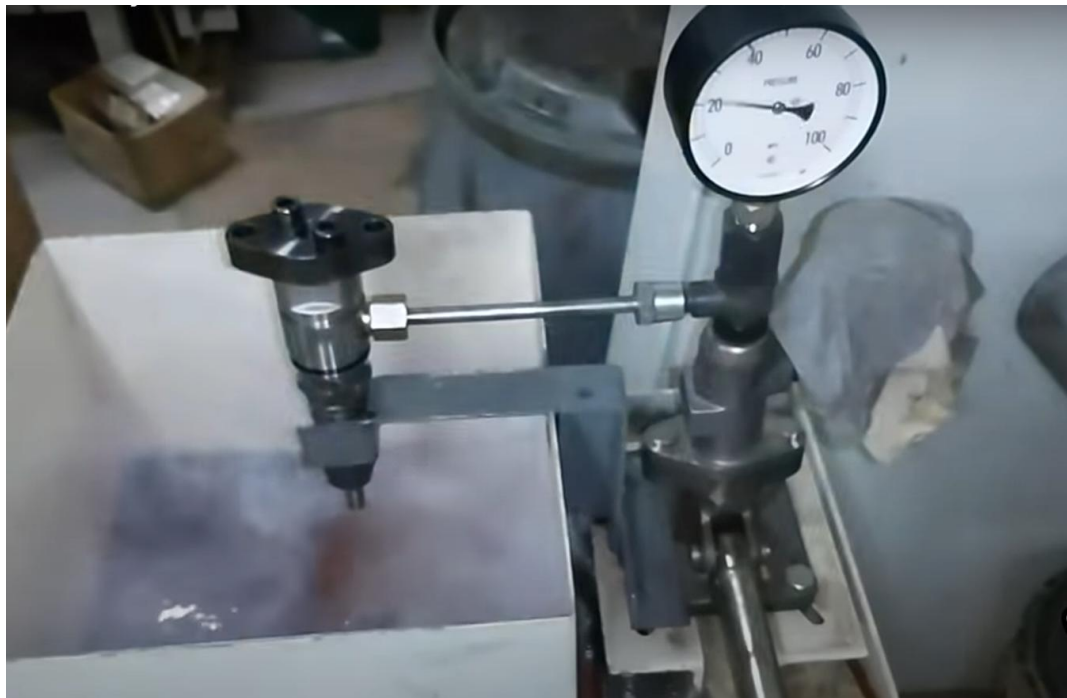
## J. PENYETELAN DAN PENGETESAN INJECTOR

Penilaian injektor mencakup beberapa tahap, termasuk uji kebocoran, diikuti dengan evaluasi tekanan penyemprotan, dan

selanjutnya pemeriksaan pola semprotan atau analisis pola semprotan nozzle. Setelah evaluasi ini, injektor menjalani uji aliran untuk mengukur pengiriman bahan bakarnya, yang berpuncak pada simulasi penggunaan operasional.

Sebelum melakukan penyesuaian, disarankan untuk memasang injektor ke tester dengan cara yang longgar. Udara yang ada di dalam garis tester harus dikeluarkan dengan menggerakkan tuas sampai bahan bakar diesel keluar dari sambungan pipa. (Sarifuddin, 2021).

Gambar 2.9 Pengeluaran Udara



Sumber: [erulmesin09.blogspot.com](http://erulmesin09.blogspot.com)

Setelah itu mulai melakukan langkah kerja sebagai berikut :

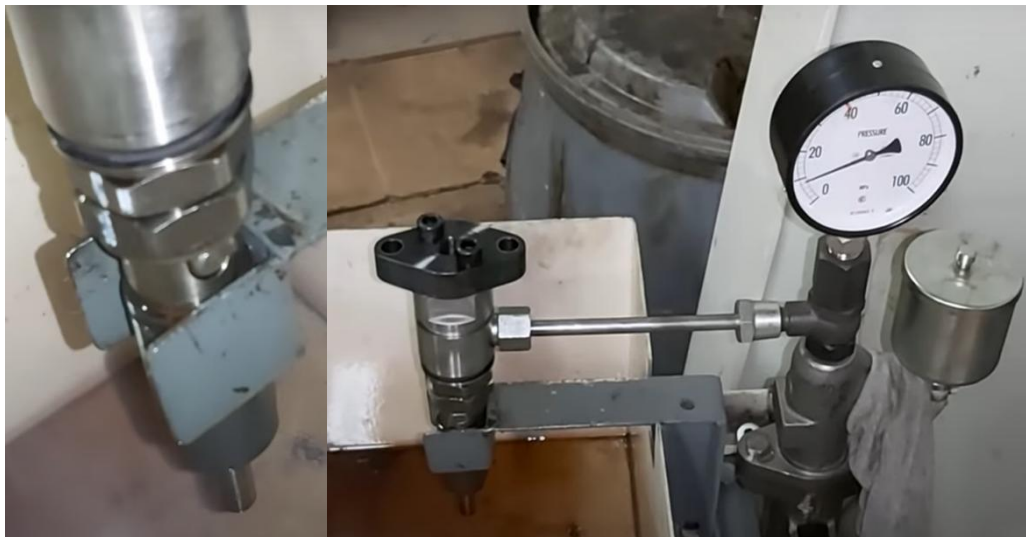
#### 1. *Leakage Test*

Untuk mengetahui apakah ada kebocoran baik dari bodi *injector* maupun pada jarum di *nozzle*nya, dengan cara

- a. Aktifkan keran yang terkait dengan manometer. Tuas penguji harus dipindahkan sampai manometer menunjukkan tekanan 80 bar, yang harus dipertahankan selama 20 detik. Selama waktu ini, sangat penting untuk mengamati kebocoran di ujung nozzle.

- b. Periksa badan nozzle dengan hati-hati dengan menggunakan jari untuk mendeteksi tetesan atau kelembaban di ujung nozzle. Sangat penting bahwa injektor tidak menunjukkan kebocoran, karena ini menimbulkan risiko yang signifikan bagi mesin karena potensi bahan bakar menetes secara eksternal, sehingga menciptakan bahaya kebakaran. Selanjutnya, jika jarum nozzle menunjukkan kebocoran, bahan bakar akan terus keluar, bahkan ketika injektor dalam keadaan tertutup, yang menyebabkan penurunan tekanan bahan bakar secara keseluruhan. Penilaian ini dilakukan sementara nozzle tetap dalam posisi tertutup. Jika tes ini menghasilkan hasil yang menguntungkan, menunjukkan tidak ada kebocoran, injektor dianggap siap untuk penggunaan operasional.

Gambar 2.10 Pemeriksaan Kebocoran



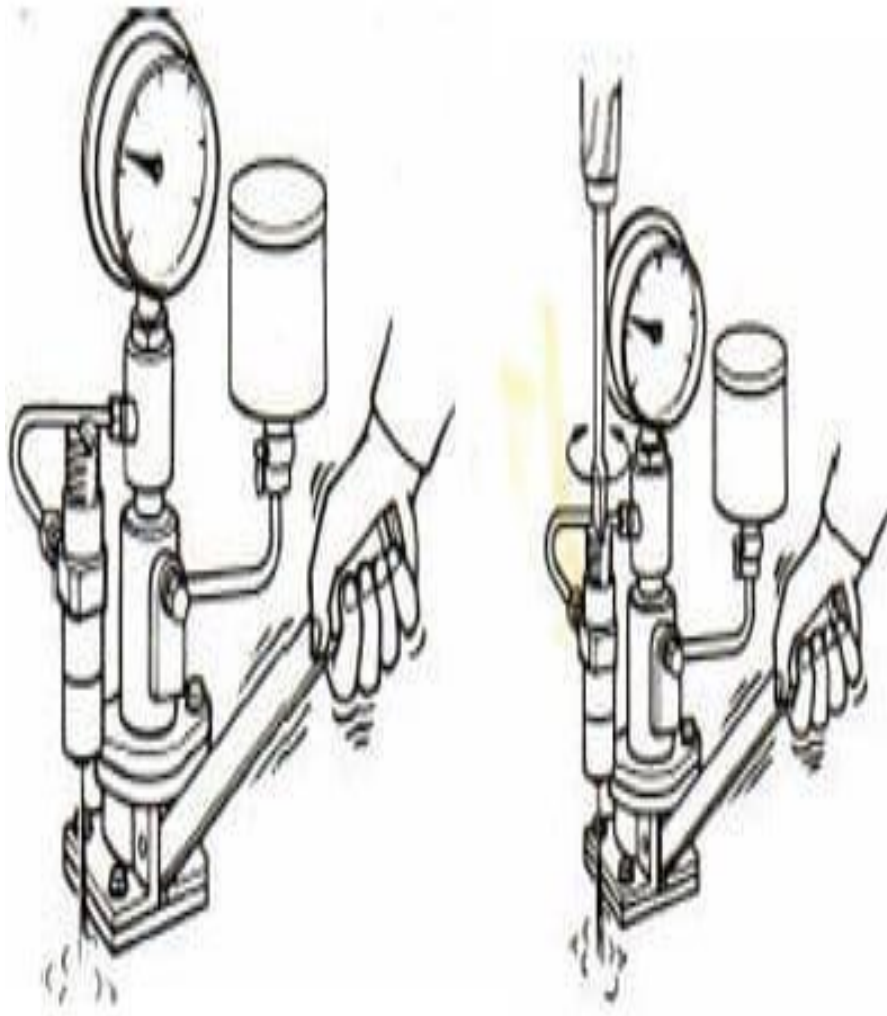
Sumber: erulmesin09.blogspot.com

## 2. Test tekanan penyemprotan

Lakukan uji tekanan penyemprotan dengan menggerakkan tuas penguji dengan cepat dan paksa dalam langkah penuh, dan kemudian catat tekanan yang ditunjukkan pada manometer.

Gambar 2.11 Tes Tekanan Penyemprotan Injektor

Sumber: erulmesin09.blogspot.com



3. Mengetes model Penyemprotan injector (*spray test*)

Dari test ini diketahui pola penyemprotan injektor. Konfigurasi nozzle injektor semprot secara signifikan mempengaruhi proses fogging yang terjadi di dalam ruang bakar. Oleh karena itu, pemeriksaan bentuk semprotan harus dilakukan selanjutnya untuk memastikan bahwa kondisi tekanan dan kebocoran injektor nozzle memuaskan.

Gambar 2.12 Model Penyemprotan Injektor



Sumber: Gridoto.com

#### 4. *Flow Test*

Kemampuan keseluruhan injektor akan dievaluasi selama fase pengujian ini. Oleh karena itu, penting untuk memastikan kapasitas standar yang diukur. Untuk memfasilitasinya, injektor diaktifkan (diberi energi untuk melepaskan jarum nozzle) dan disuplay dengan bahan bakar (di bawah tekanan spesifik) selama 15 detik, setelah itu aliran diukur untuk menentukan apakah selaras dengan kapasitas standar yang ditetapkan.

Setelah proses pembersihan dilaksanakan, tes ini kemudian dilakukan untuk memastikan kemanjuran pembersihan yang dilakukan. Kemampuan untuk mencapai pengembalian seragam di setiap silinder dievaluasi. Variabilitas dalam angka pengukuran tetap diperbolehkan untuk penggunaan operasional rutin.

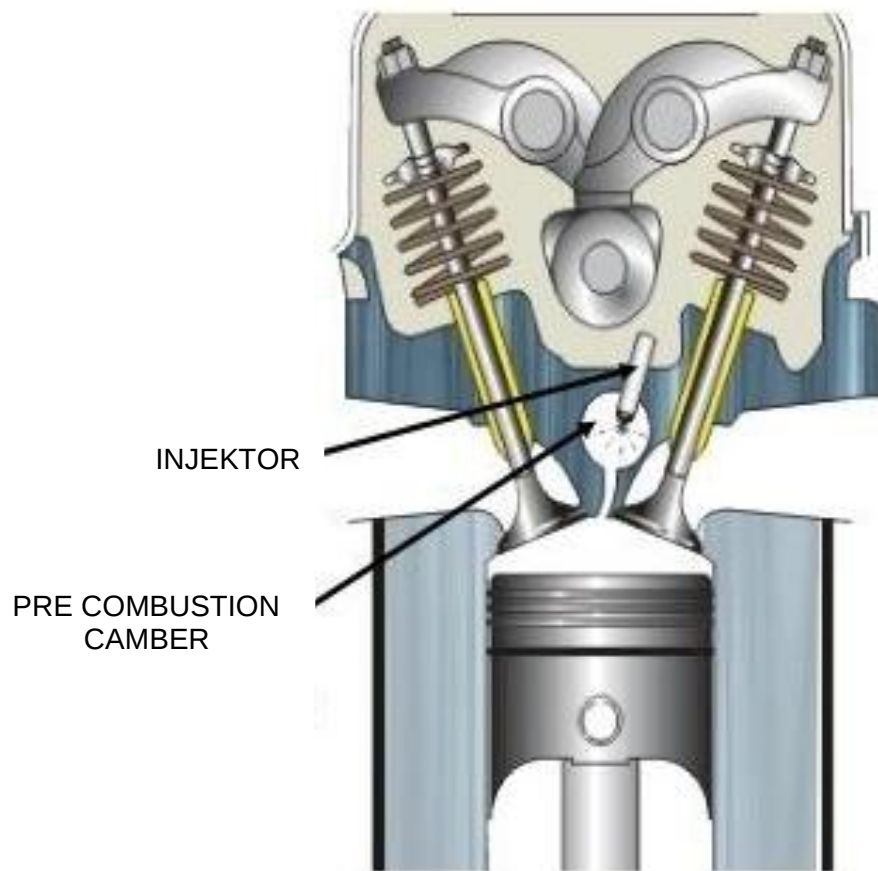
##### 1) Injektor model *pintle* dan *throttle*

Injektor model throttle dan pintle secara optimal cocok untuk mesin diesel yang ditandai dengan ruang bakar yang mencakup ruang prabakar, ruang depan, dan ruang umbilikalis (turbulen). Dalam hal fungsionalitas dan konfigurasi, injektor terdiri dari ruang pra-pembakaran serta mekanisme injeksi langsung. Kedua kategori injektor sering digunakan, karena masing-masing memiliki kelebihan yang berbeda di samping kelemahan

yang melekat, masing-masing. Perbedaan antara injektor langsung dan tidak langsung digambarkan sebagai berikut:

a) Injektor jenis tidak langsung ( *precombustion chamber* )

Gambar 2.13 Penyemprotan tidak langsung

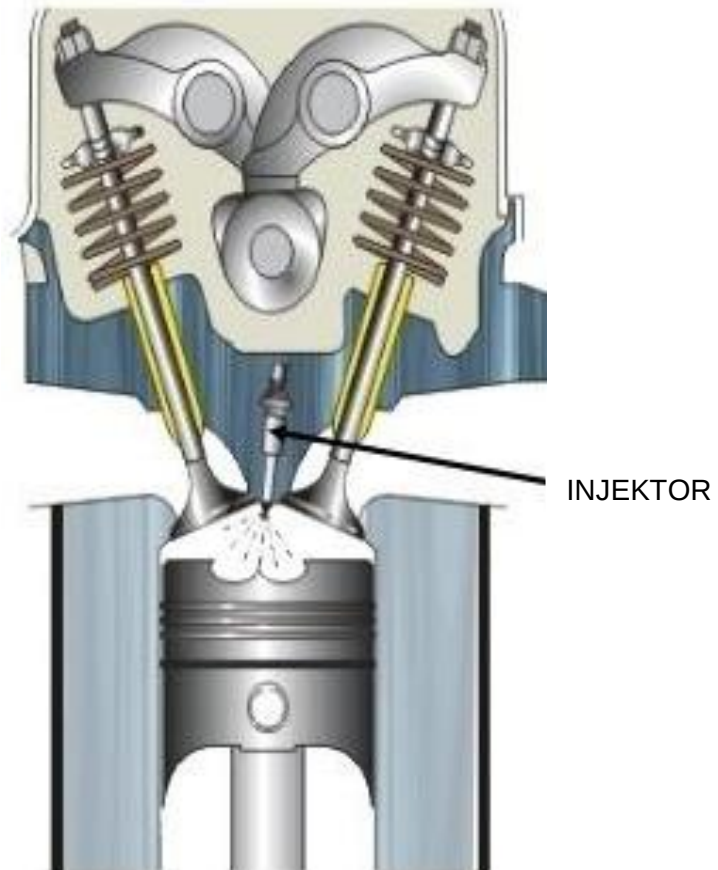


Sumber: <https://mobilmo.com>

Dalam sistem khusus ini, bahan bakar tidak langsung disuntikkan ke dalam silinder (ruang bakar utama); melainkan, pada awalnya dialihkan melalui ruang depan atau *precombustion chamber* (PC), memfasilitasi proses pembakaran yang merambat secara radial menuju ruang bakar primer.

b) Injeksi langsung (direct injection)

Gambar 2.14 Penyemprotan langsung



Sumber: Sumber: <https://mobilmo.com>

Metodologi operasional injeksi langsung pada mesin diesel melibatkan nozzle yang mendispersikan bahan bakar dalam bentuk kabut ke dalam ruang bakar, sehingga memungkinkan proses pembakaran yang mulus dalam mesin utama menggunakan jenis injektor multihole dan konfigurasi pintle. Dalam hal posisi injektor, jenis injeksi langsung digunakan, terutama untuk mesin diesel. Sistem ini menghasilkan peningkatan pembangkit listrik dan peningkatan efisiensi untuk mesin. Keuntungan injeksi langsung dibandingkan dengan injeksi tidak langsung (precombustion) adalah sebagai berikut:

1. Dalam pembakaran awal, efisiensi pembakaran lebih

unggul, sedangkan injeksi langsung menghasilkan konsumsi bahan bakar yang lebih ekonomis.

2. Umur komponen utama diperpanjang dalam kondisi pra-pembakaran, sementara injeksi langsung memberikan respons mesin yang lebih baik (akselerasi).
3. Dalam sistem pra-pembakaran, nozzle kurang rentan terhadap pengotoran atau kegagalan yang cepat, sedangkan mesin injeksi langsung menunjukkan kemudahan pengapian yang lebih besar.
4. Sistem pembakaran lebih ramah lingkungan, karena menghasilkan tingkat polusi udara yang lebih rendah; sebaliknya, sistem injeksi langsung memerlukan kapasitas yang lebih kecil untuk peralatan pendingin.
5. Dalam pembakaran awal, ada potensi untuk menggunakan bahan bakar yang lebih berat (memberikan energi yang lebih besar), sedangkan injeksi langsung menghasilkan tenaga kuda yang lebih tinggi.

#### **K. Proses Pengabutan Bahan Bakar Pada Injektor**

Aspirasi bahan bakar diesel melalui injektor sangat penting untuk memfasilitasi proses pembakaran yang optimal di dalam silinder. Meskipun pembakaran dalam mesin diesel dimulai melalui panas yang dihasilkan dari kompresi udara sekitar, terjadinya nyala api bergantung pada masuknya oksigen (Erhas, 2019).

Akibatnya, proses fumigasi terutama bertujuan untuk menggabungkan bahan yang mudah terbakar dengan oksigen. Untuk mencapai gas bahan bakar yang ideal di dalam injektor, prosedur fumigasi dapat dilakukan dengan menggunakan tiga sistem atomisasi yang berbeda, yang meliputi:

##### **1) Pengabutan Udara**

Proses pengabutan udara terjadi ketika tekanan bahan bakar berkisar antara 240 hingga 250 Bar, menghasilkan tekanan konsisten 240 Bar

di dalam housing alat penyemprot, yang terus-menerus bersentuhan langsung dengan tabung udara. Tekanan bahan bakar dari pompa, mencapai 350 Bar pada volume yang ditentukan, akan diarahkan ke cincin pemisah alat penyemprot. Tekanan bahan bakar dari pompa selanjutnya menggerakkan jarum fogging, sehingga memungkinkan udara bertekanan untuk menyatu dengan bahan bakar saat melintasi lubang halus di cincin pemisah, membentuk gas bahan bakar yang kemudian memasuki silinder. Gas bahan bakar yang dihasilkan oleh penggabungan udara dan bahan bakar akan menunjukkan sifat mudah terbakar yang tinggi saat bersentuhan dengan udara panas bertekanan tinggi. Plunger pompa injeksi, digerakkan oleh poros yang terhubung, dirancang untuk memfasilitasi ablasi secara eksklusif pada akhir fase kompresi.

## 2) Pengabutan Tekan

Dalam proses ablasi bertekanan, penting bahwa saluran bahan bakar dan ruang di dalam rumah penyalahguna tetap sepenuhnya jenuh dengan bahan bakar, dengan jarum ablasi dipertahankan dalam keadaan tertekan oleh pegas untuk memastikan penutupan saluran. Meskipun demikian, ketika bahan bakar dari pompa injeksi, memberikan tekanan 350 Bar, mengalir ke jarum penyemprot, alat penyemprot mengalami stres yang mengakibatkan pembukaan saluran. Akibatnya, bahan bakar didorong melalui celah antara jarum ablasi dalam bentuk gas. Untuk mencapai proses pembakaran sempurna di dalam silinder, proses kompresi udara dioptimalkan untuk menghasilkan turbulensi di udara.

## 3) Pengabutan Gas

Pengabut atau alat penyemprot ini dibuat dengan cermat sehingga komponennya dibangun di atas rumah penyangga, menggabungkan katup dan tabung penyangga yang terletak di dasar penyangga, yang terletak di dalam ruang bakar. Selama proses aspirasi, bahan bakar dipertahankan dalam keadaan tekanan tinggi,

dan katup injeksi tetap terbuka dari fase hisap yang diprakarsai oleh obor. Dalam kondisi ini, sebagian bahan bakar akan menumpuk di bejana gerimis, yang ditandai dengan lubang kecil di sepanjang sisinya. Fenomena ini akan menaikkan suhu motor sejauh bahan bakar berubah menjadi kabut. Pada puncak fase kompresi, udara bertekanan akan menembus tangki kabut melalui lubang kecil, yang berpuncak pada letusan. Namun, ini tidak cukup untuk membakar bahan bakar sepenuhnya karena kadar oksigen yang tidak memadai, mengakibatkan bahan bakar yang tidak terbakar keluar ke ruang bakar, di mana ia akan terbakar; dengan demikian, dalam sistem fogging ini, dua proses pembakaran direalisasi—yaitu, pembakaran awal dan proses pembakaran aktual berikutnya. Meskipun sistem ini jarang digunakan, proses fogging menghasilkan kabut bahan bakar yang cocok untuk proses pembakaran.

#### **L. Standar Operasional Prosedur Pengerjaan Injektor**

Standar Operasional Prosedur (SOP) untuk pengerjaan injektor di kapal adalah pedoman yang penting untuk memastikan bahwa prosedur dilaksanakan dengan aman dan efektif. Berikut adalah contoh SOP umum untuk pengerjaan injektor di kapal untuk memastikan pengerjaan injektor dilakukan dengan aman, efisien, dan sesuai dengan standar yang ditetapkan. Peralatan dan Bahan :

1. Peralatan pelindung diri (PPE): helm, sarung tangan, kacamata pelindung, sepatu keselamatan.
2. Alat-alat: kunci pas, kunci torsi, obeng, alat ukur tekanan, dan alat khusus untuk injektor.
3. Pelumas dan bahan pembersih yang sesuai.
4. Manual dan dokumentasi teknis dari produsen injektor.

Langkah-langkah

1. Persiapan
  - a. Kenakan peralatan pelindung diri (PPE).

- b. Pastikan area kerja bersih dan bebas dari hambatan.
  - c. Periksa alat yang akan digunakan dalam kondisi baik dan siap pakai.
2. Isolasi Sistem
- a. Pastikan mesin dalam keadaan mati dan telah didinginkan.
  - b. Isolasi sistem bahan bakar untuk mencegah kebocoran atau tumpahan bahan bakar.
3. Pembongkaran Injektor
- a) Lepaskan saluran bahan bakar yang terhubung ke injektor.
  - b) Gunakan alat yang sesuai untuk melepas injektor dari mesin.
  - c) Letakkan injektor di tempat yang bersih dan aman untuk inspeksi lebih lanjut.
4. Pembersihan dan Inspeksi
- a) Bersihkan injektor dengan bahan pembersih yang sesuai.
  - b) Inspeksi visual untuk memeriksa kerusakan atau keausan.
  - c) unakan alat ukur untuk memeriksa tekanan dan kondisi teknis injektor sesuai spesifikasi produsen.
5. Perbaikan atau Penggantian
- a. Jika ditemukan kerusakan atau keausan, lakukan perbaikan atau ganti injektor dengan yang baru sesuai rekomendasi produsen.
  - b) Pastikan semua komponen pengganti dalam kondisi baik dan sesuai dengan spesifikasi.
6. Pemasangan Kembali
- a. Pasang injektor yang telah diperbaiki atau diganti ke mesin.
  - b. Kencangkan dengan torsi yang sesuai sesuai dengan spesifikasi teknis.
  - c. Sambungkan kembali saluran bahan bakar.
7. Pengujian dan Penyesuaian
- a. Nyalakan mesin dan lakukan pengujian untuk memastikan injektor bekerja dengan baik.
  - b. Periksa kebocoran dan pastikan semua sambungan rapat.

- c. Lakukan penyesuaian jika diperlukan untuk memastikan kinerja optimal.
- 8. Dokumentasi
  - a. Catat semua tindakan yang telah dilakukan, termasuk perbaikan atau penggantian yang dilakukan.
  - b. Simpan dokumentasi untuk referensi dan audit di masa mendatang.
- 9. Penutupan
  - a. Bersihkan area kerja dan alat-alat yang digunakan.
  - b. Pastikan semua alat dan bahan disimpan dengan benar.
  - c. Laporkan hasil pekerjaan kepada atasan atau pihak yang berwenang.

#### Catatan Penting

- 1) Selalu ikuti petunjuk dan panduan dari produsen injektor.
- 2) Pastikan semua langkah dilakukan dengan hati-hati untuk menghindari kecelakaan atau kerusakan.
- 3) Lakukan pelatihan rutin bagi personel yang terlibat dalam pengerjaan injektor.

SOP ini dapat disesuaikan lebih lanjut sesuai dengan kebijakan dan prosedur spesifik dari perusahaan atau operator kapal.

#### **M. Kerangka Pikir**

Pengaruh tekanan pengabutan bahan bakar sangat berpengaruh bagi mesin induk kapal, maka dari itu pengaruh tekanan pengabutan bahan bakar perlu di jaga untuk kelancaran, dan menyebabkan mesin induk kapal bekerja dengan baik.

Penggunaan bahan bakar kualitas rendah dapat menyebabkan kegagalan injektor yang cepat dan mengurangi masa pakai jarum(*nozzle*).

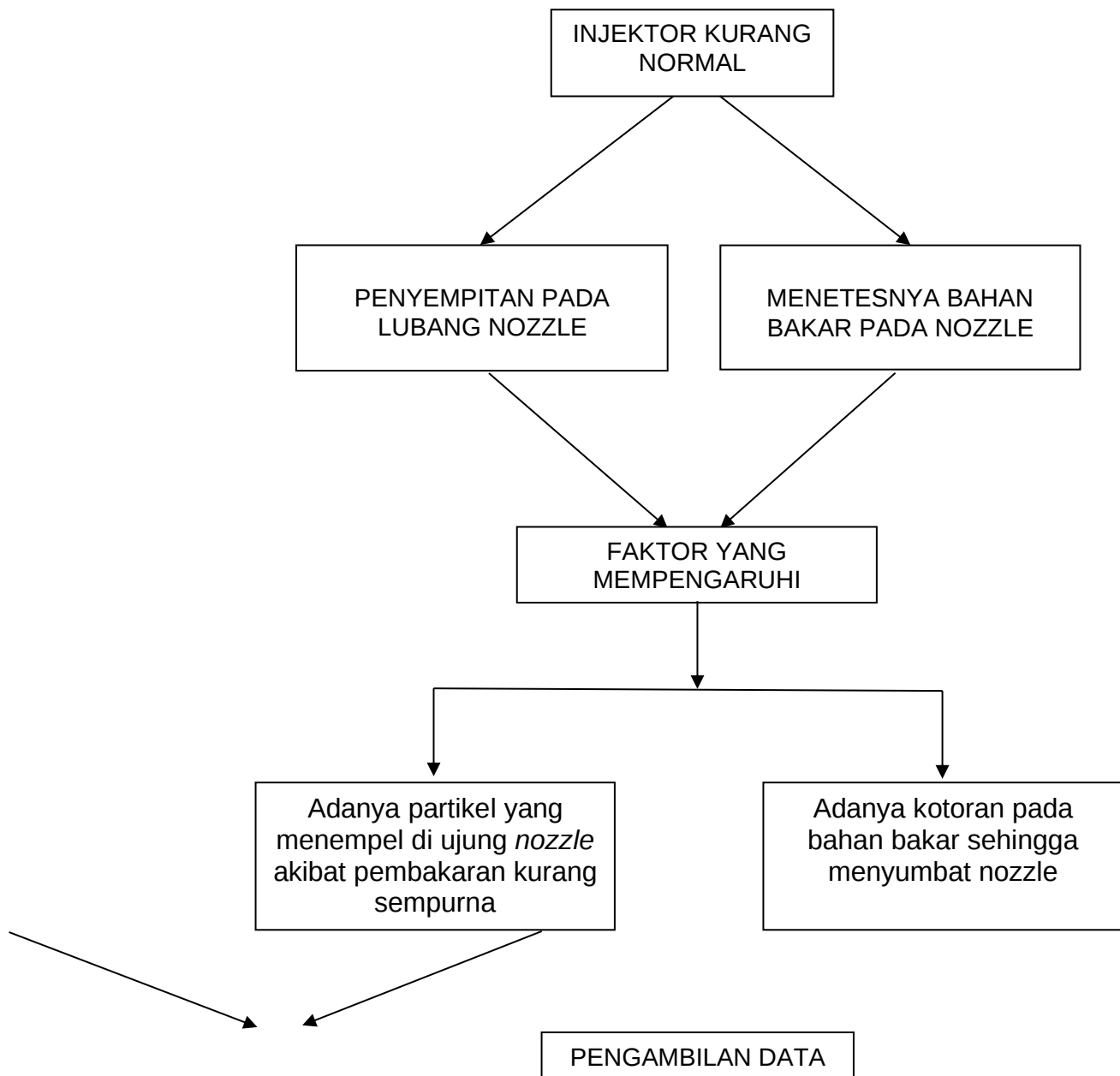
Kerangka pikir yang digunakan berasal dari model teoritis standar berdasarkan teks yang sudah mapan. Implementasinya memerlukan

pengujian yang ketat, menetapkan batas untuk perbaikan komponen sesuai dengan spesifikasi yang diperlukan untuk mendukung operasi kapal yang mulus sebagai entitas kohesif.

Sesuai dengan judul skripsi yang dipilih, kerangka pemikiran disusun sebagai berikut:

Kerusakan *injector* bahan bakar disebabkan oleh lubang nosel menyempit dan bahan bakar masuk ke nosel. Ada satu faktor; Bahan bakar, penyebab penyumbatan

Tabel : 1.2 tabel kerangka pikir



## N. Hipotesis

Mengingat masalah yang diartikulasikan oleh penulis, asumsi yang mendasari selama penyelidikan penulis adalah sebagai berikut:

- Tersumbatnya lubang pada *Nozzle*
- Menetesnya bahan bakar pada *Nozzle*

### **BAB III**

#### **METODE PENELITIAN**

##### **A. TEMPAT DAN WAKTU PENELITIAN**

###### **1. Tempat Penelitian**

Penulis melaksanakan penelitian pada saat menjalani kegiatan praktek kerja laut (PRALA) di atas kapal MV. Unison milik UNISON MARINE CORPORATION CO.LTD perusahaan yang berada di taiwan dan mengoperasikan kapal cargo di rute perairan internasional.

###### **2. Waktu penelitian**

Adapun waktu penelitian di kapal MV. Unison yaitu kurun waktu penelitian adalah kurang lebih 14 bulan

##### **B. METODE PENELITIAN**

Dalam menyusun proposal ini, penulis menggunakan cara atau metode yaitu:

###### **1. Metode Observasi**

Secara khusus, penulis melakukan studi observasional dan dokumentasi fenomena yang sedang diamati. Analisis menyeluruh dari data yang diperoleh dari pengamatan atau penilaian langsung objek penelitian akan dilakukan, di mana penulis akan terlibat dalam Praktek Laut (PRALA).

###### **2. Metode Wawancara**

Yaitu, metodologi untuk mengumpulkan informasi melalui administrasi serangkaian pertanyaan lisan, yang harus ditanggapi secara lisan juga. Teknik wawancara ini sangat efektif dalam mendapatkan penjelasan yang lebih komprehensif dari pertanyaan atau banyak aspek yang tetap ambigu dalam konteks masalah yang berkaitan dengan materi pelajaran yang sedang diperiksa. yaitu tentang *tekanan pengabutan bahan bakar terhadap daya mesin*

*induk* beserta permasalahannya.

3. Metode pustakaan ( *Liberary Research*)

Secara khusus, ini melibatkan proses dengan menganalisis literatur atau teks referensi yang berkaitan dengan masalah yang sedang dibahas, terutama kerangka teoritis yang akan digunakan dalam wacana masalah yang sedang diselidiki.

### C. JENIS DAN SUMBER DATA

Mengenai klasifikasi data yang digunakan, dapat digambarkan menjadi dua kategori yang berbeda, yaitu:

1. Jenis Data

a. Data Kualitatif

Data diperoleh dalam bentuk variabel yang merangkum informasi mengenai wacana, baik secara lisan maupun tertulis.

b. Data Kuantitatif

Data yang dikumpulkan bermanifestasi sebagai angka numerik yang berasal dari situs penelitian, yang memerlukan pemrosesan ulang selanjutnya.

2. Sumber Data

Mengenai data yang digunakan oleh penulis, itu terdiri dari:

a. Data *primer*

Data primer mengacu pada informasi yang dikumpulkan langsung dari sumber asli atau responden. Berdasarkan definisi yang disebutkan di atas, dapat disimpulkan bahwa data primer berasal dari sumber awal atau asli. Data ini tidak tersedia dalam format yang dikumpulkan atau berbasis data. Itu harus dikejar melalui sumber, khususnya individu yang dikonsultasikan untuk mendapatkan informasi atau data. Dalam skenario ini, itu berkaitan dengan Kepala Ruang Mesin, Mesin, dan Masinis Penjaga lainnya.

*b. Data sekunder*

Data sekunder merupakan informasi yang sudah dapat diakses, sehingga hanya membutuhkan pencarian dan pengumpulan data tersebut. Berdasarkan karakterisasi di atas, dapat disimpulkan bahwa data sekunder berasal dari sumber tidak langsung, yang biasanya terdiri dari data dokumentasi dan catatan resmi.

#### **D. METODE ANALISIS**

Metodologi analisis yang digunakan oleh penulis bersifat deskriptif secara kualitatif, menandakan bahwa penulis menggunakan teknik analisis data non-komputasi yang memfasilitasi pemrosesan data dan penyajian data ini dalam bentuk yang lebih bermakna dan dapat dipahami oleh orang lain. Analisis deskriptif dilakukan untuk memperoleh wawasan mengenai isu-isu yang terkait dengan materi tematik skripsi ini.

Dari data yang diperoleh sesuai dengan prosedur yang disebutkan di atas, penulis selanjutnya dapat mengumpulkan data yang berkaitan dengan penelitian yang dilakukan. Data yang diperoleh diproses sejalan dengan kerangka teoritis yang ditetapkan sejak awal sebelum pelaksanaan pengumpulan data. Data yang diproses kemudian dianalisis sehubungan dengan hasil yang diperoleh dengan menyandingkannya dengan konstruksi teoritis yang digunakan. Hasil analisis kemudian disintesis.

Setelah puncak evaluasi komprehensif ini, kami kemudian diposisikan untuk memperoleh simpulan berdasarkan analisis dan diskusi yang dilakukan. Selanjutnya, kami memberikan rekomendasi yang sesuai dengan simpulan kami, sementara juga mempertimbangkan input material mengenai pengaruh tekanan bahan bakar pada tenaga mesin sampai prosedur dianggap selesai.

### E. Jadwal Penelitian

Tabel : 1.3 jadwal pelaksanaa penelitian

| NAMA OBJECT                            | TAHUN 2021       |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
|----------------------------------------|------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|
|                                        | BULAN            |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
|                                        | 1                | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| Diskusi buku referensi                 |                  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Pemilihan judul                        |                  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Penyusunan proposal dan bimbingan      |                  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Seminar proposal                       |                  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Perbaikan seminar proposal             |                  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
|                                        | TAHUN 2022- 2023 |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| PENGAMBILAN DATA PENELITIAN            |                  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
|                                        | TAHUN 2024       |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Penetapan judul untuk hasil penelitian |                  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Penyusunan hasil penelitian            |                  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Seminar hasil                          |                  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Perbaikan                              |                  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Seminar tutup                          |                  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |