

LAPORAN TUGAS AKHIR
KARYA ILMIAH TERAPAN
ANALISIS PENGARUH MENURUNNYA KINERJA *INJEKTOR*
TERHADAP PERFORMA *MAIN ENGINE*
DI MV. ORIENTAL RUBY



SETIAWAN BAGUS PRAYOGI
NIT.09.21.019.110

disusun sebagai salah satu syarat
menyelesaikan Program Pendidikan Sarjana Terapan

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

LAPORAN TUGAS AKHIR
KARYA ILMIAH TERAPAN

**ANALISIS PENGARUH MENURUNNYA KINERJA *INJEKTOR*
TERHADAP PERFORMA *MAIN ENGINE*
DI MV. ORIENTAL RUBY**



SETIAWAN BAGUS PRAYOGI
NIT.09.21.019.110

disusun sebagai salah satu syarat
menyelesaikan Program Pendidikan Sarjana Terapan

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

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Setiawan Bagus Prayogio
Nomor Induk Taruna : 09.21.015.1.02
Program Studi : Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal
Menyatakan bahwa KIT yang saya tulis dengan judul :

ANALISIS PENGARUH MENURUNNYA KINERJA *INJEKTOR* TERHADAP PERFORMA *MAIN ENGINE* DI MV. ORIENTAL RUBY

Merupakan karya asli seluruh ide yang ada dalam KIT tersebut, kecuali tema yang saya nyatakan sebagai kutipan, merupakan ide saya sendiri.

Jika pernyataan diatas terbukti tidak benar, maka saya bersedia menerima sanksi yang ditetapkan oleh Politeknik Pelayaran Surabaya.

SURABAYA, 10 Juni 2025



Setiawan Bagus Prayogi

**PERSETUJUAN UJI KELAYAKAN
PROPOSAL TUGAS AKHIR**

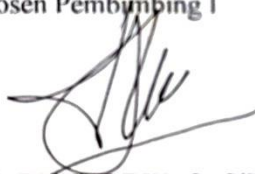
Judul : ANALISIS PENGARUH MENURUNNYA KINERJA
INJEKTOR TERHADAP PERFORMA *MAIN ENGINE* DI MV.
ORIENTAL RUBY
Program Studi : TEKNOLOGI REKAYASA PERMESINAN KAPAL
Nama : SETIAWAN BAGUS PRAYOGI
NIT : 0921019110
Jenis Tugas Akhir : Karya Ilmiah Terapan

Dengan ini dinyatakan bahwa telah memenuhi syarat dan disetujui untuk dilaksanakan
Uji Kelayakan Proposal

Surabaya, 26 MEI 2025

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I



MOCHAMAD ZAINUDDIN, S. SiT, M.H

NIP. 197909252023211010

Dosen Pembimbing II



PRIMA YUDHA YUDIANTO, S.E., M.M

Penata Tk. I (III/d)

NIP. 197807172005021001

Ketua Program Studi
Sarjana Terapan 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

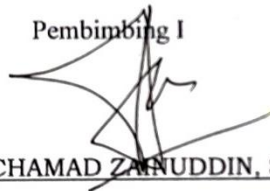
KARYA ILMIAH TERAPAN

Judul : ANALISIS PENGARUH MENURUNNYA KINERJA *INJEKTOR*
TERHADAP PERFORMA *MAIN ENGINE* DI MV. ORIENTAL RUBY
Nama Taruna : Setiawan Bagus Prayogi
NIT : 0921019110
Program Studi : Diploma IV Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal
Dengan ini dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diseminarkan

SURABAYA, 2¹ Mei 2025

Menyetujui

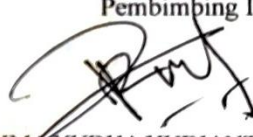
Pembimbing I



MOCHAMAD ZAHUDDIN, S. SiT, M.H.

NIP. 197909252023211010

Pembimbing II



PRIMA YUDHA YUDIANTO, S.E., M.M.

Pembina (IV/a)

NIP. 197807172005021001

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal
Politeknik Pelayaran Surabaya



Dr. ANTONIUS EDY KRISTIYONO, M.Pd, M.Mar.E

Penata Tk. I (III/d)

NIP. 196905312003121001

**LEMBAR PENGESAHAN SEMINAR
PROPOSAL KARYA ILMIAH
TERAPAN**

**ANALISIS PENGARUH MENURUNNYA KINERJA INJEKTOR TERHADAP PERFORMA
MAIN ENGINE DI MV. ORIENTAL RUBY**

Disusun dan diajukan oleh:

SETIAWAN BAGUS PRAYOGI
NIT 09.21.019.1.10
TEKNOLOGI REKAYASA PERMESINAN KAPAL

Telah dipresentasikan di depan panitia seminar Tugas Akhir
Politeknik Pelayaran Surabaya
Pada tanggal, 05 ~~Oktober~~ ~~2024~~

Menyetujui

Penguji I


(DIRHAMY A.R. SE, M.Pd.)
Penata Tk. I (III/d)
NIP. 197504302002121002

Penguji II


(MOCHAMMAD ZAINUDIN
M.MAR.E, M.H.)
Penata Tk. I (III/d)
NIP. 197609052010121001

Penguji III


(DYAH RATNANINGSIH, S.S.,
M.Pd.)
Pembina (III/d)
NIP. 1900302200221210

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


(MONIKA RETNO GUNARTI, M.Pd, M.Mar.E)
Penata Tk. I (III/d)
NIP. 197605282009122002

**LEMBAR PENGESAHAN HASIL
KARYA ILMIAH TERAPAN**

**ANALISIS PENGARUH MENURUNNYA KINERJA *INJEKTOR* TERHADAP PERFORMA
MAIN ENGINE DI MV. ORIENTAL RUBY**

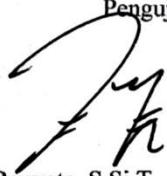
Disusun dan diajukan oleh:

SETIAWAN BAGUS PRAYOGI
NIT 09.21.019.1.10
TEKNOLOGI REKAYASA PERMESINAN KAPAL

Telah dipresentasikan di depan panitia seminar Tugas Akhir
Politeknik Pelayaran Surabaya
Pada tanggal, 06 juni 2025

Menyetujui

Penguji I

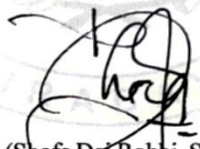


(Agus Prawoto, S.Si.T., M.M., M.Mar.E.)

Penata Tk. I (III/d)

NIP. 197808172009121001

Penguji II

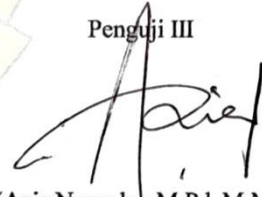


(Shofa Dai Robbi, S.T, M.T.)

Penata Tk. I (III/C)

NIP. 198203022006041001

Penguji III



(Aziz Nugroho, M.Pd, M.Mar.E.)

Pembina (IV/a)

NIP. 197503221998081001

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

ABSTRAK

Injector adalah komponen pada *motor diesel* yang berfungsi untuk mengabutkan bahan bakar ke dalam ruang bakar. Prinsip kerja *injektor* adalah pada saat *plunyer* memompakan bahan bakar karena tekanan dari *nok (cam)*. *Nok* akan meneruskan ke *plunyer* dan *plunyer* tersebut menekan bahan bakar ke dalam ruang pipa tekanan tinggi (*injection pipe*) melalui katup pengiriman (*delivery valve*). Pada saat penulis melaksanakan penelitian menemukan penurunan kinerja *injector*. Maka dari itu penulis mengambil judul penelitian “ANALISIS PENGARUH MENURUNNYA KINERJA INJEKTOR TERHADAP PERFORMA MAIN ENGINE DI MV. ORIENTAL RUBY”.

Penulis penelitian ini menemukan dua rumusan yang berhubungan dengan judul tersebut, yang pertama “Apa faktor penyebab kinerja *injektor* menurun?” yang kedua “Apa langkah-langkah upaya untuk mengembalikan kinerja *injektor* kembali secara normal?”. Dalam melakukan penelitian penulis menggunakan metode deskriptif kualitatif. Dalam metode ini menggunakan teknik pengumpulan data melalui observasi, studi pustaka, dokumentasi dan wawancara. Serta menggunakan teknik diagram *fishbone* sehingga semua akar penyebab masalah dapat dilihat.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa faktor yang menyebabkan kerusakan dan gangguan pada *injektor* berdampak pada proses pengadaan bahan bakar *injektor*. Yang menjadi penyebab yaitu pelumasan nosel yang disebabkan oleh bahan bakar yang terkontaminasi karena sistem pembakaran, yang meliputi tangki dan filter, tidak berfungsi dengan baik. Hal ini menyebabkan frustasi pada pelumas *nozel*, yang jika diabaikan akan mengakibatkan buntu

Kata Kunci : Analisis *Injektor*, Perawatan Pada *Injektor*, mesin induk

ABSTRACT

The injector is a component in a diesel motor that functions to atomize fuel into the combustion chamber. The working principle of the injector is that when the plunger pumps fuel due to pressure from the cam. The nozzle will continue to the plunger and the plunger presses the fuel into the high pressure pipe chamber (injection pipe) through the delivery valve. When the author carried out research, he found a decrease in injector performance. Therefore, the author took the research title "ANALYSIS OF THE EFFECT OF DECREASING INJECTOR PERFORMANCE ON MAIN ENGINE PERFORMANCE IN MV. ORIENTAL RUBY".

The author of this study found two formulations related to the title, the first "What are the factors that cause injector performance to decline?" the second "What are the steps to restore injector performance to normal?" In conducting the study, the author used a qualitative descriptive method. In this method, data collection techniques are used through observation, literature study, documentation and interviews. And using the fishbone diagram technique so that all root causes of the problem can be seen. The results of the study indicate that the factors that cause damage and disruption to the injector have an impact on the injector fuel procurement process. The cause is nozzle lubrication caused by contaminated fuel because the combustion system, which includes the tank and filter, is not functioning properly. This causes frustration in the nozzle lubricant, which if ignored will result in a blockage.

Keywords: *Injector Analysis, Injector Maintenance, main engine*

KATA PENGANTAR

Dengan rasa Syukur dan kebahagiaan yang tak terhingga, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkahnya yang melimpah. Dengan berkat dan anugerahnya, penulis berhasil menyelesaikan Karya Ilmiah Terapan yang berjudul **“ANALISIS PENGARUH MENURUNNYA KINERJA INJEKTOR TERHADAP PERFORMA MAIN ENGINE DI MV. ORIENTAL RUBY “**.

Penulis memahami sepenuhnya bahwa Karya Ilmiah Terapan ini masih memiliki kelemahan. baik dalam materi maupun teknik penulisan. Oleh arena itu, penulis berharap untuk mendapatkan koreksi dan saran yang berharga guna memperbiki Karya Ilmiah Terapan ini. Pada kesempatan ini, penulis mengungkapkan rasa terima kasih yang mendalam dan kebanggan kepada yang terhormat :

1. Bapak Moejiono,M .T ., M.Mar.E. Selaku Direktur Poltekpel Surabaya.
2. Ibu Monika Retno Gunarti, M. Pd, M. Mar.E. Selaku Ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal.
3. Bapak Mochammad Zainuddin,M.H., M.Mar.E selaku dosen pembimbing I
4. Bapak Prima Yudha Yudianto, MM selaku dosen pembimbing II
5. Bapak/Ibu Dosen Politeknik Pelayaran Surabaya
6. Ibu Eni Siswati dan bapak Abdul Muin (alm) sebagai Orang tuasaya yang selalu memberi doa restu dan semangat sehingga saya dapat menyelesaikan Karya Ilmiah Terapan ini.
7. Seluruh Taruna-Taruni Politeknik Pelayaran Surabaya yang selalu memberikan semangat dalam menyelesaikan Karya Ilmiah Terapan ini, terutama Angkatan XL
8. Anggun Permata, terimakasih telah menjadi bagian dalam proses perjalanan saya dalam menyusun skripsi. Berkontribusi baik tenaga, waktu, menemani, mendukung, serta menghibur penulis dalam keluh kesah dan meyakinkan penulis untuk pantang menyerah hingga penyusunan skripsi ini selesai.

Akhir kata penulis berharap Karya Ilmiah Terapan ini dapat Bermanfaat bagi pembaca pada umumnya dan bagi penulisnya sendiri.

Surabaya,

Setiawan Bagus Prayogi

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN	ii
PERSETUJUAN SEMINAR KARYA ILMIAH TERAPAN.....	iii
PERSETUJUAN UJI SEMINAR HASIL TUGAS AKHIR.....	iv
PENGESAHAN PROPOSAL TUGAS AKHIR	v
PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR	vi
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Penelitian	1
B. Rumusan Masalah	2
C. Tujuan Penelitian.....	3
D. Manfaat Penelitian.....	3
E. Sistematika Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
A. Review Penelitian Sebelumnya	5

B. Landasan Teori	6
C. Kerangka Penelitian	22
BAB III METODE PENELITIAN	23
A. Jenis Penelitian	23
B. Lokasi Dan Waktu Penelitian	24
C. Sumber Data Dan Teknik Pengumpulan Data.....	24
D. Teknik Analisa Data.....	26
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	28
A. Gambaran Umum Obyek Penelitian	28
B. Hasil Penelitian.....	34
C. Pembahasan	51
BAB V PENUTUP.....	55
A. Kesimpulan	55
B. Saran.....	56
DAFTAR PUSTAKA.....	57
LAMPIRAN	58

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Review penelitian sebelumnya.....	12
Tabel 2. 2 Kerangka penelitian.....	29
Tabel 3. 1 Analisa hasil diagram	35
Tabel 4. 1 Spesifikasi Mesin Induk Kapal MV. Oriental Ruby	38
Tabel 4. 2 Spesifikasi Injektor.....	43
Tabel 4. 3 Temperature Gas Buang Mesin Induk Keadaan Tidak Normal.....	44
Tabel 4. 4 Temperature Gas Buang Mesin Induk Keadaan Tidak Normal.....	44
Tabel 4. 5 Hasil Test Indikator Pengecekan Pmax dan Pcom.....	45
Tabel 4. 6 Hasil Test Indikator Pengecekan Pmax dan Pcom	46
Tabel 4. 7 Wawancara Dengan KKM, Masinis 2, dan Masinis 3	55
Tabel 4. 8 Hasil Data Pengetesan dan Pemeriksaan	61

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Komponen Injektor	10
Gambar 2. 2 Komponen Nozzle	12
Gambar 2. 3 Nozzle	12
Gambar 2. 4 Nozzle holder	13
Gambar 2. 5 <i>Adjusting Washer</i>	13
Gambar 2. 6 Presure Spring	14
Gambar 2. 7 Presure Pin.....	14
Gambar 2. 8 Distance piece.....	15
Gambar 4. 1 MV. Oriental Ruby	29
Gambar 4. 2 Main Engine	30
Gambar 4. 3 Ship Particular	31
Gambar 4. 4 Crew List.....	32
Gambar 4. 5 injektor	34
Gambar 4. 6 Manual Book	36
Gambar 4. 7 laporan kinerja mesin induk	37
Gambar 4. 8 Hasil P_{max} Silinder Nomor 1 Sebelum Perbaikan.....	38
Gambar 4. 9 Hasil P_{max} Silinder Nomor 2 Sebelum Perbaikan	38
Gambar 4. 10 Hasil P_{max} Silinder Nomor 3 Sebelum Perbaikan.....	39
Gambar 4. 11 Hasil P_{max} Silinder Nomor 4 Sebelum Perbaikan.....	39
Gambar 4. 12 Hasil P_{max} Silinder Nomor 5 Sebelum Perbaikan.....	40
Gambar 4. 13 Hasil P_{max} Silinder Nomor 6 Sebelum Perbaikan.....	40
Gambar 4. 14 Hasil P_{max} Silinder Nomor 7 Sebelum Perbaikan.....	41
Gambar 4. 15 est Performa Dengan Cara Pengambilan P_{max} dan P_{com}	41
Gambar 4. 16 Alat Test Indikator Mesin Indu	42
Gambar 4. 17 Alat Test Tekanan Injektor.....	43
Gambar 4. 18 oses Pengetesan Injektor	43

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 <i>Ship Particular</i>	58
Lampiran 2 <i>Crew list</i>	59
Lampiran 3 Mesin Induk type Man B&W 7L60MC	60
Lampiran 4 Pembongkaran dan pembersihan injektor	61
Lampiran 5 Perakitan injektor	62
Lampiran 6 Penggantian spring yang sudah lemah dengan spring yang baru	63
Lampiran 7 housing sebelum dan sesudah di lakukan pembersihan	64
Lampiran 8 Laporan kinerja mesin induk setelah perbaikan	65
Lampiran 9 Hasil Pmax silinder no 2 setelah di lakukan perbaikan.....	66

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Penelitian

Kapal harus selalu dalam kondisi baik dan siap untuk beroperasi untuk memenuhi permintaan pasar yang semakin meningkat untuk layanan transportasi laut dan angkutan barang. Untuk mencapai hal ini, seluruh permesinan dan perlengkapan kapal harus diperbaiki dan dirawat sesuai dengan aturan dan peraturan perusahaan. Kondisi kerja mesin induk sangat penting untuk kelancaran operasional kapal. Semua komponen mesin induk harus diperbaiki secara teratur agar kondisi kerjanya tetap baik.

Mesin induk sendiri menggunakan mesin dengan type *diesel* yang digunakan untuk menggerakkan kapal dengan menggunakan mesin pembakaran dalam untuk sumber tenaga (*Bosch, 2001*). Energi ini dihasilkan oleh pembakaran bahan bakar dan udara di ruang bakar dengan cara menyemprotkan bahan bakar ke udara, yang kemudian dibawa ke tekanan dan suhu tinggi melalui proses *kompresi*. Salah satu komponen utama mesin diesel *injeksi* yaitu *injektor*.

Injektor adalah bagian yang sangat penting dari sistem bahan bakar. Pada akhir langkah kompresi, saat torak atau piston mendekati posisi titik mati atas, tugas utamanya adalah mengirimkan bahan bakar ke dalam silinder dari pompa injeksi. Injektor melakukan ini dengan mengubah tekanan pompa injeksi bertekanan tinggi menjadi kabut bertekanan dengan tekanan antara 60 dan 200 kg/sc. Tekanan ini membuat suhu pembakaran meningkat.

Tekanan udara kabut hanya muncul setelah langkah kompresi berakhir. Akibatnya, setelah suatu waktu tertentu, ketika kondisi produk telah diperbaiki, injektor memiliki ruang untuk mengisinya atau untuk membuat saluran injektor. Dengan cara ini, sisa bahan bakar dapat dikembalikan ke tangki bahan bakar sebagai aliran atau ke sisi lain.

Dari pemaparan tentang *injektor* tersebut penulis mengalami kejadian sewaktu praktek laut di MV. Oriental Ruby Selama jam jaga dari pukul 04.00 hingga 08.00, Cadet melakukan tugas jaga laut bersama masinis dua. Karena kegagalan *injektor* dan peningkatan suhu gas buang pada mesin induk, yang terjadi pada silinder no.6 mesin induk merek MAN B&W, motor induk harus dihentikan. Akibatnya, suhu gas buang meningkat dari 350°C menjadi 420°C, yang merupakan suhu yang melampaui batas maksimumnya, yaitu 400°C. Berdasarkan peristiwa ini, penulis menciptakan karya ilmiah terapan dengan suatu masalah dan penanganan masalah sesuai dengan judul “ANALISIS PENGARUH MENURUNNYA KINERJA *INJEKTOR* TERHADAP PERFORMA *MAIN ENGINE* DI MV. ORIENTAL RUBY”

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, agar penulisan proposal ini tidak menyimpang dan untuk memudahkan dalam mencari solusi permasalahannya, oleh sebab itu penulis mengambil rumusan masalah antara lain :

1. Apa faktor penyebab kinerja *injektor* menurun ?
2. Apa langkah-langkah upaya untuk mengembalikan kinerja *injektor* kembali

secara normal ?

3. Bagaimana pengaruh menurunnya kinerja *injektor* terhadap *main engine* ?

C. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui penyebab *injektor* bekerja tidak optimal dalam sistem pembakaran.
2. Untuk mengetahui langkah-langkah yang dapat dilakukan untuk mengembalikan kinerja *injektor* secara normal.
3. Untuk mengetahui pengaruh turunnya kinerja *injektor* terhadap *main engine*.

D. Manfaat Penelitian

1. Sebagai bahan masukan bagi para pembaca, khususnya taruna Politeknik Pelayaran Surabaya jurusan teknika tentang prinsip dan cara kerja *injektor*
2. Menambah wawasan dan pengalaman tentang pengoperasian, perawatan dan perbaikan mesin induk terutama *injektor*

E. Sistematika Penelitian

Sistematika penelitian adalah tahap-tahap atau aturan yang digunakan sebagai acuan dalam membuat penelitian dengan rincian sebagai berikut:

BAB I

Pendahuluan. Berisi tentang:

1. Latar Belakang Penelitian

2. Rumusan Masalah
3. Tujuan Penelitian
4. Manfaat Penelitian
5. Sistematika Penelitian

BAB II

Tinjauan Pustaka. Berisi tentang:

1. Landasan Teori
2. Kerangka Penelitian

BAB III

Metode Penelitian. Berisi tentang:

1. Jenis Penelitian
2. Lokasi & Waktu Penelitian
3. Sumber Data dan Teknik Pengumpulan Data
4. Teknik Analisis data

BAB IV

Hasil Penelitian dan Pembahasan. Berisi tentang:

1. Hasil Pengumpulan Data & Informasi
2. Analisis Data dan Pembahasan

BAB V

Penutup. Berisi tentang:

1. Kesimpulan
2. Saran

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Review Penelitian Sebelumnya

Tabel 2. 1 *Review* penelitian sebelumnya

No	Penulis	Judul	Hasil
1	Fernando (2023)	Analisis menurunnya kinerja injektor terhadap pembakaran motor disel di MV. Oriental Jade	Metode penelitian yang di gunakan adalah kualitatif dan kuantitatif. HFO atau MDO yang kurang memenuhi standar manual book disebabkan oleh minimnya perhatian terhadap komponen-komponen sistem bahan bakar. Hal tersebut menjadi penyebab terjadinya kebocoran pelumas nosel, sehiungga berpotensi menyebabkan kebuntuan.
2	Tangilumme, (2024)	Analisis kinerja injektor dalam proses pembakaran mesin induk kapal MV. Aishakamilah	Metode penelitian yang di gunakan adalah kualitatif. Injektor merupakan komponen penting dan krusial pada setiap mesin diesel atau induk. Jika injektor mengalami malfungsi, maka dapat menimbulkan masalah yang mempengaruhi kinerja mesin, terutama pada bagian pengaturan suhu, kinerja indikator, kinerja RPM, dan kecepatan. Oleh karena itu, perawatan dan perbaikan pada injektor perlu dilakukan sedini mungkin agar masalah yang terjadi dapat segera diketahui.
3	Tsaqif, (2022)	Analisis penyebab kurangnya pengabutan injektor main engine di kapal MV. Mutiara Verindo V	Metode penelitian yang di gunakan adalah kualitatif. Penyebab pengabutan yang tidak ideal disebabkan oleh pelumasan ujungnya <i>nosel injektor</i> dengan kotoran sisa pembakaran dan karbon sisa dari pembakaran, yang menyebabkan terbentuknya kotoran pada ujung yang bersangkutan, serta bagian injektor yang terlalu lama

No	Penulis	Judul	Hasil
			menyebabkan bakar kapal berubah menjadi boros.

B. Landasan Teori

Untuk mendukung pembahasan analisa tentang penyebab *injektor* tidak berfungsi secara maksimal di MV. Oriental Ruby, Untuk menyempurnakan karya ilmiah terapan ini, penulis harus mengetahui dan menjelaskan beberapa teori penunjang yang mereka ambil dari berbagai sumber pustaka yang berkaitan dengan topik tersebut.

1. Pengertian Mesin Disel

Menurut Boy (2009) Mesin penggerak utama, juga dikenal sebagai mesin induk atau mesin induk dalam bahasa maritim, yaitu mesin yang menggerakkan sebuah kapal, pengangkut barang padat, cair, gas, dan manusia sistem kerja bolak balik dikelola oleh piston mesin diesel. Panas dan tekanan yang dihasilkan oleh silinder pembakaran dalam diubah menjadi energi mekanik oleh gerakan bolak balik piston. Karena gerakan bolak balik piston terhubung dengan tenaga piston, pergerakan *cylinder crank*, yang terdiri dari *joint rod* dan piston, diubah menjadi energi putar oleh *crankshaft*.

Menurut prosedur operasi standar, ada dua jenis mesin diesel: 4-Tak dan 2-Tak. Ini disebut sebagai torak langkah. Misalnya, 4-Tak adalah empat kali torak, sedangkan 2-Tak adalah dua kali torak..

a. Prinsip kerja Mesin 4-Tak

1) Langkah pertama (Hisap)

Alasan pertama piston dari titik mati atas ke titik mati bawah adalah engkol putaran poros, yang terhubung ke motor listrik dan mekanisme udara (permulaan udara). Katup masuk akan terbuka pada $\pm 25^\circ$ sebelum titik mati atas, sedangkan klep ex akan menutup pada $\pm 20^\circ$ setelah TMB.

2) Langkah kedua (*kompresi*)

Titik mati bawah torak pergerakan titik mati atas dengan posisi klep masuk menutup kecuali $\pm 30^\circ$ telah berlalu selesai titik mati bawah. Udara yang mengurangi ruang yang ada di dalam silinder akan di kompresi suhu $\pm 400^\circ\text{C}$ dan tekanan ± 80 Bar (kg/cm^2), yang ideal untuk memecah bakar. Pada titik ini akan terjadi proses pembakaran bahan dengan injektor yang dibuat dengan pompa bakar bakar dengan tinggi tinggi, dan torak akan berada $\pm 10^\circ$ sebelum TMA. Untuk membuat pembakaran di dalam silinder, kabut bakar akan menempel kuat pada udara panas bertekanan tinggi.

3) Langkah ketiga, *expansi* (usaha)

Sebagai langkah awal dalam berbisnis, pembakaran yang dilakukan dalam dua langkah memberikan hasil yang potensial. Tenaga penuh menuju bagian bawah ditopang na langsung torak dari TMA menuju TMB. Inilah langkah yang akan mengubah baling-baling dan poros engkol.

4) Langkah keempat, pembuangan

Torak TMB ke TMA dilakukan dengan katup masuk menutup dan katup buang dalam posisi terbuka. Katup buang mengeluarkan gas sisa pembakaran dari silinder.

b. Prinsip kerja mesin 2-Tak

1) Langkah pertama

Dengan menggunakan udara pejalan kaki, bergerak dari TMA ke TMB saat mesin berada. Jika mesin sudah mencapai tahap ini, maka akan menghasilkan pembakaran yang masih kuat hingga $\pm 8^\circ$ engkol sesuai dengan TMA. Pembakaran yang dilakukan dengan tekanan tetap akan terjadi pada saat pemuaian. Setelah terjadi pembakaran, panas dan daya akan digerakkan sehingga terjadi gerakan melalui poros mesin. Setelah torak mencapai $\pm 20\%$ dari panjang sebelum TMB, torak akan tetap di permukaan lubang buang, mengakibatkan produksi gas sisa dari pembakaran. Setelah torak mencapai $\pm 10\%$ dari panjang sebelum TMB, proses pembilasan awal akan dimulai.

2) Langkah kedua

TMB menggerakkan torak menuju TMA. Setiap kali torak bergerak ke atas, lubang pembuangan tetap terbuka dan lubang bilas udara melebar 10% dari langkah torak. Setelah pembilasan, blower *turbocharger* menghasilkan udara bilas bertekanan yang dipompa keluar dari sisa gas pembakaran. Ini adalah peristiwa yang juga disebut sebagai susulan pembilasan. Jika torak diturunkan, lubang udara bilas

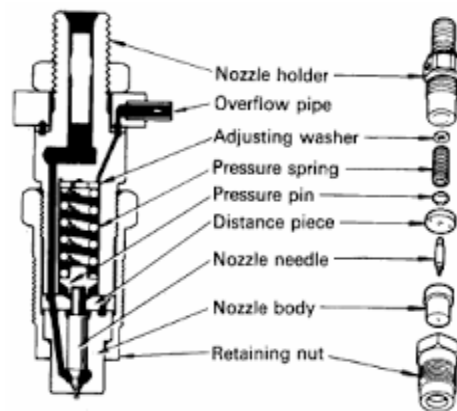
akan diturunkan, dan lubang pembuangan gas juga akan diturunkan jika torak berada dalam jarak plus atau minus dua puluh persen dari panjang torak kemudian, saat torak bergerak ke atas, lubang udara untuk membersihkan dan mengeluarkan gas akan tertutup secara bersamaan. Dengan demikian, proses kompresi dimulai. Ketika torak mencapai 8° engkol sebelum TMA, bahan bakar bertekanan tinggi akan menggerakkan torak dari TMB ke TMA. Saat torak bergerak ke atas, lubang bilas udara dan pembuangan terbuka sepanjang 10% dari langkah torak.

Proses di mana udara bilas bertekanan yang dihasilkan oleh turbocharger blower dilepaskan dari sisa gas pembakaran, atau mungkin lebih sering dikenal dengan susulan pembilasan. Lubang-lubang udara pembilas akan diturunkan ketika torak diturunkan, dan lubang-lubang pembuangan gas juga akan diturunkan ketika torak berada dalam jarak plus atau minus dua puluh persen dari panjang torak. Saat torak bergerak ke atas, lubang udara di pembilas dan pembuangan gas secara bersamaan akan tertutup, yang memulai proses kompresi. Bahan bakar bertekanan tinggi akan disemprotkan ke dalam silinder dalam bentuk kabut ketika torak silinder mencapai 80° sebelum TMA. Kemudian, di dalam silinder, pembakaran akan terjadi sampai suhunya mencapai 1.200°C, dan proses ini akan berlanjut hingga torak melampaui $\pm 50^\circ$ engkol sesudah TMA. Proses ini dikenal sebagai "dua proses pembakaran". Secara teoritis, mesin 2-Tak dapat menghasilkan tenaga

dua kali lipat daripada mesin 4-Tak. Namun, mesin 2-Tak memerlukan lebih banyak bahan bakar daripada mesin 4-Tak.

2. Pengertian Injektor

Menurut jica (2010). Katup penyemprotan bahan bakar *injektor* digunakan pada kapal permesinan diesel III untuk menghilangkan bahan bakar dari area pembakaran melalui penyemprotan bahan bakar. Syarat pembakaran yang memuaskan adalah bahan bakar dimasukkan sepenuhnya ke dalam ruang pembakaran dan dicampur dengan udara dengan suhu campuran yang tinggi.



Gambar 2. 1 Komponen Injektor

Sumber : [https://journal.untar.ac.id/index.php/poros/article/view/844\(2016\)](https://journal.untar.ac.id/index.php/poros/article/view/844(2016))

3. Fungsi Injektor

Salah satu bagian terpenting dari sistem pembakaran adalah fungsi *injection*, yang membawa bahan bakar ke ruang mesin melalui embun yang sangat halus. Pembakaran tertentu dan kinerja mesin dipengaruhi oleh ukuran bahan bakar partikel yang dikeluarkan oleh *nose*l injeksi dan posisinya di udara.

*Nose*l injeksi ditempatkan di kepala silinder, atau dudukan *nose*l di dalam ruang bakar. Bahan bakar bertekanan tinggi yang dihasilkan oleh pompa injeksi

digunakan untuk memecah kabut dengan berat antara 60 dan 200 kilogram per sentimeter persegi di dalam *injektor*. Cara kerja *injektor* Tekanan ini meningkatkan suhu pembakaran silinder hingga 600°C.

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

a. Sebelum *penginjeksian* bahan bakar

Di bagian bawah nozzle body terdapat minyak, dimana bahan bakar bertekanan tinggi mengalir ke nozzle holder melalui pipa injeksi.

b. *Penginjeksian* bahan bakar

Jika tekanan bahan bakar pada ruang bakar minyak lebih besar dari kekuatan pegas, jarum pengabut akan terdorong ke atas, dan bahan bakar menyembrot ke ruang bakar silinder mesin.

c. Akhir *penginjeksian* bahan bakar

Jika pompa injeksi berhenti mengalirkan bahan bakar, tekanan bahan bakar turun dan tekanan pegas mengembalikan jarum pengabut ke posisi awal, menutup saluran bahan bakar.

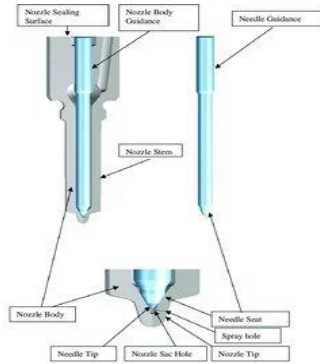
4. Komponen *injektor*

Injector adalah salah satu komponen yang paling penting dalam sistem pembakaran mesin diesel, yang terdiri dari banyak bagian, seperti:

a. *Nozzle needle* (Jarum Pengabut)

Jarum pengabut bertanggung jawab atas jumlah bahan bakar yang akan mengalir melalui mulut pengabut. Pegas penutup menempatkan jarum pengabut pada bidang penutup dengan tekanan yang dapat diubah dengan perantaraan baut tekan. Komponen aksial gaya mengangkat jarum

berlawanan dengan kerja pegas karena tekanan minyak gaya pada bidang kerucut.



Gambar 2. 2 Komponen Nozzle

Sumber: <https://m.indonesian.alibaba.com/p-detail/High-quality-ship-diesel-engine-fuel-518030424.html?language=indonesian&redirect=1>

b. *Nozzle* (Mulut Pengabut)

Mulut pengabut menampung bahan bakar di ruang bakar. Jarum ditekan kembali padang penutup dan tekanan didesak menurun akhir penyemprotan. Pembukaan dan penutupan jarum pengabut mungkin dipengaruhi oleh jarum yang rapi. Pompa *injeksi* bahan bakar mendesak jika penyemprotan harus dimulai dan pompa berhenti jika penyemprotan harus berakhir dengan cara mengatakan ini.



Gambar 2. 3 Nozzle

Sumber: [https://journal.unta.ac.id/index.php/poros/article/view/844\(2016\)](https://journal.unta.ac.id/index.php/poros/article/view/844(2016))

c. *Nozzle Holder*

Salah satu bagian injector nozzle adalah nozzle holder, yang berfungsi sebagai saluran yang menghubungkan injektor ke pipa tekanan tinggi yang di lengkapi dengan mur.



Gambar 2. 4 Nozzle holder

Sumber: <https://m.indonesian.alibaba.com/p-detail/High-quality-ship-diesel-enginefuel-518030424.html?language=indonesian&redirect=1>

d. *Adjusting Washer*

salah satu bagian *injektor nozzle* adalah *adjusting washer*, yang berfungsi sebagai penyetel tekanan penginjeksian. Ketebalan *adjusting washer* meningkatkan tekanan penginjeksian, sementara ketebalan *adjusting washer* menurunkan tekanan penginjeksian



Gambar 2. 5 *Adjusting Washer*

Sumber; [https://journal.untar.ac.id/index.php/poros/article/view/844\(2016\)](https://journal.untar.ac.id/index.php/poros/article/view/844(2016))

e. *Pressure Spring*

Bagian *injektor nozzle* yang dikenal sebagai pressure spring berfungsi untuk mengembalikan tekanan penginjeksian ketika proses penginjeksian

selesai. Ini menekan nozzle needle agar saluran kembali tertutup, sehingga tidak ada bahan bakar yang mengalir ketika proses penginjeksian selesai.



Gambar 2. 6 Pressure Spring

Sumber; [https://journal.untr.ac.id/index.php/poros/article/view/844\(2016\)](https://journal.untr.ac.id/index.php/poros/article/view/844(2016))

f. Pressure pin

Pressure pin adalah bagian *injektor nozzle* yang meneruskan tekanan dari bahan bakar. Tugas *pressure pin* adalah mendorong tekanan *spring*, sehingga *nozzle needle* dapat terbuka untuk menyalurkan bahan bakar selama proses penginjeksian.



Gambar 2. 7 Pressure Pin

Sumber [https://journal.untar.ac.id/index.php/poros/article/view/844\(2016\)](https://journal.untar.ac.id/index.php/poros/article/view/844(2016))

g. Distance Piece

Salah satu bagian *injektor nozzle* adalah bagian jarak, yang berfungsi sebagai saluran dan menghubungkan *nozzle* dengan *injector holder*. Bagian ini juga memungkinkan pasokan bahan bakar bertekanan ke *nozzle body*.



Gambar 2. 8 Distance piece

Sumber [https://journal.untar.ac.id/index.php/poros/article/view/844\(2016\)](https://journal.untar.ac.id/index.php/poros/article/view/844(2016))

5. Metode Penyemprotan Bahan Bakar

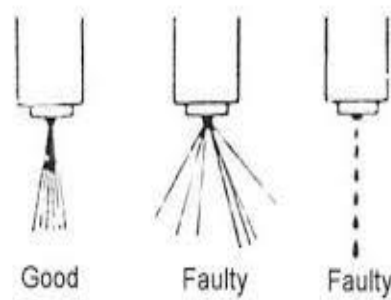
Menurut Aslang (2002), *Nozzle*, atau katup semprot bahan bakar memasukkan bahan bakar ke ruang bakar di dalam unit. Ketika bahan bakar disemprotkan ke dalam silinder melalui lubang dengan diameter 0,2–0,8 mm, pengabutan terjadi karena pergerakan udara di sekitar lubang dan sudut ruang pembakaran.

Untuk mengurangi massa, bagian ujung *nozzle* yang memiliki lubang dengan diameter 0,2–0,8 mm dibuat secepat mungkin untuk mengurangi masa. Biasanya, ini memiliki empat hingga sepuluh stem saluran jarum. Dudukan katup ditempatkan tepat setelah katup dibongkar untuk mengurangi inersia dan keausan. Ini juga mencegah bahan bakar keluar melalui celah antara jarum dan dudukan katup. Bentuk campuran dan cara penyemprotan bahan bakar ditangani oleh dua sistem utama, yaitu penyemprotan langsung dan secara tak langsung. Sebagian besar motor putaran menggunakan sistem penyemprotan langsung.

6. Pengabutan pada *injektor*

Jenis alat penyemprotan bahan bakar yang digunakan *nose/* selama proses

penyemprotan bahan bakar memengaruhi kualitas pembakaran yang terjadi di bagian dalam silinder (Ahmad Puji Nugroho et al., 2018). Di bawah ini adalah gambar dan penjelasan tentang bagaimana penyemprotan bahan bakar terlihat.



Gambar 2. 9 Bentuk Pengabutan Injektor

Sumber <https://www.slideshare.net/mobile/JanardhanReddyBommiR/types-of-fuel-injection-system-and-nozzles>

- a. Gambar pertama menunjukkan pengabutan sempurna, yang berarti pengabutan yang menyebar dan tidak terbatas pada satu tempat. Sudut 140 akan dibentuk oleh pengabutan yang baik, menghasilkan pembakaran yang ideal.
- b. Pengabutan injektor yang tidak merata. Ini menunjukkan bahwa injektor memiliki penyumbatan. Jika situasi ini tidak ditangani segera, ini akan berdampak pada kinerja mesin induk. Mesin akan gagal, dan tenaga akan berkurang.
- c. Gambar terakhir menunjukkan bahwa bahan bakar hanya menetes karena nosel pecah, yang menyebabkan pembakaran yang tidak sempurna atau bahkan tidak terjadi sama sekali. Ini menyebabkan rpm mesin menurun dan asap putih yang tebal dan pekat keluar dari exhaust.

7. Perawatan Untuk Menghasilkan Pembakaran Yang Sempurna

Menurut Mcbirnie (1990). untuk mencapai pembakaran yang sempurna, di mana sejumlah faktor, seperti faktor pendukung dan perawatan, mempengaruhi proses pembakaran pada mesin penggerak utama yang dinyatakan sempurna yaitu setiap silinder mesin *prime mover* memiliki lubang injektor untuk penggerak utama dengan tekanan fuel injektor rendah. Oleh karena itu, kondisi harus bebas dari kotoran, Hal ini dapat mengganggu proses pembakaran motor diesel.

8. Jenis-jenis *Injektor*

Untuk meningkatkan fungsi injektor, pembuat menggunakan jenis mesin diesel untuk membuat berbagai jenis injektor. Tipe yang umum digunakan pada mesin diesel kontemporer adalah:

a. *Injektor nozzle* tunggal (*Single Hole*)

Injektor nozzle tunggal memiliki satu lubang injeksi dan memiliki sudut injeksi 4–15°C, yang memastikan bahwa bahan bakar yang dihasilkan terlalu halus. Oleh karena itu, *injektor nozzle* berlubang tunggal biasanya digunakan pada mesin diesel yang memiliki ruang bakar yang dapat menghasilkan pusaran udara untuk membuat proses percampuran udara dengan butiran bahan bakar lebih merata. Selain itu, *injektor nozzle* berlubang tunggalnya berlubang, tunggalnya Ini akan mengurangi kerusakan yang disebabkan oleh lubang *nozzle* yang buntu.

b. *Injektor nozzle* banyak (*Multiple Hole*)

Injector nozzle berlubang adalah jenis *injektor* yang memiliki lebih dari satu lubang injeksi di ujung *nozzlenya*. Mesin diesel jenis *injeksi* langsung, yang membutuhkan bahan bakar untuk disebarkan ke semua bagian ruang bakar yang dangkal, menggunakan jenis *injektor nozzle* ini. *Nozzle* jenis ini *menyemprotkan* bahan bakar berbentuk kabut langsung ke dalam ruang bakar. Lubang semprotan berisi delapan lubang, dengan diameter 0.006-0.033 inci. Di mesin induk kapal MV. Oriental Ruby.

c. *Injektor nozzle* jenis *Throttle* (*Throttle Type*)

untuk *injector nozzle* jenis *throttle*, yang hampir identik dengan *injector nozzle* jenis pin, ujungnya melebar daripada meruncing. Ini menghasilkan karakteristik kerja di mana jumlah bahan bakar yang diinjeksikan hanya sedikit pada awal injeksi dan akan meningkat seiring waktu.

9. Persyaratan Untuk Menghasilkan Pembakaran Yang Sempurna

Menurut Romzana (2000), Jumlah bahan bakar harus sebanding dengan udara yang masuk ke dalam ruang pembakaran untuk pembakaran yang sempurna atau baik. Dalam keadaan berikut, kondisi berikut dapat dipenuhi:

- a. Bahan bakar harus bebas dari kotoran cair dan padat.
- b. Panas yang ideal untuk pembakaran *fuel oil* (*HFO*) yang sempurna adalah di bawah titik nyala bahan bakar dan tidak melebihi 100°C atau 12-15 *CTS* normalnya.

- c. Temperatur udara yang dikompresikan dapat mencapai dengan tekanan 500°C kompresi tinggi (30 hingga 45 kilogram per sentimeter persegi). 500°C
- d. Dengan kecepatan yang sama dengan gerakan air, udara dari pembakar dapat dicampur dengan setiap tetes minyak.

10. Alat Test *Injektor*

Menurut Widada & Hase, (2021), alat ini digunakan untuk menguji injektor diesel pada mesin kapal. Tester *injektor* ini dapat mengukur tekanan, pola penyemprotan, dan kebocoran bahan bakar pada injektor. alat ini dilengkapi dengan beberapa komponen seperti:

- a. Pompa tekanan tinggi untuk mensimulasikan tekanan bahan bakar pada *injektor*.
- b. *Manometer* untuk mengukur tekanan.
- c. Kamera uji penyemprotan untuk memeriksa pola semprotan bahan bakar.
- d. Alat pengukur aliran bahan bakar untuk memantau jumlah bahan bakar yang disemprotkan oleh *injektor*.

11. Tes tekanan penyemprotan

Menurut Herlina (2019). Pengetesan *injector* terdiri dari beberapa tahap. Pertama, tes tekanan penyemprotan dilakukan; kemudian, tes pola semprotan atau semprotan *nozzle* dan terakhir, simulasi pemakaian dilakukan. Selain itu, pembersihan dilakukan untuk mengeluarkan kotoran yang menumpuk di *nozzle*..

Lakukan test penekanan penyemprotan, dengan cara gerakan tuas tester dalam langkah penuh dengan kuat dan cepat, tekanan penyemprotan yang memenuhi standard berkisar 90 – 125 bar, baca tekanan pada manometer.

a. Spray Test

Pola penyemprotan *injektor* dapat diidentifikasi oleh test ini. Pengabutan bahan bakar harus berhasil. Beberapa pola dapat digunakan. lakukan tes tekanan penyemprotan dengan cepat dengan menggerakkan tuas tester dalam langkah penuh. Baca tekanan pada manometer. 80% mesin memiliki pola standar seperti yang ditunjukkan di kiri, dan sisanya memiliki pola standar seperti yang ditunjukkan di kanan. Setelah diketahui bahwa ada penyumbatan, mungkin untuk mencoba membersihkannya.

b. Flow Test

Jika tes ini dilakukan, kemampuan *injector* akan diuji. Jadi, Anda harus tahu kapasitas standar, yang diukur dalam satuan cc/menit. Untuk melakukan ini, arus akan diberikan ke *injector*, yang akan membuka jarum nosel, dan bahan bakar akan dialiri dengan tekanan tertentu selama 15 detik. Selanjutnya, alirannya diukur untuk memastikan apakah sesuai dengan kapasitas standarnya. Setelah dibersihkan, tes tambahan dilakukan untuk memastikan bahwa pembersihan yang dilakukan cukup efektif dan bahwa kemampuan kembalinya untuk setiap silinder sama dan normal. Jumlah pengukuran yang berbeda masih dapat diterima untuk penggunaan harian.

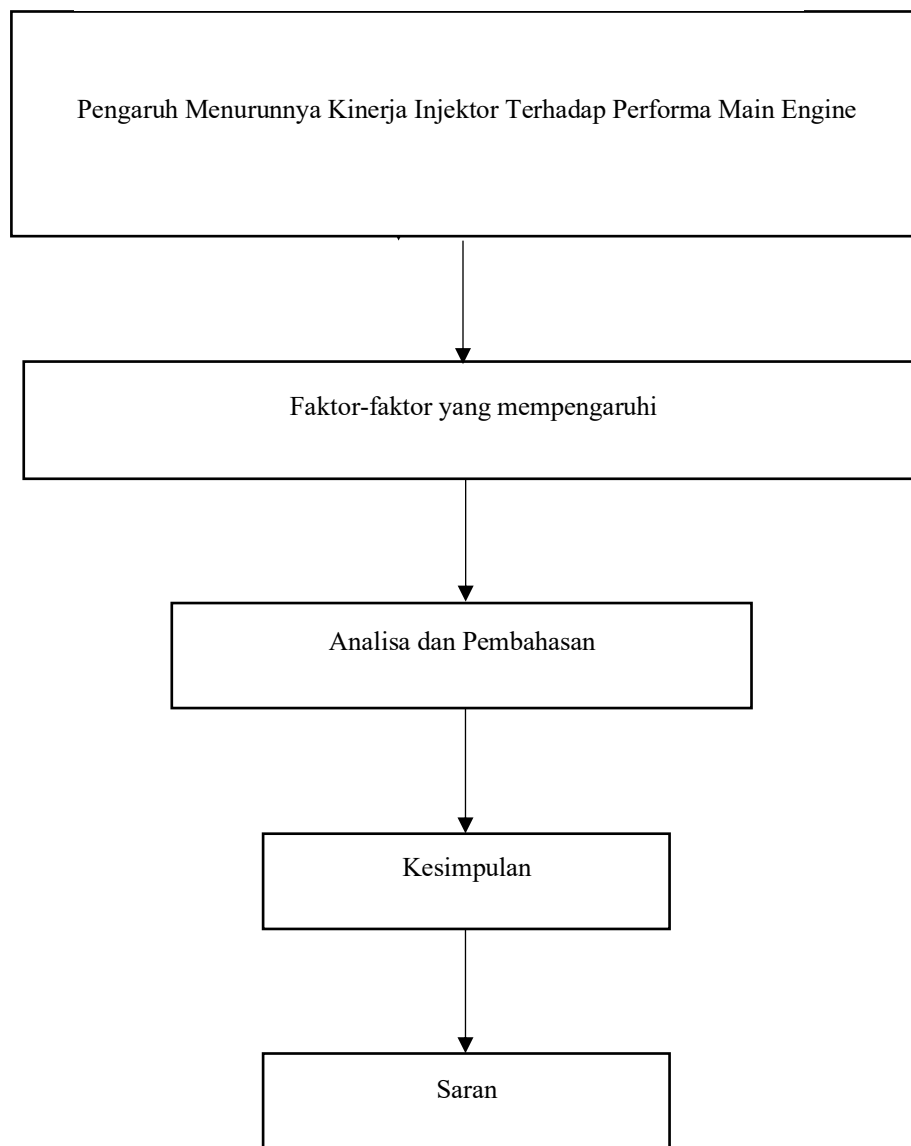
12. Bahan Bakar *Fuel Oil*

Fuel Oil adalah jenis bahan bakar yang digunakan untuk kapal, terutama pada mesin diesel putaran rendah. Bahan bakar ini merupakan hasil dari penyulingan minyak bumi dalam kategori bahan bakar berat, dengan titik didih tinggi (370-600°C) menunjukkan bahwa *MFO* terdiri dari molekul hidrokarbon berat dengan rantai karbon panjang. viskositas *MFO* yang diukur dalam satuan centistokes (Cts) pada suhu 50- 100°C memiliki nilai viskositas yang bervariasi tergantung jenisnya (Rifki Alfaridzi, 2023).

C. Kerangka Penelitian

Dalam kerangka penelitian ini penulis akan memaparkan secara singkat bagan dalam mengerjakan karya ilmiah ini di mulai dari pembuatan judul samapai ke seminar proposal sebagai berikut

Tabel 2. 2 Kerangka penelitian



BAB III

METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan dalam penyediaan KIT ini adalah penelitian kualitatif. Menurut Dr. Arif Rachman&Dr. E. Yochanan, (2024), Penelitian kualitatif terlibat secara langsung dengan subjek penelitian untuk memahami dan menjelaskan fenomena dalam lingkungan alamnya. Metode ini memungkinkan peneliti untuk melihat aspek yang lebih luas dari dunia melalui kompleksitas dan konteks yang tidak selalu dapat diukur dengan angka. Jadi metode pengolahan data yang tepat adalah kualitatif dengan metode analisis *fishbone*.

berikut adalah penjelasan metode kualitatif oleh para ahli. Menurut Bogdan dan Taylor, sebagaimana dikutip oleh Moleong (2017), kualitatif yaitu pengumpulan data pada latar alamiah dengan menggunakan metode alamiah dan dilakukan oleh orang atau peneliti yang tertarik secara alamiah. Menurut David Williams, sebagaimana dikutip oleh Moleong (2017), Penelitian kualitatif adalah prosedur penelitian yang menghasilkan data deskriptif tentang perilaku dan kata-kata tertulis atau lisan dari subjek.

Sedangkan *fishbone* sering disebut dengan diagram sebab-akibat atau *cause effect diagram*. Pada tahun 1943, terdapat ilmuwan Jepang penemu dari diagram ini, bernama Professor Kaoru Ishikawa yang merupakan alumni dari teknik kimia Universitas Tokyo. Sehingga diagram ini sering disebut diagram *Ishikawa*. Fungsi dari diagram *fishbone* (tulang ikan) / diagram *Ishikawa* adalah untuk

mengidentifikasi penyebab-penyebab masalah yang muncul dari suatu efek spesifik lalu kemudian memisahkan akar penyebabnya dengan cara terstruktur dan sistematis.

B. Lokasi Dan Waktu Penelitian

1. Lokasi penelitian

Adapun tempat dilaksanakannya penelitian ini adalah di atas kapal.pada saat melaksanakan prala (praktek laut).

2. Waktu penelitian

Penelitian dilaksanakan pada saat melaksanakan praktek layar selama 12 bulan. Penelitian tentang injektor guna sebagai sempurnanya pembakaran main engine diatas kapal.

C. Sumber Data Dan Teknik Pengumpulan Data

1. Sumber Data

Data yang akan diperoleh dari kegiatan ini diambil dari wawancara dengan KKM, masinis, dan orang yang memahami masalah. Selain itu, data juga diambil dari literatur yang sesuai dengan masalah, seperti buku, internet, dll. Akibatnya, jenis data yang digunakan untuk penelitian ini adalah:

a. Data Primer

Yakni data yang disusun oleh peneliti untuk tujuan khusus dalam menyelesaikan permasalahan yang tengah dihadapinya. Data tersebut dikumpulkan secara langsung oleh peneliti dari sumber pertama atau lokasi dimana objek penelitian dilaksanakan.

b. Data Sekunder

yakni data yang dikumpulkan bukan untuk masalah yang dihadapi. Data ini mudah ditemukan. Sumber data sekunder untuk penelitian ini termasuk artikel, literatur, jurnal, dan situs internet yang berkaitan dengan topik penelitian.

2. Teknik Pengumpulan Data

a. Wawancara

Dua orang atau lebih berhadapan secara fisik untuk melakukan tanya jawab lisan dan berbicara tentang masalah tertentu disebut wawancara. Data yang dikumpulkan dari wawancara dapat diakses secara terbuka, menyeluruh, dan tidak terbatas, yang memungkinkan pengumpulan data yang lengkap dan menyeluruh untuk penelien kualitatif. (M Teguh Saefuddin¹, Tia Norma Wulan² & 1, 2, 3, 2023). Penulis melakukan wawancara dengan operator mesin induk dan masinis. Setelah masalah disampaikan dalam wawancara, peneliti kemudian berbicara tentang solusi atau cara mengatasinya.

b. Observasi

Pengamatan langsung dengan menggunakan penciuman, pendengaran, penglihatan, perabaan, atau bahkan pengecapan disebut observasi. Observasi dapat menggunakan pedoman pengamatan, tes, kuesioner, rekaman gambar, dan rekaman suara. (M Teguh Saefuddin¹, Tia Norma Wulan² & 1, 2, 3, 2023).

D. Teknik Analisa Data

1. Pengumpulan Data

Data yang dikelompokkan kemudian disusun menjadi cerita, membentuk rangkaian informasi yang relevan dengan masalah penelitian. (Revian Viva Giovardhi, 2018).

Menurut Mantja Harsono (2008), Reduksi data berlanjut sepanjang penelitian. Ringkasan catatan lapangan dari catatan awal, perluasan, dan penambahan adalah hasil dari reduksi data.

2. Reduksi Data

Tahap reduksi data adalah tahap mereduksi atau menyederhanakan data agar bisa sesuai dengan kebutuhan dan tentunya mudah untuk didapatkan informasi (Revian Viva Giovardhi, 2018).

3. Penarik Kesimpulan

Pengambilan kesimpulan didasarkan pada susunan cerita yang telah disusun pada tahap ketiga, yang digunakan untuk menemukan jawaban atas masalah penelitian. Sepanjang empat tahap analisis data, setiap komponen berhubungan satu sama lain, sehingga ada hubungan antara satu tahap dengan tahap lainnya. (Revian Viva Giovardhi, 2018).

4. Analisa Hasil Diagram

Dengan membuat diagram *fishbone*, semua akar penyebab masalah dapat dilihat. Perlu dilakukan analisis lebih lanjut tentang akar penyebab yang telah ditemukan, termasuk prioritas dan signifikansi penyebab tersebut. Setelah itu, dengan menyelesaikan akar masalah, masalah yang ada dapat diselesaikan.

Keuntungan dari *fishbone diagram* adalah bahwa mereka dapat menjelaskan setiap masalah yang mungkin terjadi, dan setiap orang yang terlibat dalam proses tersebut dapat memberikan saran yang mungkin menjadi penyebab masalah tersebut. Sedangkan kekurangan *fishbone diagram* adalah pendapat yang didasarkan pada alat dan dirancang untuk membatasi kemampuan tim dan pengguna untuk menjelaskan masalah secara visual dengan menggunakan metode "level why" yang dalam, kecuali kertas yang digunakan sangat besar untuk memenuhi kebutuhan tersebut.