

LAPORAN TUGAS AKHIR  
KARYA TULIS ILMIAH

**ANALISIS PENYEBAB KETIDAKSEMPURNAAN PROSES  
PENGABUTAN PADA *INJECTOR* MESIN INDUK *TYPE*  
ZICHAI-YANMAR 6N330-EW  
DI KAPAL MV SPIL RUMI**



ACH. HARBUL FIJAR  
NIT 09.21.017.1.06

disusun sebagai salah satu syarat  
menyelesaikan Program Pendidikan Sarjana Terapan

POLITEKNIK PELAYARAN SURABAYA  
PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN  
TEKNOLOGI REKAYASA PERMESINAN KAPAL  
TAHUN 2025

LAPORAN TUGAS AKHIR  
KARYA TULIS ILMIAH

**ANALISIS PENYEBAB KETIDAKSEMPURNAAN PROSES  
PENGABUTAN PADA *INJECTOR* MESIN INDUK *TYPE*  
ZICHAI-YANMAR 6N330-EW  
DI KAPAL MV SPIL RUMI**



ACH. HARBUL FIJAR  
NIT 09.21.017.1.06

disusun sebagai salah satu syarat untuk  
menyelesaikan Program Pendidikan Sarjana Terapan

POLITEKNIK PELAYARAN SURABAYA  
PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN  
TEKNOLOGI REKAYASA PERMESINAN KAPAL  
TAHUN 2025

## **PERNYATAAN KEASLIAN**

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : ACH. HARBUL FIJAR

Nomor Induk Taruna : 09.21.017.1.06

Program Studi : Sarjana Terapan Transportasi Laut

Menyatakan bahwa Karya Ilmiah Terapan yang saya tulis dengan judul :

**“ANALISIS PENYEBAB KETIDAKSEMPURNAAN PROSES PENGABUTAN  
PADA INJECTOR MESIN INDUK TYPE ZICHLI-YANMAR 6N330-EW DI  
KAPAL MV SPIL RUMI”**

Merupakan karya asli seluruh ide yang ada dalam Karya Ilmiah Terapan tersebut, kecuali tema dan yang saya nyatakan sebagai kutipan, merupakan ide saya sendiri. Jika pernyataan di atas terbukti tidak benar, maka saya sendiri menerima sanksi yang ditetapkan oleh Politeknik Pelayaran Surabaya.

Surabaya, Juli 2025



**Ach. Harbul Fijar  
NIT 09.21.005.1.08**

PERSETUJUAN UJI KELAYAKAN

PROPOSAL TUGAS AKHIR

Judul : **ANALISIS PENYEBAB KETIDAKSEMPURNAAN  
PROSES PENGABUTAN PADA *INJECTOR* MESIN  
INDUK *TYPE ZICHAI-YANMAR 6N330-EW*  
DI KAPAL MV SPIL RUMI**

Nama Taruna : ACH. HARBUL FIJAR

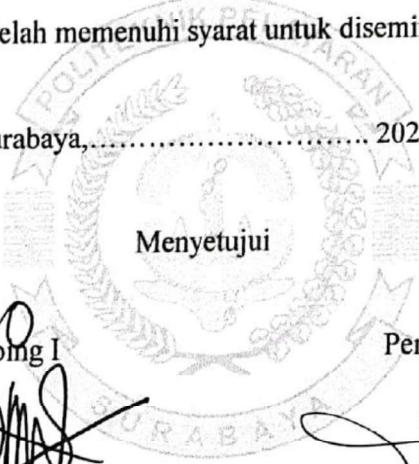
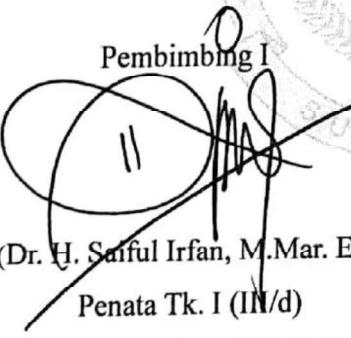
NIT : 09.21.017.1.06

Program Studi : TEKNOLOGI REKAYASA PERMESINAN KAPAL

Dengan ini dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diseminarkan :

Surabaya, ..... 2025

Menyetujui

  
Pembimbing I   
(Dr. H. Saiful Irfan, M.Mar. E.)  
Penata Tk. I (III/d)  
NIP. 19760905 201012 1 001

Pembimbing II   
(Sri Mulyanto H, S.T, M.T.)  
Penata Tk. I (IV/a)  
NIP. 19720418 199803 1 002

Mengetahui  
Ketua Prodi Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal

  
(Dr. Antonius Edy Kristiyono, M.Pd., M.Mar.E.)  
Penata Tk. I (III/d)  
NIP. 19690531 200312 1 001

**PERSETUJUAN SEMINAR HASIL  
KARYA ILMIAH TERAPAN**

Judul

**: ANALISIS PENYEBAB KETIDAKSEMPURNAAN  
PROSES PENGABUTAN PADA *INJECTOR* MESIN  
INDUK *TYPE ZICHAI-YANMAR 6N330-EW*  
DI KAPAL MV SPIL RUMI**

Nama Taruna : ACH. HARBUL FIJAR

NIT : 09.21.017.1.06

Program Studi : TEKNOLOGI REKAYASA PERMESINAN KAPAL

Dengan ini dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diseminarkan :

Surabaya, ..... 2025

Menyetujui

Pembimbing I

Pembimbing II

(Dr. H. Saiful Irfan, M.Mar. E.)

Penata Tk. I (III/d)

NIP. 19760905 201012 1 001

(Sri Mulyanto H, S.T, M.T.)

Penata Tk. I (IV/a)

NIP. 19720418 199803 1 002

Mengetahui  
Ketua Prodi Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal



(Dr. Antonius Edy Kristiyono, M.Pd., M.Mar.E.)

Penata Tk. I (III/d)

NIP. 19690531 200312 1 001

LEMBAR PENGESAHAN PROPOSAL  
KARYA ILMIAH TERAPAN

ANALISIS PENYEBAB KETIDAKSEMPURNAAN PROSES  
PENGABUTAN PADA *INJECTOR* MESIN INDUK *TYPE ZICHAI-*  
*YANMAR 6N330-EW* DI KAPAL MV SPIL RUMI

Disusun dan diajukan oleh:

ACH. HARBUL FIJAR  
NIT 09.21.017.1.06  
TEKNOLOGI REKAYASA PERMESINAN KAPAL

Telah dipresentasikan di depan panitia seminar Tugas Akhir  
Politeknik Pelayaran Surabaya  
Pada tanggal, 15 Januari 2025

Menyetujui

Pengaji I Pengaji II Pengaji III

(Eko Prayitno, S.Pd.I, M.M.)  
Penata Tk. I (III/d)  
NIP. 19760322 200212 1 002

(Dr. H. Saifu; Irfan, M.Mar. E..)  
Penata Tk. I (III/d)  
NIP. 19760905 201012 1 001

(Sri Mulyanto Herlambang, S.T, M.T.)  
Penata Tk. I (IV/a)  
NIP. 19720418 199803 1 002

Mengetahui,  
Ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal  
Politeknik Pelayaran Surabaya

(Dr. Antonius Edy Kristiyono, M.Pd., M.Mar.E.)  
Penata Tk. I (III/d)  
NIP. 19690531 200312 1 001

PERSETUJUAN UJI KELAYAKAN

PROPOSAL TUGAS AKHIR

Judul : **ANALISIS PENYEBAB KETIDAKSEMPURNAAN  
PROSES PENGABUTAN PADA *INJECTOR* MESIN  
INDUK *TYPE ZICHAI-YANMAR 6N330-EW*  
DI KAPAL MV SPIL RUMI**

Nama Taruna : ACH. HARBUL FIJAR

NIT : 09.21.017.1.06

Program Studi : TEKNOLOGI REKAYASA PERMESINAN KAPAL

Dengan ini dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diseminarkan :

Surabaya, ..... 2025

Menyetujui

Pembimbing I

Pembimbing II

(Dr. H. Saiful Irfan, M.Mar. E.)

(Sri Mulyanto H, S.T, M.T.)

Penata Tk. I (III/d)

Penata Tk. I (IV/a)

NIP. 19760905 201012 1 001

NIP. 19720418 199803 1 002

Mengetahui  
Ketua Prodi Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal

(Dr. Antonius Edy Kristiyono, M.Pd., M.Mar.E.)

Penata Tk. I (III/d)

NIP. 19690531 200312 1 001

## ABSTRAK

Proses pengabutan bahan bakar pada *Injector* mesin induk kapal sangat menentukan efisiensi pembakaran. Ketidak sempurnaan proses ini dapat disebabkan oleh tekanan bahan bakar rendah, penyumbatan *nozzle*, atau kualitas bahan bakar buruk. Penelitian ini dilakukan di kapal MV. SPIL RUMI untuk menganalisis penyebab dan solusi dari ketidak sempurnaan tersebut.

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan metode observasi langsung, wawancara, dan dokumentasi selama praktik laut di MV. SPIL RUMI. Teknik analisis menggunakan diagram *fishbone* untuk menemukan penyebab utama permasalahan pengabutan bahan bakar, dengan mempertimbangkan faktor manusia, material, metode, dan mesin secara sistematis dan mendalam.

Ditemukan bahwa ketidak sempurnaan pengabutan disebabkan oleh tekanan bahan bakar rendah, penyumbatan *nozzle*, filter kotor, kualitas bahan bakar buruk, serta purifier yang tidak optimal. Setelah dilakukan perbaikan dan pengujian tekanan, performa *Injector* kembali normal. Perawatan rutin dan prosedur sesuai *manual book* menjadi solusi utama untuk mencegah kerusakan serupa. Ketidak sempurnaan pengabutan terjadi akibat tekanan tidak maksimal, penyumbatan *nozzle*, kualitas bahan bakar rendah, dan filter atau purifier yang tidak terawat. Pencegahan dilakukan melalui perawatan *Injector*, pengecekan tekanan, penggunaan bahan bakar standar, serta perawatan sistem filtrasi. Perawatan berkala menjamin pembakaran sempurna dan efisiensi mesin yang optimal.

**Kata kunci:** *Injector*, Pengabutan Bahan Bakar, Mesin Induk, *MV SPIL RUMI*.

## ABSTRACT

*The fuel atomization process in the ship's main engine Injector greatly determines combustion efficiency. Imperfections in this process can be caused by low fuel pressure, nozzle blockage, or poor fuel quality. This study was conducted on the MV. SPIL RUMI ship to analyze the causes and solutions to these imperfections.*

*This study uses a qualitative approach with direct observation methods, interviews, and documentation during sea practice on the MV. SPIL RUMI. The analysis technique uses a fishbone diagram to find the main cause of fuel atomization problems, by considering human, material, method, and machine factors systematically and in depth.*

*It was found that atomization imperfections were caused by low fuel pressure, nozzle blockage, dirty filters, poor fuel quality, and suboptimal purifiers. After repairs and pressure testing, the Injector performance returned to normal. Routine maintenance and procedures according to the manual book are the main solutions to prevent similar damage. Atomization imperfections occur due to suboptimal pressure, nozzle blockage, low fuel quality, and unmaintained filters or purifiers. Prevention is done through Injector maintenance, pressure checks, use of standard fuel, and filtration system maintenance. Regular maintenance ensures perfect combustion and optimal engine efficiency.*

**Keywords:** *Injector, Fuel Atomization, Main Engine, MV SPIL RUMI.*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur akan kehadirat Allah SWT tuhan Semesta Alam atas segala limpahan rahmat,taufik serta hidayah-Nya, sehingga Penulis dapat menyelesaikan penelitian ini dengan mengambil judul : **“ANALISIS PENYEBAB KETIDAKSEMPURNAAN PROSES PENGABUTAN PADA INJECTOR MESIN INDUK TYPE ZICHAI-YANMAR 6N330-EW DI KAPAL MV SPIL RUMI”**. Tujuan penulisan karya ilmiah ini sebagai syarat guna memenuhi syarat memperoleh gelar Sarjana Terapan yang diadakan oleh Politeknik Pelayaran Surabaya.

Penyusunan laporan tugas akhir ini merupakan salah satu bentuk pemenuhan tugas serta syarat akademik dalam menyelesaikan Program Sarjana Terapan di Politeknik Pelayaran Surabaya. Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan, arahan, bimbingan, serta petunjuk yang sangat berharga dalam proses penyusunan makalah penelitian ini. Dengan segala hormat, penulis ingin menyampaikan apresiasi dan penghargaan yang tulus kepada::

1. Kedua Orang tua Bapak Slamet Riadi dan Ibu Marwah kakak dan adik-adik saya yang selalu mendoakan, yang senantiasa mendampingi, memberi dorongan, semangat, dan memberikan dukungan moril maupun materil terima kasih.
2. Bapak Moejiono, M.T., M.Mar. E selaku direktur Politeknik Pelayaran Surabaya berserta jajarannya yang telah menyediakan fasilitas dan pelayanan, sehingga penulis dapat menyelesaikan Karya Ilmiah Terapan ini.
3. Ke Antonius Edy Kristiyono, M.Pd, selaku Ketua Jurusan TRPK, yang telah memberikan dukungan dan motivasi yang sangat besar bagi penulis untuk menyelesaikan Karya Ilmiah Terapan ini.
4. Bapak Dr. H. Saifu Irfan, M.Mar. E selaku dosen pembimbing I skripsi yang telah memberikan kritik dan saran bimbingan maupun arahan yang sangat berguna dalam penyusunan skripsi ini.
5. Sri Mulyanto Herlambang, S.T., M.T.\_selaku dosen pembimbing II skripsi yang telah memberikan kritik dan saran bimbingan maupun arahan yang sangat berguna dalam penyusunan skripsi ini.
6. Seluruh Civitas Akademika Politeknik Pelayaran Surabaya.
7. Teman-teman kontrakan, selaku support sistem selama pengerjaan KIT dan ada selalu ada setiap suka maupun duka saat proses pengerjaan karya ilmiah terapana ini.
8. Teman-teman TRPK A & TRPK B yang sudah menjadi rekan belajar yang baik selama penulis berpendidikan di Politeknik Pelayaran Surabaya.
9. Seluruh teman-teman Prodi Nautika, Elektro, Teknika dan khususnya ANGKATAN XII Politeknik Pelayaran Surabaya, yang telah memberikan dukungan yang tiada henti-hentinya kepada penulis sehingga penulis dapat

- menyelesaikan laporan tugas akhir ini
10. PT. SPIL, Nakhoda, KKM, Masinis, Mualim dan Kru kapal KM. SPIL RUMI yang sangat membantu dan memberikan kesempatan serta pengetahuan kepada peneliti pada saat melaksanakan praktik laut.
  11. Teman KRB TEAM yang sudah menjadi saksi perjalanan hidup penulis, dan selalu ada disaat suka dan duka.

Akhir kata, saya ingin menyampaikan harapan saya agar proyek penelitian ini dapat bermanfaat bagi semua orang yang terlibat, termasuk para penulis, pembaca, dan terutama kapten kapal, dalam meningkatkan kualitas pekerjaan mereka di kapal.

Surabaya, .....2025

ACH. HARBUL FIJAR  
NIT 09.21.017.1.06

## DAFTAR ISI

<b>JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>PERNYATAAN KEASLIAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>PERSETUJUAN UJI KELAYAKAN .....</b>	<b>iii</b>
<b>PERSETUJUAN SEMINAR HASIL .....</b>	<b>iv</b>
<b>PENGESAHAN SEMINAR PROPOSAL .....</b>	<b>v</b>
<b>PENGESAHAN SEMINAR HASIL.....</b>	<b>vi</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>vii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>viii</b>
<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xv</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
A. Latar Belakang .....	1
B. Rumusan Masalah .....	3
C. Batasan Masalah.....	4
D. Tujuan Penelitian.....	4
E. Manfaat Penelitian .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>6</b>
A. <i>Review Penelitian Sebelumnya .....</i>	6
B. Landasan Teori .....	7
C. Kerangka Berpikir.....	20

<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>22</b>
A. Jenis Penelitian.....	22
B. Waktu dan Tempat Penelitian.....	24
C. Sumber Data dan Teknik Pengumpulan Data .....	24
D. Teknik Analisis Data .....	26
<b>BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>28</b>
A. Gambaran Umum Lokasi Penelitian .....	28
B. Hasil Penelitian .....	30
C. Pembahasan.....	40
<b>BAB V PENUTUP.....</b>	<b>47</b>
A. Kesimpulan .....	47
B. Saran.....	48
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>50</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>51</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 <i>Main diesel engine</i> .....	7
Gambar 2. 2 <i>Injector</i> .....	9
Gambar 2. 3 Kerangka Berpikir .....	20
Gambar 4. 1 MV SPIL RUMI .....	28
Gambar 4. 2 <i>Ship particular</i> kapal MV. SPIL RUMI .....	29
Gambar 4. 3 Suhu gas buang saat keadaan normal .....	31
Gambar 4. 4 Suhu gas buang dalam keadaan abnormal .....	31
Gambar 4. 5 Suhu gas buang setelah perbaikan .....	32
Gambar 4. 6 Kondisi <i>Injector cyl</i> no.6 sebelum dilakukan perawatan .....	35
Gambar 4. 7 Pembongkaran <i>Injector cyl</i> no.6 dan no. 1 .....	36
Gambar 4. 8 Pemasangan <i>nozzle</i> baru .....	36
Gambar 4. 9 Setting ulang tekanan <i>Injector</i> .....	37
Gambar 4. 10 Diagram <i>Fishbone</i> .....	38

## DAFTAR TABEL

Tabel 2 1 <i>Review</i> Penelitian Sebelumnya.....	6
Tabel 4 1 Indikator Parameter Mesin Induk .....	30
Tabel 4 2 Suhu gas buang saat keadaan normal.....	31
Tabel 4 3 Suhu gas buang dalam keadaan abnormal.....	31
Tabel 4 4 Suhu gas buang setelah perbaikan.....	32

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Crew list MV Spil Rumi .....	51
Lampiran 2 Surat Sign On.....	52
Lampiran 3 Komponen <i>Injector</i> di <i>Manual Book</i> .....	53
Lampiran 4 <i>Bunker Delivery Report</i> .....	54
Lampiran 5 <i>Log Book</i> .....	55
Lampiran 6 Tes tekanan <i>injector</i> .....	56

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

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

Menurut Hendrawa & Nugroho dalam (Abdullah, 2021), Perkembangan zaman yang semakin maju mendorong kemajuan di berbagai bidang, terutama teknologi, yang mempermudah pekerjaan manusia. Salah satu teknologi yang terus berkembang adalah mesin. Mesin induk berperan sebagai sumber tenaga utama yang mengubah energi mekanik menjadi tenaga penggerak untuk baling-baling kapal, sehingga kapal dapat bergerak. Dalam pengoperasiannya, mesin induk bekerja secara terus-menerus.

Menurut Dony, Sumarno & Fitri dalam (Abdullah, 2021), Penilaian operator kapal terhadap kelayakan sistem di kapal selama ini masih bersifat subyektif dan hanya mengandalkan intuisi. Artinya, penilaian tersebut tidak berdasarkan pembahasan ilmiah atau konsep yang jelas. Oleh karena itu, pengoperasian mesin induk menjadi sangat penting karena tenaga yang dihasilkan dipengaruhi oleh proses buka-tutup katup gas buang.

Mesin induk kapal adalah mesin yang menggunakan bahan bakar solar. Bahan bakar ini dimasukkan ke dalam silinder yang berisi udara dengan tekanan dan suhu tinggi, sehingga bahan bakar terbakar secara otomatis. Perawatan mesin induk perlu dilakukan untuk memperpanjang umur mesin dan memastikan keselamatan dalam bekerja (Abdullah, 2021).

Mesin induk kapal menggunakan bahan bakar MFO (*Marine Fuel Oil*). MFO memiliki tingkat kekentalan (viskositas) yang tinggi, sehingga

memerlukan pemanas untuk menguranginya. Selain itu, dibutuhkan komponen khusus seperti *Injector* untuk mengubah MFO menjadi kabut agar dapat digunakan dalam proses pembakaran. *Injector* adalah komponen penting mesin diesel yang dirancang dengan presisi untuk menyemprotkan bahan bakar ke ruang bakar. Perannya mengubah tekanan tinggi dari pompa injeksi menjadi kabut halus dengan tekanan 250 hingga 300 kg/cm<sup>2</sup>. Tekanan ini meningkatkan suhu pembakaran dalam silinder hingga mencapai 600°C. Tekanan *Injector* dapat diatur dengan mengatur putaran pada *adjusting screw*. Secara sederhana, *Injector* berfungsi mengubah bahan bakar menjadi kabut, mengirimkannya ke silinder sesuai kebutuhan, dan memastikan proses pembakaran berlangsung secara optimal melalui penyemprotan bahan bakar yang sempurna.

*Injector* merupakan komponen yang sangat penting dalam sistem pembakaran *main engine*, karena kinerjanya secara langsung memengaruhi performa mesin. Oleh karena itu, untuk menjaga kualitas penyemprotan bahan bakar tetap optimal, diperlukan perawatan rutin yang terencana berdasarkan *working hours*, performa, serta kondisi dari *fuel atomizer*. *Injector* tersedia dalam berbagai tipe dengan karakteristik yang berbeda-beda. Salah satu jenisnya adalah *single-hole Injector*, yang memberikan hasil pengabutan yang baik, namun membutuhkan tekanan tinggi dari *Injector pump*. Terdapat pula *multi-hole Injector*, yang cocok digunakan dalam sistem *direct injection* karena mampu menghasilkan pengabutan yang lebih merata dan efisien.

Kinerja *Injector* sangat dipengaruhi oleh tekanan bahan bakar yang dihasilkan oleh *injection pump*. Semakin tinggi *injection pressure*, semakin besar pula tekanan solar di dalam *Injector* untuk menggerakkan *nipple jet*. Cara

kerja *Injector* melibatkan penggunaan jarum kecil yang disebut *niple jet*, yang berada di dalam *nozzle* berdiameter kecil. Secara default, jarum tersebut menutup lubang *nozzle* dan ditahan oleh mekanisme pegas di bagian atasnya. Lubang tersebut akan terbuka ketika terdapat tekanan fluida yang cukup untuk mendorong jarum ke atas. Saat *injection pump* menekan solar, *niple jet* akan terangkat secara otomatis dan bahan bakar akan keluar dari lubang *nozzle* dengan tekanan tinggi. Proses ini menghasilkan kabut solar halus yang terdiri atas partikel-partikel kecil yang tersebar secara merata.

Dari keterangan di atas, berdasarkan pengalaman penulis praktek laut selama setahun di MV. SPIL RUMI. Maka penulis tertarik mengkaji suatu masalah untuk dituangkan kedalam penelitian dengan judul “**ANALISA PENYEBAB TERJADINYA KETIDAKSEMPURNAAN PROSES PENGABUTAN PADA *INJECTOR* MESIN INDUK *TYPE ZICHAI YANMAR 6N330-EW* DI KAPAL MV. SPIL RUMI**”

## **B. Rumusan Masalah**

Ada beberapa faktor yang menyebabkan kurang maksimalnya pengabutan pada *Injector* mesin induk salah satunya tidak berjalannya perawatan secara konsisten, sehingga *Injector* mengalami penyumbatan pada bagian dari *Injector* itu sendiri yang menyebabkan kurang maksimalnya pengabutan bahan bakar pada saat masuk ke pembakaran. Dari penjelasan tersebut, peneliti mengambil rumusan masalah sebagai berikut:

1. Apa penyebab terjadinya ketidaksempurnaan proses pengabutan pada *Injector main engine*?

2. Upaya-upaya yang dilakukan untuk mengatasi penyebab tidak sempurnanya proses pengabutan pada *Injector main engine*?

### **C. Batasan Masalah**

Untuk mencegah permasalahan tersebut berkembang dan mempengaruhi komponen lain, penulis membatasi permasalahan ini hanya pada penyebab ketidaksempurnaan proses pengabutan pada *Injector* mesin induk di kapal MV. SPIL RUMI.

### **D. Tujuan Penelitian**

Adapun penelitian ini dilakukan untuk memberikan sumbangan gagasan pikiran dalam memecahkan masalah yang terjadi pada *Injector* mesin induk. Tujuan yang ingin dicapai oleh penulis dalam penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui apa penyebab ketidak sempurnaan proses pengabutan pada *Injector* main engine.
2. Untuk mengetahui bagaimana cara menangani penyebab ketidak sempurnaan proses pengabutan pada *Injector* main engine.

### **E. Manfaat Penelitian**

1. Manfaat Teoritis
  - a. Membantu penulis dalam melatih kemampuan untuk menuangkan pemikiran dan hasil praktik menggunakan bahasa yang deskriptif dan efektif.

- b. Membantu penulis dalam melatih kemampuan untuk menuangkan pemikiran dan hasil praktik menggunakan bahasa yang deskriptif dan efektif.
- c. Memperluas dan memperdalam pemahaman tentang penyebab ketidak sempurnaan dalam proses pengabutan pada *Injector* mesin utama, sehingga dapat mengatasi masalah tersebut.
- d. Memberikan wawasan tambahan bagi pembaca dan pihak-pihak yang terlibat di dunia pelayaran mengenai pentingnya pemeliharaan pengabut bahan bakar atau *Injector*.

## 2. Manfaat Praktis

### a. Bagi Penulis

Penulis dapat memahami dan menganalisa penyebab ketidak sempurnaan pengabutan *Injector* mesin induk diatas kapal dan penulis berharap agar hasil penelitian ini dapat diterapkan oleh awak kapal dalam dunia kerja.

### b. Bagi Perusahaan pelayaran

Bagi perusahaan pelayaran hasil penelitian ini dapat dijadikan sebagai dasar untuk menentukan kebijakan-kebijakan baru tentang manajemen perawatan yang akan dilakukan

### c. Bagi sivitas akademika Politeknik Pelayaran Surabaya, diharapkan penelitian ini dapat memberikan kontribusi dalam meningkatkan pengetahuan dan informasi bagi para taruna-taruni, serta menjadi tambahan referensi di perpustakaan Politeknik Pelayaran Surabaya untuk seluruh komunitas akademiknya.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### A. *Review Penelitian Sebelumnya*

*Review Penelitian* merupakan rangkaian penelitian-penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh pihak lain dan relevan dengan penelitian yang sedang dilakukan. Peneliti perlu mempelajari hasil penelitian orang lain untuk menghindari terjadinya duplikasi, pengulangan penelitian, atau kesalahan yang sama yang telah dilakukan oleh peneliti sebelumnya. Berikut ini adalah beberapa contoh penelitian terdahulu yang dijadikan acuan dan referensi:

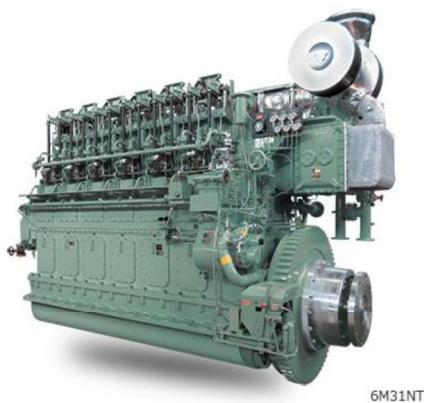
Tabel 2 1 *Review Penelitian Sebelumnya*

No.	Penulis	Judul	Kesimpulan
1	Sarifuddin, Heru Widada, Moh Fazrul A. Hase	Analisis Menurunnya Kinerja Injektor terhadap Proses Pembakaran Motor Diesel di Kapal.	Berdasarkan Penurunan kinerja injektor pada mesin diesel kapal berdampak langsung pada proses pembakaran dan performa mesin. Masalah seperti penyumbatan nozzle dan kerusakan o-ring umumnya disebabkan oleh kurangnya perawatan. Hal ini menyebabkan pembakaran tidak sempurna, konsumsi bahan bakar meningkat, dan mesin kehilangan tenaga. Oleh karena itu, perawatan rutin dan pemeriksaan berkala sangat penting untuk menjaga kinerja injektor tetap optimal.
2	Faulina Khusniawati dan Habibi Palippui	Analisis Perawatan <i>Injector</i> Akibat Penyumbatan Bahan Bakar Pada <i>Main Engine</i> Kapal.	Penyebab <i>Injector</i> memiliki peran penting dalam menjamin proses pembakaran yang efisien pada mesin induk kapal. Penyumbatan pada nozzle <i>Injector</i> , baik akibat kotoran, bahan bakar berkualitas rendah, maupun keausan komponen, terbukti menjadi faktor utama penurunan kinerja mesin. Masalah ini menyebabkan kabut bahan bakar tidak terbentuk sempurna, tekanan injeksi menurun, dan pola semprotan terganggu, yang pada akhirnya mengurangi efisiensi dan daya mesin. Oleh karena itu, pemeliharaan preventif yang mencakup pemeriksaan komponen, pembersihan berkala, serta pengujian kinerja <i>Injector</i> menjadi langkah krusial untuk menjaga performa sistem pembakaran kapal tetap optimal.

## B. Landasan Teori

### 1. Mesin Induk

Menurut Darma dalam (Abdullah, 2021), Mesin induk berfungsi sebagai sumber tenaga utama kapal yang menggerakkan sistem propulsi dengan mengubah energi mekanik menjadi daya dorong untuk memutar baling-baling. Mesin ini bekerja secara terus-menerus tanpa henti.



Gambar 2. 1 *Main diesel engine*

Sumber: [https://www.ihi.co.jp/ips/english/products\\_marine/niigata/main\\_10w.jpg](https://www.ihi.co.jp/ips/english/products_marine/niigata/main_10w.jpg)

Menurut Handoyo dalam (Abdullah, 2021), mesin diesel adalah suatu pesawat yang mengubah energi potensial panas langsung menjadi energi mekanik atau juga bisa disebut Combustion Engine System, dengan melakukan 2 pembakaran mesin, mesin pembakaran dalam dan mesin pembakaran luar dimana mesin pembakaran dalam dilaksanakan dipesawat itu sendiri, contohnya: mesin diesel, mesin bensin, turbin gas, ketel uap, dan lainnya. Sedangkan mesin pembakaran luar dilaksanakan diluar pesawat itu sendiri, contohnya: turbin uap dan mesin uap.

Mesin diesel, yang juga dikenal sebagai mesin dengan sistem pemicu kompresi, termasuk dalam kategori mesin pembakaran dalam (*Internal*

*Combustion Engine*), di mana proses pembakaran bahan bakar berlangsung langsung di dalam ruang bakar mesin. Penyalakan terjadi akibat panas dari proses kompresi, bukan melalui busi seperti pada mesin bensin atau gas. Mesin ini pertama kali dikembangkan oleh Rudolf Diesel pada tahun 1892 dan memperoleh paten pada 23 Februari 1893. Diesel merancang mesin ini agar dapat menggunakan berbagai jenis bahan bakar, termasuk bubuk batu bara. Mesin tersebut diperkenalkan pada Pameran Dunia tahun 1900 menggunakan bahan bakar dari minyak kacang. Kemudian, mesin ini mengalami penyempurnaan oleh Charles F. Kettering. Keunggulan utama mesin diesel adalah efisiensi termalnya yang tinggi, melebihi mesin pembakaran dalam maupun luar lainnya, berkat rasio kompresi yang lebih besar. (Marsudi & Khusniawati, 2022).

## 2. *Injector*

*Injector* merupakan salah satu komponen penting dalam sistem bahan bakar mesin diesel. Fungsinya adalah menyalurkan bahan bakar dari injection pump ke dalam silinder pada akhir langkah kompresi, saat piston berada mendekati Titik Mati Atas (TMA). *Injector* ini dirancang untuk menerima bahan bakar bertekanan tinggi dari *injection pump*, kemudian mengubahnya menjadi kabut bertekanan tinggi yang dapat meningkatkan suhu pembakaran di dalam silinder. Pada mesin utama kapal BC 90001, tekanan kerja *Injector* berada di kisaran 240 hingga 250 kg/cm<sup>2</sup>. Proses penyemprotan bahan bakar oleh *Injector* hanya terjadi sekali dalam setiap siklus, tepat pada akhir langkah kompresi. *Injector* dilengkapi dengan jarum yang berfungsi membuka dan menutup saluran bahan bakar, sehingga bahan

bakar yang tidak terkabut akan dialirkan kembali ke sistem atau ke tangki sebagai kelebihan aliran (*overflow*). (Aria, 2014).



Gambar 2. 2 *Injector*

Sumber: Dokumen Pribadi 2023

Untuk mengoptimalkan kinerja *Injector*, terdapat beberapa jenis yang digunakan, di antaranya *Injector* dengan satu lubang (*single hole*) dan *Injector* dengan banyak lubang (*multi hole*). Selain itu, terdapat juga *Injector* tipe pin seperti model *trotle* dan *pintle*, yang masing-masing memiliki karakteristik serta pola pengabutan yang berbeda. Oleh karena itu, pemilihan jenis *Injector* disesuaikan dengan jenis proses pembakaran, yang pada dasarnya sangat dipengaruhi oleh bentuk ruang bakar mesin. *Injector* tipe *single hole* memiliki kemampuan menghasilkan pengabutan yang baik, namun membutuhkan tekanan tinggi dari injection pump agar berfungsi secara optimal (Aria, 2014).

Demikian Begitu juga dengan *Injector* tipe lubang banyak (*multi hole*), yang mampu menghasilkan pengabutan bahan bakar yang sangat baik. Jenis ini paling cocok diterapkan pada sistem *direct injection*. Sementara itu, *Injector* tipe pin—baik model *trotle* maupun *pintle*—lebih

sesuai digunakan pada mesin diesel yang memiliki ruang bakar seperti *combustion chamber*, *prechamber* (kamar muka), *turbulent chamber* (kamar pusar), serta tipe Lanova (Aria, 2014).

a. Komponen – Komponen *Injector*

Dalam (Sariffudin et al., 2021) *Injector* pada mesin diesel berperan untuk mengalirkan bahan bakar ke dalam silinder pada akhir langkah kompresi, tepatnya saat piston berada pada sudut 18° hingga 22° sebelum mencapai Titik Mati Atas (TMA). Pada fase ini, nozzle *Injector* menyemprotkan bahan bakar dalam bentuk kabut halus secara kontinu dan teratur, sesuai dengan kerja sistem katup. Dalam proses kerjanya, *Injector* didukung oleh delapan komponen utama yang berfungsi menunjang dan mengoptimalkan proses pengabutan bahan bakar, antara lain:

1) *Nozzle needle* (Jarum Pengabut)

Dalam (Adha, 2023) Jarum pengabut berfungsi untuk mengatur jumlah bahan bakar yang akan disemprotkan melalui ujung nozzle. Komponen ini ditekan ke dudukannya oleh pegas penutup, dengan tekanan yang dapat diatur menggunakan baut penyetel. Saat bahan bakar bertekanan tinggi masuk, gaya hidrolik akan bekerja pada permukaan kerucut jarum dan mendorongnya ke atas, berlawanan arah dengan tekanan pegas. Karena itu, jarum pengabut juga dikenal sebagai katup jarum yang berperan penting dalam proses pengabutan bahan bakar.

## 2) *Nozzle* (Mulut Pengabut)

*Nozzle* atau alat penyemprot memiliki fungsi utama untuk menginjeksikan bahan bakar ke dalam ruang bakar. Setelah proses penyemprotan selesai dan tekanan menurun, jarum *nozzle* akan kembali ke posisi semula untuk menutup aliran bahan bakar. Proses buka-tutup jarum penyemprot ini dapat dipantau menggunakan *needle tester*. Dalam sistem pengabutan ini, *fuel injection pump* berperan dalam menyalurkan bahan bakar saat penyemprotan dimulai dan menghentikannya saat penyemprotan harus dihentikan.

## 3) *Nozzle Holder*

*Nozzle holder* merupakan salah satu bagian dari sistem *nozzle Injector* yang berfungsi sebagai penghubung antara injektor dan pipa *high pressure*. Komponen ini dilengkapi dengan ulir yang digunakan untuk menyambungkan pipa bertekanan tinggi yang dipasang menggunakan mur pengikat.

## 4) *Pressure Spring*

*Spring penekan* merupakan komponen dari *nozzle Injector* bahan bakar berfungsi mengembalikan tekanan ke posisi semula setelah proses injeksi selesai. Pegas ini memberikan tekanan pada *needle nozzle* agar dapat menutup saluran secara rapat, sehingga mencegah aliran bahan bakar berlanjut setelah injeksi berakhir.

## 5) *Pressure Pin*

*Pressure pin* merupakan salah satu komponen pada *nozzle Injector* yang berfungsi sebagai penerus tekanan. Komponen ini

mentransfer tekanan dari bahan bakar ke *pressure spring*, sehingga mendorong pegas dan membuka *needle nozzle*. Dengan terbukanya jarum, bahan bakar dapat mengalir ke ruang bakar selama proses injeksi berlangsung.

6) *Distance Piece*

*Distance piece* adalah salah satu bagian dari nozzle *Injector* yang berfungsi sebagai penghubung antara nozzle dan dudukan injektor. Komponen ini juga berperan sebagai saluran untuk menyalurkan bahan bakar bertekanan menuju badan nozzle.

7) *Retaining Nut*

*Retaining nut* merupakan salah satu bagian dari injektor yang berfungsi sebagai pelindung sekaligus wadah bagi berbagai komponen *Injector nozzle* di bagian bawah. Karena itu, *retaining nut* juga berperan dalam menjaga komponen-komponen tersebut dari kerusakan. Komponen ini dihubungkan dengan *nozzle holder* melalui ulir, sehingga bersama-sama membentuk tempat bagi elemen-elemen injektor lainnya.

8) *Adjusting Washer*

*Adjusting washer* atau *shim* merupakan salah satu komponen pada *nozzle Injector* yang berfungsi untuk mengatur besarnya tekanan saat proses injeksi bahan bakar. Namun, tidak semua jenis injektor dilengkapi dengan *adjusting washer*. Jika ketebalan *adjusting washer* ditambah, maka tekanan injeksi akan meningkat, sedangkan jika ketebalannya dikurangi, tekanan injeksi akan

menurun.

b. Cara Kerja *Injector*

*Injecto* adalah salah satu komponen vital dalam sistem suplai bahan bakar, yang berperan untuk menyemprotkan bahan bakar ke dalam ruang bakar. Proses penyemprotan ini harus berlangsung secara akurat sesuai dengan sinyal yang diberikan oleh *Electronic Control Unit (ECU)*. Jika terjadi kerusakan pada injektor, maka performa mesin akan menurun secara signifikan (Zahri et al., 2024). Proses cara kerja *Injector* sebagai berikut:

1) Sebelum Penginjeksian

Bahan bakar bertekanan tinggi disalurkan dari *injection pump* melalui *oil passage* dan mengalir menuju *oil pool* yang terletak di bagian bawah *nozzle body*.

2) Penginjeksian Bahan Bakar

Ketika tekanan di dalam *oil pool* meningkat, tekanan tersebut akan mendorong permukaan *nozzle needle*. Jika tekanan ini melebihi gaya tahan dari pegas, maka *nozzle needle* akan terangkat ke atas, sehingga *nozzle* mulai menyemprotkan bahan bakar ke dalam ruang bakar.

3) Akhir Penginjeksian

Saat *injection pump* berhenti menyalurkan bahan bakar, tekanan bahan bakar akan menurun, dan *pressure spring* akan mendorong *nozzle needle* kembali ke posisi semula untuk menutup aliran bahan bakar. Sisa bahan bakar yang berada di antara *nozzle*

*needle* dan *nozzle body* akan berfungsi sebagai pelumas bagi seluruh komponen, kemudian dialirkan kembali melalui *overflow pipe*.

c. Jenis-jenis *Injector*

Terdapat berbagai jenis *Injector* yang memiliki karakteristik dan pola pengabutan yang berbeda-beda, sehingga penggunaannya juga disesuaikan dengan jenis proses pembakaran yang terjadi. Proses pembakaran ini sendiri sangat dipengaruhi oleh bentuk dari *combustion chamber* atau ruang bakar mesin.

Berdasarkan cara kerja dan posisi penggunaannya, *Injector* dibedakan menjadi dua jenis, yaitu *indirect injection* (menggunakan *precombustion chamber*) dan *direct injection*. Kedua tipe ini umum digunakan karena keunggulan dan kelemahan tersendiri. Perbedaan utama antara *direct Injector* dan *indirect Injector* terletak pada cara penyemprotan bahan bakar serta desain ruang bakarnya.

1) Injeksi jenis tidak langsung (*precombustion chamber*)

Dalam sistem ini, bahan bakar tidak disemprotkan langsung ke dalam *cylinder* atau ruang bakar utama, melainkan terlebih dahulu dialirkan ke sebuah ruang pendahulu yang disebut *precombustion chamber (PC)*. Proses pembakaran kemudian dimulai di ruang tersebut dan merambat ke ruang bakar utama.

2) Injeksi langsung (*direct Injection*)

Pada sistem *direct injection* pada mesin diesel, *nozzle* menyemprotkan bahan bakar dalam bentuk kabut langsung ke dalam

*cylinder* atau ruang bakar, sehingga proses pembakaran berlangsung secara serentak di seluruh ruang bakar.

d. Proses Pengabutan Bahan Bakar pada *Injector*

Proses Proses pengabutan bahan bakar diesel melalui *Injector* bertujuan untuk memastikan terjadinya pembakaran yang sempurna di dalam silinder. Meskipun mesin diesel menghasilkan pembakaran melalui panas akibat pemampatan udara, nyala api tetap tidak akan terjadi tanpa keberadaan oksigen. Oleh karena itu, proses pengabutan pada dasarnya merupakan pencampuran antara bahan bakar dan oksigen. Untuk mendapatkan hasil pengabutan yang ideal, terdapat tiga jenis sistem pengabutan yang dapat digunakan pada *Injector*, yaitu:

1) Pengabutan Udara

Proses pengabutan udara terjadi ketika bahan bakar bertekanan antara 340 hingga 350 kg/cm<sup>2</sup> menghasilkan tekanan sekitar 240 kg/cm<sup>2</sup> di dalam *nozzle housing*, yang terhubung langsung dengan tabung udara bertekanan. Tekanan bahan bakar dari *injection pump* yang mencapai 350 kg/cm<sup>2</sup> pada volume tertentu akan tertampung dalam *distributor ring* dari *Injector*. Tekanan ini juga mendorong naiknya *nozzle needle*, memungkinkan udara bertekanan untuk mengalir bersama bahan bakar melalui lubang-lubang kecil pada *distributor ring*, membentuk campuran gas bahan bakar. Gas ini, hasil pencampuran udara dan bahan bakar, sangat mudah terbakar saat bersentuhan dengan udara panas dan bertekanan tinggi. Dengan bantuan *plunger* pada *injection pump*

yang digerakkan oleh poros dan disetel secara presisi, proses pengabutan hanya terjadi pada akhir langkah kompresi.

### 2) Pegabutan Tekan

Dalam sistem *pressure injection*, saluran bahan bakar serta ruang di dalam *nozzle housing* harus selalu terisi penuh oleh bahan bakar. Pada kondisi normal, *nozzle needle* ditekan oleh pegas sehingga menutup saluran bahan bakar. Namun, saat bahan bakar dari *injection pump* dengan tekanan sebesar  $350 \text{ kg/cm}^2$  mengalir menuju ujung *nozzle needle*, tekanan tersebut akan mendorong jarum ke atas dan membuka saluran. Akibatnya, bahan bakar terdorong keluar melalui celah di sekitar *nozzle needle* dalam bentuk kabut gas. Untuk memastikan pembakaran berlangsung sempurna di dalam silinder, maka udara yang dikompresi di dalam ruang bakar harus menghasilkan aliran turbulen atau *air turbulenc*.

### 3) Pengabutan Gas

Pengabut Jenis pengabut ini dirancang dengan susunan komponen seperti *nozzle housing*, katup, dan ruang pengabut (*fuel cup*) yang terletak di bagian bawah injektor dan berada langsung di dalam ruang bakar. Dalam proses pengabutannya, bahan bakar sudah berada dalam kondisi bertekanan tinggi dan katup injeksi terbuka sejak langkah isap oleh torak. Pada fase ini, sebagian bahan bakar menetes ke dalam *fuel cup*, yang di sekelilingnya terdapat lubang-lubang kecil. Kondisi ini menyebabkan suhu ruang

pembakaran meningkat, sehingga bahan bakar yang menetes tersebut berubah menjadi kabut.

Ketika langkah kompresi mencapai puncaknya, udara bertekanan akan masuk menembus lubang-lubang kecil tersebut dan memicu ledakan awal. Namun karena oksigen dalam ruang tersebut terbatas, tidak semua bahan bakar terbakar sempurna. Sisa bahan bakar akan tetap berada dan beredar dalam ruang bakar, kemudian terbakar kembali pada proses berikutnya. Oleh karena itu, sistem ini menghasilkan dua tahapan pembakaran: pembakaran awal dan pembakaran utama. Meskipun metode ini jarang digunakan, proses pengabutannya mampu menghasilkan kabut bahan bakar dengan kualitas yang memenuhi kebutuhan pembakaran mesin.

### 3. *Nozzle*

Menurut Menurut Wooldridge, M. S., *Injector* atau penyemprot merupakan salah satu komponen utama dalam mesin diesel. Hal ini dikarenakan kemampuannya untuk mengatur tekanan dan menyemprotkan bahan bakar diesel dari sistem *Bosch siphon* ke dalam ruang pembakaran. Jika penyemprotan bahan bakar tidak tepat sasaran atau tidak merata di ruang bakar, maka mesin diesel akan mengalami kesulitan saat proses starting. Bahan bakar yang tidak terdistribusi dengan baik sulit dikompresi secara efisien oleh tekanan dalam mesin.

Karena itu, *nozzle* pada mesin diesel harus mampu mengubah tekanan bahan bakar sesuai dengan karakteristik mesin diesel itu sendiri. Apabila tekanan semprotan (*spray pressure*) terlalu rendah, maka penyetelan dapat

dilakukan dengan mengencangkan *adjusting screw* hingga tekanan mencapai standar operasional yang ditentukan. Sebaliknya, jika tekanan terlalu tinggi, baut penyetel tersebut perlu dilonggarkan.

Untuk jenis mesin diesel tertentu seperti Kubota dan Yanmar, pengaturan tekanan *nozzle* dapat dilakukan menggunakan *nozzle shim* atau cincin penyesuaian, yang ketebalannya dapat disesuaikan. Dengan demikian, tekanan semprotan bahan bakar sepenuhnya bergantung pada spesifikasi dan standar mesin diesel yang digunakan.

*Nozzel* pada mesin induk kapal memiliki beberapa jenis jika dilihat dari cara penyemprotannya. Adapun jenis-jenis tersebut adalah sebagai berikut:

a. Hanya Satu Lubang (*Single Hole*)

Pola semprotan bahan bakar dan distribusi energinya harus diatur dengan tepat. Sudut semprotan ideal berada pada kisaran  $40^{\circ}$ – $50^{\circ}$ , yang biasanya dihasilkan dari satu lubang injektor. Jika perakitan komponen injektor tidak dilakukan dengan benar, semprotan bahan bakar bisa menjadi tidak simetris atau miring, terutama jika volume bahan bakar terlalu besar. Hal ini dapat menyebabkan semprotan tidak jatuh di area pembakaran yang optimal.

Oleh karena itu, *single-hole nozzle* biasanya digunakan pada mesin diesel dengan desain ruang bakar yang memungkinkan terbentuknya pusaran udara (*swirl chamber*). Desain ini tidak membutuhkan penyebaran bahan bakar yang terlalu luas atau penyemprotan dalam jumlah besar. Nozzle dengan satu lubang juga

cocok untuk mesin berukuran kecil dengan karakteristik pembakaran cepat (*high-speed combustion*), karena semprotan bahan bakarnya lebih terarah dan efisien.

b. Berlubang Banyak (*Multi Hole*)

Jenis *nozzle* ini umumnya digunakan pada mesin diesel dengan sistem penyemprotan langsung (*direct injection*), di mana semprotan bahan bakar harus mampu menjangkau seluruh permukaan dalam ruang bakar. Semakin banyak jumlah lubang pada *nozzle*, maka semakin halus dan merata penyemprotan bahan bakarnya. Ukuran diameter lubang semprotan (*spray hole*) biasanya berkisar antara 0,0006 hingga 0,0033 inci. Pada mesin diesel dengan ruang bakar yang lebih luas, jumlah lubang *nozzle* dapat bervariasi, umumnya antara tiga hingga delapan belas lubang, tergantung pada desain dan kebutuhan pembakarannya.

c. *Desain Pintle Type*

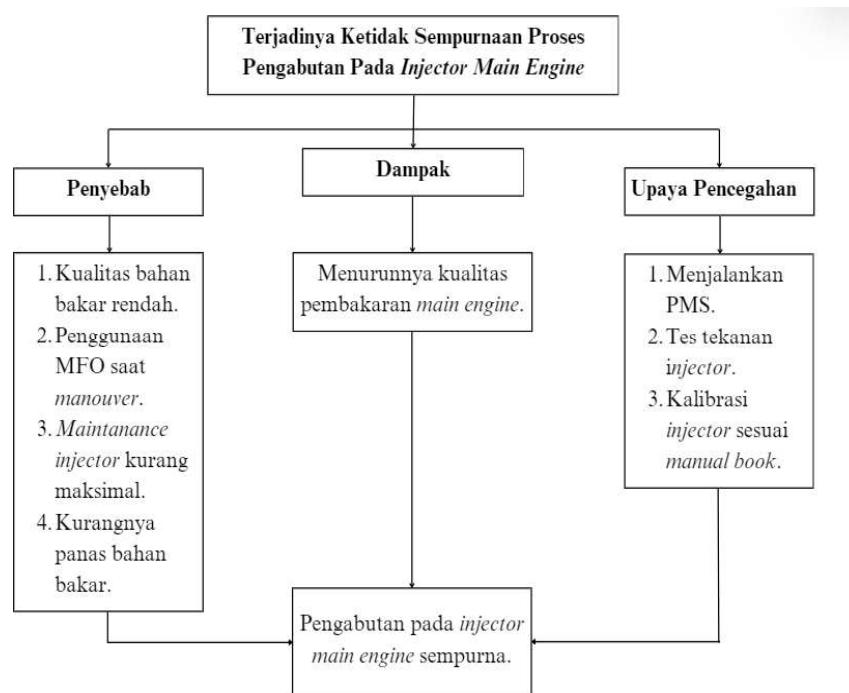
Jenis *nozzle* ini digunakan pada mesin diesel dengan desain ruang bakar tipe *prechamber* (ruang depan) dan *turbulent chamber* (ruang pusar). *Nozzle* ini dikenal sebagai tipe *pintle*, yaitu *nozzle* yang memiliki ujung katup berbentuk pena atau batang kecil (*pin*). Desain ujungnya dimodifikasi agar menghasilkan pola semprotan yang sesuai dengan karakteristik ruang bakar.

Dengan ukuran dan bentuk *pintle* yang dirancang secara presisi, semprotan bahan bakar yang dihasilkan membentuk pola berbentuk tabung berongga atau kerucut berongga dengan sudut semprotan sekitar  $60^\circ$ . Jenis *nozzle* ini dikenal stabil dalam pengoperasiannya dan lebih

tahan terhadap pembentukan deposit karbon di ujung semprotan. Desain tersebut juga membantu mencegah penyumbatan serta menjaga kualitas pengabutan tetap optimal selama proses kerja mesin.

### C. Kerangka Penelitian

Menurut Notoatmodjo dalam (Pujiati, 2024) Kerangka penelitian merupakan cara untuk menggambarkan hubungan antara variabel-variabel yang akan diteliti. Menurut Sugiyono, kerangka riset adalah alur pemikiran yang menghubungkan teori dengan faktor-faktor yang telah diidentifikasi sebagai masalah penelitian, disusun secara sistematis melalui model konseptual. Secara umum, kerangka penelitian adalah gambaran menyeluruh dari tahapan kegiatan riset. Mulai dari penentuan masalah, pencarian teori yang relevan, penyusunan proposal, hingga proses pengumpulan data seperti pada gambar 2.3 di bawah.



Gambar 2. 3 Kerangka Berpikir

Dengan adanya kerangka ini, peneliti memiliki pedoman yang jelas agar tetap fokus, tidak kebingungan di tengah proses, serta memahami langkah-langkah yang harus diambil agar penelitian berjalan lancar (Pujiati, 2024). Ketidak sempurnaan proses pengabutan pada injektor mesin induk kapal umumnya disebabkan oleh beberapa faktor utama, antara lain kualitas bahan bakar yang rendah, tekanan injeksi yang tidak sesuai standar, serta kerusakan pada komponen *nozzle Injector*. Ketiga faktor tersebut berkontribusi terhadap distribusi bahan bakar yang tidak merata di dalam ruang bakar, sehingga proses pembakaran tidak berlangsung secara optimal. Dampaknya, efisiensi pembakaran menurun, konsumsi bahan bakar meningkat, serta resiko kerusakan pada komponen penting seperti piston dan liner menjadi lebih tinggi. Melalui analisis terhadap permasalahan ini, diharapkan dapat ditemukan solusi yang efektif untuk meningkatkan kinerja injektor dan efisiensi kerja mesin secara keseluruhan.

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **A. Jenis Penelitian**

Pengertian penelitian secara umum adalah suatu proses penyelidikan yang dilakukan secara sistematis, hati-hati, dan kritis untuk menemukan fakta atau kebenaran dalam rangka menjelaskan atau menentukan suatu hal. Istilah "penelitian" merupakan terjemahan dari kata *research* dalam bahasa Inggris, yang berasal dari dua kata, yaitu *re* yang berarti "kembali" dan *to search* yang berarti "mencari". Dengan demikian, *research* dapat diartikan sebagai upaya untuk mencari kembali pengetahuan atau informasi guna memperoleh pemahaman yang lebih mendalam terhadap suatu fenomena.

Tujuan dari penelitian adalah untuk meninjau kembali kesimpulan atau pandangan yang telah diterima secara umum, serta memungkinkan terjadinya perubahan terhadap pendapat-pendapat tersebut melalui penerapan konsep atau pendekatan baru. Penelitian yang dilakukan dengan pendekatan metode ilmiah dikenal sebagai *penelitian ilmiah* (Sityu, 2015). Berdasarkan pengertian umum tersebut, beberapa ahli juga mengemukakan definisi penelitian dari berbagai perspektif, di antaranya sebagai berikut:

##### **1. Donald Ary**

Menurut Donald Ary, penelitian didefinisikan sebagai penerapan metode ilmiah dalam menganalisis suatu permasalahan guna memperoleh informasi yang relevan, bermanfaat, dan dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah.

## 2. Hill Way

Menurut Hill Way, penelitian merupakan suatu metode studi yang dilakukan secara cermat dan mendalam terhadap berbagai fakta yang dapat dipercaya, dengan tujuan untuk menemukan solusi terhadap permasalahan tertentu. Dalam penyusunan karya ilmiah terapan ini, penulis menggunakan metode penelitian kualitatif, yang dilakukan melalui pengumpulan data primer dari permasalahan nyata yang terjadi di atas kapal serta melalui hasil observasi langsung terhadap kondisi tersebut.

Dalam sebuah buku (Situyu, 2015) Metode penelitian kuantitatif merupakan pendekatan yang digunakan untuk meneliti suatu populasi atau sampel tertentu, dengan proses pengumpulan data yang dilakukan menggunakan instrumen penelitian. Analisis data dalam metode ini bersifat kuantitatif atau statistik, dan bertujuan untuk menguji hipotesis yang telah dirumuskan sebelumnya. Sementara itu, metode penelitian kualitatif sering disebut sebagai metode *naturalistik* karena dilakukan dalam kondisi alamiah (*natural setting*). McMillan dan Schumacher (1997) mendefinisikan metode kualitatif sebagai suatu pendekatan dalam ilmu sosial yang pada dasarnya bergantung pada pengamatan terhadap manusia dalam lingkungannya sendiri, serta menjalin interaksi dengan mereka menggunakan bahasa dan istilah yang mereka gunakan sendiri. Menurut Mantra (2004) dalam Moleong (2007), metode kualitatif merupakan prosedur penelitian yang menghasilkan data deskriptif berupa kata-kata tertulis maupun lisan dari orang-orang serta perilaku yang dapat diamati. Pendekatan ini berupaya mengungkap keunikan yang terdapat pada

individu, kelompok, masyarakat, atau organisasi dalam kehidupan sehari-hari secara mendalam, menyeluruh, rinci, dan dapat dipertanggung jawabkan secara ilmiah (Sukidin, 2002).

## **B. Tempat Lokasi dan Waktu Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan selama 12 bulan, yaitu dari bulan Agustus 2023 hingga Juli 2024 di MV. SPIL RUMI salah satu kapal milik PT. Salam Pacific Indonesia Lines. Observasi dan wawancara langsung dilakukan di kapal untuk menjawab rumusan masalah yang telah ditentukan. Melalui proses ini, penulis mengharapkan dapat menarik kesimpulan yang relevan atas permasalahan yang dibahas dalam Karya Ilmiah Terapan ini.

## **C. Sumber Data Penelitian dan Teknik Pngumpulan Data**

### **1. Sumber Data Penelitian**

Dalam Penyusunan Karya Ilmiah ini penulis mendapatkan data dan informasi pada saat melaksanakan praktik laut selama 12 bulan, data tersebut diperoleh dari pengamatan dan wawancara langsung dengan masinis dikapal dengan sumber-sumber yang valid, Adapun sumber data yang didapatkan ada 2 jenis yaitu:

#### **a. Data Primer**

Dalam (Situyu, 2015) Data primer merupakan data yang diperoleh secara langsung oleh peneliti dari sumber aslinya. Data ini juga dikenal sebagai data asli atau data baru karena sifatnya yang aktual dan terkini (*up to date*). Untuk memperoleh data primer, peneliti harus melakukan

pengumpulan data secara langsung di lapangan. Beberapa teknik yang dapat digunakan dalam pengumpulan data primer meliputi observasi, wawancara, diskusi terfokus (*focus group discussion/FGD*), serta penyebaran kuesioner.

b. Data Sekunder

Dalam (Situyu, 2015) Data sekunder merupakan data yang diperoleh oleh peneliti dari sumber-sumber yang telah tersedia sebelumnya, sehingga peneliti berperan sebagai pihak kedua dalam proses pengumpulan data. Data ini dapat diakses melalui berbagai sumber, seperti Badan Pusat Statistik (BPS), buku, laporan penelitian, jurnal ilmiah, dan dokumen relevan lainnya.

2. Teknik Pengumpulan Data

Dalam (Situyu, 2015) Salah satu tahap paling krusial dalam kegiatan penelitian adalah proses pengumpulan data. Meskipun penyusunan instrumen merupakan langkah penting, pengumpulan data memiliki peran yang lebih vital, terutama jika metode yang digunakan rentan terhadap bias atau unsur subjektivitas peneliti. Oleh karena itu, perancangan instrumen pengumpulan data harus dilakukan dengan serius agar data yang diperoleh benar-benar merepresentasikan variabel yang diteliti.

Proses pengumpulan data juga perlu diawasi secara ketat untuk menjaga tingkat validitas dan reliabilitas. Meskipun instrumen yang digunakan telah teruji valid dan reliabel, kelalaian dalam pelaksanaannya dapat menyebabkan data yang terkumpul menjadi tidak berguna. Ketika peneliti atau pengumpul data cenderung memengaruhi jawaban responden

sesuai harapan pribadi, maka kualitas data akan semakin tidak dapat diandalkan.

Oleh karena itu, pengumpul data tidak boleh dianggap sekadar pelaksana teknis. Mereka tetap harus memenuhi kualifikasi tertentu, termasuk memiliki keahlian yang memadai, agar proses pengumpulan data berjalan secara objektif dan profesional.

#### **D. Teknik Analisis Data**

Dalam penelitian kualitatif, tidak terdapat tahapan analisis data yang bersifat kaku atau berurutan seperti dalam pendekatan kuantitatif. Hal ini disebabkan karena pendekatan kualitatif menekankan pada transkripsi data, pemahaman yang mendalam, serta interpretasi terhadap konteks yang kompleks. Peneliti biasanya terlibat dalam proses analisis yang bersifat iteratif dan reflektif, di mana data dianalisis secara berulang guna menemukan pola, tema, dan makna yang secara alami muncul dari data tersebut.

Pendekatan ini memberikan ruang bagi peneliti untuk mengeksplorasi berbagai dimensi dari fenomena yang diteliti, serta tetap terbuka terhadap kemungkinan perubahan arah analisis selama proses berlangsung. Oleh karena itu, analisis data dalam penelitian kualitatif bersifat dinamis dan fleksibel, tidak selalu mengikuti langkah-langkah yang kaku sebagaimana dalam penelitian kuantitatif. Tujuan utama dari teknik analisis data adalah untuk menarik kesimpulan umum dari hasil penelitian dengan cara yang dapat dipahami dan dijelaskan secara logis.

Setelah penulis mengumpulkan data yang dibutuhkan, langkah berikutnya adalah memeriksa dan mengolah data tersebut agar menghasilkan informasi yang benar dan tepat. Dalam penelitian ini, peneliti memakai metode fishbone (diagram Ishikawa), yaitu alat yang efektif untuk menganalisis dan menemukan berbagai penyebab suatu masalah secara sistematis dan terstruktur. Fishbone diagram membantu mengidentifikasi faktor-faktor yang menyebabkan masalah serta dampaknya, dengan cara menggambarkan hubungan antara masalah utama dan berbagai kemungkinan penyebabnya. Karena itu, fishbone diagram juga dikenal sebagai diagram sebab-akibat, yang memudahkan kita melihat dan memahami akar permasalahan dari suatu situasi atau kejadian.