

LAPORAN TUGAS AKHIR
KARYA ILMIAH TERAPAN

**ANALISIS PERAWATAN *INJECTOR* AKIBAT
PENYUMBATAN BAHAN BAKAR PADA MESIN DIESEL DI
KAPAL LOGISTIK NUSANTARA 4**



DWI CAHYO MARYANDI
NIT 0921008102

disusun sebagai salah satu syarat
menyelesaikan Program Pendidikan Sarjana Terapan

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

LAPORAN TUGAS AKHIR
KARYA ILMIAH TERAPAN

**ANALISIS PERAWATAN *INJECTOR* AKIBAT
PENYUMBATAN BAHAN BAKAR PADA MESIN DIESEL DI
KAPAL LOGISTIK NUSANTARA 4**



DWI CAHYO MARYANDI
NIT 0921008102

disusun sebagai salah satu syarat
menyelesaikan Program Pendidikan Sarjana Terapan

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

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Dwi Cahyo Maryandi

Nomor Induk Taruna : 09.21.008.1.02

Program Studi : Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal

Menyatakan bahwa KIT yang saya tulis dengan judul:

ANALISIS PERAWATAN INJECTOR AKIBAT PENYUMBATAN BAHAN BAKAR PADA MESIN DIESEL DI KAPAL LOGISTIK NUSANTARA 4

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, 23 Juni 2025



Dwi Cahyo Maryandi

**PERSETUJUAN UJI KELAYAKAN
PROPOSAL TUGAS AKHIR**

Judul : ANALISIS PERAWATAN INJECTOR AKIBAT
PENYUMBATAN BAHAN BAKAR PADA MESIN DIESEL
DI KAPAL LOGISTIK NUSANTARA 4

Program Studi : Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal

Nama : DWI CAHYO MARYANDI

NIT : 09 21 008 1 02

Jenis Tugas Akhir : ~~Prototype / Proyek /~~ Karya Ilmiah Terapan*

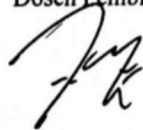
Keterangan: *(coret yang tidak perlu)

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

Surabaya, 18 Juni 2025

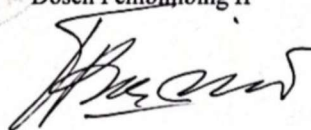
Menyetujui,

Dosen Pembimbing I



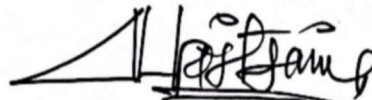
AGUS PRAWOTO, N.M., M.Mar.E
Penata Tk. I (III/d)
NIP. 19780817 200912 1 001

Dosen Pembimbing II



Dr. TRISNOWATI RAHAYU, M.AP
Pembina Utama Muda (IV/c)
NIP. 19660216 199303 2 001

Ketua Program Studi
Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal



Dr. ANTONIUS EDY KRISTOYONO, M.Pd., M.Mar.E.
Penata Tk. I (III/d)
NIP. 19690531 200312 1 001

**PERSETUJUAN SEMINAR HASIL
KARYA ILMIAH TERAPAN**

Judul :ANALISIS PERAWATAN INJECTOR AKIBAT
PENYUMBATAN BAHAN BAKAR PADA MESIN DIESEL
DI KAPAL LOGISTIK NUSANTARA 4

Nama Taruna : DWI CAHYO MARYANDI

NIT : 09.21.008.1.02

Program Studi : TEKNOLOGI REKAYASA PERMESINAN KAPAL

Dengan ini dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diseminarkan :

Surabaya, 18 Juni 2025

Menyetujui

Pembimbing I

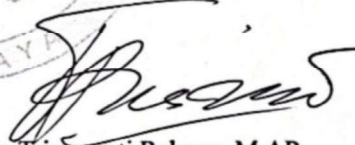


Agus Prawoto, M.M, M.Mar.E

Penata Tk. I (III/d)

NIP. 19780817 200912 1 001

Pembimbing II



Dr. Trisnowati Rahayu, M.AP

Pembina Utama Muda (IV/c)

NIP. 19660216 199303 2 001

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 PERAWATAN INJECTOR AKIBAT
PENYUMBATAN BAHAN BAKAR PADA MESIN DIESEL
DI KAPAL LOGISTIK NUSANTARA 4**

Disusun dan diajukan oleh:

DWI CAHYO MARYANDI
NIT 09.21.008.1.02
TEKNOLOGI REKAYASA PERMESINAN KAPAL

Telah dipresentasikan di depan panitia seminar Tugas Akhir
Politeknik Pelayaran Surabaya
Pada tanggal, 16 Desember 2024

Menyetujui

Penguji I

(Rama Syahputra S., S.ST. Pel. M.T.)
Penata (III/b)
NIP. 19880329 201902 1 002

Penguji II

(Agus Prawoto, S. Si.T. MM)
Penata Tk. I (III/d)
NIP. 19780817 200912 1 001

Penguji III

(Dyah Ratnaningsih, SS, M.Pd)
Penata Tk.I (III/d)
NIP.19800302 200502 2 001

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. 19760528 200912 2 002

**LEMBAR PENGESAHAN HASIL
KARYA ILMIAH TERAPAN**

**ANALISIS PERAWATAN INJECTOR AKIBAT
PENYUMBATAN BAHAN BAKAR PADA MESIN DIESEL
DI KAPAL LOGISTIK NUSANTARA 4**

Disusun dan diajukan oleh:

DWI CAHYO MARYANDI
NIT 09.21.008.1.02
TEKNOLOGI REKAYASA PERMESINAN KAPAL

Telah dipresentasikan di depan panitia seminar Tugas Akhir
Politeknik Pelayaran Surabaya
Pada tanggal, 18 Juni 2025



Penguji I

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

Penguji II

(Azis Nugroho, SE., M.Pd)
Pembina (IV/a)
NIP.19750322 199808 1 001

Penguji III

(Shofa Dai Robby, S.T, M.T.)
Penata (II/c)
NIP. 19820302 200604 1 001

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

DWI CAHYO MARYANDI, 2025. *Injector* mesin diesel kapal memiliki peran penting dalam proses pembakaran dengan menginjeksi bahan bakar dalam bentuk kabut halus ke ruang bakar. Seiring penggunaan mesin, *injector* bahan bakar juga rentan tersumbat karena kontaminasi bahan bakar dengan kotoran, air, atau endapan kimia. Hal ini mengakibatkan kinerja mesin yang buruk, meningkatkan konsumsi bahan bakar, dan emisi gas buang melebihi ambang batas yang membahayakan lingkungan.

Penelitian ini bertujuan untuk menyelidiki penyebab masalah *injector* pembakaran pada mesin diesel kapal dan merumuskan strategi pemeliharaan yang dapat menyelesaikan masalah tersebut secara efektif. Metode yang digunakan termasuk pengamatan langsung terhadap *injector* yang bermasalah, pengujian tekanan pada *injector*, analisis bahan bakar, dan wawancara dengan teknisi kapal. Dari analisis tersebut, dapat dibuktikan bahwa penyebab utama tersumbatnya sistem *injector* bahan bakar diesel adalah kualitas bahan bakar yang buruk serta kurangnya perhatian terhadap pemeliharaan *filter* bahan bakar dan tanki bahan bakar.

Sebagai hasilnya, penelitian ini menyarankan program pemeliharaan preventif yang dijadwalkan dengan tepat yang mencakup pembersihan *injector* secara berkala, penggunaan bahan bakar berkualitas, dan peningkatan frekuensi penggantian *filter*. Dengan pemeliharaan yang tepat, hal ini akan membantu mempertahankan kualitas *injector* bahan bakar di kapal, memperpanjang usia mesin kapal, dan meningkatkan efisiensi operasional kapal. Menggunakan pendekatan ini diharapkan dapat mencapai pengurangan biaya operasional jangka panjang yang diinginkan dan memungkinkan operasi kapal ramah lingkungan.

Kata Kunci: *Injector*, Penyumbatan Bahan Bakar, Mesin Diesel Kapal, Perawatan Preventif, Efisiensi Operasional

ABSTRACT

DWI CAHYO MARYANDI, 2025. *Marine diesel engine injectors play an important role in the combustion process by injecting fuel in the form of a fine mist into the combustion chamber. As the engine is used, the fuel injector is also susceptible to clogging due to fuel contamination with dirt, water, or chemical deposits. This results in poor engine performance, increased fuel consumption, and exhaust emissions exceeding the threshold that is harmful to the environment.*

This study aims to investigate the causes of combustion injector problems in marine diesel engines and formulate a maintenance strategy that can effectively solve the problem. The methods used include direct observation of problematic injectors, pressure testing of injectors, fuel analysis, and interviews with ship technicians. From the analysis, it can be proven that the main cause of clogging of the diesel fuel injector system is poor fuel quality and lack of attention to the maintenance of fuel filters and fuel tanks.

As a result, this study recommends a properly scheduled preventive maintenance program that includes regular injector cleaning, use of quality fuel, and increased filter replacement frequency. With proper maintenance, this will help maintain the quality of fuel injectors on ships, extend the life of ship engines, and improve ship operational efficiency. Using this approach is expected to achieve the desired long-term operational cost reductions and enable environmentally friendly ship operations.

Keywords: *Injector, Fuel Clogging, Marine Diesel Engine, Preventive Maintenance, Operational Efficient*

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, atas berkat dan rahmatNya sehingga penulis dapat menyelesaikan Karya Ilmiah Terapan ini dengan judul “**ANALISIS PERAWATAN *INJECTOR* AKIBAT PENYUMBATAN BAHAN BAKAR PADA MESIN DIESEL KAPAL**”

Penulis menyadari bahwa dalam penyelesaian Karya Ilmiah Terapan ini terdapat banyak kekuarangan baik dari cara penulisan, segi Bahasa, maupun susunan kalimat serta pembahasan materi akibat keterbatasan penulis dalam penguasaan materi dan data-data yang diperoleh.

Pada kesempatan ini disampaikan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu sehingga penelitian ini dapat dilaksanakan antara lain kepada :

1. Bapak Moejiono, M.T., M.Mar.E. selaku Direktur Politeknik Pelayaran Surabaya
2. Dr.Antonius Edy Kristiyono, M.Pd., M.Mar.E. selaku Kepala Prodi Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal, yang telah memberikan dukungan serta motivasi yang sangat besar bagi peneliti dalam menyelesaikan Karya Ilmiah Terapan.
3. Bapak Agus Prawoto, M.M, M.Mar.E. selaku dosen pembimbing I
4. Ibu Dr. Trisnowati Rahayu, M.AP selaku dosen pembimbing II
5. Bapak/ibu Dosen Politeknik Pelayaran Surabaya
6. Orang tua saya yang telah memberikan doa dan semangat sehingga saya dapat menyelesaikan Karya Ilmiah Terapan ini.

Akhir kata penulis berharap Karya Ilmiah Terapan ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan bagi penulisnya sendiri. Semoga Tuhan Yang Maha Esa senantiasa memberikan petunjuk dan lindunga dalam melakukan penelitian yang selanjutnya dituangkan dalam bentuk Karya Ilmiah Terapan.

Surabaya, Juni 2025

DWI CAHYO MARYANDI
NIT 0921008102

DAFTAR ISI

| | |
|--|-------------|
| JUDUL | i |
| PERNYATAAN KEASLIAN | ii |
| PERSETUJUAN UJI KELAYAKAN | iii |
| PERSETUJUAN SEMINAR HASIL | iv |
| PENGESAHAN SEMINAR PROPOSAL | v |
| PENGESAHAN SEMINAR HASIL..... | vi |
| ABSTRAK | vii |
| <i>ABSTRACT</i> | viii |
| KATA PENGANTAR..... | ix |
| DAFTAR ISI..... | x |
| DAFTAR GAMBAR..... | xii |
| DAFTAR TABEL | xiii |
| DAFTAR LAMPIRAN | xiv |
| BAB I PENDAHULUAN..... | 1 |
| A. Latar Belakang | 1 |
| B. Rumusan Masalah | 6 |
| C. Tujuan Penelitian | 7 |
| D. Manfaat Penelitian | 7 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA..... | 9 |
| A. Review Penelitian Sebelumnya..... | 9 |
| B. Landasan Teori..... | 10 |
| C. Kerangka Berpikir | 30 |

| | |
|--|-----------|
| BAB III METODE PENELITIAN | 31 |
| A. Jenis Penelitian..... | 31 |
| B. Lokasi dan Waktu Penelitian | 31 |
| C. Jenis dan Sumber Data | 31 |
| D. Teknik Pengumpulan Data..... | 33 |
| E. Teknik Analisis Data..... | 34 |
| BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN..... | 36 |
| A. Gambaran Umum Lokasi Penelitian | 36 |
| B. Hasil Penelitian | 38 |
| C. Analisis Data | 44 |
| D. Hasil Wawancara | 45 |
| E. Pembahasan..... | 47 |
| BAB V PENUTUP..... | 61 |
| A. Kesimpulan | 61 |
| B. Saran..... | 62 |
| DAFTAR PUSTAKA..... | 63 |
| LAMPIRAN..... | 64 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|--|----|
| Gambar 1.1 Mesin Diesel Kapal..... | 03 |
| Gambar 1.2 Injector dan proses pembakaran..... | 05 |
| Gambar 2.1 Sistem Bahan Bakar | 16 |
| Gambar 2.2 Komponen Injector..... | 19 |
| Gambar 2.3 Testing Diesel Injector | 23 |
| Gambar 2.4 Kerangka Pemikiran | 30 |
| Gambar 4.1 Kapal Logistik Nusantara 4..... | 36 |
| Gambar 4.2 Ships Particulars..... | 37 |
| Gambar 4.3 Crew List..... | 38 |
| Gambar 4.4 Injector Tersumbat | 41 |
| Gambar 4.5 Pelepasan siku udara pengisi dan pipa udara pengisi | 49 |
| Gambar 4.6 Pelepasan Saluran Penghubungan Injector | 49 |
| Gambar 4.7 Penutupan Lubang Injector dan Pompa Injector | 50 |
| Gambar 4.8 Pelepasan Injector Dari Dudukannya | 50 |
| Gambar 4.9 Pelepasan Injector | 51 |
| Gambar 4.10 Special Tool Remove Injector..... | 51 |
| Gambar 4.11 Pembersihan Dengan Ultrasonic Cleaner | 52 |
| Gambar 4.12 Komponen Injector..... | 52 |
| Gambar 4.13 Testing Pressure Injector..... | 52 |
| Gambar 4.14 Filter Bahan Bakar Mesin Diesel | 54 |

DAFTAR TABEL

| | |
|--|----|
| Tabel 2.1 Review Penelitian Sebelumnya | 09 |
| Tabel 3.1 Observasi..... | 34 |
| Tabel 4.1 Data Perawatan Injector..... | 44 |
| Tabel 4.2 Data Hasil Uji Testing Injector..... | 44 |
| Tabel 4.3 Data Penyumbatan Injector..... | 45 |
| Tabel 4.4 Hasil Wawancara | 46 |
| Tabel 4.5 Kondisi Injector Sebelum Dilakukan Kalibrasi | 53 |
| Tabel 4.6 Hasil Kalibrasi Injector..... | 53 |
| Tabel 4.7 Kondisi Filter Bahan Bakar Sebelum Perawatan | 55 |
| Tabel 4.8 Kondisi Filter Bahan Bakar Sesudah Perawatan..... | 55 |
| Tabel 4.9 Kondisi Tanki Bahan Bakar Sebelum Perawatan..... | 56 |
| Tabel 4.10 Kondisi Tanki Bahan Bakar Sesudah Perawatan | 56 |

DAFTAR LAMPIRAN

| | |
|---|----|
| Lampiran 1 Validasi rubik wawancara masinis 3 | 64 |
| Lampiran 2 Rubrik wawancara Kepala Kamar Mesin (KKM) | 65 |
| Lampiran 3 spesifikasi injector | 66 |
| Lampiran 4 spesifikasi injector | 67 |
| Lampiran 5 Ship particular | 68 |
| Lampiran 6 Crew List | 69 |
| Lampiran 7 melepas dan memasang injector (manual book MAN D 2840) | 70 |
| Lampiran 8 melepas dan memasang injector (manual book MAN D 2840) | 71 |
| Lampiran 9 Troubleshooting | 72 |
| Lampiran 10 Troubleshooting | 73 |
| Lampiran 11 Diagram PV Pressure Injector tiap cylinder | 74 |
| Lampiran 12 Diagram PV Pressure Injector tiap cylinder | 75 |
| Lampiran 13 Diagram PV Pressure Injector tiap cylinder | 76 |

BAB 1

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Semakin majunya pertumbuhan ekonomi maka semakin dibutuhkan juga moda transportasi baik untuk distribusi barang maupun untuk angkutan umum. Guna distribusi barang dan angkutan umum antar pulau melalui jalur laut, maka dibutuhkan moda transportasi laut. Transportasi laut sangat penting terutama bagi Indonesia yang memiliki 17.000 pulau dan disatukan lautan yang luas, sehingga transportasi laut menjadi Urat Nadi bagi perekonomian Indonesia. Dengan pentingnya transportasi laut maka kapal menjadi sangat penting sebagai penunjangnya seperti kapal *kontainer*, kapal *general cargo*, *tug and barge*, *bulk carrier*, kapal angkut semen, *cemical*, kapal oil dan gas bahkan kapal-kapal *offshore*. Namun kapal yang banyak belum cukup jika perawatan tidak dilakukan dengan maksimal dimana dapat merugikan perusahaan dan membahayakan penumpang didalamnya. Untuk mencapai hal tersebut dibutuhkan perawatan dan perbaikan terhadap seluruh permesinan dan perlengkapan diatas kapal secara terjadwal dan teratur sesuai prosedur dan kebijakan yang berlaku diperusahaan.

Tujuan khusus melakukan perawatan dan perbaikan yang teratur dikapal yaitu untuk mempertahankan kapal selalu dalam kondisi layak laut, mencegah terjadinya kerusakan yang lebih parah, memperkecil kerusakan yang terjadi, memudahkan pemeriksaan suku cadang dan agar komitmen atau perjanjian yang sudah disepakati antar perusahaan dapat terjaga. Akibat yang

dapat terjadi jika perawatan tidak dilaksanakan dengan maksimal yaitu seperti kapal tenggelam, kapal bergetar, kapal tabrakan, biro klasifikasi tidak merekomendasikan kapal untuk berlayar, pembengkakan biaya operasi kapal, dan asuransi akan membebankan biaya yang lebih besar ke perusahaan. Oleh karena itu menjadi sebuah kewajiban bagi pemilik kapal dan pengguna didalamnya menjaga kapalnya agar selalu dalam kondisi prima pada saat berlayar, menjalankan sistem perawatan dengan benar, mengetahui kondisi kapal pada saat akan digunakan, dan mengoperasikan kapal sesuai kondisi yang diharapkan perusahaan.

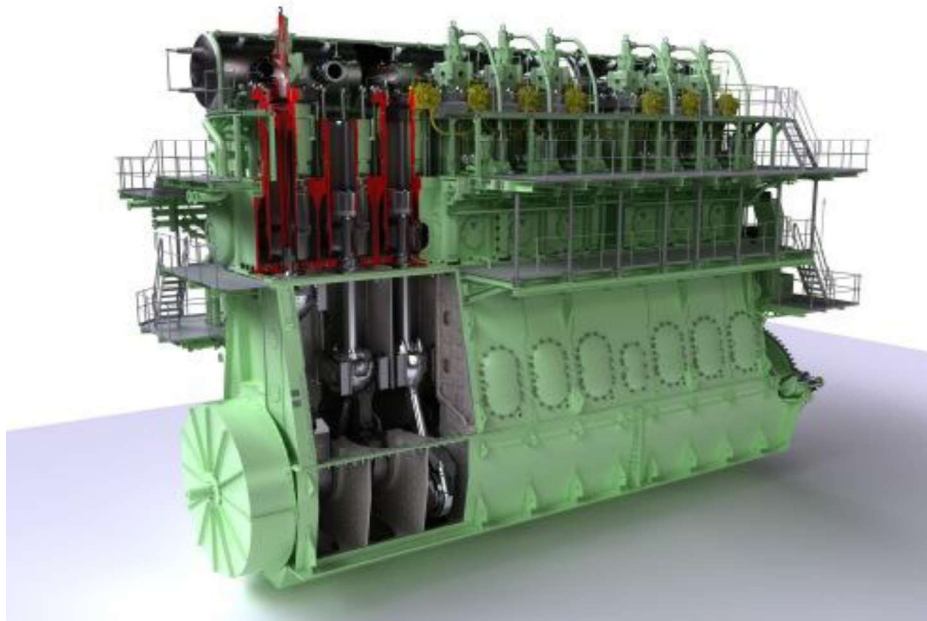
Salah satu bagian penting dari sistem permesinan kapal adalah motor bantu. Kegunaan motor bantu, yaitu menyuplai energi mekanik dan listrik untuk berbagai peralatan penunjang di kapal seperti pompa, sistem pendingin, penerangan, serta peralatan navigasi. Selama kapal berlayar, motor bantu ini beroperasi terus menerus. Akibatnya, bagian-bagian yang dekat dengan ruang bakar menjadi panas karena proses kerja mesin dan pembakaran bahan bakar.

Kapasitas daya mesin bantu dapat disesuaikan dengan kebutuhan operasional kapal dan diatur agar berfungsi secara optimal sesuai dengan *manual book* yang disediakan oleh pabrik produsen. Jika mesin bantu gagal berfungsi dengan baik, operasi kapal dapat terpengaruh secara negatif karena banyak sistem penting kapal bergantung pada mesin bantu. Hal ini dapat menghambat jalannya pelayaran dan berpotensi menyebabkan kerugian bagi perusahaan.

Untuk memastikan fungsi motor bantu bekerja secara efisien, pemeliharaan dan perbaikan rutin sangat penting selama operasi kapal. Motor

bantu yang beroperasi dengan baik memastikan fungsi sistem pendukung kapal bekerja optimal sehingga dapat memfasilitasi pengiriman, distribusi, dan operasi transportasi maritim yang tidak terputus.

Salah satu motor bantu yang saat ini banyak digunakan adalah mesin diesel. Mesin diesel ditemukan pertama kali oleh seorang insinyur Jerman bernama *Rudolf Christian Karl Diesel* pada tahun 1892 dan dipatenkan pada 23 Februari 1893. *Rudolf* menciptakan mesin diesel bertujuan untuk menciptakan mesin yang dapat digunakan dengan berbagai bahan bakar. Mesin diesel mengalami perkembangan dari tahun ke tahun. Pada tahun 1910 mesin diesel digunakan untuk mengembangkan mesin uap ke model yang lebih maju dan mulai digunakan untuk kapal, otomotif, pembangkit listrik, kereta dan peralatan atau kendaraan lainnya.



Gambar 1. 1 Mesin Diesel Kapal

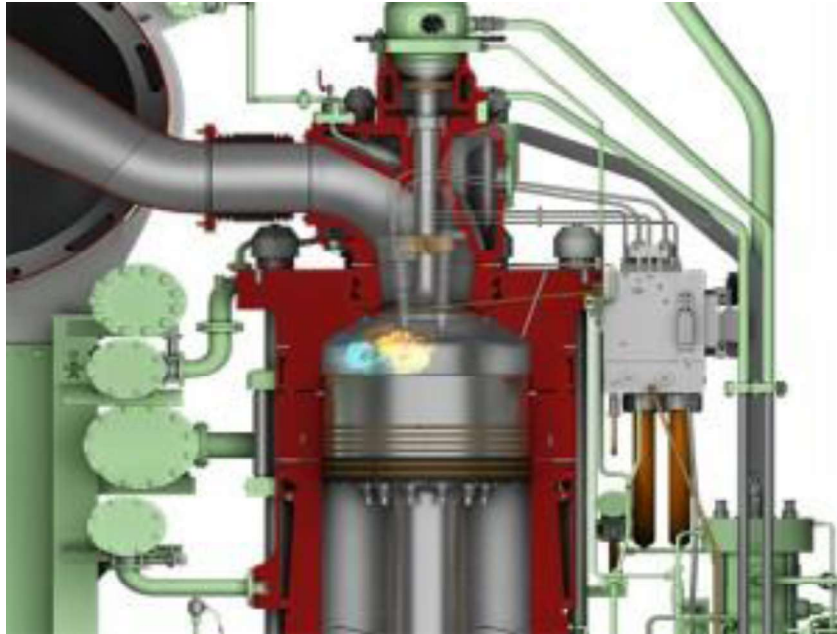
Sumber : <http://www.ship.gr/news6/man89t.htm>

Karakteristik yang sesuai dengan kapal dan keunggulan-keunggulan yang lebih dari mesin lain membuat mesin diesel lebih diminati karena dianggap

lebih menguntungkan. Mesin diesel memiliki karakteristik yang kuat, ringan, dan tidak memakan banyak ruangan dengan keunggulan dari mesin diesel yaitu penggunaan bahan bakar yang irit dan performa yang baik. Mesin diesel merupakan mesin pembakaran dalam, karena bahan bakar menyala dengan menyemprotkan bahan bakar ke dalam udara yang memiliki tekanan dan temperatur tinggi, sebagai akibat dari proses kompresi ada beberapa hal yang mempengaruhi kinerja mesin diesel, antara lain besarnya perbandingan kompresi, tingkat *homogenitas* campuran bahan bakar dengan udara, dan karakteristik bahan bakar yang akan menunjukkan kemampuan bahan bakar itu sendiri.

Injector merupakan bagian penting dari mesin diesel yang berfungsi sebagai alat pengabut bahan bakar. *Injector* merupakan komponen utama dalam sistem pengabutan bahan bakar, dalam sebuah permesinan kapal *injector* merupakan alat pengabutan yang berfungsi sebagai penunjang kelancaran sistem pembakaran. Fungsi *Injector* adalah untuk menyemprotkan dan mengabutkan bahan bakar ke dalam ruang silinder, bahan bakar yang telah disemprotkan berpengaruh pada sistem pembakaran mesin diesel. Seperti teori segitiga api dimana pembakaran dapat terjadi dengan adanya udara, bahan bakar, dan panas begitu juga dengan sistem pembakaran bahan bakar mesin diesel, dimana *injector* bertugas mengatur sesuai atau tidaknya bahan bakar yang masuk ke dalam silinder. Dengan *injector* yang menyemprotkan bahan bakar berbentuk kabut akan memudahkan proses pembakaran pada ruang bakar. Mengingat fungsi *injector* yang memiliki peranan penting dalam sistem pembakaran, maka *injector* perlu dijaga

funksinya agar tetap stabil. Untuk itu diperlukan perawatan terhadap *injector* dan seluruh komponen-komponennya agar selalu berfungsi sebagaimana mestinya, demi optimalnya proses pembakaran didalam ruang bakar mesin diesel, dan untuk memberikan daya yang optimal terhadap kinerja mesin diesel.



Gambar 1. 2 *Injector* dan proses pembakaran

Sumber : <http://www.ship.gr/news6/man89t.htm>

Agar *injector* pada mesin diesel dapat bekerja dengan maksimal diperlukan perawatan dan perbaikan yang teratur sesuai panduan dari *manual book*. Perawatan dan perbaikan dilakukan untuk menjaga komponen-komponen pada *injector* dari kerusakan. Perawatan dan perbaikan tersebut dapat dilakukan dengan berbagai cara seperti membersihkan *nozzle* dari kotoran dengan menggunakan oli atau pembersih karat, membersihkan kedudukan *injector*, dan pengujian tekanan *injector* dengan panduan dari *manual book*. Perawatan dan perbaikan pada *injector* sangat diperlukan mengingat *injector* merupakan bagian penting dari mesin diesel sehingga

akan berakibat fatal jika *injector* mengalami kerusakan, selain itu juga perawatan dilakukan agar kelayakan *injector* untuk dapat digunakan dapat terkontrol dengan baik. Jika perawatan dan perbaikan pada *injector* terabaikan dapat menyebabkan kerusakan pada komponen-komponen dan dapat mengurangi performa mesin.

Banyak masalah yang dapat ditimbulkan apabila perawatan *injector* tidak dilaksanakan secara optimal. Bahan bakar yang diinjeksikan secara konstan akan menyisakan kotoran pada *injector*. Kotoran-kotoran tersebut memiliki ukuran sangat kecil yang tertinggal dari aliran bahan bakar, apabila dibiarkan kotoran tersebut akan menumpuk dan menjadi sebuah residu atau endapan. Endapan inilah yang menimbulkan terjadinya penyumbatan yang dapat menyebabkan terganggunya jumlah bahan bakar yang seharusnya masuk melalui *injector*, dalam beberapa kasus bahan bakar mengalami kemacetan dan aliran bahan bakar terhenti. Hal tersebut terjadi karena kurangnya perawatan terutama pembersihan pada *injector*. Apabila kejadian tersebut dibiarkan maka mesin diesel akan bergetar atau bahkan berhenti total, oleh karena itu penulis memilih judul : **“ANALISIS PERAWATAN *INJECTOR* AKIBAT PENYUMBATAN BAHAN BAKAR PADA MESIN DIESEL KAPAL KM LOGISTIK NUSANTARA 4”**

B. Rumusan Masalah

Dari uraian tersebut diatas sudah jelas bahwa jika perawatan *injector* dilakukan kurang optimal maka akan terjadi berbagai masalah terhadap kinerja mesin diesel dan berpengaruh terhadap rusaknya komponen-

komponen *injector*. Salah satu masalah yang sering terjadi adalah penyumbatan bahan bakar pada mesin diesel yang terjadi di *injector*. Oleh karena itu dalam perumusan masalah ini yang akan dibahas meliputi :

1. Apakah dampak yang terjadi apabila mesin diesel mengalami penyumbatan bahan bakar pada *injector*?
2. Perawatan apa saja yang dapat dilakukan terhadap *injector* apabila terjadi penyumbatan bahan bakar?

C. Tujuan Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat berguna terutama bagi perwira, cadet, maupun taruna yang akan prala diatas kapal khususnya untuk yang bertugas dikamar mesin kapal. Penelitian ini dilakukan sebagai pedoman apabila terjadi permasalahan yang sama yang terjadi diatas kapal. Adapun tujuan dari penulis melakukan penelitian yaitu :

1. Untuk mengetahui dampak yang ditimbulkan apabila *injector* mesin diesel mengalami penyumbatan.
2. Untuk mengetahui perawatan yang dapat dilakukan terhadap *injector* apabila terjadi penyumbatan bahan bakar.

D. Manfaat Penelitian

Penelitian dan penulisan karya ilmiah ini diharapkan dapat bermanfaat bagi pembaca terutama bagi mereka yang bekerja dikamar mesin kapal dan berurusan langsung dengan mesin diesel kapal. Adapun manfaat penelitian ini yaitu :

1. Manfaat secara teoritis

- a. Diharapkan penelitian ini bisa menjadi tambahan ilmu pengetahuan bagi pembaca atau orang umum yang membaca karya ilmiah ini, agar mengetahui bagaimana perawatan *injector* apabila terjadi penyumbatan pada mesin diesel.
- b. Diharapkan mampu menambah pengetahuan bagi taruna atau mahasiswa dibidang pelayaran untuk mengatasi permasalahan diatas kapal apabila terjadi penyumbatan pada mesin diesel kapal dan mampu melakukan perawatan terhadap *injector* untuk menangani masalah tersebut.

2. Manfaat secara praktis

- a. Diharapkan penelitian ini mampu menjadi pedoman bagi masinis kapal maupun cadet kapal yang bekerja dikamar mesin kapal dalam menangani masalah apabila terjadi penyumbatan bahan bakar pada mesin diesel kapal.
- b. Diharapkan penelitian ini mampu menjadi pedoman dalam perawatan *injector* guna mencegah atau mengatasi penyumbatan bahan bakar pada mesin diesel kapal.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Review Penelitian Sebelumnya

Tabel 2. 1 Review Penelitian Sebelumnya

Sumber : Moch Seattle (2024), Aksel, dkk (2021), Sarifuddin, dkk (2021)

| No. | Peneliti dan Judul | Perbedaan Penelitian |
|-----|--|---|
| 1. | Moch Seattle Kai Embaronsky. Efisiensi Kinerja <i>Injector</i> Dalam Menunjang Kelancaran Mesin Diesel <i>Generator</i> di MT. Semar 77. | Salah satu komponen utama mesin diesel <i>generator</i> adalah alat pengabutbahan bakar (<i>injector</i>). <i>Injector</i> berfungsi untuk menyemprotkan dan mengabutkan bahan bakar ke dalam ruang bakar, jadi bahan bakar yang dimasukan ke dalam silinder sangat berpengaruh terhadap sistem pembakaran pada mesin diesel <i>generator</i> .Ketika <i>injector</i> mengalami kerusakan atau tidak beroperasi dengan normal maka akan mempengaruhi kinerja dari mesin diesel. |
| 2. | Aksel La'lang, Muh. Jafar, Hasiah. Analisis Kurang Optimalnya Tekanan <i>Injector</i> Pada Mesin Induk di MT. PATRA TANKER 3. | Mengetahui factor-faktor yang menjadi penyebab pengabutan bahan bakar dari <i>injector</i> ke mesin induk kurang optimal dan mengetahui faktor-faktor apa yang mempengaruhi <i>injector</i> tidak bekerja dengan baik. Penelitian dilaksanakan di MT. PATRA TANKER 3 milik perusahaan PT. PERTAMINA TRANS KONTINENTAL. |
| 3. | Sarifuddin, Heru Widada, Moh Fazrul, A. Hase. Analisis Menurunnya Kinerja <i>Injector</i> terhadap Proses Pembakaran Motor Diesel di Kapal. | Karena <i>injector</i> merupakan salah satu alat vital dari sistem pembakaran yang berguna untuk mengabutkan bahan bakar. Namun tidak semua dari kita khususnya pelaut paham betul tentang apa itu <i>injector</i> dan bagaimana cara penanggulangan kebocoran dan perawatannya bila terjadi kerusakan.Oleh karena itu peneliti meneliti masalah terkait pengaruh kualitas <i>injector</i> pada sistem pembakaran mesin induk di kapal serta upaya apa saja yang dapat dilakukan untuk mengoptimalkan perawatan <i>injector</i> . |

Dengan kurangnya perawatan akan mempengaruhi kurang optimalnya kinerja *Injector*. Karena tidak dapat dihindari bahwa *injector* sangat dibutuhkan terutama di kamar mesin. Sehingga perlunya perawatan dan perbaikan terutama pada *injector*.

Oleh karena itu, penelitian ini di lakukan terdapat dari penelitian sebelumnya tentang bagaimana cara perawatan *injector* akibat penyumbatan

bahan bakar pada mesin diesel kapal agar *injector* dapat bekerja dengan optimal sehingga mesin diesel tidak terganggu.

B. Landasan Teori

1. Teori singkat tentang pembakaran pada mesin diesel dikapal

Menurut H Widada (2021), Mesin diesel digunakan sebagai mesin penggerak utama pada kapal yang berfungsi untuk menggerakkan kapal dengan menggunakan sistem pembakaran dalam (*internal combustion engine*) sebagai tenaga utamanya. Tenaga tersebut diperoleh dari pembakaran bahan bakar dan udara yang berlangsung diruang bakar dengan menginjeksikan bahan bakar ke udara yang bertekanan serta bertemperatur tinggi sehingga menghasilkan kompresi didalam ruang bakar.

Proses pembakaran yang terjadi diruang bakar sangat berpengaruh bagi kinerja mesin. Pembakaran yang tidak sempurna dapat berpengaruh bagi performa kinerja mesin serta dapat membuat konsumsi bahan bakar lebih boros. Selain berdampak pada mesin pembakaran tidak sempurna juga dapat menjadi dampak negatif bagi lingkungan sekitar seperti polusi udara dan pemanasan *global*.

Oleh karena berbagai dampak buruk yang dapat disebabkan oleh pembakaran tidak sempurna, maka pembakaran yang terjadi pada mesin diesel diharapkan menghasilkan pembakaran sempurna. Pembakaran sempurna dapat terjadi apabila pembakaran oleh *senyawa hidrokarbon* menghasilkan gas karbon *dioksida* (CO₂) dan uap air (H₂O) tanpa ada

partikel atau senyawa lain yang dihasilkan. Maka untuk menghasilkan pembakaran sempurna diperlukan pasokan *oksigen* yang cukup, dan semua *senyawa hidrokarbon* harus terbakar habis.

2. Prinsip kerja mesin diesel pada saat pembakaran

Mesin diesel dirancang menggunakan metode pembakaran dalam atau *internal combustion engine*. Untuk melakukan pembakaran mesin diesel tidak memerlukan pemicu berbeda dengan mesin bensin yang memerlukan busi sebagai pemicu pembakaran. Pada mesin diesel pembakaran dapat terjadi dengan bahan bakar yang dicampur udara lalu dikompresi. Pembakaran tanpa pemicu ini disebut dengan *self ignition* yaitu kemampuan untuk melakukan pembakaran tanpa pemicu.

Dalam prinsip kerjanya mesin diesel memiliki dua jenis utama dalam metode pembakarannya yaitu mesin diesel 2 tak dan 4 tak. Mesin diesel 2 tak adalah mesin diesel yang menyelesaikan satu siklus pembakaran dengan dua kali langkah piston dan satu kali putaran poros engkol. Sedangkan mesin diesel 4 tak menyelesaikannya satu siklus pembakaran dengan empat kali langkah piston dan dua kali putaran poros engkol.

a. Mesin diesel 2 tak

Mesin diesel 2 tak adalah mesin yang membutuhkan dua langkah kerja dalam satu siklus untuk menghasilkan satu usaha. Prinsip kerja mesin diesel 2 tak yaitu menggunakan dua langkah yang setiap langkahnya terjadi dalam setengah putaran poros engkol. Dapat disimpulkan bahwa mesin diesel 2 tak dalam menghasilkan satu siklus

pembakaran hanya membutuhkan satu putaran poros engkol. Berikut langkah yang terjadi pada mesin diesel 2 tak,

1) *Transfer stroke*

Karena langkah ini melibatkan pergerakan material, maka disebut langkah *transfer*. Dalam langkah ini piston bergerak dari TMA (Titik Mati Atas) ke TMB (Titik Mati Bawah). Hal ini menyebabkan peningkatan volume ruang bakar. Saat piston bergerak ke bawah, *intake manifold* terbuka, udara yang didorong keluar oleh *turbocharger* langsung masuk ke ruang bakar dan mengisinya.

2) *Power Stroke*

Pada langkah ini piston kembali naik setelah mencapai titik mati bawah. Saat piston naik, dinding piston menutup saluran *intake manifold*, udara yang memenuhi ruang bakar tidak akan bisa keluar. Ketika piston bergerak dari titik mati bawah ke titik mati atas, volume ruang bakar mengecil. Pengurangan volume ini meningkatkan tekanan udara di dalam ruang bakar. Saat piston mencapai titik mati atas, volume ruang bakar menjadi sangat kecil, sehingga temperatur dan tekanan udara di dalam ruang bakar bisa menjadi sangat tinggi. Setelah itu *injector* menginjeksi sejumlah bahan bakar diesel ke dalam ruang bakar yang berisi udara bersuhu tinggi dan bertekanan tinggi. Hal ini menyebabkan bahan bakar solar langsung terbakar karena suhu di dalam ruang bakar berada di atas titik nyala bahan bakar solar.

Pembakaran solar menyebabkan pemuaian yang menggerakkan piston ke titik mati bawah. Saat piston bergerak ke titik mati bawah, katup buang terbuka dan sisa gas buang dikeluarkan dari *manifold* buang. Sebaliknya, saat piston mulai mencapai titik mati bawah, *intake manifold* terbuka. Dorongan udara bersih melalui ventilasi masuk memungkinkan gas sisa pembakaran dapat dikeluarkan lebih cepat. Tampilan Piston kemudian kembali ke titik mati atas dan pembakaran terjadi kembali. Siklus mesin diesel dua langkah terus berlanjut. Siklus ini menghasilkan satu pembakaran per putaran engkol sehingga membuat putaran mesin lebih stabil, namun sangat boros.

b. Mesin diesel 4 tak

Mesin diesel 4 tak adalah mesin pembakaran internal dengan empat langkah per siklus. Bentuknya sangat mirip dengan mesin bensin 4 tak, sehingga jika dibongkar akan sulit membedakan mana mesin bensin dan mana mesin diesel. Prinsip kerja mesin diesel empat langkah adalah terdapat empat langkah dalam setiap siklusnya, sehingga menghasilkan satu pembakaran dalam setiap siklusnya. Setiap langkah memerlukan setengah putaran engkol. Oleh karena itu, kita dapat mengatakan bahwa mesin diesel empat langkah menghasilkan satu putaran untuk setiap dua putaran engkol. Langkah mesin diesel 4 tak meliputi,

1) Langkah Hisap

Langkah hisap terjadi ketika piston bergerak dari titik mati

atas ke titik mati bawah sehingga menyebabkan peningkatan volume. Pada langkah ini, katup masuk terbuka sehingga memperbesar volume ruang bakar dan menyedot udara bersih ke dalam *intake manifold*.

2) Langkah Kompresi

Langkah kompresi terjadi setelah langkah hisap, dan piston bergerak dari titik mati bawah ke titik mati atas sehingga mengurangi volume ruang bakar. Pada titik ini, kedua katup (baik katup masuk maupun katup buang) tertutup rapat. Oleh karena itu, mengecilnya ukuran ruang bakar akan berdampak pada peningkatan suhu dan tekanan di dalam ruang bakar.

3) Langkah Usaha

Langkah kerja usaha terjadi pada akhir langkah kompresi (saat piston mencapai titik mati atas). Pada titik ini volume ruang bakar sangat kecil. Oleh karena itu, suhu dan tekanannya paling tinggi. Pada langkah ini, *injector* menginjeksikan sejumlah bahan bakar ke dalam ruang bakar yang berisi udara bertekanan. Akibatnya bahan bakar solar langsung terbakar karena suhunya melebihi titik nyala bahan bakar. Pembakaran ini mengakibatkan pemuaian dan menggerakkan piston ke titik mati bawah.

4) Langkah Buang

Langkah buang terjadi setelah piston mengalami pemuaian pembakaran yaitu setelah piston mencapai titik mati bawah. Ketika

katup buang terbuka, piston bergerak dari titik mati bawah ke titik mati atas. Gerakan piston ke atas mengalami pengurangan volume memaksa sisa gas pembakaran dari ruang bakar masuk ke exhaust manifold. Saat piston mencapai titik mati atas, katup buang menutup, piston kembali ke titik mati atas, dan katup buang terbuka kembali. Kemudian siklus berikutnya terjadi lagi.

3. Sistem bahan bakar pada mesin diesel dikapal

Sistem bahan bakar adalah sebuah sistem yang diperlukan untuk menyuplai kebutuhan bahan bakar yang akan dipakai untuk menggerakkan mesin diesel. Sebelum dikabutkan oleh *injector*, bahan bakar menuju ruang pembakaran melalui sebuah proses yang membentuk sebuah sistem.

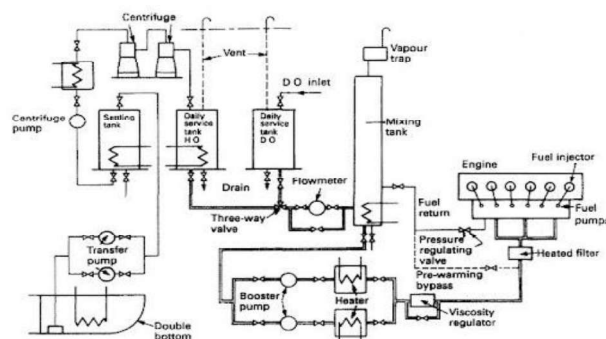
Bahan bakar yang umum digunakan pada mesin diesel kapal yaitu HFO (*Heavy Fuel Oil*) dan MDO (*Marine Diesel Oil*). Pada waktu awal proses menyalakan mesin, mesin berada dalam kondisi dingin oleh karena itu dibutuhkan bahan bakar yang memiliki titik nyala lebih tinggi sehingga pada awal proses mesin menyala bahan bakar yang digunakan adalah MDO karena memiliki titik nyala (*flash point*) yang lebih baik. Bahan bakar MDO dan HFO sama-sama digunakan namun memiliki fungsi yang berbeda, MDO hanya digunakan waktu awal menyalakan mesin kapal hingga pada suhu tertentu, sedangkan HFO digunakan ketika mesin telah panas atau mencapai suhu tertentu sehingga HFO sudah mencapai *flash point*. Oleh karena itu, jumlah HFO jauh lebih besar daripada MDO. Pemilihan HFO juga karena harganya yang lebih murah.

Sebelum bahan bakar ditransfer ke mesin kapal maka perlu

dilakukan *filterisasi* agar tidak mengotori dan merusak mesin pada kapal. Sebelum digunakan bahan bakar juga disimpan disettling tank agar kotoran pada bahan bakar mengendap, penyimpanan bahan bakar pada settling tank dilakukan minimal 8 jam sebelum digunakan. Untuk menjamin *viskositas* bahan bakar pada saat injeksi agar sesuai dengan spesifikasi mesin, penambahan suhu menggunakan *fuel heater* sangat diperlukan untuk menjaga nilai *viskositas* bahan bakar.

Proses perjalanan bahan bakar hingga menuju kemesin yaitu dimulai dari bahan bakar dipompa menuju *settling tank* menggunakan *fuel transfer pump* untuk diendapkan kotorannya, lalu dari *settling tank* dialirkan menuju *service tank* menggunakan *feed pump*. Pada *feed pump* bahan bakar difilter dan dipanaskan sebelum bahan bakar menuju separator.

Bahan bakar kemudian didorong masuk ke *circulating pump* menggunakan *supply pump* dengan menjaga tekanan tetap pada tekanan 4 – 6 bar, lalu setelah masuk ke *circulating pump* tekanan berubah ke 8-10 bar. Setelah itu bahan bakar menuju ke mesin melalui heater dan *full flow filter* yang kemudian bahan bakar ditekan masuk ke *injector* menggunakan *bosch pump* untuk dikabutkan diruang pembakaran.



Gambar 2. 1 Sistem Bahan Bakar

Sumber: <https://lh3.googleusercontent.com/proxy>

4. *Injector*

Menurut Febrazka Dikal (2022) salah satu komponen utama dalam sistem bahan bakar diesel di antaranya adalah *injector* atau pengabut atau *nossel*. *Injector* berfungsi untuk menginjeksikan bahan bakar diesel dari *injector pump* ke dalam silinder yang tepatnya kompresi akan menuju titik akhir langkah dimana piston menuju posisi TMA. Perancangan *Injector* dibuat agar mampu merubah *pressure* bahan bakar dari *injector pump* yang bertekanan tinggi sehingga membentuk kabut yang memiliki tekanan antara 60 sampai 200 kg/cm. Tekanan ini menyebabkan peningkatan suhu pembakaran didalam silinder meningkat menjadi 600°C. *Injector* baru memiliki tekanan 151 – 159 kg/cm sedangkan *injector* lama memiliki tekanan 145 – 155 kg/cm.

Pengabutan bahan bakar melalui *injector* pada setiap siklusnya hanya berlangsung satu kali yaitu pada setiap akhir langkah kompresi setelah sekali penyemprotan dalam kapasitas tertentu. Untuk menghasilkan pengabutan yang sempurna *injector* dilengkapi dengan jarum yang berfungsi untuk menutup atau membuka saluran *injector*, sehingga kelebihan bahan bakar yang tidak mengabut dapat dialirkan kembali ke bagian lain atau ke tangki bahan bakar sebagai kelebihan aliran (*overflow*).

5. Jenis-jenis *injector*

Untuk mengoptimalkan fungsi *injector*, maka dibuatlah berbagai model desain pada *injector*. Jenis-jenis *injector* dibuat berdasarkan jenis mesin diesel dan konstruksinya. Jenis-jenis *injector* pada mesin diesel

yang banyak digunakan saat ini yaitu :

a. *Injector nozzle* berlubang tunggal (*Single Hole*)

Injector lubang tunggal adalah *injector* yang hanya memiliki satu lubang injeksi. *Injector* tipe ini memiliki sudut injeksi 4 hingga 15 derajat, sehingga kabut bahan bakar yang dihasilkan tidak terlalu halus. Oleh karena itu, *injector* lubang tunggal ini biasa digunakan pada mesin diesel yang dapat menimbulkan pusaran udara di ruang bakar, sehingga proses pencampuran partikel udara dan bahan bakar menjadi lebih rata. *Nozzle* lubang tunggal jenis ini juga bagus karena bukaan *nozzlenya* besar.

b. *Injector nozzle* berlubang banyak (*Multiple Hole*)

Injector nozzle berlubang banyak adalah *injector* yang mempunyai beberapa lubang injeksi di ujung *nozzle*. *Nozzle* jenis ini menyuplai bahan bakar dalam bentuk kabut dan menyembrotkannya langsung ke ruang bakar. *Injector* jenis ini paling umum digunakan pada mesin diesel injeksi langsung, dimana bahan bakar harus disemprotkan secara luas ke seluruh area datar ruang bakar. Diameter bukaan lubang semprot berkisar antara 0,006 hingga 0,033 inci, dengan total 8 lubang.

c. *Injector nozzle* jenis Pin (*Pintle Type*)

Injector nozzle jenis pintle ini adalah *injector* yang mempunyai batang atau peniti yang disebut “*pintle*” pada ujung *nozzle*, dan dibentuk sesuai dengan bentuk semprotan yang diinginkan. Sebuah *pintle* dipasang pada lubang *nozzle*, menciptakan ruang melingkar

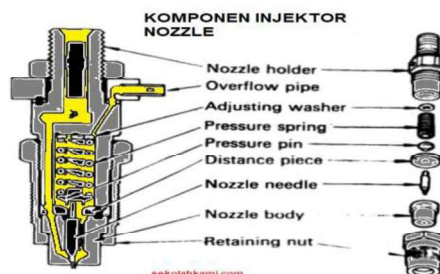
tempat bahan bakar mengalir. Dengan membentuk pin yang sesuai, semprotan bahan bakar terbaik atau semprotan bahan bakar kerucut berongga sudut 60° dapat diperoleh. *Nozzle pintle* ini beroperasi secara merata dan tepat, serta pergerakannya mencegah terbentuknya endapan karbon di ujung *nozzle*. Katup *nozzle*, katup jarum, dan perlengkapan badan *nozzle* yang mengatur aliran bahan bakar biasanya terbuat dari baja paduan yang diberi perlakuan panas untuk mengurangi keausan. Jenis *injector* ini lebih umum digunakan pada mesin diesel injeksi tidak langsung dengan ruang pra-pembakaran, karena katup dan saluran bahan bakar dipasang bersama untuk memastikan pemasangan yang akurat dan tepat.

d. *Injector nozzle jenis Throttle (Throttle Type)*

Injector tipe *throttle* mempunyai bentuk yang mirip dengan *injector* tipe pin, namun ujung *nozzlenya* lebih lebar daripada meruncing, serta mempunyai karakteristik pengoperasian sedemikian rupa sehingga jumlah bahan bakar sedikit pada awal injeksi dan bertambah pada akhir injeksi dengan jumlah yang terus meningkat.

6. Bagian bagian dari *injector*

Bagian-bagian *injector* antara lain :



Gambar 2. 2 Komponen *Injector*

Sumber : <https://1.bp.blogspot.com>

Beberapa komponen *injector* beserta fungsinya:

a. *Nozzle neddle* (Jarum Pengabut)

Fungsi dari *nozzle needle* adalah menentukan banyaknya bahan bakar yang akan masuk melalui mulut pengabut untuk diinjeksikan didalam ruang bakar. Selain itu *nozzle neddle* juga disebut sebagai katup jarum yang digunakan untuk menginjeksikan bahan bakar. Cara kerja *nozzle needle* yaitu bidang penutup dipasangkan dengan jarum pengabut lalu ditekan oleh pegas penutup, tekanan tersebut dapat diatur dengan cara mengencangkan/mengendurkan baut tekan. Jarum pengabut menekan minyak dan bekerja membentuk bidang kerucut dikarenakan komponen aksial dari gaya mengangkat jarum berlawanan arah dengan kerja pegas penutup.

b. *Nozzle* (Mulut Pengabut)

Nozzle berfungsi untuk menginjeksikan bahan bakar kedalam ruang bakar. Tekanan tinggi dari bahan bakar yang memasuki *injector* membuat bahan bakar disemprotkan dengan tekanan tinggi kedalam ruang bakar yang diinjeksikan melalui *nozzle*. *Nozzle* dilengkapi dengan katup yang akan terbuka ketika bahan bakar akan mencapai *nozzle*, dengan terbukanya katup tersebut bahan bakar akan disemprotkan melalui lubang-lubang kecil dari *nozzle* dan membentuk kabut halus.

c. *Spindle* (alat penekan jarum)

Fungsi dari *spindle* adalah untuk memberi tekanan pada jarum yang terletak pada lubang *injector* yang terjadi pada saat penginjeksian

bahan bakar. Fungsi dari *spindle* sangat dibutuhkan karena tinggi rendahnya tekanan pada saat penginjeksian bahan bakar ditentukan oleh tekanan *spindle*.

d. *Lock Nut* (Mur pengunci/pengaman)

Fungsi dari *lock nut* adalah mempertahankan komponen-komponen pada *injector* tetap berada pada posisinya dan tidak berubah pada saat penginjeksian bahan bakar. Tekanan yang tinggi pada saat penginjeksian membuat *lock nut* harus bekerja sebagai pengaman yang mengunci bagian-bagian didalam *injector*.

e. *Adjusting Screw* (baut penyetel)

Adjusting screw atau baut penyetel terletak dibagian atas dari sebuah *injector*. Fungsi dari *adjusting screw* adalah untuk mengatur kekuatan dan tekanan dari penyemprotan bahan bakar pada *injector*. Posisi *adjusting screw* yaitu berada diatas mur pengaman yang dapat difungsikan untuk mengatur posisi mur pengaman dalam *injector*.

f. *Spring* (pegas)

Pada saat *injector* menginjeksikan bahan bakar *Spring* sangat dibutuhkan sebagai pengatur elastisitas pada *injector* yang bertujuan agar penekan jarum dapat kembali keposisinya. *Spring* juga difungsikan agar kekuatan injeksi bahan bakar dapat disetel sesuai porsi yang ditentukan.

g. *Spindle guide*

Spindle guide dipasang agar *spindle* mampu mengunci jarum

pengabut dengan kencang..*Spindle guide* terletak diantara ujung bawah dan ujung atas *spindle*.Ujung atas terhubung dengan *spring retainer* sedangkan ujung bawah terhubung dengan jarum pengabut.

h. *Spring retainer* (penahan pegas)

Spring retainer berfungsi untuk penghubung pegas dan *spindle* agar mampu menahan *spindle* tetap pada posisinya.

i. *Air vent valve* (katup pembuangan angin)

Air vent valve digunakan untuk membuang kelebihan angin yang ada didalam *injector*.

7. Penyumbatan Kotoran Pada Lubang *Nozzle* Dari *Injector*

Pada saat kapal sedang bergerak, mesin bekerja terus menerus dan proses pembakaran berlangsung terus menerus.Hal ini juga mempengaruhi kinerja *injector* yang terus bekerja untuk menyemprotkan bahan bakar.Kondisi seperti ini dapat menyebabkan terjadinya gesekan pada komponen *injector*, kelelahan pada material *injector*, dan pada akhirnya menyebabkan penurunan performa sehingga menyebabkan kerusakan dan keausan *injector*.Hal ini bisa disebabkan oleh beberapa hal, antara lain lubang *nozzle injector* tersumbat oleh kotoran.

Setiap lubang pada alat penyemprot memiliki diameter lubang tertentu.Jika lubangnya terlalu kecil, maka akan mudah tersumbat oleh kotoran.Jika lubang terlalu besar maka bahan bakar tidak akan terkontaminasi sempurna dan akan menetes sedikit sehingga menyebabkan sisa pembakaran terus menyala.Dengan demikian, pada saat bahan bakar terbakar akan menghasilkan sisa kotoran berupa arang atau karbon, dan

jika terus menerus maka sisa kotoran tersebut akan menumpuk dan menyebabkan lubang kabut tertutup. Jika tidak, lubang *injector* akan tersumbat oleh serpihan dan bahan bakar yang diatomisasi tidak akan keluar dari lubang *injector*. Hal ini berdampak signifikan terhadap proses pembakaran di dalam ruang silinder.

Untuk mencegahnya, diperlukan perawatan dan pemeriksaan *injector* secara berkala. Untuk perawatannya, periksa diameter lubang satu per satu menggunakan *pin test*. Jika diameter lubang alat penyemprot bahan bakar tidak memenuhi standar pada petunjuk penggunaan pada saat pemeriksaan, dapat diganti dengan *nozzle* baru untuk menjaga *Injector*.

8. Perawatan pada *injector*

Adapun point-point penting yang harus diperhatikan saat pengecekan dan membersihkan *injector* atau *fuel injection valve*.

a. Periksa *Injector*

Sebelum melepas *injector*, periksa bagian-bagian yang terhubung dengan *injector* sudah terlepas dan mesin sudah dalam keadaan siap, lalu pastikan semua *valve* yang menjadi saluran masuk bahan bakar menuju *injector* dalam posisi tertutup.

b. Tutup *Cylinder Head*

Saat melepas katup bahan bakar dari kepala silinder, pastikan untuk menutup bukaan *injector* dengan kain untuk mencegah alat atau benda jatuh ke dalam silinder.

c. Cek mesin pengetes *injector*

Sebelum menguji *injector*, pastikan untuk memeriksa oli diesel,

cairan hidrolik, dan sistem kelistrikan penguji *injector* tergantung pada penguji manual atau penguji hidrolik. Jika tidak mengetahui tekanan awal, periksa juga tekanan pembukaan *injector* menggunakan *engine manual book*.

d. Kendorkan mur pengatur tekanan

Sebelum membuka *injector* untuk *overhaul*, klem *injector* dengan alat klem/tangem bengkel dan kendurkan mur pengatur tekanan atau sekrup pengatur tekanan. Tutup dan sesuaikan pegas sebelum membuka bagian lain dari *injector* ini. Mesin cuci, rumah *nozzle*, jarum *nozzle*.

e. Rendam semua bagian *injector* dalam wadah berisi solar

Bersihkan *injector* dengan merendamnya disolar untuk menghilangkan timbunan minyak berat di dalamnya.

f. Periksa pegas/per

Periksa panjang pegas, periksa kekuatan dorongan pegas, periksa ada kerusakan atau retak, dan periksa dudukan pegas apakah ada kerusakan.

g. Periksa permukaan jarum *nozzle*

Periksa permukaan *needle holder* dan berikan lapping sedikit, lalu amplas untuk memastikan tidak ada goresan atau bekas yang terlihat. Lanjutkan sampai permukaan jarum akhirnya halus. Kikis permukaannya dan ganti jikaudukannya kurang dari yang diperlukan.

h. Periksa gerakan jarum

Periksa permukaan ujung jarum dan pergerakan jarum saat

dimasukkan ke dalam *nozzle* untuk mengetahui apakah licin, tersangkut, atau keras.

i. Bersihkan lubang *nozzle*

Bersihkan arang/*carbon* dari sisa pembakaran yang tertinggal di lubang *nozzle* menggunakan kawat berukuran kecil.

j. *Check injector*

Setelah membongkar dan memasang kembali *injector*, periksa tekanan bukaan, atomisasi, *drainase*, dll. Pastikan untuk memakai kacamata dan sarung tangan saat melakukan tes. Periksa tekanan bukaan di *engine manual book* dan gunakan mur pengatur tekanan di bagian atas *injector* untuk menambah atau mengurangi tekanan bukaan.



Gambar 2. 3 Testing Diesel *Injector*

Sumber : <https://www.youtube.com/watch?v=jFBKqjrf4Yo>

9. Tata Cara Perawatan *Injector* Yang Tersumbat

a. Melepas *Injector* dari Kepala Silinder (*Slinder Head*)

Saat melakukan perawatan dan perbaikan *injector*, langkah pertama yang harus dilakukan adalah menghilangkan kotoran dari komponen mesin di sekitar *injector*. Selanjutnya lepas saluran bahan bakar bertekanan tinggi, posisikan komponen dengan rapi, dan kembalikan bahan bakar. Selanjutnya lepaskan sekrup pemasangan *injector* untuk memudahkan mengangkat *injector* keluar dari dudukannya (kepala silinder). Tutup ruang bakar untuk mencegah masuknya kotoran dan benda asing.

b. Mengikat *injector*

Injector diklasifikasikan sebagai unit dengan toleransi yang kecil. Perubahan kecil pada rumah *injector* karena penahan klem yang tidak tepat dapat menyebabkan *injector* macet. Pegangan atau penjepit tersebut dimaksudkan untuk mencegah kerusakan pada *injector* akibat genggamannya yang tidak tepat. Saat bekerja, gunakan kunci pas atau kunci soket untuk memisahkan kedua bagian *injector*. Ukuran kunci pas yang digunakan untuk melepas *injector* bahan bakar dari mesin adalah 27 mm pada posisi horizontal atau 1 hingga 1/16 inci.

c. Melepas Komponen *Injector*

Langkah selanjutnya adalah melepas komponen *injector* satu per satu. Pekerjaan ini dilakukan dengan sangat hati-hati, karena komponen ini halus dan mudah rusak. Jika ada komponen yang rusak saat pengepakan/pembongkaran, mungkin perlu diganti dengan

komponen baru.

d. Pemeriksaan dan Pembersihan *Injector* yang Tersumbat

Injector diperiksa dengan mempertimbangkan kebisingan, hambatan *injector*, volume injeksi bahan bakar, dan pola pengapian (sudut pengapian dan lintasan balik). Saat memeriksa dan membersihkan *injector* penyemprot bahan bakar, perlu juga diperiksa kondisi seperti lubang *nozzle* tersumbat atau diameter lubang membesar karena penuaan komponen. Jika terdapat kotoran pada lubang *nozzle*, bersihkan dengan sikat kawat yang lembut. Selain itu, dapat dibersihkan menggunakan pembersih *ultrasonik* untuk pembersihan yang maksimal dan cepat. Hal yang perlu diperhatikan saat menggunakan pembersih *ultrasonik* salah satunya yaitu memperhatikan wadah yang digunakan karena dapat ikut terlarut. Jika tidak memiliki pembersih *ultrasonik*, letakkan komponen *injector* dan wadah berisi pelarut, seperti tambahkan larutan aseton, pembersih *carburetor*, dan bensin atau solar ke dalam panci berisi air mendidih, tutup wadah untuk mencegah penguapan pelarut selama kurang lebih 1 jam. Keluarkan komponen dari pelarut, bilas dengan *alkohol*, dan keringkan.

10. Keuntungan jika *injector* bekerja optimal

Menurut H Widada (2021), fungsi *injector* adalah untuk menghantar bahan bakar ke dalam ruang bakar atau silinder, dan *injector* merupakan bagian yang sangat penting pada mesin induk karena bekerja terus menerus pada saat menghidupkan atau menjalankan mesin induk. Oleh

karena itu, diperlukan manajemen perawatan dan perbaikan yang tepat agar *injector* tetap beroperasi dalam kondisi optimal. Beberapa manfaat *injector* yang bekerja optimal tercantum di bawah ini.

- a. Semua bahan bakar yang *diatomisasi* terbakar di dalam ruang bakar, sehingga menghasilkan pembakaran yang maksimal.
- b. Karena proses pembakarannya sempurna maka tenaga yang dihasilkan pun maksimal.
- c. Bagian-bagian di dalam ruang bakar, seperti piston dan silinder, tidak cepat aus karena pelumasan yang tidak mencukupi karena lubang-lubang pada selongsong tempat keluarnya minyak pelumas terhalang oleh sisa-sisa pembakaran yang mengendap di dinding selongsong.
- d. Pelayaran sampai tujuan tepat waktu karena mesin induk bekerja maksimal.

C. Kerangka Penelitian

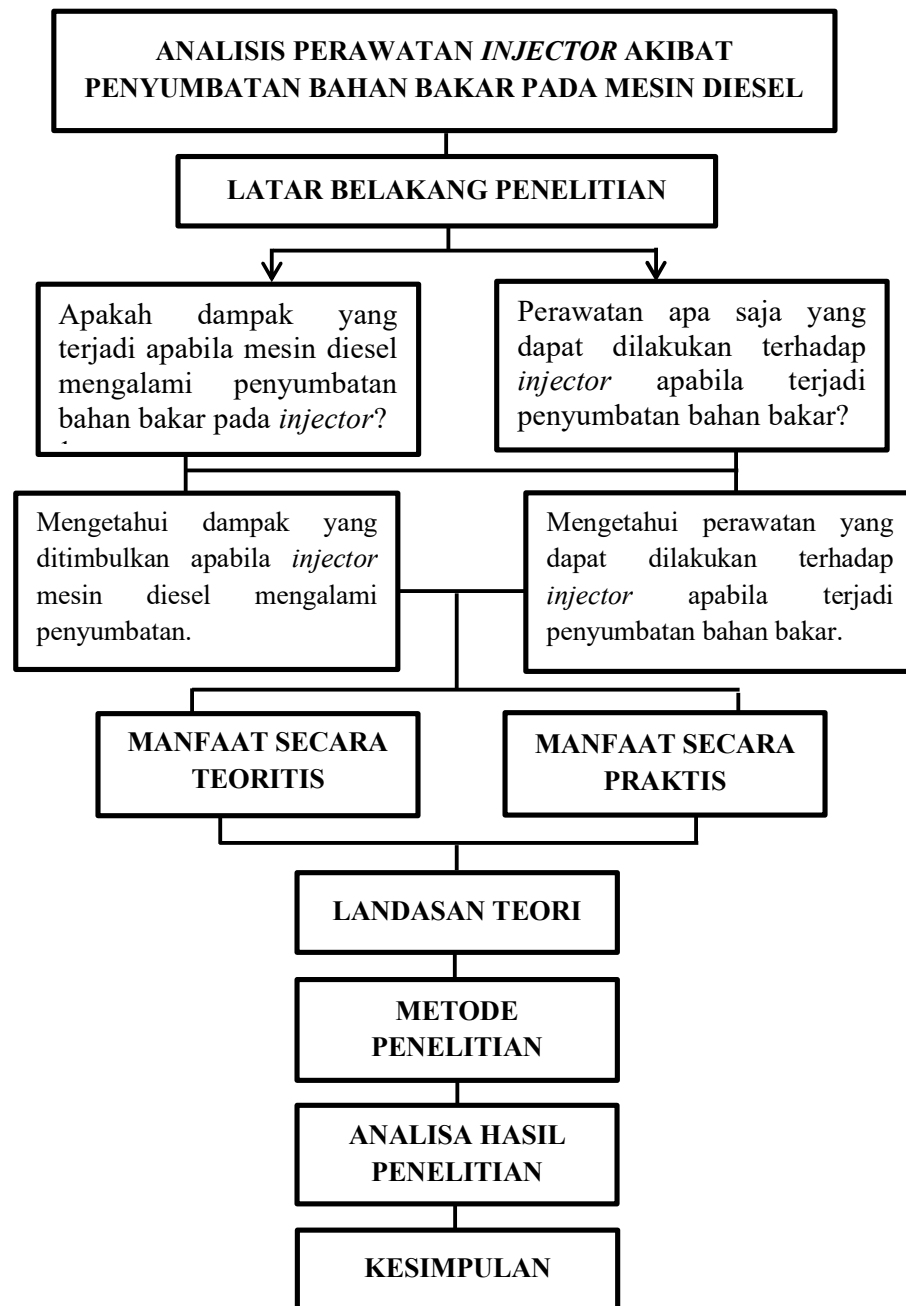
Melihat dari teori di atas, kita dapat melihat bahwa peranan *injector* pada mesin diesel sangatlah penting. Sebagai alat untuk mengatomisasi bahan bakar, *injector* mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap keutuhan proses pembakaran di dalam silinder. Pembakaran yang tidak sempurna di dalam silinder akan menurunkan kinerja mesin diesel dan dapat mempengaruhi kelancaran pengoperasian kapal. Pada dasarnya *injector* bermasalah disebabkan oleh perawatan yang kurang optimal.

Prinsip *atomisasi* adalah memaksa bahan bakar dalam bentuk cair di bawah tekanan yang sangat tinggi melalui lubang yang sangat kecil pada

nozzle. Oleh karena itu, jika tekanan yang diinginkan tidak tercapai, bahan bakar tidak dapat *diatomisasi* dengan baik. Hal ini menunjukkan bahwa pompa bahan bakar bertekanan tinggi mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap kerja *injector*.

Berdasarkan pembahasan di atas, solusi terhadap permasalahan tersebut dapat dicari dan permasalahan tersebut harus dikurangi atau dicegah dengan menerapkan beberapa strategi pemeliharaan yang tepat agar tidak mengganggu operasional kapal. Pemeliharaan meliputi pengecekan, pengawasan, perbaikan, dan unsur sumber daya manusia sebagai operator dalam menciptakan kondisi pengoperasian mesin induk kapal yang pada prinsipnya memerlukan penanganan dan pemeliharaan yang efektif dan efisien. Hal ini dimaksudkan untuk menunjang operasional kapal yang direncanakan oleh mesin utama kapal.

Kerangka Pemikiran “ANALISIS PERAWATAN *INJECTOR* AKIBAT PENYUMBATAN BAHAN BAKAR PADA MESIN DIESEL KAPAL KM LOGISTIK NUSANTARA 4”



Gambar 2. 4 Kerangka Pemikiran

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan menggunakan metode penelitian kualitatif, yaitu penelitian proses analitis kualitatif yang didasarkan pada adanya hubungan sistematis antar variabel yang diteliti. Tujuan analisis data kualitatif adalah agar peneliti dapat mengetahui signifikansi hubungan antar variabel dan menggunakan variabel tersebut untuk menjawab pertanyaan yang dirumuskan dalam penelitian. Hubungan antar semantik sangat penting karena peneliti dalam analisis kualitatif tidak menggunakan angka-angka seperti pada analisis kuantitatif. Prinsip utama metode analisis data kualitatif adalah mengolah dan menganalisis data yang dikumpulkan secara sistematis, teratur, terstruktur, dan bermakna.

B. Tempat Dan Waktu Penelitian

Tempat pelaksanaan penelitian dilakukan pada saat praktek laut dikapal dengan data-data yang diambil dari atas kapal. Waktu pelaksanaan dilakukan selama 1 tahun berlayar.

C. Jenis dan sumber data

Untuk menunjang kelengkapan pembahasan penulisan karya ilmiah terapan ini, diperoleh data dan sumber :

1. Jenis data

Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas :

a. Data Kualitatif

Data yang diperoleh peneliti dikumpulkan melalui pertanyaan-pertanyaan mengenai kinerja injector pada saat bermasalah dan kondisi normal, serta diskusi mengenai kinerja yang telah dikonfigurasi. Pembahasan mengenai kinerja *injector* biasanya dilakukan saat peneliti sedang bertugas jaga di kapal, saat rapat, dan saat langsung memperbaiki *injector*.

2. Sumber data

a. Data Primer

Data ini diperoleh langsung dari kapal dengan cara menanyakan langsung kepada para masinis dan KKM mengenai pembakaran mesin diesel kapal khususnya pada bidang injeksi bahan bakar, dan diperoleh dengan menggunakan metode survey terhadap data yang diperoleh. Kami melakukan pemantauan langsung dan pencatatan detail di lokasi penelitian.

b. Data Sekunder

Data ini merupakan data dari literatur dan makalah yang berkaitan dengan masalah penelitian serta melengkapi data primer yang diperoleh dari kapal dan subjek lain yang berkaitan dengan

penelitian ini. Data sekunder adalah data yang tidak dikumpulkan sendiri oleh peneliti, data-data tersebut dimasukkan sebagai data pendukung data primer. Penulis memperoleh data sekunder melalui wawancara dan percakapan langsung dengan awak kapal selama praktek berlayar diatas kapal.

D. Teknik Pengumpulan Data

Data dan informasi yang diperlukan untuk mengembangkan proposal penelitian ini dikumpulkan dengan cara berikut

1. Metode Lapangan (*Field Research*)

Penelitian dilakukan dengan cara mengamati langsung objek yang diteliti dilokasi kejadian. Data dan informasi dikumpulkan melalui:

a. Observasi

Observasi langsung yang dilakukan pada area dimana penulis melakukan praktek berlayar. Dalam hal ini penulis melakukan pengamatan langsung di atas kapal pada saat berlayar yaitu mengenai penurunan tekanan bahan bakar yang mengidentifikasi bahwa *injector* bermasalah. Banyak faktor yang mempengaruhi hal ini, sehingga data aktual yang diambil harus langsung dari masinis dikapal.

b. Wawancara

Bertanya secara langsung kepada masinis di kapal dan dosen dari poltekpel surabaya. Metode wawancara ini sangat berguna untuk memperoleh klarifikasi lebih rinci atas pertanyaan dan klarifikasi mengenai permasalahan yang berkaitan dengan topik tersebut, seperti dampak kualitas injeksi pada sistem pembakaran mesin utama kapal.

Wawancara ini dilakukan penulis pada jam kerja atau waktu diskusi senggang.

Data yang diperoleh dengan cara ini lebih praktis dan obyektif. Hal ini dikarenakan tidak semua permasalahan di kapal dijelaskan secara rinci dalam buku petunjuk pengoperasian atau buku lainnya, dan juga didasarkan pada pengalaman masinis dan kepala kamar mesin ketika terjadi permasalahan di atas kapal ketika berlayar.

2. Metode Dokumentasi

Dokumentasi merupakan teknik pengumpulan data yang dilakukan penulis dengan cara membaca arsip-arsip yang ada di ECR. Dan seluruh permasalahan yang penulis hadapi akibat kinerja *injector* yang kurang optimal saat pembakaran yang dapat dianalisis dan dikaitkan dengan peran pemeliharaan dan perawatan *injector* oleh masinis di kapal.

E. Teknik Analisis Data

Teknik dalam analisis data kualitatif ada tiga, yaitu tahap reduksi data, penyajian data, dan kesimpulan.

1. Reduksi Data

Reduksi data merupakan teknik analisis data kualitatif. Reduksi data merupakan suatu bentuk analisis yang mempertajam, mengkategorikan, mengorientasikan, menghilangkan materi-materi yang tidak perlu, dan mengorganisasikan data sehingga dapat ditarik kesimpulan akhir.

2. Penyajian Data

Tabel 3. 1 Observasi
Sumber : Florensio Vidianta Kumanireng (2020)

| No. | Perawatan <i>injector</i> akibat penyumbatan bahan bakar pada mesin diesel kapal | Peran Masinis | Check |
|-----|---|---|-------|
| 1 | Apa pengaruh kualitas <i>injector</i> pada sistem pembakaran? | <i>Nozzle</i> | |
| | | <i>O-ring</i> | |
| | | Pegas | |
| 2 | Bagaimana cara mendapatkan kualitas <i>injector</i> yang baik pada sistem pembakaran? | Seringnya perawatan dan mengkalibrasi <i>injector</i> | |

3. Kesimpulan

Menarik kesimpulan merupakan teknik analisis data kualitatif. Kesimpulan yang didapat merupakan hasil analisa yang dapat digunakan untuk melakukan tindakan pencegahan dan pemeliharaan terhadap komponen *injector*.