

**ANALISIS VARIASI TEKANAN *FUEL INJECTION*
PUMP BERDASARKAN STANDAR PABRIKAN
MESIN DIESEL AKASAKA – MITSUBISI 6UEC37LA
DI KAPAL MT. SOECHI ASIA XXIX**



Disusun dengan salah satu syarat untuk menyelesaikan
Program Pendidikan Sarjana Terapan

ADAM JULIAN RISHALDY

NIT. 08.20.001.1.02

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA
PERMESINAN KAPAL**

**PROGRAM SARJANA TERAPAN PELAYARAN
POLITEKNIK PELAYARAN SURABAYA
TAHUN 2025**

**ANALISIS VARIASI TEKANAN *FUEL INJECTION*
PUMP BERDASARKAN STANDAR PABRIKAN
MESIN DIESEL AKASAKA – MITSUBISI 6UEC37LA
DI KAPAL MT. SOECHI ASIA XXIX**



Disusun dengan salah satu syarat untuk menyelesaikan
Program Pendidikan Sarjana Terapan

ADAM JULIAN RISHALDY

NIT. 08.20.001.1.02

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA
PERMESINAN KAPAL**

**PROGRAM SARJANA TERAPAN PELAYARAN
POLITEKNIK PELAYARAN SURABAYA
TAHUN 2025**

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Adam Julian Rishaldy

NIT : 08.20.001.1.02/ T

Program Studi : Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal

Menyatakan bahwa KIT yang saya tulis dengan judul :

**“ANALISIS VARIASI TEKANAN *FUEL INJECTION PUMP*
BERDASARKAN STANDAR PABRIKAN MESIN DIESEL AKASAKA –
MITSUBISI 6UEC37LA DI KAPAL MT. SOECHI ASIA XXIX”**

Merupakan karya asli seluruh ide yang ada dalam KIT yang saya nyatakan sebagai kutipan, merupakan ide jika pernyataan diatas terbukti tidak benar, maka saya bersedia menerima sanksi yang ditetapkan oleh Politeknik Pelayaran Surabaya.

SURABAYA, 18 Dec 2024

Adam Julian Rishaldy
08.20.001.1.02

PERSETUJUAN SEMINAR HASIL

Judul : ANALISIS VARIASI TEKANAN *FUEL INJECTION*
PUMP BERDASARKAN STANDAR PABRIKAN MESIN DIESEL.
AKASAKA – MITSUBISI 6UEC37LA DI KAPAL MT. SOECHI ASIA XXIX

Nama Taruna : ADAM JULIAN RISHALDY

NIT : 08.20.001.1.02 / T


Program Diklat : Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal

Dengan ini dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diseminarkan


Surabaya, 10 DESEMBER 2024

Menyetujui

Pembimbing I



Erenki Imanto, S.Si.T., M.Pd
Penata Tk. I (III/d)
NIP. 19821006 201012 1 001

Pembimbing II


Faris Nofanji, S.Si.T., M.Sc
Penata Tk. I (III/d)
NIP. 19841118 200812 1 003

Mengetahui :

Ketua Program Studi Teknika
Politeknik Pelayaran Surabaya


Monika Retno Gunarti, M.Pd., M.Mar.E
Penata Tk I (III/d)
NIP. 19760528 200912 2 002

PENGESAHAN SEMINAR HASIL

ANALISIS VARIASI TEKANAN *FUEL INJECTION PUMP* BERDASARKAN STANDAR PABRIKAN MESIN DIESEL AKASAKA – MITSUBISI 6UEC37LA DI KAPAL MT. SOECHI ASIA XXIX

Disusun dan Diajukan Oleh:

ADAM JULIAN RISHALDY

NIT. 08.20.001.1.02

Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal

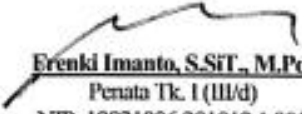
Telah di pertahankan di depan panitia ujian KIT


Pada tanggal 18 Desember 2024

Menyetujui

Penguji I


Monika Retno Gunarti, M.Pd.
M. Mar.E.
Penata Tk. I (III/d)
NIP. 19760528 200912 2 002

Penguji II

Erenki Imanto, S.SiT., M.Pd.
Penata Tk. I (III/d)
NIP. 19821006 201012 1 001

Penguji III

Muh. Dahri, S.H, M.Hum
Pembina Utama Muda (IV/c)
NIP. 19610115 198311 1 001

Mengetahui

Ketua Program Studi
Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal


Monika Retno Gunarti, M.Pd, M. Mar.E.
Penata Tk. I (III/d)
NIP. 19760528 200912 2 002

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, segala puji syukur kita panjatkan kepada Allah SWT yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Atas segala rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian yang berjudul **“ANALISIS VARIASI TEKANAN *FUEL INJECTION PUMP* BERDASARKAN STANDAR PABRIKAN MESIN DIESEL AKASAKA – MITSUBISI 6UEC37LA DI KAPAL MT. SOECHI ASIA XXIX”** dapat diselesaikan dan tanpa adanya hal-hal yang tidak di inginkan.

Dilakukannya penelitian ini karena ketertarikan penulis pada masalah yang sering dilupakan hingga tidak dianggap masalah penting, kenyataannya ini adalah faktor yang sering dilalaikan inilah yang menjadi awal mula penghambat terciptanya kinerja yang berkualitas dari suatu pelabuhan.

Penulis menyatakan terima kasih terhadap semua pihak yang sudah membantu juga memberikan petunjuk, arahan, dan bimbingan dalam semua hal yang sangat bermakna dan mendorong terhadap penyelesaian makalah penelitian ini.

Pada kesempatan ini disampaikan terima kasih kepada pihak-pihak yang sudah mendukung oleh karena itu penelitian ini dapat dilaksanakan, antara lain kepada :

1. Tuhan Yang Maha Esa Allah Subhanahu Wa Ta'ala.
2. Bapak MOEJIONO, MT.,M.Mar.E selaku Direktur Politeknik Pelayaran Surabaya yang telah menyediakan sarana dan prasarana dalam tersusunnya KIT ini.
3. Ibu MONIKA RETNO GUNARTI, M.Pd., M.Mar.E selaku Ketua Prodi Teknika yang telah memberikan petunjuk dalam pembuatan KIT.
4. Bapak FRENKI IMANTO, S.Si.T.,M.Pd sebagai Dosen Pembimbing I, yang telah memberikan penulis bimbingan dan saran dalam melakukan koreksi dan memberi arahan terhadap penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan KIT ini dengan baik.
5. Bapak FARIS NOFANDI, S.Si.T.,M.Sc sebagai Dosen Pembimbing II, yang telah memberi petunjuk bimbingan serta arahan kepada penulis dalam

melakukan koreksi terhadap penulisan pada KIT, sehingga penulis dapat menyelesaikan KIT ini dengan baik.

6. Bapak/Ibu dosen Politeknik Pelayaran Surabaya, khususnya lingkungan program studi Teknik Politeknik Pelayaran Surabaya yang telah memberikan motivasi dalam penulisan KIT ini.
7. Kepada orang tua saya Bapak dan terutama Ibu saya yang sudah memberikan semangat serta motivasi untuk kebaikan dan keberhasilan penulis.
8. Seluruh *crew* kapal MT. SOECHI ASIA XXIX yang telah berkontribusi untuk mendukung penelitian KIT ini.
9. Seluruh teman - teman Prodi Nautika, Elektro, Teknik, Transportasi Laut dan khususnya ANGKATAN XI Politeknik Pelayaran Surabaya, yang telah memberikan dukungan yang tiada henti-hentinya kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas KIT ini.

Penulis sadar sesungguhnya penulisan KIT ini masih terdapat kekurangan dan jauh dari kata sempurna dari faktor teknik penulisan ataupun isi, karena itu penulis menerima kritik dan saran yang bersifat membangun agar terciptanya kesempurnaan penulisan ini.

Demikian, semoga penelitian ini bermanfaat bagi pembaca dan dapat meningkatkan kinerja pelabuhan Indonesia. Wassalamualaikum Wr. Wb.

Surabaya, 2024

Adam Julian Rishaldy
NIT. 08.20.001.1.02

DAFTAR ISI

JUDUL PENELITIAN	i
PERNYATAAN KEASLIAN	ii
PERSETUJUAN SEMINAR HASIL KARYA ILMIAH TERAPAN.....	iii
PENGESAHAN SEMINAR HASIL KARYA ILMIAH TERAPAN	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR LAMPIRAN	xii
ABSTRAK	xiii
ABSTRACT	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	6
C. Batasan Masalah.....	7
D. Tujuan Masalah	7
E. Manfaat Penelitian.....	8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	10
A. Review Penelitian Sebelumnya.....	10
B. Landasan Teori.....	12
1. Analisis	12
2. <i>Fishbone Diagram</i>	13
3. <i>Root Cause Analysis (RCA)</i>	14

4. <i>Pump</i> (Pompa).....	14
5. <i>Main Engine</i> (Mesin Induk)	16
6. Sistem Bahan Bakar	17
7. <i>Fuel Injection Pump</i>	18
8. Jenis dan Cara Kerja <i>Fuel Injection Pump</i> Tipe <i>In - Line</i>	19
9. Komponen – Komponen <i>Fuel Injection Pump</i>	26
10. Struktur Jabatan <i>Crew</i> Kapal.....	31
C. KERANGKA PIKIR PENELITIAN.....	36
BAB III METODE PENELITIAN	37
A. Jenis Penelitian.....	37
B. Lokasi Dan Waktu Penelitian.....	38
C. Sumber Data.....	39
D. Teknik Analisis Data.....	44
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	52
A. Gambaran Umum Lokasi Penelitian	52
B. Hasil Penelitian	56
1. Penyajian Data.....	56
2. Analisis Data	70
C. Pembahasan.....	75
BAB V PENUTUP	84
A. Kesimpulan.....	84
B. Saran.....	85
DAFTAR PUSTAKA	87
LAMPIRAN.....	89

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Review Penelitian Sebelumnya.....	10
Tabel 4. 1 Kesimpulan Hasil Wawancara	69

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 <i>Fuel injection pump Main Engine</i>	19
Gambar 2. 2 Pompa Injeksi Bahan Bakar Tipe A	21
Gambar 2. 3 Pompa Injeksi Bahan Bakar Tipe P	21
Gambar 2. 4 Elemen Pompa Tipe A	22
Gambar 2. 5 Tipe – Tipe Bentuk Kepala <i>Plunger</i>	24
Gambar 2. 6 Tipe Pengoperasian <i>Plunger</i>	25
Gambar 2. 7 Komponen <i>Fuel Injection Pump</i>	27
Gambar 2. 8 <i>Housing Fuel injection pump</i>	27
Gambar 2. 9 <i>Plunger Fuel injection pump</i>	28
Gambar 2. 10 <i>Control Rack Fuel injection pump</i>	29
Gambar 2. 11 <i>Camshaft</i>	29
Gambar 2. 12 <i>Delivery Valve</i>	30
Gambar 2. 13 <i>Plunger Barrel</i>	31
Gambar 2. 14 Kerangka Pikir Penelitian	36
Gambar 4. 1 Kapal MT. Soechi Asia XXIX	53
Gambar 4. 2 <i>Ship's Particulars</i>	54
Gambar 4. 3 <i>Crew List</i>	55
Gambar 4. 4 <i>Damage report fuel injection pump</i>	59
Gambar 4. 5 <i>Test Pressure Fuel Injection Pump</i>	60
Gambar 4. 6 Pembongkaran <i>Fuel Injection Pump</i>	61
Gambar 4. 7 <i>Plunger Barrel</i> yang sudah aus	61
Gambar 4. 8 <i>Delivery Valve</i>	62
Gambar 4. 9 Wawancara Dengan Narasumber	68

Gambar 4. 10 Diagram Fishbone	71
Gambar 4. 11 <i>Root Cause Analysis Diagram</i>	75
Gambar 4. 12 Penurunan satu set <i>fuel injection pump</i>	80
Gambar 4. 13 Pembongkaran komponen <i>fuel injection pump</i>	80
Gambar 4. 14 <i>Plunger barrel</i> dan <i>delivery valve</i>	81
Gambar 4. 15 Penggantian spare <i>plunger barrel</i>	81
Gambar 4. 16 Melakukan lapping <i>delivery valve</i>	82
Gambar 4. 17 Pemasangan kembali satu set komponen <i>fuel injection pump</i>	82
Gambar 4. 18 Hasil pengetesan tekanan <i>fuel injection pump</i>	83

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 <i>Crew List</i>	89
Lampiran 2 <i>Ship Particular</i>	90
Lampiran 3 Deskripsi <i>Fuel Injection Pump</i>	91
Lampiran 4 <i>Name Plat Fuel Injection Pump</i>	95
Lampiran 5 Kapal MT. Soechi Asia XXIX	96
Lampiran 6 Hasil Observasi	97
Lampiran 7 Rubrik Wawancara	98

ABSTRAK

ADAM JULIAN RISHALDY, 2024, “Analisis variasi tekanan *fuel injection pump* berdasarkan standar pabrikan mesin diesel akasaka – mitsubisi 6uec37la pada MT. SOECHI ASIA XXIX”. Dibimbing oleh bapak Frenki Imanto, S.Si.T.,M.Pd selaku pembimbing I dan bapak Faris Nofandi, S.Si.T.,M.Sc selaku pembimbing II.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis variasi tekanan pada *fuel injection pump* mesin diesel Akasaka - Mitsubishi 6UEC37LA yang digunakan pada kapal MT. Soechi Asia XXIX. *Fuel injection pump* berfungsi mendistribusikan bahan bakar dengan tekanan tinggi ke setiap silinder, berperan penting dalam proses pembakaran yang efisien. Variasi tekanan pada komponen ini dapat menyebabkan gangguan kinerja mesin yang berdampak pada efisiensi dan emisi. Penelitian ini menggunakan metode RCA (*Root Cause Analysis*) dan *Fishbone Diagram* untuk mengidentifikasi penyebab variasi tekanan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi tekanan pada *fuel injection pump* disebabkan oleh kerusakan atau keausan pada komponen internal seperti *plunger barrel*, *spring*, dan *delivery valve*, serta adanya sumbatan kotoran yang menghambat aliran bahan bakar. Selain itu, kurangnya perawatan rutin juga menjadi faktor penting dalam menurunnya performa sistem injeksi. Oleh karena itu, disarankan untuk melakukan perawatan berkala dan penggantian komponen yang aus agar tekanan *fuel injection pump* kembali optimal sesuai dengan standar pabrikan. Penelitian ini memberikan gambaran penting mengenai faktor penyebab dan upaya perbaikan untuk memastikan kinerja mesin yang lebih baik dan efisien pada kapal MT. Soechi Asia XXIX.

Kata Kunci : *Fuel injection pump, Plunger Barrel, Delivery Valve*

ABSTRACT

ADAM JULIAN RISHALDY, 2024, *"Analysis of Fuel Injection Pump Pressure Variations Based on Manufacturer Standards for the Akasaka – Mitsubishi 6UEC37LA Diesel Engine on MT. SOECHI ASIA XXIX."* Supervised by Mr. Frenki Imanto, S.Si.T., M.Pd as the first supervisor and Mr. Faris Nofandi, S.Si.T., M.Sc as the second supervisor.

This study aims to analyze the pressure variations in the fuel injection pump of the Akasaka-Mitsubishi 6UEC37LA diesel engine used on the MT. Soechi Asia XXIX vessel. The fuel injection pump is responsible for distributing fuel at high pressure to each cylinder, playing a crucial role in the efficient combustion process. Pressure variations in this component can cause engine performance issues, impacting both efficiency and emissions. The study employs the RCA (Root Cause Analysis) and Fishbone Diagram methods to identify the causes of pressure variation.

The research results indicate that the pressure variations in the fuel injection pump are caused by damage or wear to internal components such as the plunger barrel, spring, and delivery valve, as well as blockages from debris that impede fuel flow. In addition, the lack of routine maintenance is also a significant factor contributing to the decline in the injection system's performance. Therefore, regular maintenance and replacement of worn components are recommended to restore the fuel injection pump's pressure to optimal levels in accordance with manufacturer standards. This study provides valuable insights into the causes and corrective measures to ensure better and more efficient engine performance on the MT. Soechi Asia XXIX vessel.

Keywords : Fuel injection pump, Plunger Barrel, Delivery Valve

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kapal adalah sarana transportasi laut yang sering digunakan dalam bidang pelayaran, baik untuk pengangkutan barang, cargo, maupun penumpang. Perusahaan pelayaran di Indonesia perlu memastikan bahwa layanan yang diberikan memiliki kualitas yang tinggi dalam pengoperasian kapal. Dengan meningkatnya permintaan jasa pengiriman di sektor pelayaran Indonesia, kondisi kapal harus selalu dalam keadaan layak dan optimal. Sesuai dengan Undang-Undang Nomor 17 Tahun 2008, keselamatan dan keamanan pelayaran diartikan sebagai terpenuhinya syarat - syarat keselamatan dan keamanan bagi kapal yang beroperasi di perairan, pelabuhan, dan lingkungan maritim. Proses transportasi laut dapat berlangsung secara ekonomis, cepat, dan aman jika didukung oleh kinerja mesin kapal yang baik. Umumnya, kapal menggunakan mesin diesel, baik sebagai penggerak utama maupun sebagai mesin bantu, karena mesin diesel dikenal lebih tahan lama dan efisien dalam operasionalnya.

Mesin induk memiliki peranan sangat penting guna menunjang kelancaran pada pelayaran kapal. Keberadaan mesin induk dikapal juga paling berpengaruh karena jika terjadi kerusakan pada mesin induk tentunya perjalanan kapal akan terganggu sehingga akan mengganggu keberangkatan atau pengantaran *cargo* itu sendiri.

Tolak ukur kondisi baik ataupun tidak mesin induk sendiri dapat dilihat dari daya yang dihasilkan apakah memenuhi atau tidak, Sedangkan daya suatu mesin induk bergantung pada proses pembakaran mesin. Apabila pembakaran mesin bekerja dengan maksimal maka daya yang dihasilkan dari mesin induk juga akan maksimal.

Salah satu penunjang utama pada mesin induk adalah *fuel injection pump*. Menurut Maw N. (1978) menjelaskan bahwa pompa penyemprotan bahan bakar adalah sebuah perangkat yang tidak hanya mengontrol waktu dan jumlah bahan bakar yang disemprotkan ke dalam ruang bakar tetapi juga tekanan pada saat disalurkan. Beliau menekankan bahwa kemajuan dalam teknologi penyemprotan bahan bakar telah secara signifikan meningkatkan daya output, efisiensi bahan bakar, dan kinerja emisi dari mesin diesel modern.

Penelitian tentang *fuel injection pump* mesin induk telah berkembang pesat dalam beberapa tahun terakhir. Berbagai penelitian sebelumnya telah banyak membahas kerusakan pada pompa injeksi bahan bakar yang mengakibatkan gangguan pada kinerja mesin induk, baik dari aspek teori, metodologi, maupun temuan yang didapatkan.

Beberapa studi sebelumnya yang telah dianalisis dan disimpulkan oleh penulis, seperti penelitian yang dilakukan oleh Ady Yusuf Agil Saputro (2020) dengan judul “Analisis Turunnya Tekanan Bahan Bakar Pompa Injeksi Merk Bosch Pump Pada Silinder No .8 Dan 2 Berpengaruh Terhadap Kerja Mesin Induk Di MV. LAGUN MAS”, Randi Salavichay (2023) dengan judul “Optimalisasi Kinerja Bosch Pump Pada Main Engine Di Mt. Kurau” yang berfokus pada dampak yang berakibat pada jumlah bahan bakar tidak

seluruhnya ditekan ke injektor, sehingga kekosongan bahan bakar akan terjadi pada pipa tekan., namun hanya sedikit yang membahas tentang kerusakan komponen internalnya, Terakhir, penelitian yang dilakukan oleh Muhammad Wildan Firdaus (2022) dengan judul "Analisa Kerusakan Bosch Pump untuk Mendukung Kinerja Mesin Utama di Kapal MV. Kelimutu" menunjukkan dampak yang diakibatkan dari faktor penyebab kerusakan *bosch pump* adalah rack bahan bakar tidak dapat bergerak untuk mengatur jumlah bahan bakar yang masuk ke dalam silinder, namun tidak mengkaji dalam komponen internal pada *fuel injection pump*. Hal ini mengindikasikan bahwa meskipun ada banyak penelitian terkait, masih terdapat kekurangan yang perlu ditangani dalam literatur yang ada.

Kurangnya penjelasan pada penelitian oleh Ady Yusuf Agil Saputro belum memberikan penjelasan yang cukup mengenai faktor - faktor penyebab penurunan tersebut. Meskipun penurunan temperatur dapat menunjukkan adanya masalah dalam proses pembakaran atau efisiensi mesin, tidak ada penelitian yang cukup membahas pengaruh faktor - faktor eksternal seperti kondisi lingkungan, kualitas bahan bakar, atau potensi kerusakan pada komponen mesin yang dapat mempengaruhi distribusi panas pada silinder. Penjelasan dalam penelitian oleh Randi Salavichay menunjukkan bahwa penelitian sebelumnya mungkin hanya fokus pada masalah kekosongan bahan bakar yang terjadi akibat celah goresan pada plunger, namun kurang mendalami aspek lain yang juga bisa mempengaruhi distribusi bahan bakar. Terakhir, penjelasan dalam penelitian oleh Muhammad Wildan Firdaus lebih

fokus pada faktor - faktor seperti rack bahan bakar yang tidak dapat bergerak atau feed hole yang tersumbat.

Dari ketiga penelitian sebelumnya ini memberikan kontribusi yang penting dalam memahami berbagai masalah pada sistem bahan bakar dan mesin, namun masing - masing memiliki keterbatasan dalam cakupan masalah yang dibahas. Penelitian Ady Yusuf Agil Saputro kurang memperhatikan faktor eksternal, Randi Salavichay fokus pada satu aspek tertentu tanpa memperluas kajian, dan Muhammad Wildan Firdaus lebih terfokus pada beberapa masalah mekanis tanpa mempertimbangkan faktor lain yang mungkin mempengaruhi sistem secara keseluruhan. Penelitian lebih lanjut yang menggabungkan aspek - aspek yang kurang dibahas ini dapat memberikan pemahaman yang lebih komprehensif. Selain itu, beberapa penelitian sebelumnya juga menunjukkan bahwa *fuel injection pump* tidak selalu menunjukkan konsistensi atau belum dapat diterapkan secara umum dalam konteks penelitian yang akan dibahas oleh penulis. Oleh karena itu, penting untuk memperdalam pemahaman tentang *fuel injection pump* melalui pendekatan yang lebih komprehensif, yang dapat memberikan kontribusi baru dan memperbaiki pemahaman yang sudah ada.

Dengan demikian, penelitian ini bertujuan untuk memberikan pemahaman mengenai faktor penyebab, dampak yang ditimbulkan, serta langkah - langkah yang diambil jika terjadi masalah pada *fuel injection pump*, yang diharapkan dapat mengisi kekosongan yang ada dan memberikan wawasan yang lebih mendalam mengenai variasi tekanan pada pompa injeksi bahan bakar tipe Zexel.

Kapal tempat saya belajar, melakukan praktek laut, dan menganalisis penelitian yaitu di kapal MT. Soechi Asia XXIX dengan mesin induk 2 langkah dengan spesifikasi antara lain: *Main Engine* tipe AKASAKA – MITSUBISI 6UEC37LA 4200 HP dengan output tenaga 3068 KW, GT 3.870 , *Auxiliary Engine* tipe 6L23/30, *Fuel injection pump* tipe zexel.

Pada saat penulis tengah melakukan praktek layarnya (prala), tepatnya tanggal 26 Juli 2023, kapal berlabuh di Merak (Banten) dan akan berangkat menuju ke Pelabuhan Pertamina yang berada di Cilacap, Sebelum keberangkatan saya, masinis 2 serta Kepala Kerja Mesin mengecek tekanan pada *fuel injection pump* no. 1 sampai 6 ini dan mendapatkan hasil yang berkisar antara 85 sampai 130 bar.

Pada awal keberangkatan dan menempuh perjalanan estimasi sekitar 2 harian *Fuel injection pump* ini masih berjalan dengan normal. Setelah selesai muat *cargo* dari pelabuhan pertamina cilacap kemudian berangkat bongkar muatan menuju ke pelabuhan gresik dengan estimasi perjalanan 3 harian dikarenakan ada kabar dari BMKG akan terjadi ombak sekitar 3-4 meter. Setelah sampai di pelabuhan gresik dan langsung sandar saya dan masinis 2 melakukan pengecekan kembali terhadap tekanan pada *fuel injection pump* ini. Setelah dilakukannya tes pada tekanan *fuel injection pump* no. 1 sampai 6 ini ternyata telah terjadinya variasi atau hasil yang berbeda - beda pada tekanan bar *fuel injection pump* yang berkisar antara 50 sampai 185 sedangkan maksimum tekanan bar yang ditentukan oleh pabriknya yaitu 130 bar. Kemudian masinis 2 melaporkan kepada Kepala Kamar Mesin (KKM) bahwa terjadi variasi tekanan sebelum dan sesudah pemberangkatan pada *fuel*

injection pump, setelah melakukan test dan pengecekan bersama akhirnya KKM setuju untuk membongkar dan mengecek komponen yang ada didalam *fuel injection pump* tersebut. Berdasarkan kasus yang terjadi, saya menganalisa permasalahan tersebut dengan beberapa identifikasi faktor penyebab timbulnya permasalahan tersebut dan menemukan solusi agar tidak terlalu fatal pada permasalahan itu yang berjudul **“ANALISIS VARIASI TEKANAN *FUEL INJECTION PUMP* BERDASARKAN STANDAR PABRIKAN MESIN DIESEL AKASAKA – MITSUBISI 6UEC37LA DI KAPAL MT. SOECHI ASIA XXIX”**.

B. Rumusan Masalah

Sebagaimana telah dijelaskan pada latar belakang yang ada diatas, komponen *fuel injection pump* berfungsi untuk menginjeksi bahan bakar ke ruang bakar melalui *high pressure pipe* dan *nozzle* dengan tekanan 130 bar, Bahan bakar yang di injeksikan dengan tekanan tinggi tersebut akan membentuk kabut sehingga mudah bercampur dengan udara dan mudah terbakar sehingga terjadi pembakaran yang sempurna di mesin induk. Meskipun demikian, terkadang permasalahan atau terjadinya gangguan pada *fuel injection pump* pasti ada sehingga kinerja dari mesin induk jadi terhambat. Adapun perumusan masalah yang dapat disajikan oleh penulis adalah:

1. Bagaimana cara mengetahui terjadinya variasi tekanan pada *fuel injection pump* di kapal MT. Soechi Asia XXIX?
2. Apa faktor penyebab terjadinya variasi tekanan *fuel injection pump* di kapal MT. Soechi Asia XXIX?

3. Bagaimana upaya yang dilakukan untuk mengoptimalkan kembali dari berbagai variasi tekanan *fuel injection pump* tersebut di kapal MT. Soechi Asia XXIX?

C. Batasan Masalah

Terkait dengan munculnya masalah terkait variasi tekanan *fuel injection pump main engine* yang ditemukan penulis saat melakukan praktek laut diatas kapal, maka pembahasan dalam karya ilmiah ini difokuskan pada faktor penyebab dan dampak serta langkah – langkah yang diambil untuk mengoptimalkan kembali kinerja dari *fuel injection pump* di kapal MT. Soechi Asia XXIX yang menjadi objek penelitian ini:

1. Praktek laut selama 12 bulan di atas kapal MT. Soechi Asia XXIX.
2. *Fuel injection pump Main Engine* tipe zeexel di kapal MT. Soechi Asia XXIX.

Maka penulis memberikan batasan dengan tujuan agar tidak menyimpang dari pembahasan. Maka dari itu penulis menyarankan pembatasan masalah agar terfokuskan pada variasi tekanan *fuel injection pump* saja dan tidak membahas pada konteks yang lengkap tentang keseluruhan bagiannya. Selanjutnya sesuai penelitian yang dilakukan pada saat melaksanakan praktek laut mulai 09/09/2022 s.d 11/09/2023 di kapal “MT. SOECHI ASIA XXIX”.

D. Tujuan Masalah

Adapun tujuan dari penelitian oleh penulis sebagai syarat untuk memperoleh Ijazah Sarjana Terapan, serta memenuhi tugas diklat kepelautan

Diploma IV, agar dapat mengetahui tentang terjadinya variasi tekanan *fuel injection pump* pada *main engine* di kapal Soechi Asia XXIX yaitu:

1. Untuk mengetahui gambaran terkait terjadinya perbedaan atau variasi tekanan pada *fuel injection pump* di kapal MT. Soechi Asia XXIX.
2. Untuk mengetahui dampak atau faktor jika terjadi perbedaan tekanan pada *fuel injection pump Main Engine* di kapal MT. Soechi Asia XXIX.
3. Untuk mengetahui upaya agar dapat optimal kembali tekanan *fuel injection pump Main Engine* sesuai dengan pabrikan di kapal MT. Soechi Asia XXIX.

E. Manfaat Penelitian

Harapan penulis dari penelitian yang dilakukan adalah bisa memberikan hal yang penuh manfaat bukan untuk penulis saja. Melainkan juga untuk teman teman atau untuk para pembaca. Adapun manfaat dari penelitian yang dilakukan, yaitu:

1. Manfaat Teoritis
 - a. Menambah wawasan pengetahuan tentang penyebab terjadinya variasi tekanan *fuel injection pump main engine* di atas kapal bagi setiap orang, khususnya bagi taruna – taruni Poltekpel Surabaya sebagai bekal saat melaksanakan praktek laut di kapal.
 - b. Sebagai bahan masukan bagi kru kapal khususnya kru departmen mesin supaya lebih mendalami tentang pentingnya perawatan dan perbaikan permesninan kapal.
2. Manfaat Praktis
 - a. Bagi pengajar, dapat digunakan sebagai materi bahan ajar untuk keperluan dalam pembelajaran di kampus Poltekpel Surabaya.

- b. Sebagai tambahan referensi dan informasi bagi taruna – taruni Poltekpel Surabaya yang akan menyusun suatu penelitian.
- c. Penelitian ini dapat digunakan sebagai acuan dalam perawatan dan perbaikan pada *fuel injection pump* mesin penggerak utama di kapal agar kinerjanya selalu dalam keadaan optimal.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

A. Review Penelitian Sebelumnya

Melakukan review penelitian sebelumnya adalah bertujuan untuk mempunyai landasan teori agar membantu memecahkan permasalahan penelitian. langkah awal bagi peneliti agar dapat memahami secara mendalam adalah mendapatkan suatu teori yang dijadikan suatu bahan penelitian agar benar menyesuaikan dengan kerangka berfikir ilmiah. Review penelitian ini antara lain bertujuan untuk menambah pemahaman dan wawasan yang berdasarkan tentang sesuatu yang sudah pernah dilakukan sebelumnya oleh penulis lain, dibawah ini adalah tabel review penelitian yang menji referensi untuk digunakan pada penelitian kali ini sebagai berikut:

Tabel 2. 1Review Penelitian Sebelumnya

No	Penulis	Judul	Hasil	Perbedaan Penelitian
1.	Ady Yusuf Agil Saputro (2020) https://repository.pip-semarang.ac.id/3020/	Analisis Turunnya Tekanan Bahan Bakar Pompa Injeksi Merk Bosch Pump Pada Silinder No .8 Dan 2 Berpengaruh Terhadap Kerja Mesin Induk Di MV. LAGUN MAS	Terjadi penurunan pada temperatur gas buang silinder nomor 8 dan 2. Temperatur gas buang normal di kapal MV. Lagun Mas adalah 445°C menjadi 385°C untuk silinder nomor 8, 445°C menjadi 398°C untuk silinder nomor 2. Terjadi penurunan juga dari tekanan bahan bakar dari 2.8 Mpa menjadi 0.4 Mpa.	Berdasarkan perbedaan penelitian sebelumnya. Pada saat penulis melakukan praktek diatas kapal telah mengalami kendala, yaitu terjadi variasi tekanan pada <i>Fuel injection pump Main Engine</i> , terkait penyebab terjadinya variasi tekanan yang ada pada <i>Fuel injection pump</i> bisa juga disebabkan oleh <i>plunger barel</i> yang sudah aus.

2.	Randi Salavichay (2023) https://repository.pip-semarang.ac.id/4908/	Optimalisasi Kinerja Bosch Pump Pada Main Engine Di Mt. Kurau	Bosch pump yang terganggu memiliki dampak yang berakibat pada jumlah bahan bakar tidak seluruhnya ditekan ke injektor, sehingga kekosongan bahan bakar akan terjadi pada pipa tekan. Hal ini dikarenakan bahan bakar lolos melalui celah goresan plunger	Pada penelitian sebelumnya berisikan tentang permasalahan pada <i>rack Fuel injection pump</i> yang mengakibatkan bahan bakar tidak mensuplai secara normal ke injector dan bisa juga permasalahan tersebut disebabkan oleh <i>delivery valve</i> nya bocor dan perlu di lapping atau kalau sudah aus maka digantikan dengan sparepart yang baru.
3.	Muhammad Wildan Firdaus (2022) https://repository.pip-semarang.ac.id/4433/	Analisa Kerusakan Bosch Pump Guna Menunjang Kinerja Mesin Utama Di Kapal Mv. Kelimutu	Dampak yang diakibatkan dari faktor penyebab kerusakan bosch pump adalah rack bahan bakar tidak dapat bergerak untuk mengatur jumlah bahan bakar yang masuk ke dalam silinder, <i>feed hole</i> yang tersumbat juga mengakibatkan supply bahan bakar terhambat sehingga berdampak langsung dari putaran mesin motor induk turun dan suhu gas buangnya juga turun dan juga bisa berdampak dari tidak tersedianya spare part sehingga komponen yang rusak tidak bisa diganti dengan yang baru dan harus menggunakan spare part bekas yang tersedia di atas kapal.	Berdasarkan perbedaan penelitian sebelumnya, Pada saat penulis melaksanakan praktek diatas kapal telah mengalami kendala salah satunya juga mengatur rack bergerak ke kiri atau ke kanan untuk menentukan posisi plunger pada saat diperlukan perubahan konsumsi fuel yang akan diinjeksikan dan mendapatkan timing tekanannya yang pas.

Berdasarkan hasil tinjauan penelitian sebelumnya membuahakan pemikiran yang sama terutama mengenai perawatan berkala yang dapat dilakukan dalam upaya mempertahankan kinerja *fuel injection pump* yang baik dan optimal. Penulis telah mengembangkan dan meneruskan mengenai apa

yang menyebabkan kendala dalam terjadinya variasi tekanan pada *fuel injection pump*.

B. Landasan Teori

1. Analisis

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Ahyar dan rekan (2020), analisis merupakan suatu proses yang dilakukan untuk mencari dan menyusun data secara sistematis yang diperoleh dari hasil wawancara, catatan lapangan, serta sumber lainnya. Proses ini melibatkan pengorganisasian data, pembagian data ke dalam bagian-bagian, penyusunan pola, pemilihan informasi yang penting untuk dipelajari, serta pembuatan kesimpulan agar temuan tersebut dapat dipahami dengan mudah dan dapat diinformasikan kepada orang lain. Menurut Syifa S Mukrima (2017), analisis merupakan kegiatan yang melibatkan sejumlah aktivitas seperti menguasai, membedakan, memilah sesuatu untuk dikelompokkan dan dikelompokkan kembali berdasarkan kriteria tertentu, kemudian mencari hubungannya dan menafsirkan maknanya.

Menurut Komaruddin (2001), pengertian analisis adalah kegiatan berpikir untuk menguraikan suatu keseluruhan menjadi komponen sehingga dapat mengenali tanda-tanda komponen, hubungannya satu sama lain, dan fungsi masing-masing dalam satu keseluruhan yang terpadu.

Pemahaman diatas dapat disimpulkan analisis adalah suatu kemampuan untuk memecahkan atau menguraikan sebuah informasi menjadi bagian-bagian yang lebih kecil menjadi lebih mudah dimengerti. Analisis bisa diartikan menjadi usaha untuk mengobsevasi sesuatu secara

mendetail dengan metode memisahkan komponen pembentuknya atau membentuk suatu komponen lalu dikaji lebih intens.

2. *Fishbone Diagram*

Menurut Murnawan (2014), Fishbone adalah salah satu metode untuk meningkatkan kualitas yang ditemukan oleh ilmuwan Jepang pada tahun 1960-an. Dr. Kaoru Ishikawa, seorang ilmuwan yang lahir di Tokyo pada tahun 1915 dan alumnus Teknik Kimia Universitas Tokyo, adalah penemu konsep ini. Fishbone digunakan sebagai alat pengendalian mutu untuk mendeteksi masalah yang terjadi dalam perusahaan. Dalam penerapannya, Fishbone berfungsi untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang menjadi penyebab masalah. Dengan demikian, keberadaan diagram Fishbone dapat mendorong eksplorasi yang berkelanjutan, sehingga akar permasalahan dalam perusahaan dapat ditemukan.

Menurut Neyestani (2017), diagram fishbone atau diagram sebab-akibat, yang bentuknya menyerupai kerangka ikan, adalah alat yang digunakan untuk mengidentifikasi masalah kualitas berdasarkan tingkat kepentingannya. Diagram ini merupakan salah satu metode dalam pemecahan masalah dengan cara melakukan penyelidikan dan menganalisis secara sistematis seluruh penyebab potensial yang dapat menghasilkan satu efek tunggal.

Juran dan Godfrey (1998) menyatakan bahwa diagram fishbone adalah alat yang efektif untuk melengkapi data manajerial suatu organisasi dalam menggali semua kemungkinan penyebab masalah yang ada. Sementara itu, menurut Omachonu dan Ross (2004), diagram fishbone

berfungsi sebagai alat untuk mengatasi masalah dengan cara mengumpulkan dan mengorganisir penyebab yang mungkin, memberi peringkat pada faktor penyebab yang paling mungkin terjadi, serta mempelajari setiap faktor yang ada. Beberapa faktor penting dalam diagram fishbone mencakup manusia, material, lingkungan, mesin, dan metode.

3. *Root Cause Analysis* (RCA)

Dalam teori manajemen kualitas J. M. Juran, pentingnya *Root Cause Analysis* dalam meningkatkan kualitas sangat ditekankan. Juran menegaskan bahwa untuk mengatasi masalah dengan efektif, kita harus memahami akar penyebabnya dan bukan hanya gejala-gejalanya. Selain itu, Juran juga menekankan pentingnya analisis data dan penggunaan metode statistik dalam *Root Cause Analysis*.

Menurut Dr. Arjaty W. Daud MARS (2020), *Root Cause Analysis* adalah proses identifikasi untuk menemukan akar masalah atau faktor dasar yang menjadi penyebab variasi dalam kinerja, termasuk kejadian permasalahan dengan tindakan pencegahan agar tidak terulang.

Pemahaman diatas dapat disimpulkan bahwa *Root Cause Analysis* adalah untuk memahami lebih dalam tentang masalah yang terjadi dan untuk menemukan pola atau indikasi yang bisa mengarah pada penyebab masalah. Akar penyebab biasanya adalah faktor yang jika dihilangkan, akan mencegah masalah dari terulang kembali.

4. *Pump* (Pompa)

Menurut Tyler G. Hicks dalam bukunya *Pump Operational And Maintenance* (2008:48), pompa adalah mesin atau peralatan mekanis yang

digunakan untuk menaikkan cairan dari bagian rendah ke bagian tinggi atau untuk mengalirkan cairan dari daerah bertekanan rendah ke daerah yang bertekanan tinggi dan juga sebagai penguat laju aliran pada suatu sistem jaringan perpipaan. Hal ini dicapai dengan membuat suatu tekanan yang rendah pada sisi masuk dan tekanan yang tinggi pada sisi keluar dari pompa.

Pada sisi hisap (*suction*) elemen pompa akan menurunkan tekanan dalam ruang pompa sehingga akan terjadi perbedaan tekanan antara ruang pompa dengan permukaan fluida yang dihisap. Akibatnya fluida akan mengalir ke ruang pompa. Oleh elemen pompa fluida ini akan didorong atau diberikan tekanan sehingga fluida akan mengalir ke dalam saluran tekan (*discharge*) melalui lubang tekan. Proses kerja ini akan berlangsung terus selama pompa beroperasi. Perpindahan zat cair dapat terjadi menurut arah komponen - komponen secara mendatar maupun tegak. Perpindahan zat cair yang menurut arah mendatar, maka hambatan terdiri dari gesekan - gesekan di dalam pipa dan pusaran aliran. Pada perpindahan zat cair yang tegak lurus yang diakibatkan karena adanya perbedaan tinggi antara permukaan isap dan permukaan tekan, maka hambatan - hambatannya harus diatasi.

Menurut Igor J. Karassik (2001), pompa adalah mesin yang mengubah energi mekanik dari sumber daya, seperti motor, menjadi energi hidrolik untuk memindahkan cairan. Pompa dapat diklasifikasikan berdasarkan prinsip kerjanya, seperti pompa sentrifugal yang menggunakan impeller untuk menghasilkan aliran dan tekanan, dan pompa perpindahan positif yang menggerakkan cairan melalui siklus pengisian dan pembuangan.

R. Keith Mobley (2004) dalam bukunya "*Maintenance Fundamentals*" mengartikan pompa sebagai mesin yang diciptakan untuk mengalihkan cairan dengan meningkatkan energi kinetik dan potensialnya. Mobley menyoroti betapa pentingnya perawatan yang akurat terhadap pompa guna menjamin efisiensi dan masa pakainya yang panjang, terutama dalam konteks industri di mana pompa memiliki peran vital dalam proses produksi.

Pemahaman diatas dapat disimpulkan bahwa pompa sebagai mesin mekanis penting yang digunakan untuk memindahkan fluida dengan cara meningkatkan tekanan, kecepatan, atau tinggi potensial fluida.

5. *Main Engine* (Mesin Induk)

Diperjelas dalam pendapat Sitindahon (2016: 70) bahwasanya mesin diesel yakni terdiri dari komponen yang mana atas sebuah pemahaman dari operasional maupun fungsi kegunaan dari bermacam bagian untuk pemahaman seluruhnya dari semua mesin diesel. Masing-masing bagian memiliki fungsi khusus yang mana dalam pelaksanaan kerjasama memiliki keterkaitan atau kesinambungan dengan bagian lainnya yang membentuk mesin diesel.

L. Harrington (1992) adalah penulis buku "*Marine Engineering*". Dalam bukunya, Harrington menjelaskan bahwa mesin induk kapal merupakan mesin yang besar dan kompleks yang dirancang khusus untuk menggerakkan kapal melalui perairan. Dia menyoroti bahwa mesin ini harus memiliki kemampuan untuk menghasilkan daya yang besar dan beroperasi secara andal dalam berbagai kondisi lingkungan. Selain itu, Harrington juga

menekankan pentingnya integrasi mesin induk dengan sistem kontrol kapal guna memastikan operasi yang efisien dan aman.

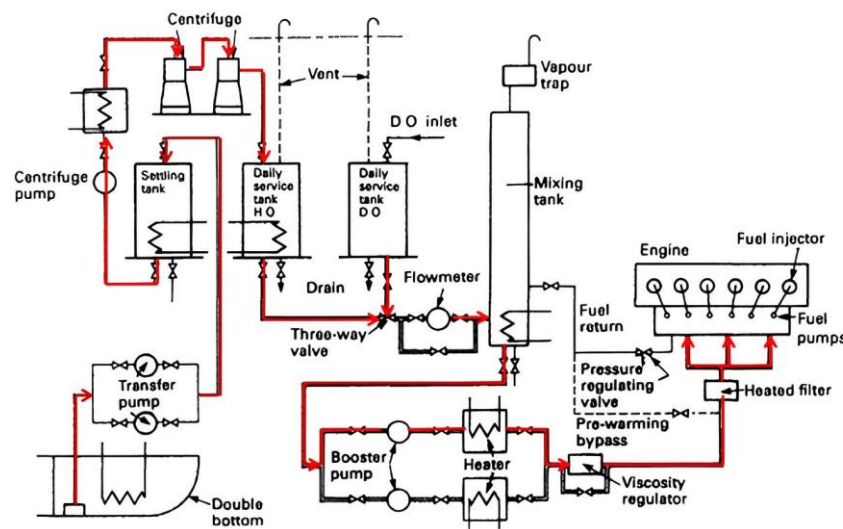
Pemahaman diatas dapat disimpulkan bahwa mesin induk adalah sebagai mesin utama yang berfungsi sebagai sumber tenaga penggerak dalam suatu sistem mekanis, terutama dalam bidang perkapalan, di mana mesin ini mengubah energi bahan bakar menjadi energi mekanis untuk memutar baling-baling kapal atau komponen penggerak utama lainnya.

6. Sistem Bahan Bakar

Menurut William B. Hayler dan John F. Keever (1921) dalam "*American Merchant Seaman's Manual*," mereka menjelaskan bahwa proses transfer bahan bakar dari tangki penyimpanan utama ke tangki harian, di mana bahan bakar kemudian difilter dan dipanaskan sebelum digunakan oleh mesin merupakan bagian dari sistem bahan bakar kapal. Tujuannya adalah untuk menghilangkan air dan partikel kontaminan dari bahan bakar.

Menurut Deshannon Artemis Taylor (1996) dalam karyanya "*Introduction to Marine Engineering*," Taylor menjelaskan bahwa sistem bahan bakar kapal harus dapat mengatasi berbagai jenis bahan bakar, mulai dari bahan bakar minyak berat hingga diesel. Sistem tersebut juga harus didesain untuk mengurangi kontaminasi bahan bakar dan mengatur suhu bahan bakar guna memastikan viskositas yang sesuai.

Pemahaman diatas dapat disimpulkan bahwa sistem bahan bakar kapal dirancang untuk memastikan efisiensi, keamanan, dan keberlanjutan operasional kapal, dengan berbagai komponen dan teknologi yang bekerja bersama untuk mengolah bahan bakar sebelum digunakan oleh mesin kapal.



Sumber: <https://www.vroque.co/post/komponen-sistem-bahan-bakar-diesel-fungsi-dan-cara-kerjanya>

7. Fuel Injection Pump

Maw N. (1978) menjelaskan bahwa pompa penyemprotan bahan bakar adalah sebuah perangkat yang tidak hanya mengontrol waktu dan jumlah bahan bakar yang disemprotkan ke dalam ruang bakar tetapi juga tekanan pada saat disalurkan. Mereka menekankan bahwa kemajuan dalam teknologi penyemprotan bahan bakar telah secara signifikan meningkatkan daya output, efisiensi bahan bakar, dan kinerja emisi dari mesin diesel modern.

Menurut Robert Bosch GmbH, dalam "*Diesel-Engine Management*," *fuel injection pump* adalah komponen kunci dalam sistem injeksi bahan bakar yang bertanggung jawab untuk mengukur dan mengirimkan bahan

bakar dengan tekanan tinggi ke *injektor*, memastikan bahwa setiap silinder menerima jumlah bahan bakar yang tepat pada waktu yang tepat selama siklus mesin.

Pemahaman diatas dapat disimpulkan bahwa *fuel injection pump* sebagai komponen mekanis yang berfungsi untuk mengukur dan mengirimkan bahan bakar pada tekanan tinggi ke ruang bakar mesin diesel pada waktu yang tepat, dengan tujuan memastikan efisiensi pembakaran dan kinerja mesin yang optimal. Bahan bakar yang di injeksikan dengan tekanan tinggi tersebut akan membentuk kabut sehingga mudah bercampur dengan udara dan mudah terbakar.



Gambar 2. 1 *Fuel injection pump Main Engine*
Sumber: <https://www.teknisime.com>

8. Jenis dan Cara Kerja *Fuel Injection Pump* Tipe *In - Line*

Dr. John B. Heywood (1988) seorang profesor teknik mesin di MIT dalam jurnal "*Internal Combustion Engine Fundamentals*" menjelaskan bahwa pompa injeksi *in-line* bekerja dengan menggunakan satu *plunger* atau piston per silinder mesin. *Plunger* ini didorong oleh *camshaft* yang terhubung ke mesin, yang menghasilkan tekanan tinggi yang diperlukan untuk menginjeksikan bahan bakar ke dalam ruang bakar. Timing dari

injeksi diatur oleh bentuk *camshaft* dan posisi *plunger*, memungkinkan kontrol yang presisi atas jumlah dan waktu injeksi bahan bakar.

Menurut perusahaan teknologi otomotif terkemuka, pompa injeksi *in-line* memiliki beberapa *plunger* yang diatur dalam satu baris, masing-masing terkait dengan satu silinder mesin. *Camshaft* memutar dan menekan *plunger* secara berurutan, menciptakan tekanan yang tinggi untuk menyuntikkan bahan bakar melalui nozel injektor. Sistem ini terkenal karena ketahanannya dan kemampuannya untuk bekerja dalam kondisi yang keras.

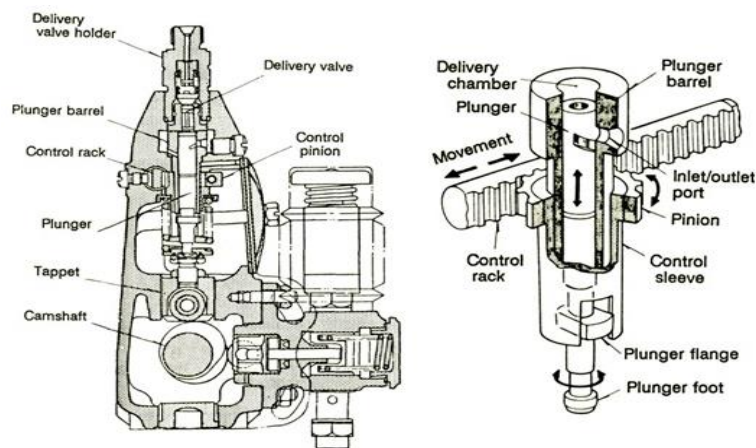
Pemahaman diatas dapat disimpulkan bahwa *fuel injection pump* model *in – line* adalah jenis pompa injeksi bahan bakar di mana setiap silinder mesin memiliki *plunger* dan silinder yang terpisah, disusun sejajar dalam satu baris. Model ini memastikan injeksi bahan bakar yang tepat waktu dan presisi sehingga bahan bakar yang di injeksikan dengan tekanan tinggi tersebut akan membentuk kabut sehingga mudah bercampur dengan udara dan mudah terbakar.

Menurut Ady Yusuf Agil Saputro (2020) *In-line injection pump* merupakan salah satu tipe pompa injeksi bahan bakar yang paling banyak digunakan pada *diesel engine* putaran tinggi. Cara kerja dari pompa injeksi bahan bakar ini adalah bahan bakar yang telah dikirim oleh *feed pump* di injeksikan ke dalam ruang bakar oleh pompa injeksi dan *nozzle* dengan cara ditekan oleh *plunger* yang bergerak keatas. Pergerakan naik turunnya *plunger* tersebut diatur oleh *camshaft* (*Cam Fuel injection pump*).

Camshaft yang terdapat pada pompa injeksi bahan bakar dihubungkan ke *timing gear*, Sehingga penyemprotan bahan bakarnya dapat diatur waktunya. *Control rack* yang dihubungkan dengan *governor* berfungsi untuk memutar *plunger* guna mengatur jumlah bahan bakar yang di injeksikan.

Berikut ini akan ditunjukkan beberapa contoh struktur dan cara kerja dari beberapa tipe pompa injeksi bahan bakar (tipe A dan tipe P):

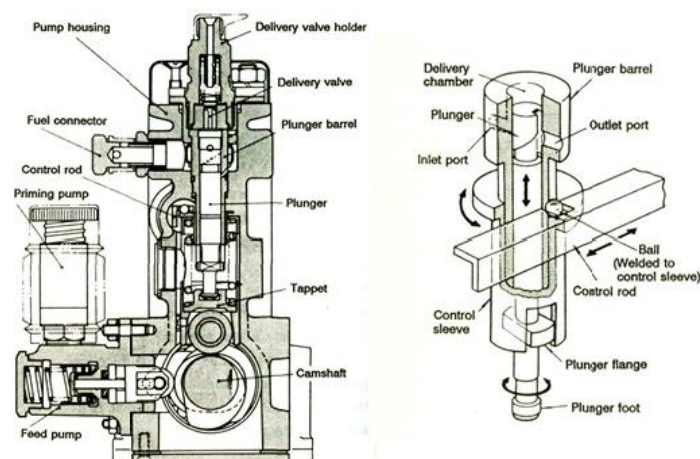
a. Struktur Pompa Injeksi Bahan Bakar Tipe A



Gambar 2. 2 Pompa Injeksi Bahan Bakar Tipe A

Sumber: <https://penambang.com>

b. Struktur Pompa Injeksi Bahan Bakar Tipe P



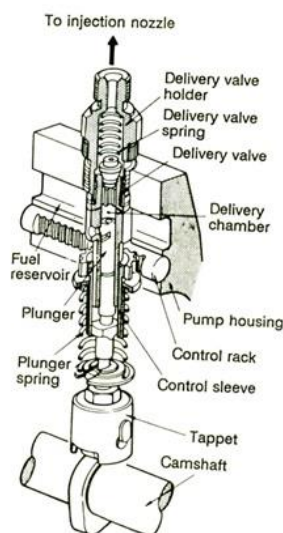
Gambar 2. 3 Pompa Injeksi Bahan Bakar Tipe P

Sumber: <https://penambang.com>

c. Proses Penyemprotan Bahan Bakar *Fuel Injection Pump*

Menurut Ady Yusuf Agil Saputro (2020), Rangkaian komponen yang terdiri atas plunger dan plunger barrel dinamakan dengan elemen pompa (*pump element*). Telah ditunjukkan berbagai macam tipe pump element dari *fuel injection pump*. *Plunger* akan bergerak naik dan turun untuk mensuplai bahan bakar. *Plunger* bergerak naik dan turun setiap satu kali gerakan *camshaft*. Tingginya pergerakan dari *plunger* selalu tetap (berdasarkan *Camlift*).

Struktur *plunger* dan *plunger barrel* harus sangat presisi sehingga mampu mengirimkan bahan bakar ke *nozzle* dengan tekanan yang cukup tinggi. Pergerakan dari *plunger* ditunjukkan pada gambar 2.5 dan gambar 2.6 baik pada pump element tipe A maupun tipe P memiliki prinsip kerja yang sama. Bahan bakar masuk dan keluar melalui lubang *inlet* atau *outlet port*. Komponen *plunger barrel* tetap ke *pump housing*, *plunger* mengatur pengiriman jumlah bahan bakar dengan berputar, perputaran dari *plunger* diatur oleh *control rack* (Tipe A) atau *control rod* (Tipe P).



Gambar 2. 4 Elemen Pompa Tipe A
Sumber: Jurnal Ady Yusuf Agil Saputro (2020)

d. Pengaturan Jumlah Bahan Bakar Yang Di Injeksikan

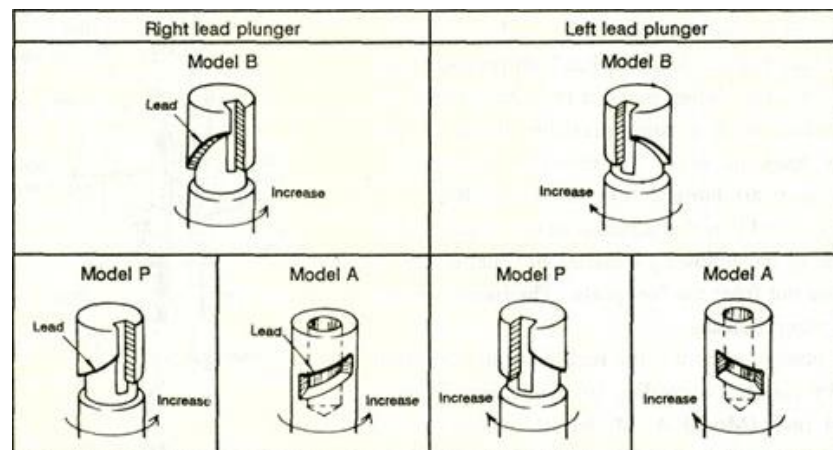
Menurut H. T. Knecht Dalam "*Diesel Engine Management Systems*", disebutkan bahwa pengaturan jumlah bahan bakar yang diinjeksikan pada mesin diesel menggunakan pompa injeksi bahan bakar melibatkan mekanisme kompleks yang mencakup *governor*, *rack*, dan *timing advance device*. Pada sistem modern, ini semakin dikendalikan oleh ECU yang menerima input dari berbagai sensor putaran mesin, sensor beban, sensor suhu untuk mengoptimalkan volume dan waktu injeksi bahan bakar secara real time.

Menurut John B. Heywood Dalam "*Internal Combustion Engine Fundamentals*," John B. Heywood menyebutkan bahwa pengaturan jumlah bahan bakar yang diinjeksikan melibatkan pengontrolan panjang stroke dari *plunger* dalam pompa injeksi. Ini bisa dicapai dengan mekanisme kontrol langsung seperti *rack* dan *pinion* yang mengubah posisi *plunger* relatif terhadap *camshaft*, atau melalui kontrol elektronik yang mengatur solenoid untuk mengontrol *timing* dan durasi injeksi bahan bakar.

Menurut Robert Bosch GmbH dalam "*Diesel-Engine Management*," pengaturan jumlah bahan bakar dalam sistem injeksi bahan bakar dilakukan melalui beberapa metode, termasuk penggunaan *governor* mekanis atau elektronik. *Governor* mengontrol posisi *rack* yang mengatur volume bahan bakar yang diinjeksikan oleh *plunger*. Pada sistem injeksi modern seperti *common rail*, kontrol dilakukan oleh unit

kontrol elektronik yang mengatur waktu dan durasi injeksi berdasarkan berbagai sensor yang memantau kondisi operasi mesin.

Pemahaman diatas dapat disimpulkan bahwa pengaturan jumlah bahan bakar yang diinjeksi oleh *fuel injection pump* melibatkan kontrol yang teliti terhadap mekanisme *plunger* dan *camshaft*, baik melalui kontrol mekanis maupun elektronik. Tujuannya adalah untuk memastikan bahwa volume bahan bakar yang tepat diinjeksi ke dalam ruang bakar pada waktu yang tepat, guna mencapai pembakaran efisien dan performa mesin optimal.

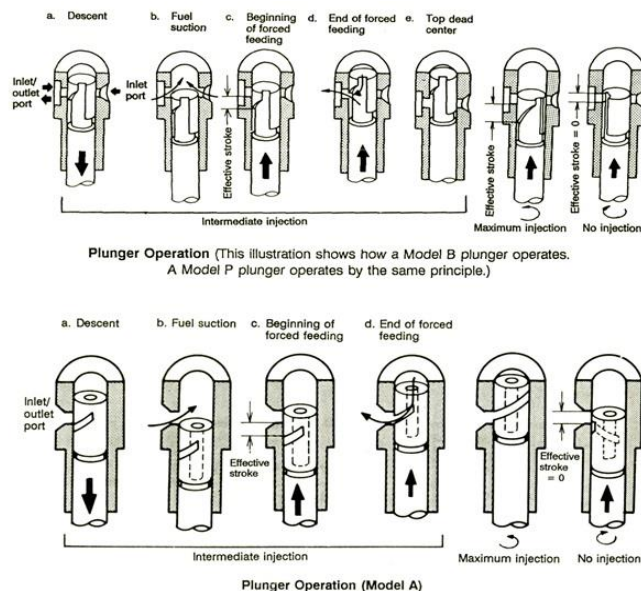


Gambar 2. 5 Tipe – Tipe Bentuk Kepala Pluger

Sumber: <https://alatberat453.blogspot.com/2012/03/konstruksi-dan-proses-delivery-fuel-di.html>

Menurut Ady Yusuf Agil Saputro (2020) Bagian atas *plunger* (lead) terdapat suatu alur yang dinamakan dengan *helical groove* atau *control groove* yang berfungsi untuk mengatur banyaknya jumlah bahan bakar yang akan disuplai ke ruang bakar mesin. Beberapa dari bentuk alur yang terdapat pada kepala plunger ditunjukkan pada gambar 2. 6 di atas.

Menurut Ady Yusuf Agil Saputro (2020) pada gambar 2.6 diatas menunjukkan bahwa masing - masing tipe *plunger* memiliki bentuk kepala *plunger* yang berbeda. Kepala *plunger* (lead) dibagi menjadi dua tipe, yaitu *right lead plunger* dan *left lead plunger*. Pada *right lead plunger*, ketika *plunger* tersebut digerakkan ke kanan (searah jarum jam) apabila dilihat dari bawah *plunger*, jumlah bahan bakar yang disuplai akan meningkat. Pada *left lead plunger*, ketika *plunger* tersebut digerakkan ke kiri (berlawanan dengan arah jarum jam) apabila dilihat dari bawah, maka suplai bahan bakar akan meningkat. Huruf R (*right lead*) dan huruf L (*left lead*) diukir pada bagian plunger sehingga kedua tipe plunger tersebut dapat diidentifikasi. Kepala plunger pada model B yang ditunjukkan pada gambar 2.7 mempunyai bentuk alur yang dinamakan dengan spiral *control groove*. Sedangkan pada model A dan P dinamakan *straight groove*.



Gambar 2. 6 Tipe Pengoperasian Plunger
Sumber: <https://penambang.com/pompa-injeksi-bahan-bakar-fuel-injection-pump>

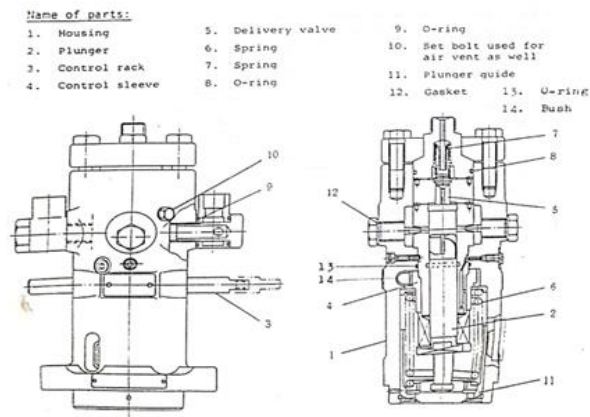
Menurut Ady Yusuf Agil Saputro (2020) Bahan bakar mulai diinjeksikan ketika *plunger* bergerak naik dan menutup dengan sempurna lubang *inlet port* pada *plunger barrel* (bisa dilihat di gambar 2.6 pada poin C). Penginjeksian bahan bakar berakhir ketika kepala *plunger* berhubungan dengan lubang *outlet port* (bisa dilihat di gambar 2.7 pada poin D). Pada pompa injeksi model A hanya memiliki satu buah lubang saja yang digunakan sebagai tempat keluar dan masuknya bahan bakar (*inlet port* dan *outlet port*). Jarak pergerakan *plunger* selama melakukan proses pengiriman bahan bakar ini disebut sebagai langkah efektif (*effective stroke*). Jumlah bahan bakar yang diinjeksikan (setiap pergerakan *plunger*) akan meningkat atau menurun jika terjadi perubahan pada besarnya langkah efektif *plunger* tersebut. Langkah efektif ditentukan oleh posisi relatif antara *plunger* dan *barrel*, dimana *plunger barrel* akan dalam posisi tetap sementara *plunger* akan bergerak naik - turun dan berputar.

9. Komponen – Komponen *Fuel Injection Pump*

Dari pemahaman yang sudah dijelaskan oleh para ahli sebelumnya dapat disimpulkan bahwa *fuel injection pump* sebagai komponen mekanis yang berfungsi untuk mengukur dan mengirimkan bahan bakar pada tekanan tinggi ke ruang bakar mesin diesel pada waktu yang tepat, dengan tujuan memastikan efisiensi pembakaran dan kinerja mesin yang optimal. Bahan bakar yang di injeksikan dengan tekanan tinggi tersebut akan membentuk kabut sehingga mudah bercampur dengan udara dan mudah

terbakar sesuai dengan *injection timing* serta urutan pembakaran (Firing Order 1-4-2-6-3-5).

Berikut adalah komponen – komponen dari *fuel injection pump*:



Gambar 2. 7 Komponen *Fuel Injection Pump*
Sumber: <https://www.marineengineersknowledge.com>

a. *Housing* (Penutup Luar)

Housing adalah *casing* atau penutup luar dari pompa yang berfungsi sebagai melindungi komponen yang ada di dalamnya dan dirancang untuk mengarahkan aliran bahan bakar secara efisien melalui berbagai saluran dan komponen internal seperti *plunger barrel*, *spring* dan *delivery valve*.



Gambar 2. 8 Housing Fuel injection pump
Sumber: <https://andersontractorinc.com/product/rebuilt-case-ih-fuel-injection-pump-3055975r98/>

b. *Plunger*

Dalam bukunya "Dasar-dasar Mesin Pembakaran Dalam," John B. Heywood (1988) menjelaskan bahwa plunger merupakan komponen utama yang bergerak di dalam silinder untuk melakukan kompresi bahan bakar. Panjang langkah plunger akan mengatur volume bahan bakar yang diinjeksikan.

Pemahaman diatas dapat disimpulkan bahwa plunger adalah komponen yang berfungsi untuk menekan bahan bakar dengan tekanan tinggi untuk penginjeksian yang bergerak naik-turun dalam silinder yang diatur oleh camshaft.



Gambar 2. 9 *Plunger Fuel injection pump*
 Sumber: <https://injectionpumps.co.uk/Plunger-Element.jpg>

c. *Control Rack* (Palang Pengontrol)

Dalam "*Diesel-Engine Management*," Robert Bosch GmbH memberikan rincian tentang *rack* adalah Mekanisme yang mengatur posisi *plunger* untuk mengontrol jumlah bahan bakar yang diinjeksi. *Rack* bergerak maju mundur untuk mengubah posisi *plunger*.



Gambar 2. 10 *Control Rack Fuel injection pump*
 Sumber: <https://injectionpumps.co.uk/Zexel-PFR4KX55-Control-Rack-140243-5620.jpg>

d. *Camshaft*

Dixon (1999), penulis buku "The Shock Absorber Handbook", menjelaskan bahwa camshaft merupakan komponen kunci yang mengontrol timing dari berbagai proses dalam mesin. *Camshaft* berputar dan cams di poros tersebut menekan katup atau komponen lain pada saat yang tepat selama siklus pembakaran. Ketepatan timing yang dikendalikan oleh *camshaft* sangat tepat untuk kinerja mesin, efisiensi bahan bakar, dan pengurangan emisi.

Pemahaman diatas dapat disimpulkan bahwa camshaft adalah komponen yang menggerakkan *plunger* dan mengatur timing injeksi.



Gambar 2. 11 *Camshaft*
 Sumber: <https://www.marineengineersknowledge.com/>

e. *Delivery Valve*

Menurut buku "Diesel-Engine Management" dari Robert Bosch GmbH (1977), Delivery Valve adalah katup yang mengatur aliran bahan bakar dari pompa ke injektor, membantu menjaga tekanan tinggi dalam sistem bahan bakar.

Dari penjelasan tersebut, Delivery Valve berperan sebagai komponen yang bertugas sebagai katup (*valve*) yang dapat membuka dan menutup aliran bahan bakar yang didorong oleh tekanan bahan bakar yang dihasilkan oleh *plunger* untuk mencegah aliran balik dan mengatur tekanan sisa bahan bakar serta dapat mencegah tekanan sisa pada pipa saat proses penginjeksian selesai.



Gambar 2. 12 *Delivery Valve*

Sumber: <https://injectionpumps.co.uk/product/fuel-delivery-valve-for-ve-pumps-1468522273/>

f. *Barrel*

Dalam buku "Dasar-dasar Mesin Pembakaran Dalam," John B. Heywood (1988) menjelaskan bahwa barrel (silinder) adalah area di mana plunger bergerak naik turun untuk memampatkan bahan bakar di dalamnya.

Barrel umumnya merupakan komponen berbentuk silinder tempat *plunger* bergerak naik dan turun, dilengkapi dengan saluran masuk dan keluar untuk bahan bakar. *Fuel barrel* bertugas mengukur jumlah bahan bakar yang akan diinjeksikan ke dalam ruang bakar. Hal ini memastikan bahwa jumlah bahan bakar yang tepat diinjeksikan untuk setiap siklus kerja mesin dan membantu mengatur tekanan bahan bakar yang diinjeksikan, tekanan yang tepat sangat penting untuk memastikan pembakaran yang efisien dan maksimal. Dari pemahaman diatas *barrel* merupakan komponen untuk tempat *plunger* bergerak naik dan turun turun untuk memampatkan bahan bakar di dalamnya.



Gambar 2. 13 Plunger Barrel

Sumber: <https://i.ebayimg.com/images/g/K9AAASw44BYJfj/s-11600.jpg>

10. Struktur Jabatan *Crew* Kapal

a. *Deck Department*

Menurut J. J. Isbester (2010) Penulis "*Bulk Carrier Practice*" Isbester menyoroti pentingnya departemen deck dalam operasi kargo, terutama pada kapal-kapal besar seperti bulk carriers. Departemen tersebut memiliki tanggung jawab dalam menangani dan menyimpan

kargo, serta memastikan agar kapal tetap seimbang dan stabil selama pelayaran. Mereka juga bertanggung jawab atas pengelolaan perlengkapan dan peralatan dek yang digunakan dalam operasi kargo.

Dr. David House (2007) menjelaskan dalam bukunya "Ship Handling" bahwa departemen deck memiliki tanggung jawab atas semua aktivitas yang terjadi di atas deck kapal, termasuk navigasi, penanganan kargo, operasi deck, dan keselamatan. Tugas utama departemen ini meliputi pengawasan dan pemeliharaan peralatan navigasi, penanganan tali-temali saat sandar dan berlabuh, serta memastikan keselamatan kapal beserta awaknya selama pelayaran.

Menurut Captain Eyres (2012) dalam buku "Konstruksi Kapal, departemen deck merupakan kunci dalam memastikan bahwa kapal dapat beroperasi dengan aman dan efisien. Biasanya, departemen ini dipimpin oleh *Chief Officer* atau *Mate*, yang bertanggung jawab atas kegiatan operasional dek dan navigasi. Tugas - tugas departemen deck meliputi manuver kapal, pengawasan pemuatan dan pembongkaran kargo, serta pemeliharaan dan perbaikan peralatan deck.

Pemahaman diatas dapat disimpulkan bahwa *deck department* bertanggung jawab untuk pemeliharaan kapal, operasional kapal, operasional pelayaran, dan semua urusan hukum dan perizinan perjalanan kapal.

Berikut ini bagian - bagian jabatan dari *crew deck department*:

- 1) *Master* (Nakhoda) adalah perwira tertinggi serta wakil manajemen perusahaan dan otoritas tertinggi di struktural kapal. Pasal 342

KUHD menyatakan bahwa tanggung jawab atas kapal hanya berada pada tangan nakhoda, tidak ada yang lain. Jadi apapun yang terjadi diatas kapal menjadi tanggung jawab nakhoda, kecuali perbuatan kriminal. Master bertanggung jawab untuk memastikan bahwa kapal tersebut dinavigasikan dan dioperasikan dengan aman dan efisien, sesuai dengan peraturan internasional, nasional dan perusahaan.

- 2) *Chief Officer* (Mualim I) adalah pewira tinggi di bawah kapten yang bertugas mengatur muatan, persediaan air tawar, pengatur arah navigasi, dan bertanggung jawab penuh atas semua peralatan *deck department*.
- 3) *Second Officer* (Mualim II) adalah perwira tinggi dibawah *chief officer* yang bertugas membantu *chief officer* serta bertanggung jawab untuk peralatan navigasi ruang kemudi, membuat jalur peta pelayaran yang akan dilakukan, dan pengatur arah navigasi.
- 4) *Third Officer* (Mualim III) merupakan perwira diatas kapal dibawah *Second Officer*. *Mualim III* bertugas membantu *Second Officer* serta bertanggung jawab mengatur, memeriksa, memelihara semua alat keselamatan atau *safety* kapal, pengatur arah navigasi, dan pemegang urusan administrasi umum.
- 5) *Boatswain* (Bosun) adalah crew yang bertugas membuat laporan kepada *Chief Officer* dan bertanggung jawab atas semua ABK serta mengawasi atau memimpin *seaman* madya dan *seaman* biasa.
- 6) *AB (Seaman Madya)* atau Juru Mudi adalah crew yang bertugas mendukung pejabat deck dalam semua aspek kegiatan di ruang

kemudi, kargo, dan operasional pelayaran, di bawah pengawasan perwira kapal.

b. *Engine Department*

Dalam buku konstruksi kapal Captain Eyres (2012), disebutkan bahwa departemen mesin memiliki peran penting dalam menjaga kinerja kapal dan keselamatan operasional. Biasanya, departemen ini dipimpin oleh Chief Engineer yang bertanggung jawab atas semua kegiatan teknis di kapal. Tugas utamanya meliputi pengawasan mesin utama, pemeliharaan rutin, dan penanganan masalah teknis yang muncul selama pelayaran.

Menurut D. A. Taylor (1983) dalam jurnal "Introduction to Marine Engineering," bagian mesin adalah bagian dari struktur kapal yang mencakup semua personel yang bekerja di ruang mesin dan bertanggung jawab atas pengoperasian serta pemeliharaan mesin utama, generator, sistem pendingin, sistem bahan bakar, sistem pelumas, dan peralatan lainnya yang berkaitan dengan tenaga penggerak dan utilitas kapal.

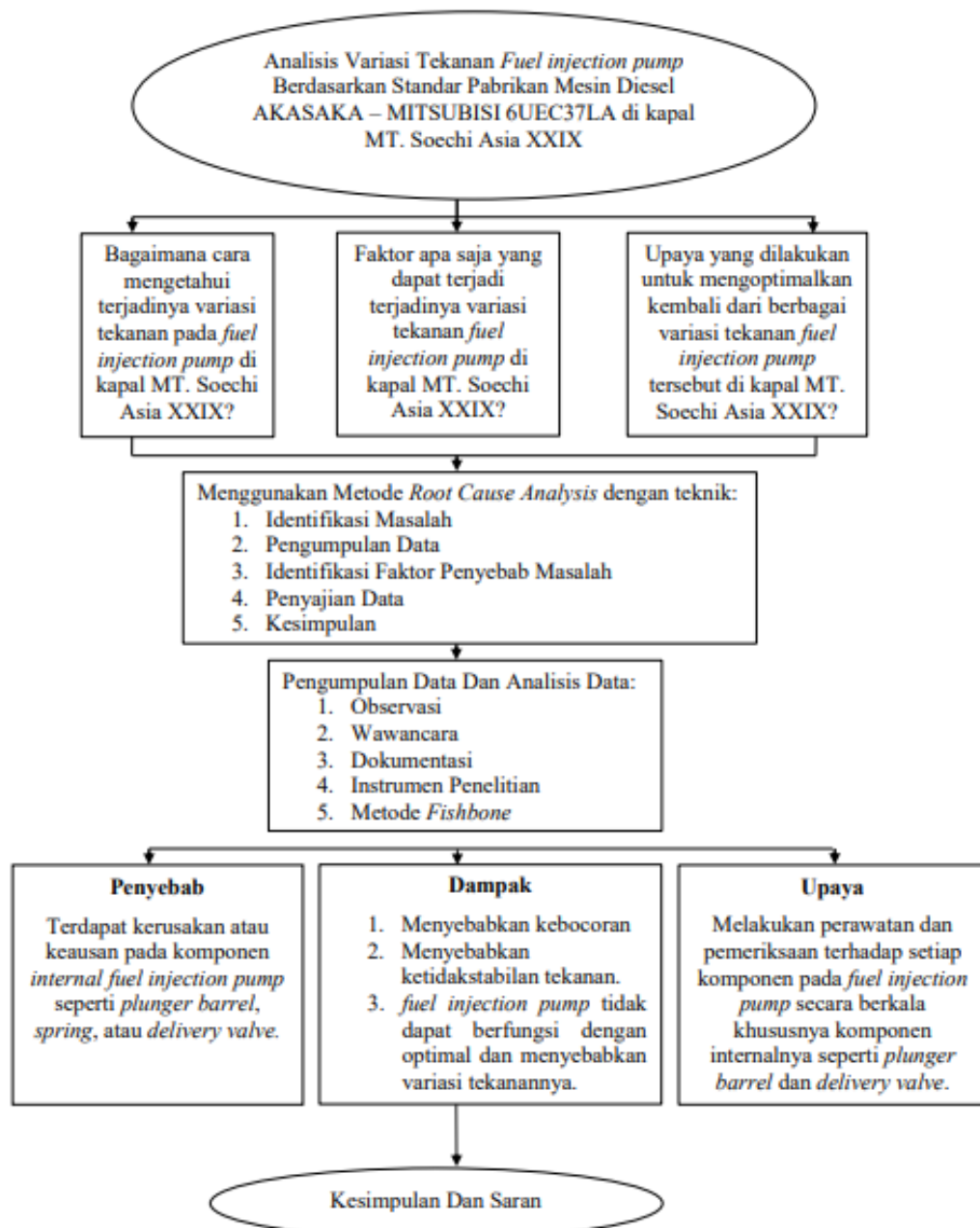
Pemahaman diatas dapat disimpulkan bahwa Engine Department adalah department yang bertanggung jawab untuk menjalankan dan melakukan peralatan mekanik dan listrik di atas kapal dan memastikan bahwa semua aspek teknis kapal berfungsi dengan baik dan mendukung operasi kapal yang aman dan efisien.

Berikut ini adalah bagian - bagian jabatan dari *crew engine department*:

- 1) *Chief Engineer* (Kepala Kamar Mesin) adalah seorang perwira *engineer* tertinggi yang bertanggung jawab atas semua mesin yang ada di kapal baik itu mesin induk , mesin bantu, pompa, *crane*, sekoci, pompa kargo, genset dll.
- 2) *Second Engineer* (Masinis II) adalah perwira mesin dibawah *Chief Engineer* dan membantu *Chief Engineer* yang bertanggung jawab atas kegiatan operasi sehari – hari atau membuat planing pekerjaan yang dilakukan di *engine department* .
- 3) *Third Engineer* (Masinis III) adalah perwira mesin dibawah masinis II yang bertanggung jawab penuh atas kondisi dan pemeliharaan kelistrikan , generator, genset, dan boiler.
- 4) *Forth Engineer* (Masinis IV) adalah perwira mesin dibawah masinis III yang bertanggung jawab atas kondisi pompa – pompa, bahan bakar, kompresor, sekoci, *emergency generator*, *emergency fire pump*, dan pendataan pemakaian bahan bakar yang digunakan.
- 5) *Fitter* (Mandor) crew bertugas memimpin dan mengawasi *Oiler* dan *Cadet*, mendelegasikan pekerjaan seperti yang diarahkan oleh Masinis II dan perwira mesin lainnya.
- 6) *Oiler* atau pendamping perwira mesin yang bertugas membantu mandor atau perwira mesin di semua aspek tugas menjaga mesin, pemeliharaan, dan perbaikan.

C. Kerangka Pikir Penelitian

Berdasarkan hal ini pada gambar 2.14 dibawah ini peneliti akan menjelaskan segenap kerangka penelitian dengan bagian tahap untuk memenuhi ataupun memecahkan pokok permasalahan yang telah dipersiapkan sebagai berikut :



Gambar 2. 14 Kerangka Pikir Penelitian

BAB III METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Dalam Penelitian ini yang berjudul analisis variasi tekanan *fuel injection pump* berdasarkan standar pabrikan mesin diesel akasaka – mitsubisi 6uec37la di kapal MT. Soechi Asia XXIX, Peneliti menggunakan metode RCA (*Root Cause Analysis*) dan *Fishbone Analysis*. Metode *root cause analysis* adalah untuk memahami lebih dalam tentang masalah yang terjadi dan untuk menemukan pola atau indikasi yang bisa mengarah pada penyebab masalah dengan tujuan untuk mencegah masalah tersebut terulang kembali.

Menurut Dr Arjaty W Daud MARS (2020) *Root Cause Analysis* adalah proses identifikasi untuk mencari akar masalah atau basic factor yang melatar belakangi variasi dalam kinerja (*variation performance*) termasuk kejadian permasalahan dengan tindakan untuk mencegah kejadian yang sama berulang kembali.

Menurut Murnawan (2014), Fishbone adalah salah satu metode untuk meningkatkan kualitas yang ditemukan oleh ilmuwan Jepang pada tahun 1960-an. Dr. Kaoru Ishikawa, seorang ilmuwan yang lahir di Tokyo pada tahun 1915, adalah penemu konsep ini. Fishbone digunakan sebagai alat pengendalian mutu untuk mendeteksi masalah yang terjadi dalam perusahaan. Dalam penerapannya, Fishbone berfungsi untuk mengidentifikasi faktor -faktor yang menjadi penyebab masalah. Dengan demikian, keberadaan diagram fishbone dapat mendorong eksplorasi yang berkelanjutan.

Menurut Neyestani (2017), diagram fishbone atau diagram sebab-akibat, yang bentuknya menyerupai kerangka ikan, adalah alat yang digunakan untuk mengidentifikasi masalah kualitas berdasarkan tingkat kepentingannya. Diagram ini merupakan salah satu metode dalam pemecahan masalah dengan cara melakukan penyelidikan dan menganalisis secara sistematis seluruh penyebab potensial yang dapat menghasilkan satu efek tunggal. Juran dan Godfrey (1998) menyatakan bahwa diagram fishbone adalah alat yang efektif untuk melengkapi data manajerial suatu organisasi dalam menggali semua kemungkinan penyebab masalah yang ada. Sementara itu, menurut Omachonu dan Ross (2004), diagram fishbone berfungsi sebagai alat untuk mengatasi masalah dengan cara mengumpulkan dan mengorganisir penyebab yang mungkin, memberi peringkat pada faktor penyebab yang paling mungkin terjadi, serta mempelajari setiap faktor yang ada. Beberapa faktor penting dalam diagram fishbone mencakup manusia, material, lingkungan, mesin, dan metode.

B. Lokasi Dan Waktu Penelitian

Menurut Hamid Darmadi (2011:52), lokasi penelitian adalah tempat di mana proses studi yang digunakan untuk mencari solusi atas masalah penelitian dilaksanakan. Lokasi penelitian merujuk pada area yang akan dijadikan sebagai sumber pengumpulan data, peristiwa, atau kejadian yang diperlukan dalam pelaksanaan suatu penelitian. Pemilihan objek yang tepat sangat penting untuk mendapatkan hasil penelitian yang berkualitas dan kritis.

Pemahaman diatas dapat disimpulkan bahwa lokasi penelitian adalah tempat yang dimana akan menjadi sumber pengumpulan data, peristiwa atau

fenomena yang diperlukan untuk menjalankan sebuah penelitian yang dituju adalah pemilihan objek yang akurat guna memperoleh hasil penelitian yang kritis dan baik

Penelitian ini disusun oleh penulis pada saat melakukan praktek laut di kapal MT. Soechi Asia XXIX pada saat melakukan tugas kampus praktek laut (PRALA) mulai tanggal 09 September 2022 sampai 11 September 2023.

C. Sumber Data

Sesuai dengan penjelasan Suharsimi Arikunto (2010), subjek penelitian adalah keterbatasan yang dapat peneliti identifikasikan dengan objek, benda, atau individu yang dapat dikaitkan dengan variabel penelitian.

Barlian Eri (2016:29) menjelaskan bahwa sumber data dalam penelitian merujuk pada subjek yang menyediakan data. Dalam hal observasi, sumber data dapat berupa objek, aktivitas, atau proses. Sedangkan jika menggunakan dokumentasi, dokumen tersebut berfungsi sebagai sumber data.

Pemahaman diatas dapat disimpulkan bahwa sumber data dijadikan untuk sumber dari penelitian termasuk dokumen, arsip, wawancara, ataupun pengamatan langsung. Berdasarkan sumber informasi yang berkaitan dengan permasalahan yang diteliti dibedakan menjadi:

1. Sumber Data Primer

Menurut (Sugiyono 2018) Sumber data primer adalah sumber data yang langsung memberikan data kepada pengumpul data. Pengumpulan data ini menggunakan wawancara dan observasi.

Menurut Kuncoro Mudrajad (2013), data primer adalah data yang diperoleh secara langsung dari objek penelitian melalui metode

pengumpulan data seperti survei, wawancara, dan eksperimen. Data ini memiliki nilai penting karena memberikan informasi yang spesifik dan relevan yang diperlukan untuk menjawab pertanyaan penelitian.

Pemahaman diatas dapat disimpulkan bahwa sumber data primer adalah data yang di dapat secara langsung saat di lapangan dengan melalui observasi, dokumentasi atau melalui wawancara dengan pihak informan.

Metode pengambilan data primer pada penelitian ini dilaksanakan dengan cara observasi dan dokumentasi di kapal MT. Soechi Asia XXIX saat melakukan praktek laut.

a. Observasi

Dalam penelitian ini, peneliti melakukan pengamatan langsung terhadap variasi tekanan pada *fuel injection pump* di kapal MT. Soechi Asia XXIX.

b. Dokumentasi

Dalam penelitian ini, peneliti melakukan dokumentasi analisis variasi tekanan pada *fuel injection pump* dengan cara mengambil foto dan video, serta mencatat beberapa penjelasan yang disampaikan oleh Masinis 2 atau Kepala Kerja Mesin di kapal MT. Soechi Asia XXIX.

2. Sumber Data Sekunder

Menurut Sugiyono (2018) Sumber data yang tidak memberikan data secara langsung kepada pengumpul data, seperti melalui orang atau dokumen lain. Sumber data yang digunakan dalam penelitian ini adalah jurnal, artikel dan buku yang berkaitan dengan subjek penelitian yang dukumpulkan melalui teknik dokumenter.

Pengumpulan data sekunder dalam penelitian ini dilakukan melalui wawancara langsung dengan masinis 2, masinis 3, dan oiler di kapal MT. Soechi Asia XXIX saat pelaksanaan praktek laut.

a. Wawancara

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini bertujuan untuk melakukan studi pendahuluan guna mengidentifikasi permasalahan yang perlu diteliti. Selain itu, metode ini juga digunakan ketika peneliti ingin menggali informasi yang lebih mendalam dengan jumlah responden yang terbatas. Dalam hal ini, Peneliti melakukan wawancara dengan masinis 2, masinis 3, dan oiler untuk memperoleh data mengenai variasi tekanan *fuel injection pump* di kapal MT. Soechi Asia XXIX.

3. Instrumen Penelitian

a. Pengertian Instrumen Penelitian

Menurut Ibnu Hajar (1996) instrumen penelitian adalah alat ukur yang dipakai untuk mendapatkan informasi kuantitatif yang berisi variabel berkarakter dan objektif. Data atau informasi yang dimaksud meliputi:

- 1) Data kuantitatif, yakni jenis data yang berkaitan dengan jumlah atau kuantitas yang berbentuk angka, sehingga data hitung dan disimbolkan dalam bentuk ukuran-ukuran tertentu.
- 2) Data kualitatif, yakni jenis data yang berhubungan dengan nilai kualitas misalnya sangat baik, baik, sedang, baik, cukup, kurang, dan sebagainya.
- 3) Data nominal, data ordinal, dan data interval atau rasio.

4) Data primer atau data sekunder.

Sugiono (2019) menyampaikan bahwa instrumen dalam penelitian merupakan alat bantu yang digunakan peneliti guna mengukur fenomena sosial serta alam sebagaimana yang ada dalam variabel penelitian.

Dari pemahaman diatas instrumen penelitian merujuk pada alat atau metode yang digunakan untuk mengumpulkan data. Penggunaan instrumen dalam penelitian kuantitatif dan kualitatif berbeda.

Dalam penelitian kualitatif, pengumpulan data dilakukan oleh peneliti itu sendiri, yang berarti peneliti yang melakukan observasi, wawancara, mendengarkan, dan mengumpulkan data. Peneliti diharapkan dapat memperoleh data yang valid, sehingga data yang diperoleh harus dapat dipertanggungjawabkan dan tidak sembarangan. Sementara itu, dalam penelitian kuantitatif, data biasanya dikumpulkan melalui angket atau kuesioner. Data tersebut kemudian dikuantifikasikan agar dapat dianalisis menggunakan metode statistik.. Secara umum, perbedaan utama antara keduanya terletak pada jenis data yang diperoleh. Data kualitatif berbentuk pernyataan, sedangkan data kuantitatif berbentuk angka atau simbol yang dapat diolah dengan metode statistik.

b. Fungsi dan Sifat Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian memiliki peran yang sangat penting dalam proses penelitian, yakni sebagai alat untuk mengumpulkan data yang dibutuhkan. Dengan adanya instrumen penelitian, peneliti dapat mengetahui sumber data yang akan diteliti, termasuk jenis data, teknik pengumpulan data, instrumen yang digunakan untuk pengumpulan data,

serta memastikan validitas, reliabilitas, tingkat kesulitan, daya pembeda, dan pengecoh dalam data penelitian. Instrumen yang baik harus memenuhi kriteria tertentu agar dapat menghasilkan data yang berkualitas. Sebaliknya, instrumen yang tidak memenuhi kriteria yang tepat akan menghasilkan data yang tidak berkualitas. Seringkali, data hasil penelitian tidak sesuai dengan harapan, yang disebabkan oleh ketidaksesuaian antara teori yang digunakan sebagai dasar dalam menyusun instrumen dengan tujuan untuk mengukur karakteristik variabel yang dimaksud.

c. Jenis – Jenis Instrumen Penelitian

Terdapat berbagai jenis instrumen penelitian yang umumnya digunakan oleh para peneliti. Instrumen tersebut dapat diterapkan dalam penelitian serta penulisan karya ilmiah dari berbagai jenis. Selain itu, instrumen penelitian juga berfungsi dalam penelitian kualitatif maupun kuantitatif.

Berikut adalah beberapa instrumen penelitian yang dimaksud:

1) Observasi

Metode observasi memerlukan panduan yang dapat berupa lembar observasi. Panduan ini harus disusun dengan rinci mengenai detail objek yang akan diamati, termasuk jadwal pengamatannya, agar hasil yang diperoleh dapat memberikan arahan dalam menyelesaikan masalah yang dihadapi.

2) Dokumentasi

Dokumentasi mengacu pada informasi yang tertulis. Sumber data dokumentasi tidak berasal dari buku, majalah, atau sejenisnya, melainkan dari bukti - bukti tertulis yang berkaitan dengan objek penelitian. Data yang memiliki relevansi dan validitas yang tinggi mencakup jurnal operasional atau buku log, laporan pemeliharaan, laporan perbaikan, laporan kerusakan, serta laporan - laporan lain yang relevan.

3) Wawancara

Wawancara merupakan salah satu alat yang sering digunakan dalam penelitian kualitatif. Hal ini disebabkan oleh fakta bahwa dalam wawancara, peneliti dapat mengumpulkan informasi dari responden melalui interaksi verbal secara langsung. Sebelum melaksanakan wawancara, peneliti mempersiapkan daftar pertanyaan terstruktur yang relevan dengan penelitian, yang biasanya dikenal sebagai rubrik wawancara. Selanjutnya, peneliti bertemu dengan responden dan mengajukan pertanyaan untuk dijawab secara langsung.

D. Teknik Analisis Data

Pengolahan untuk menganalisis data menggunakan metode *fishbone analysis* dan *root cause analysis* (RCA) dilakukan untuk mengetahui variasi tekanan pada *fuel injection pump*, *Root Cause Analysis* (RCA) digunakan untuk mengidentifikasi penyebab utama dari suatu masalah atau insiden kejadian atau peristiwa yang ada, baik yang bersifat alamiah maupun kesalahan manusia.

1. *Fishbone Analysis* (Tulang Ikan)

Sujarwo, Y. A., & Ratnasari, A. (2020) menguraikan bahwa *Fishbone Analysis* merupakan suatu metode yang diperkenalkan oleh Kaoru Ishikawa untuk menganalisis masalah melalui diagram tulang ikan, yang juga dikenal sebagai diagram sebab akibat. Istilah fishbone diagram digunakan karena bentuknya yang menyerupai tulang ikan, dengan kepala yang menghadap ke kanan yang bertujuan untuk menggambarkan akibat dari berbagai penyebab yang mendasari suatu masalah. Metode fishbone ini diterapkan untuk meningkatkan kualitas analisis terhadap permasalahan yang terjadi secara menyeluruh dan mendalam sehingga dapat mengidentifikasi inti dari permasalahan tersebut.

Berdasarkan penjelasan yang diberikan oleh para ahli, dapat disimpulkan bahwa *fishbone analysis* merupakan suatu alat yang digunakan untuk menganalisis penyebab utama dari suatu permasalahan dengan cara mengelompokkan faktor faktor penyebab yang berpotensi menimbulkan masalah ke dalam kategori yang terstruktur.

a. Metode *fishbone analysis* digunakan karena:

- 1) Identifikasi penyebab masalah secara menyeluruh untuk mengidentifikasi berbagai kemungkinan penyebab masalah dengan cara yang sistematis dan menyeluruh. Dengan mengelompokkan masalah ke dalam kategori yang jelas seperti manusia, mesin, metode, material, lingkungan, dan pengukuran yang mungkin memengaruhi terhadap masalah dapat dianalisis tanpa ada yang terlewat.

- 2) Visualisasi yang mudah dipahami untuk pembaca dalam mengamati antara masalah dan penyebab yang ada.
- 3) Sistematis dan terstruktur dalam menganalisis masalah yang memungkinkan pembaca mengikuti proses dengan baik dan memastikan bahwa setiap kemungkinan penyebab ditangani secara mendetail.

b. Adapun manfaat dari *fishbone analysis* yaitu:

- 1) *Fishbone analysis* sangat berguna dalam menemukan akar penyebab suatu masalah, bukan hanya sekadar menangani permasalahannya.
- 2) Dengan menemukan akar penyebab masalah, *fishbone analysis* dapat mencegah terulangnya masalah yang sama di masa mendatang setelah solusi diterapkan.
- 3) Menganalisis permasalahan dengan cepat, sehingga tindakan penyelesaian yang tepat dapat segera diambil.
- 4) Dalam penyusunan *fishbone analysis*, terdapat langkah - langkah yang perlu dilakukan, yaitu:

a) Identifikasi masalah

Pengumpulan data awal dilakukan dengan mendokumentasikan masalah melalui wawancara, observasi, atau dokumentasi yang terjadi di kapal.

b) Pengumpulan data penyebab utama masalah

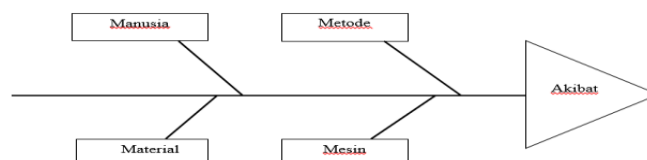
Mengumpulkan informasi yang dapat memberikan wawasan mengenai kemungkinan penyebab masalah, dengan menggunakan metode seperti wawancara, pengamatan, dan pencatatan kejadian.

c) Penyusunan diagram *fishbone analysis*

Diagram Fishbone digunakan untuk menyusun hubungan antara masalah dan penyebab, serta untuk menggali akar penyebab secara mendalam sehingga dapat menangani dalam menyelesaikan masalah.

d) Menganalisis akar penyebab permasalahan

Melakukan analisis yang mendalam untuk menemukan penyebab utama dari masalah baik dari faktor manusia, mesin, material dan metode kerja untuk dapat menjadi tulang utama pada *fishbone* diagram.



Gambar 3. 1 Kerangka Diagram *Fishbone*

2. *Root Cause Analysis* (RCA)

Menurut Yonas A.R, (2023). *Root Cause Analysis* (RCA) merupakan sebuah metode analisis yang digunakan untuk mengidentifikasi akar penyebab suatu permasalahan atau kejadian yang tidak diinginkan. *Root cause analysis* merupakan suatu metode yang terstruktur yang digunakan untuk mengidentifikasi dan menganalisis penyebab mendasar dari suatu masalah atau insiden yang tidak diinginkan.

Pada dasarnya bahwa *root cause analysis* (RCA) adalah memahami lebih dalam tentang masalah yang terjadi dan untuk menemukan indikasi yang bisa mengarah pada penyebab masalah dengan tujuan untuk mencegah masalah tersebut terulang kembali.

Menurut Yusuf, M. A., Indrajaya, F., Murati, F., dan Sukmawatie, N. (2024), analisis akar penyebab melibatkan sejumlah langkah yang perlu diikuti dalam proses analisis masalah :

a. Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah adalah langkah awal yang penting dalam proses pemecahan masalah. Proses ini melibatkan pengenalan dan penetapan suatu masalah dengan jelas dan tepat sehingga dapat dianalisis dan diselesaikan dengan cara yang efektif.

b. Pengumpulan Data

Data yang diperoleh melalui observasi, dokumentasi, dan wawancara akan dimasukkan ke dalam kategori data lapangan, yang terbagi menjadi dua jenis, yaitu data primer dan sekunder. Data primer merujuk pada informasi yang diperoleh secara langsung di lapangan oleh penulis sebagai bagian dari penelitian. Sementara itu, data sekunder adalah informasi yang tidak diperoleh secara langsung dalam penelitian.

c. Identifikasi Faktor Penyebab Masalah

Menentukan faktor yang menyebabkan masalah merupakan langkah penting dalam proses penyelesaian masalah. Tujuan utamanya adalah untuk mengidentifikasi akar penyebab yang sesungguhnya dari suatu permasalahan agar dapat ditangani dengan cara yang tepat.

Terdapat beberapa teknik yang bisa digunakan, seperti:

- 1) Whys: Tanyakan “Mengapa?” berulang kali hingga anda menemukan jawaban yang paling tepat atas penyebab suatu masalah. Contohnya:
Mengapa bisa terjadinya variasi tekanan pada *fuel injection pump*?

2) Drill Down: Membagi masalah hingga menjadi bagian - bagian kecil yang lebih detail untuk memahami gambaran besarnya. Contohnya seperti: Setelah melakukan pemeriksaan dan membongkar komponen pada pompa injeksi bahan bakar, ditemukan bahwa salah satu komponen, yaitu *plunger barrel*, telah mengalami keausan. Oleh karena itu, penggantian suku cadang yang baru segera dilakukan.

d. Penyajian Data

Penyajian data adalah proses pengumpulan untuk menyusun informasi yang bertujuan untuk menciptakan kesempatan dalam menarik kesimpulan dan mengambil keputusan, bentuk penyajian data ini berupa dokumentasi berupa foto dan video yang didapat oleh penulis pada saat melakukan praktek laut di kapal MT. Soechi Asia XXIX.

e. Menyusun dan menetapkan rencana perbaikan bertujuan untuk mengatasi suatu masalah serta mencegah terulangnya masalah tersebut di masa mendatang.

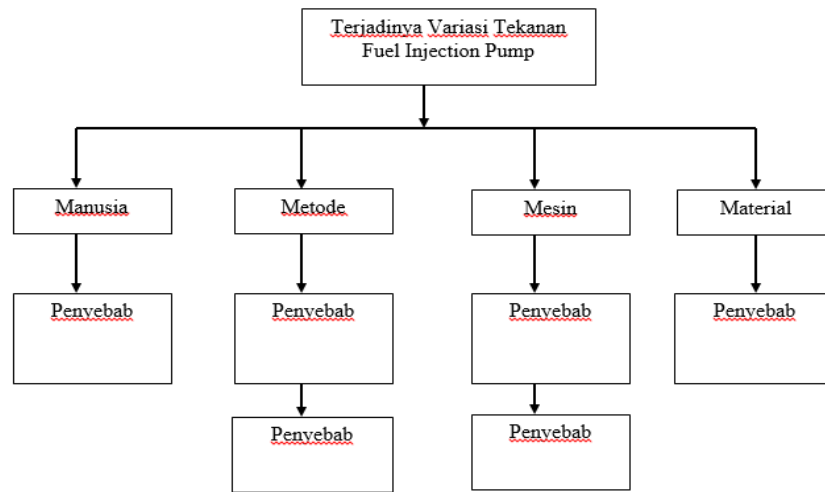
f. Kesimpulan

Peneliti di bidang ini telah berupaya untuk menarik kesimpulan sejak tahap awal pengumpulan data. Meskipun pada awalnya tidak tampak jelas, seiring berjalannya waktu, informasi yang diperoleh menjadi semakin terperinci dan lebih dapat di pertanggung jawabkan.

Berdasarkan penjelasan sebelumnya, dapat disimpulkan bahwa dalam melakukan penelitian *root cause analysis*, peneliti mengambil beberapa teknik dari *root cause analysis* tersebut yaitu melibatkan identifikasi masalah, pengumpulan data, identifikasi faktor penyebab masalah,

penyajian data, kemudian disimpulkan dan diverifikasikan.

Dapat digambarkan dalam diagram sebagai berikut:



Gambar 3. 2 Diagram *root cause analysis*

Dari diagram di atas, kita dapat menyimpulkan untuk menjawab rumusan masalah dengan mengacu pada rekomendasi perbaikan sebagai berikut:

1. Faktor Manusia

Rekomendasi perbaikan yang perlu dilakukan adalah dengan melaksanakan perawatan secara berkala.

2. Faktor Mesin

Rekomendasi perbaikan yang perlu dilaksanakan adalah dengan melakukan pemeriksaan terhadap peralatan dan mesin, untuk memastikan bahwa semuanya berada dalam kondisi yang sesuai dengan standar. Hal ini bertujuan agar mesin dapat beroperasi sesuai dengan ketentuan yang telah ditetapkan oleh perusahaan.

3. Faktor Metode

Melaksanakan PMS sesuai dengan yang seharusnya, karena jika terdapat kesalahan dalam metode dan program tersebut, hasil yang diperoleh tidak akan memuaskan dan hal ini dapat merugikan perusahaan.

4. Faktor Material

Rekomendasi yang dianjurkan terkait faktor material adalah mengenai pemasangan serta memperhatikan sesuai standar dari pabrikan.