



**PENTINGNYA PERAWATAN *FUEL INEJCTOR VALVE*  
GUNA MENUNJANG KINERJA *MAIN ENGINE* DI  
KAPAL MV. MERATUS MEDAN 1**

**SKRIPSI**

**Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Terapan Pelayaran Pada  
Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang**

**Oleh**

**AGUS BUDIYONO  
561911237327 T**

**PROGRAM STUDI TEKNIKA DIPLOMA IV  
POLITEKNIK ILMU PELAYARAN  
SEMARANG  
2024**

**HALAMAN PERSETUJUAN**

**PENTINGNYA PERAWATAN *FUEL INJECTOR VALVE* GUNA MENUNJANG  
KINERJA *MAIN ENGINE* DI KAPAL MV. MERATUS MEDAN 1**

DISUSUN OLEH:

AGUS BUDIYONO  
NIT. 561911237327 T

Telah disetujui dan diterima, selanjutnya dapat diujikan di depan Dewan Penguji  
Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang, 31 Januari 2024

Dosen Pembimbing I  
Materi

Dosen Pembimbing II  
Metodologi dan Penulisan



H.MUSTHOLIQ, MM, M. Mar. E  
Pembina (IV/a)  
NIP. 19650320 199303 1 002

AWEL SURYADI, S. ST, M. SI  
Penata Tk. I (III/d)  
NIP. 19770525 200502 1 001

Mengetahui  
Ketua Program Studi  
Teknika



Dr. ALI MUKTAR SITOMPUL, M. T, M. Mar. E  
Penata TK 1 (III/d)  
NIP. 19730331 200604 1 001

## HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi dengan judul "Pentingnya perawatan *fuel injector valve* guna menunjang kinerja *main engine* di kapal MV. Meratus Medan 1" karya,

Nama : AGUS BUDIYONO

NIT : 561911237327 T

Program Studi : D IV TEKNIKA

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Penguji Skripsi Prodi TEKNIKA, Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang pada hari Rabu, tanggal 31 Januari 2024

Semarang, 29 Januari 2024

### PENGUJI

Penguji I : **H. AMAD NARTO, M.Pd, M.Mar. E**  
**Pembina (IV/a)**  
**NIP. 19641212 199808 1 001**

Penguji II : **Dr.DWI PRASETYO, MM, M.Mar.E**  
**Penata Tk 1 (III/d)**  
**NIP. 19741209 199808 1 001**

Penguji III : **TARUGA RUNADI, M.Si**  
**Penata Tk I (III/b)**  
**NIP. 19910601 202012 1 009**

Mengetahui,  
Direktur Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang

**Capt. SUKIRNO, M.M.Tr, M.Mar**  
**Pembina Tingkat I (IV/b)**  
**NIP. 196712101999031001**

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Agus Budiyo

N I T : 561911237327 T

Program studi : Teknika

Skripsi dengan judul “Pentingnya perawatan *fuel injector valve* guna menunjang kinerja *main engine* di kapal MV. Meratus Medan 1”

Dengan ini saya menyatakan bahwa yang tertulis dalam skripsi ini benar-benar hasil karya (penelitian dan tulisan) sendiri, bukan jiplakan dari karya tulis orang lain atau pengutipan dengan cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku, baik sebagian atau seluruhnya. Pendapat dan temuan orang lain yang terdapat dalam skripsi ini dikutip atau dirujuk berdasarkan kode etik ilmiah. Atas pernyataan ini saya siap menanggung resiko/sanksi yang dijatuhkan apabila ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya ini.

Semarang, 12 Januari 2024  
Yang membuat pernyataan,



**AGUS BUDIYONO**  
**NIT. 561911237327 T**

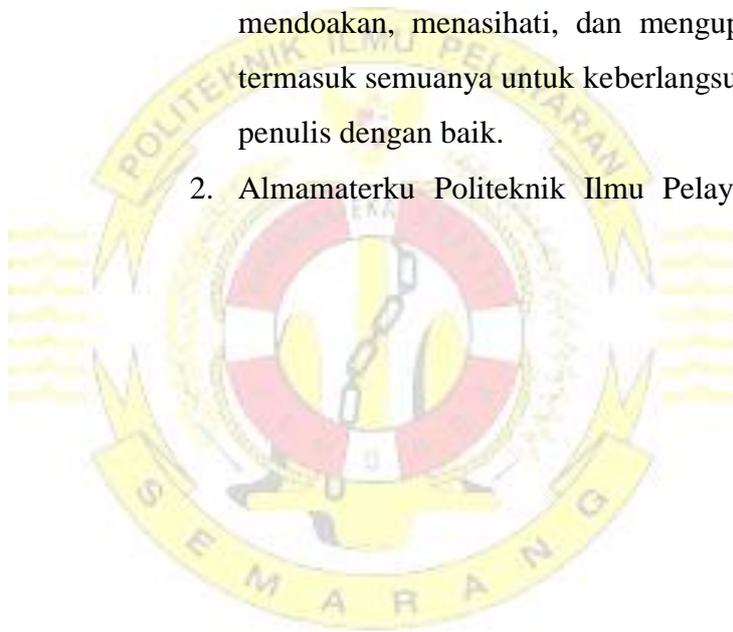
## MOTO DAN PERSEMBAHAN

### Moto :

1. "Keberhasilan bukanlah milik orang pintar. Keberhasilan adalah kepunyaan mereka yang senantiasa berusaha." (B.J. Habibie).
2. Jangan pernah berhenti berdoa kepada Allah SWT untuk diberikan kemudahan dalam segala urusan kebaikan.
3. *Allah's plan is better than our dreams.*

### Persembahan :

1. Kepada kedua orang tua, Bapak Sudardi dan Ibu Kasiyami yang senantiasa merawat, mendukung, mendoakan, menasihati, dan mengupayakan apapun termasuk semuanya untuk keberlangsungan kehidupan penulis dengan baik.
2. Almamaterku Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.



## PRAKATA

Assalamu'alaikum Warohmatullahi Wabarokatuh. Alhamulillah, segala puji dan rasa syukur sebagai pujian kepada Allah SWT atas segala limpahan nikmat, karunia dan rahmat-Nya, sehingga penulis diberi kemudahan dalam menyelesaikan dan menuntaskan penulisan skripsi yang berjudul “Pentingnya perawatan fuel *injector valve* guna menunjang kinerja *main engine* di kapal MV. Meratus Medan 1”.

Skripsi ini disusun guna memenuhi persyaratan pendidikan dalam memperoleh gelar Sarjana Terapan Pelayaran (S.Tr.Pel) pada program pendidikan Diploma IV (D. IV) Teknika di Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang. Dalam menyelesaikan penyusunan skripsi ini, penulis mendapat banyak doa, bantuan, bimbingan, dan dukungan dari banyak pihak. Sehingga, dengan penuh rasa hormat penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Capt. Sukirno M.M.Tr., M.Mar. selaku Direktur Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.
2. Dr. Ali Muktar Sitompul, M.T., M.Mar. selaku Ketua Program Studi Teknika di Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.
3. H. Mustholiq, M.M., M. Mar. E. selaku Dosen Pembimbing Materi Penulisan Skripsi yang dengan sabar dan tanggung jawab memberikan dukungan, bimbingan dan arahan dalam penyusunan skripsi.
4. Bapak Awel Suryadi, S.ST., M.Si. selaku Dosen Pembimbing Metodologi dan Penulisan yang dengan sabar dan tanggung jawab memberikan dukungan, bimbingan dan arahan dalam penyusunan skripsi.
5. Bapak H.Rahyono selaku Dosen Wali.
6. Seluruh dosen, perwira dan tenaga pengajar yang telah memberikan ilmu pengetahuan yang bermanfaat kepada penulis selama melaksanakan pendidikan di Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.
7. Seluruh sahabat dan keluarga, Teknika Delta dan Mess Kendal terimakasih telah memberikan dukungan dan motivasi dalam penyelesaian studi ini.
8. Nakhoda, KKM beserta seluruh kru MV. Meratus Medan 1 yang telah membantu penulis dalam melaksanakan praktik laut.
9. Seluruh pihak yang telah membantu dalam penyelesaian penulisan skripsi yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Demikian prakata dari penulis, dengan segala kerendahan hati, penulis menyadari masih banyak kekurangan sehingga penulis mengharapkan saran dan masukan yang bersifat membangun guna kesempurnaan skripsi ini. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan banyak manfaat.

Wassalamu'alaikum Warohmatullahi Wabarokatuh.

Semarang, 12 Januari 2024  
Yang membuat pernyataan,



**AGUS BUDIYONO**  
**NIT. 561911237327 T**



## ABSTRAKSI

**Budiyono, Agus.** NIT. 561911237327 T, 2024, “*Pentingnya perawatan fuel injector valve guna menunjang kinerja main engine di kapal MV Meratus Medan I*”, Skripsi. Program Diploma IV, Program Studi Teknika, Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang, Pembimbing I: H. Mustholiq, M. M., M. Mar. E., Pembimbing II: Awel Suryadi, S.ST., M.Si.

*Injector* berfungsi untuk mengkabutkan bahan bakar ke dalam ruang bakar mesin yang bertekanan dengan mekanisme kontrol yang memungkinkan pengaturan jumlah bahan bakar yang dikabutkan ke dalam ruang bakar. Tidak sempurnanya pembakaran pada *injector* ditandai dengan timbulnya asap hitam pada cerobong

Metode penelitian yang digunakan dalam skripsi ini adalah metode kualitatif. Sumber data yang diperoleh dari pengumpulan data primer dan sekunder. Teknik pengumpulan data melalui observasi, wawancara, studi pustaka dan dokumentasi. Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *shel*. Pengujian keabsahaan data dengan menggunakan metode triangulasi.

Hasil penelitian menyatakan bahwa faktor penyebab kurang optimalnya kinerja pada *injector* adalah ditemukannya kerak pada ujung *nozzle*, *nozzle* dan *spring* sudah rusak, jam kerja pada *injector* sudah melewati batas, kualitas dari bahan bakar kurang bagus dan adanya kandungan air dan lumpur. Upaya yang dilakukan adalah dilakukan pemeriksaan dan pengetesan pada *injector*, selalu melakukan *planned maintenance system* sesuai *manual book*, dan meningkatkan kualitas bahan bakar dari adanya kandungan air dan lumpur dengan cara menjalankan fo purifier.

**Kata kunci:** Perawatan, *fuel injector valve*, *main engine*

## ABSTRACT

**Budiyono, Agus.** NIT. 561911237327 T, 2024, “*The importance of fuel injector valve to support main engine performance Ship MV. Meratus Medan I*”, Thesis. Undergraduate Program IV, Marine Engineering Study Program, Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang, Supervisor I: H. Mustohliq, M.M., M. Mar. E., Supervisor II: Awel Suryad, S.S.T., M. Si.

The injector functions to atomize the fuel into the engine's pressurized combustion chamber with a control mechanism that allows regulation of the amount of fuel atomized into the combustion chamber. Incomplete combustion of the injector is indicated by the appearance of black smoke in the chimney.

The research method used in this thesis is qualitative. Data sources were obtained from primary and secondary data collection. Data collection techniques through observation, interviews, literature study and documentation. The data analysis technique used in this research is the shell method. They were testing the validity of the data using the triangulation method.

The research results stated that the factors causing less than optimal performance on the injector were the discovery of crust on the tip of the nozzle, the nozzle and spring being damaged, the working hours on the injector had exceeded the limit, the quality of the fuel was not good, and there was water and mud content. The efforts include checking and testing the injectors, always carrying out a planned maintenance system according to the manual book, and improving the fuel quality from the presence of water and mud content by running a purifier.

**Keywords:** Maintenance, Fuel injector valve, main engine.

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN PERSETUJUAN</b> .....	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	<b>iii</b>
<b>PERNYATAAN KEASLIAN</b> .....	<b>iv</b>
<b>MOTO DAN PERSEMBAHAN</b> .....	<b>v</b>
<b>PRAKATA</b> .....	<b>vi</b>
<b>ABSTRAKSI</b> .....	<b>viii</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>ix</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	Error! Bookmark not defined.
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xiv</b>
<b>BAB I</b> .....	<b>1</b>
<b>PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
A. Latar Belakang Masalah .....	1
B. Fokus Penelitian .....	4
C. Rumusan Masalah .....	4
D. Tujuan Penelitian.....	5
E. Manfaat Hasil Penelitian .....	5
<b>KAJIAN TEORI</b> .....	<b>6</b>
A. Deskripsi Teori .....	6
B. Kerangka Penelitian .....	17
<b>BAB V</b> .....	<b>19</b>
<b>SIMPULAN DAN SARAN</b> .....	<b>19</b>
A. Simpulan .....	19
B. Keterbatasan Penelitian .....	19

C. Saran .....	20
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>21</b>
<b>LAMPIRAN-LAMPIRAN .....</b>	<b>244</b>
<b>DAFTAR RIWAYAT HIDUP .....</b>	<b>36</b>





## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Bagian-bagian <i>injector</i> .....	12
Gambar 2.2 Bentuk-bentuk pengabutan <i>injector</i> .....	15
Gambar 2.3 Kerangka penelitian .....	20



## DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN I Transkrip Daftar Wawancara .....	71
LAMPIRAN II Pembongkaran injector .....	30
LAMPIRAN III <i>Crew List</i> MV Meratus Medan 1 .....	33
LAMPIRAN IV <i>Ship Particular</i> MV Meratus Medan 1.....	33
LAMPIRAN V Kapal MV Meratus Medan 1 .....	35



# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang Masalah

Dalam rangka memperlancar pengiriman barang, peranan alat transportasi memiliki peranan yang sangat penting bagi kehidupan, baik dalam dunia perdagangan atau sebagai sarana perpindahan. Transportasi memungkinkan mobilitas manusia dan barang dari salah satu tempat ke tempat lain. Terdapat beberapa jenis transportasi salah satunya kapal laut. Kapal laut merupakan salah satu sarana transportasi yang sangat vital baik berlayar dalam negeri maupun luar negeri. Kapal laut memiliki peranan yang sangat besar dalam menjaga kelancaran perdagangan dan alat transportasi laut dikarenakan efisiensinya dan biaya operasional yang ekonomis (Hidayati, 2018). Maka dari itu, dibutuhkan kapal yang berkualitas agar kegiatan perdagangan dan sarana transportasi laut dapat berjalan dengan lancar. Salah satu aspek yang menunjang kelancaran aktivitas perdagangan dan transportasi laut yaitu *main engine* (Saragie, 2022).

*Main engine* adalah mesin utama atau mesin penggerak primer yang digunakan dalam suatu kapal. *Main engine* merujuk pada mesin pembakaran dalam menghasilkan daya mekanik yang diperlukan untuk menggerakkan kapal diatas air (Aji, 2021). *Main engine* biasanya menggunakan bahan bakar jenis *marine fuel oil* (MFO) atau *high speed diesel oil* (DO) untuk menghasilkan tenaga. Untuk mendukung kinerja mesin khususnya pada proses pembakaran bahan bakar. Salah satu komponen *main engine* yang harus diperhatikan dan dilakukan perawatan secara berkala yaitu *Fuel Injector valve*. Fungsi *Fuel injector valve* adalah untuk mengkabutkan bahan bakar kedalam ruang bakar mesin yang bertekanan dengan mekanisme kontrol yang memungkinkan pengaturan jumlah bahan bakar yang

dikabutkan ke dalam ruang bakar (Ridwan et al., 2020). Hal ini memungkinkan pengendalian dan penyesuaian laju bahan bakar yang dibutuhkan oleh mesin kapal sesuai dengan kebutuhan saat beroperasi pada berbagai kecepatan dan beban. *Injector* yang memiliki kinerja yang bagus adalah *injector* yang kecepatan penyemprotan bahan bakarnya tergolong tinggi, yakni mampu mencapai (250-350m/det) serta tekanan pengabutannya mencapai 300 bar.

Penulis sangat menyadari bahwa perawatan *injector* sangat penting dikarenakan bisa berakibat sangat fatal apabila tidak dilakukan perawatan secara rutin dan tidak ada pengecekan secara berkala seperti yang dianjurkan di dalam *manual book* dalam hal pengecekan pada setiap bagian *injector* tersebut. Apakah *injector* masih bekerja dengan keadaan optimal atau pengabutannya sudah mengalami penurunan dan bagian-bagian mengalami kerusakan. Pengecekan bagian *injector* antara lain membersihkan *nozzle* dari kotoran yang menempel dengan menggunakan *marine diesel oil* atau menggunakan cairan khusus untuk membersihkan kotoran atau kerak yang menempel (Gabdrafikov et al., 2019), pengetesan *injector* sesuai tekanan yang dianjurkan didalam *manual book*, pentingnya membersihkan kedudukan *injector* dari minyak kotor menjadikan perawatan *injector* sangat diperlukan (Susanto & Khaeroman, 2023). Tujuannya adalah untuk menjaga kinerja *injector* dan mencegah terjadinya kerusakan yang mungkin terjadi pada saat kapal beroperasi. Apabila perawatan ini tidak dilakukan sesuai di *manual book*, besar kemungkinan komponen pada mesin akan mengalami penurunan performa karena terjadinya penumpukan dan penyumbatan oleh kotoran yang masuk didalam sistem mesin (Khusniawati & Palippui, 2020). Jika kondisi *injector* mengalami hal tersebut, maka kualitas pembakaran akan mengalami penurunan dan mengakibatkan performa *cylinder* menjadi rendah. Untuk mengatasi

masalah ini sangatlah penting untuk melakukan perawatan atau pergantian pada komponen yang mengalami kerusakan. Namun, terkadang masinis mengalami kendala keterbatasan pasokan suku cadang diatas kapal, sehingga masinis terpaksa menggunakan komponen yang sudah tidak optimal agar mesin tetap beroperasi.

Beberapa hal yang dapat diakibatkan oleh terjadinya kerusakan *injector* pada *main engine* antara lain kapal menempuh perjalanan lebih lama sehingga merugikan berbagai pihak baik pemilik maupun perusahaan (Sariffudin et al., 2021). Bagi pemilik sendiri perlu mengeluarkan biaya tambahan dipelabuhan, karena mengalami keterlambatan pengiriman dan penerimaan barang. Sedangkan bagi pihak perusahaan akan mengalami kerugian antara lain pemakaian bahan bakar bertambah, pemakaian oli juga bertambah serta dikenakan biaya keterlambatan dipelabuhan yang disebut *demorage*. Keterlambatan ini bisa disebabkan oleh beberapa faktor antara lain bongkar yang lambat, loading yang lamban dan terjadinya kerusakan pada *injector main engine* yang ada diatas kapal.

Pada pelayaran yang telah dilaksanakan dikapal MV Meratus Medan 1 dengan rute Surabaya-bitung, terjadi penurunan putaran mesin pada *main engine*. Timbulnya asap hitam dari cerobong menunjukkan bahwa pembakaran pada mesin kurang sempurna. Hal ini disebabkan karena kinerja *injector* kurang sempurna, dalam hal ini penyemprotan bahan bakar mengalami penurunan kecepatan penyemprotan yang menurun, hanya mencapai yaitu,190m/det serta tekanan pengabutannya yang hanya mencapai 220 bar dan tidak sesuai di manual book.

Berdasarkan latar belakang diatas maka penulis mengajukan penelitian yang berjudul **“PENTINGNYA PERAWATAN FUEL INJECTOR VALVE GUNA MENUNJANG KINERJA MAIN ENGINE DI KAPAL MV MERATUS MEDAN 1 “**.

## B. Fokus Penelitian

Dalam penelitian yang dilakukan pada kapal MV Meratus Medan 1, yang merupakan kapal jenis *container* milik PT. Meratus Line. Penulis mengkhususkan penelitian pada aspek pentingnya perawatan *fuel injector valve*. Hal ini dilakukan dengan tujuan untuk meningkatkan kinerja *main engine*, jika *fuel injector valve* mengalami gangguan dapat mengakibatkan gangguan pada operasional kapal secara keseluruhan.

Pembatasan masalah ini berdasarkan pada pengetahuan dan pengalaman penulis. yang memungkinkan untuk lebih fokus pada aspek perawatan *fuel injector valve*. Penulis mempertimbangkan beberapa faktor dalam penelitiannya termasuk jadwal perawatan yang sesuai dengan *manual book*., dengan melakukan penyetelan pada *fuel injector valve*, metode pembersihan yang efektif, pemantuan berkala, serta faktor-faktor lain yang berpotensi mempengaruhi kinerja dari *fuel injector valve* pada *main engine*

Diharapkan bahwa melalui penelitian ini, penulis dapat memberikan wawasan yang berharga bagi PT. Meratus Line dan masinis secara umum tentang pentingnya perawatan *fuel injector valve* dalam menjaga kinerja *main engine* sehingga kapal dapat beroperasi dengan lancar dan efisien.

## C. Rumusan Masalah

Selama melaksanakan praktik laut, penulis menemukan beberapa permasalahan dalam penelitian ini:

1. Apakah kendala yang ditemui terkait dengan kinerja *fuel injector valve* di kapal MV Meratus Medan 1?
2. Apakah upaya yang dilakukan untuk mengoptimalkan kinerja *fuel injector valve* di kapal MV. Meratus Medan 1?

#### D. Tujuan Penelitian

Untuk menulis skripsi yang efektif, penting untuk menetapkan tujuan penelitian yang jelas berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah terkait dengan tujuan penelitian tersebut. Berikut adalah beberapa tujuan yang harus dicapai.

1. Mengetahui pengaruh penyemprotan yang kurang maksimal yang disebabkan oleh *fuel injector valve* .
2. Mengetahui cara penanganan terhadap *fuel injector valve* yang kurang optimal.

#### E. Manfaat Hasil Penelitian

Melalui penelitian mengenai pentingnya perawatan *fuel injector valve*, skripsi ini memberikan manfaat yang lebih terperinci diantaranya sebagai berikut:

1. Secara teoritis manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut:
  - a. Meningkatkan dan memperkaya penelitian serta menambah pengetahuan tentang pentingnya perawatan pada *injector*.
  - b. Dapat menerapkan teori yang diperoleh dan membandingkan serta menambahkan pengetahuan bagi penulis dan pembaca khususnya taruna dan perwira tentang pentingnya perawatan *injector*.
2. Secara praktis manfaat penulisan skripsi ini adalah sebagai berikut:
  - a. Bagi pembaca dapat menambah pengetahuan tentang pentingnya perawatan *injector*, serta sebagai acuan untuk melakukan tindakan yang berhubungan dengan masalah tersebut.

Bagi institusi bahwa penulis diharapkan mampu dan bermanfaat untuk menambah ilmu. Dan juga sebagai bahan masukan bagi para pembaca, khususnya taruna Politeknik Ilmu Semarang jurusan teknika untuk menambah pengetahuan dan wawasan tentang pentingnya perawatan *injector*.

## BAB II

### KAJIAN TEORI

#### A. Deskripsi Teori

##### 1. Definisi Perawatan

Perawatan adalah serangkaian kegiatan yang bertujuan utama untuk memastikan kelangsungan fungsi optimal suatu sistem peralatan atau mesin, sehingga dapat digunakan sesuai dengan kondisi yang diharapkan ketika dibutuhkan. Proses ini mencakup berbagai langkah, mulai dari identifikasi masalah potensial hingga penerapan solusi yang tepat guna. Dengan melakukan perawatan secara terencana dan terjadwal, mempertimbangkan fungsi pendukungnya serta memperhatikan kriteria minimal biaya, tujuan tersebut dapat tercapai secara efektif. Hal ini mencakup proses perencanaan yang cermat, penjadwalan tindakan perawatan secara sistematis, serta evaluasi berkala terhadap efektivitas langkah-langkah yang telah diimplementasikan. Dengan demikian, perawatan tidak hanya bertujuan untuk memperbaiki kerusakan yang terjadi, tetapi juga untuk mencegah terjadinya masalah lebih lanjut dan memastikan sistem atau mesin beroperasi dengan efisien dalam jangka waktu yang lebih panjang.

Menurut Jusak Johan Handoyo (2017), pemeliharaan (*maintenance*) merupakan tindakan yang dilakukan secara berurutan untuk menjaga dan memperbaiki fasilitas yang ada agar sesuai dengan standar fungsional dan kualitas. Berdasarkan uraian diatas, dapat disimpulkan bahwa perawatan dilakukan untuk merawat dan memperbaiki peralatan agar dapat beroperasi dengan efektif serta efisien sesuai harapan. Jelas bahwa jika mesin bekerja tanpa henti, pasti akan mengalami gangguan dan timbulnya masalah.

Menurut Danuasmoro (2018), manajemen perawatan menyatakan bahwa perawatan merupakan faktor terpenting dalam menjaga keandalan sebuah peralatan. Sudah diketahui oleh semua orang bahwa perawatan membutuhkan biaya yang signifikan, dan sering kali pekerjaan perawatan ditunda demi penghematan biaya. Namun, jika hal tersebut dilakukan, akan segera disadari bahwa penundaan tersebut akan mengakibatkan kerusakan yang lebih serius dan bahkan memerlukan biaya perbaikan yang jauh lebih besar daripada biaya perawatan yang seharusnya dikeluarkan.

Menurut Dwi Prasetyo (2018:7) Perawatan dan Perbaikan mesin kapal ada beberapa jenis antara lain:

- a. Perawatan insidental merupakan dimana mesin dibiarkan beroperasi melebihi *running hours* tanpa henti hingga mengalami kerusakan (*time down*), baru kemudian dilakukan perawatan dan perbaikan (*break down repair*). Saat berupaya untuk menghemat biaya perawatan dan perbaikan dengan pendekatana ini, pada akhirnya kita akan menghadapi biaya yang jauh lebih besar untuk menjaga kapal tetap beroperasi ( *down time atau delay*). Ini bisa mencakup biaya overhaul yang signifikan dan kerusakan yang sulit diprediksi ( *maintenance corrective*). Perawatan insidental seperti ini tidak hanya tidak mampu mengurangi biaya perawatan, tetapi seringkali malah menyebabkan pembengkakan anggaran biaya perbaikan yang besar.
- b. Perawatan terencana adalah di mana kita telah menentukan dan mengandalkan kepada seluruh prosedur perawatan yang ada didalam Manual Book, untuk dilaksanakan dengan benar, tepat waktu, dan tanpa memperlmasalahkan biaya perawatan (*maintenance cost*) yang akan dikeluarkan. Hal ini dilakukan demi menjaga kelancaran operasi kapal tanpa

mengalami waktu yang tidak produktif (*delay*) serta mengurangi atau mencegah kerusakan yang terjadi. Tujuannya adalah kualitas dan kinerja barang, fasilitas, atau mesin dalam jangka waktu yang lebih panjang.

- c. Perawatan Pencegahan: Melibatkan tindakan perawatan yang dilakukan secara periodik sesuai dengan jadwal tertentu. Perawatan ini dilakukan berdasarkan waktu atau jumlah penggunaan tertentu. Tujuannya adalah mencegah kerusakan atau masalah yang lebih serius dengan melakukan pemeriksaan, pengecekan, dan perawatan rutin secara berkala.
- d. Perawatan dan perbaikan: merupakan bagian dari pelaksanaan perencanaan perawatan yang bertujuan untuk memperbaiki kerusakan yang terdeteksi, bahkan jika perbaikan tersebut dilakukan sebelum waktunya, terutama pada material yang berpotensi berbahaya. Upaya ini dilakukan untuk mencegah terjadinya kerusakan atau kerusakan yang lebih parah, dengan mempertimbangkan bahwa perbaikan dini merupakan pilihan yang lebih baik. Tindakan ini merupakan tugas yang penting untuk mempertahankan kondisi mesin kapal agar tetap aman dan memiliki nilai ekonomi yang baik.
- e. Perawatan Periodik adalah salah satu komponen dari pelaksanaan tindakan perawatan pencegahan yang dilakukan secara berkala sesuai dengan jadwal waktu kalender atau jam kerja, dengan mengacu pada informasi *running hours* yang tertera dalam *Manual Book*.
- f. Perawatan Kondisi adalah sistem perawatan yang diterapkan ketika kondisi kapal diperkirakan memiliki tingkat kerusakan yang meningkat dengan cepat (probabilitas tinggi). Dalam kasus ini, penentuan perawatan dilakukan berdasarkan kebijaksanaan sendiri. Meskipun kasus semacam ini jarang terjadi, strategi pengembangan perawatan tidak ditentukan oleh waktu

kalender atau jam operasi, tetapi didasarkan pada pemantauan langsung terhadap mesin dan peralatan yang terkait.

## 2. Pengertian *Injector*

Menurut Jusak Johan Handoyo (2014:107), *Injector* adalah suatu alat untuk menyemprotkan bahan bakar minyak menjadi kabut halus atau gas yang akan mempermudah pembakaran di dalam silinder. Fungsi *injector* untuk menghantarkan bahan bakar dari *injection pump* ke dalam silinder pada akhir langkah kompresi ketika torak (piston) mendekati posisi titik mati atas (TMA). *Injector* didesain untuk menerima tekanan tinggi bahan bakar dari pompa injeksi untuk membentuk kabut bertekanan. Tekanan ini menyebabkan peningkatan suhu pembakaran di dalam silinder. Di kapal MV. Meratus Medan 1 tekanan *injector* untuk *main engine* berkisar antara 320 hingga 360 bar. Tekanan udara dalam bentuk kabut hanya terjadi sekali dalam setiap siklus melalui *injector*, yaitu pada akhir langkah kompresi. Setelah satu penyemprotan dengan kapasitas tertentu, ketika kondisi pengabutan yang optimal tercapai, *injector* dilengkapi dengan jarum yang berfungsi untuk membuka dan menutup saluran *injector* ini. Hal ini memastikan bahwa kelebihan bahan bakar yang tidak mengabutkan akan dialirkan kembali ke bagian lain atau ke tangki bahan bakar sebagai aliran berlebih (*overflow*).

## 3. Jenis –jenis *Injector Nozzle*

Terdapat beberapa jenis *nozzle injector* yang sering digunakan pada mesin diesel antara lain:

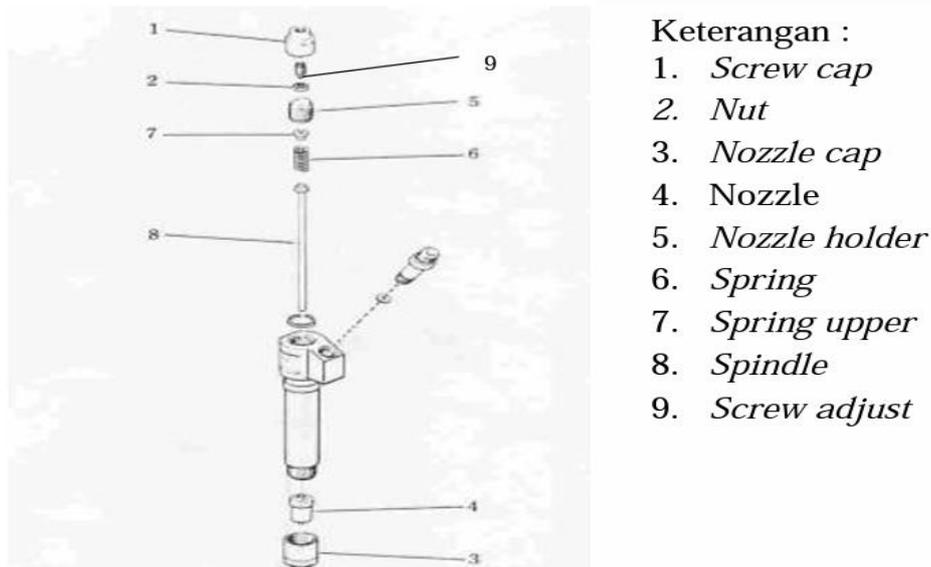
- a. *Nozzle* lubang tunggal (*Single hole type*) adalah *Injector* dengan hanya satu lubang injeksi dikenal sebagai nosel injeksi bahan bakar tipe lubang tunggal. Sudut injeksi nosel injeksi bahan bakar ini berkisar antara 4 hingga 15°, yang

menghasilkan aliran bahan bakar yang tidak terlalu lancar. Oleh karena itu, *injektor* nosel lubang tunggal biasanya digunakan pada mesin diesel yang memiliki ruang bakar berbentuk *vortex* (pusaran udara). Hal ini memastikan proses pencampuran partikel udara dan bahan bakar menjadi lebih merata dan seragam.

- b. *Nozzle* lubang banyak (*Multiple hole type*) adalah *Injektor* dengan ujung nosel yang memiliki lebih dari satu lubang injeksi dikenal sebagai *nozzle injektor* bertipe banyak. Jenis *nozzle injektor* ini merupakan yang paling umum digunakan pada mesin diesel dengan jenis injeksi langsung (*direct injection*), di mana bahan bakar disuntikkan secara langsung ke dalam ruang bakar.
  - c. *Nozzle* jenis katup (*Throttle type*) adalah *Injektor* pada *throttle* memiliki bentuk yang mirip dengan *pin injektor*, tetapi ujungnya tidak meruncing, melainkan melebar untuk memberikan karakteristik kerja yang berbeda. Jika jumlah bahan bakar yang diinjeksikan sangat sedikit, maka jumlah bahan bakar di akhir injeksi akan meningkat.
  - d. *Nozzle* jenis *pin* (*pin type*) adalah *Fuel injector* yang memiliki *nozzle* berbentuk jarum adalah jenis *fuel injector* yang memiliki ujung seperti pin dengan bentuk kerucut. Model *injector* bahan bakar ini umumnya digunakan pada mesin diesel dengan sistem injeksi tidak langsung yang memiliki ruang pembakaran.
4. Bagian –bagian *injector*

*Fuel Injector valve* adalah salah satu komponen penting dalam sistem bahan bakar pada mesin. Meskipun ukurannya kecil, namun terdiri dari beberapa bagian penting yang bekerja untuk mengatur penyemprotan bahan bakar dengan

presisi. Berikut adalah bagian-bagian *fuel injector valve* beserta fungsinya antara lain:



Keterangan :

1. *Screw cap*
2. *Nut*
3. *Nozzle cap*
4. *Nozzle*
5. *Nozzle holder*
6. *Spring*
7. *Spring upper*
8. *Spindle*
9. *Screw adjust*

Gambar 2.1 bagian –bagian *injector*

- a. *Screw cap* berfungsi untuk mencegah *screw* agar tidak terlepas atau mengendur dari dudukannya dan untuk mencegah kebocoran bahan bakar dari *nozzle injector* pada saat mesin sedang beroperasi.
- b. *Nut* berfungsi untuk mencegah *spring* agar tidak bergeser dan memastikan kinerjanya optimal, diperlukan suatu mekanisme yang dapat menahan *spring* pada posisinya dengan kuat dan stabil.
- c. *Nozzle cap* berfungsi sebagai penghubung antara *injector body* dan *nozzle*, dan untuk menjaga *nozzle* tetap stabil dan terjaga posisinya yang optimal saat proses penyemprotan bahan bakar berlangsung.
- d. *Nozzle* berfungsi bagian ujung *injector* yang memiliki lubang kecil tempat bahan bakar disemprotkan ke dalam ruang bakar. *Nozzle* berfungsi untuk mengatur pola semprotan dan ukuran partikel bahan bakar untuk mencapai pembakaran yang efisien.

- e. *Nozzle holder* berfungsi sebagai *body* komponen atau struktur utama untuk *nozzle injector* dan untuk mengikat *spring* dan *spring upper* agar tidak terlepas dari dudukannya.
- f. *Spring* berfungsi sebagai pengontrol elastisitas pada saat *injector* menginjeksikan bahan bakar, sehingga memungkinkan alat penekan jarum kembali posisi semula setelah injeksi. Komponen ini juga digunakan dalam penyetelan kekuatan injeksi bahan bakar.
- g. *Spring upper* berfungsi untuk menjaga *spring* agar tetap pada posisinya, diperlukan suatu komponen yang berfungsi sebagai pengunci atau menahan untuk mencegah pergeseran *spring* dari posisinya.
- h. *Spindle* (penekan jarum) berfungsi alat penekan jarum pada *injector* memiliki peran krusial dalam menekan jarum ke dalam lubang pengabutan. Komponen ini digunakan oleh *injector* saat melakukan proses injeksi, dimana tingkat tekanan dalam menentukan performa *injector*.
- i. *Screw adjust* (baut penyetel) berfungsi sebagai pengatur tekanan bahan bakar yang disemprotkan ke dalam silinder mesin dengan cara memutar *screw adjust*, dan dapat disesuaikan tekanan bahan bakar dapat ditambah atau dikurangi sesuai kebutuhan mesin atau volume bahan bakar yang disemprotkan ke dalam ruang bakar.

##### 5. Prinsip kerja *injector*

Prinsip kerja *injector* adalah mengubah bahan bakar cair menjadi kabut halus dan menyemprotkan ke dalam ruang bakar. Dalam proses ini, *injector* harus menghasilkan tekanan dan volume untuk memastikan bahan bakar dikabutkan secara merata dan terbakar secara efisien. Dan berikut cara kerja *injector* ada beberapa macam antara lain.

a. Sebelum penginjeksian bahan bakar

Bahan bakar yang bertekanan tinggi mengalir dari pompa injeksi melalui saluran minyak menuju *nozzle holder* lalu *coil pool* yang terletak pada komponen bawah dari *body nozzle*. Proses aliran ini merupakan tahapan kritis dalam sistem injeksi bahan bakar pada mesin, dimana tekanan yang dikeluarkan dan perjalanan bahan bakar tersebut memiliki peranan penting dalam mengatur volume penyemprotan yang dihasilkan oleh *nozzle*.

b. Penginjeksian bahan bakar

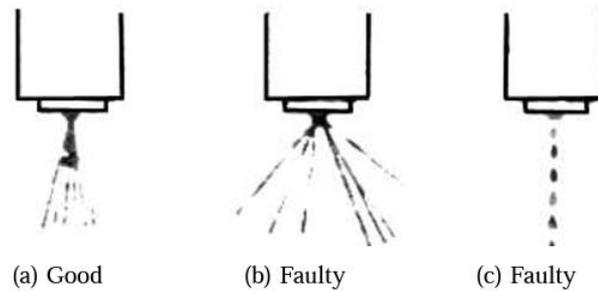
Apabila tekanan bahan bakar di *coil pool* meningkat, permukaan ujung *nozzle needle* akan terdorong. Jika tekanan tersebut melebihi kekuatan pegas, jarum pengabut (*nozzle needle*) akan terdorong oleh tekanan bahan bakar dan jarum pengabut terlepas dari posisinya pada *nozzle body*. Hal ini mengakibatkan *nozzle* menyemprotkan bahan bakar ke dalam ruang bakar di dalam silinder mesin.

c. Akhir dari penginjeksian bahan bakar

Apabila aliran bahan bakar dari pompa injeksi terhenti, maka tekanan bahan bakar akan mengalami penurunan dan tekanan pegas akan mengembalikan jarum pengabut ke posisi awalnya, dan jarum pengabut akan ditekan kuat pada *body nozzle seat* dan menutup saluran bahan bakar, terdapat sisa bahan bakar diantara jarum pengabut dan *body nozzle*, juga diantara *pressure pin* dan *nozzle holder* serta komponen lainnya. Hal ini melumasi semua komponen dan menyebabkan bahan bakar lebih keluar melalui lubang pipa kebocoran (*leakage pipe*). Seperti yang terlihat, jarum pengabut dan *body nozzle* berperan sebagai katup untuk mengatur awal dan akhir dari injeksi bahan bakar dengan tekanan bahan bakar yang ada.

## 6. Bentuk bentuk pengabutan pada *injector*

Berikut ini akan dijelaskan mengenai bentuk penyemprotan *nozzle* dan dampaknya terhadap proses pembakaran pada mesin:



Gambar 2.2. Bentuk-bentuk pengabutan *injector*

Sumber : Juan prasyadi 2018

- a. Gambar (a) menunjukkan pola pengabutan yang ideal, dimana pengabutannya terjadi dengan penyebaran yang merata dan tidak terpusat pada cuma satu titik saja. Pola pengabutan yang baik ini membentuk sudut  $14^\circ$ . Pengabutan yang ideal akan menghasilkan pembakaran yang optimal, dan pembakaran yang baik akan meningkatkan efisiensi mesin. Diameter *nozzle* akan mempengaruhi tekanan pengabutan yang optimal, hal ini tergantung pada spesifikasi mesin diesel.
- b. Gambar (b) menunjukkan pola pengabutan yang tidak merata pada *nozzle*, yang mengidentifikasi adanya penyumbatan pada jarum pengabut. Jika kondisi dibiarkan, akan menyebabkan kerugian dan efek samping pada mesin, *nozzle* yang tersumbat akan mengakibatkan penyempitan bahan bakar yang tidak maksimal kedalam silinder. Hal ini akan mengakibatkan kinerja mesin yang kurang optimal dan penurunan tenaga, terutama jika hanya ada satu *nozzle* yang tersumbat.
- c. Gambar (c) menunjukkan bahwa bahan bakar sudah menetes karena ada kerusakan komponen pada *nozzle*. Kondisi ini mengakibatkan pembakaran

bahan bakar jadi kurang bagus dan hasil dari penyemprotan hanya satu arah tidak merata .

- d. kabut tidak berkabut dengan baik. Akibatnya, penggunaan bahan bakar akan menjadi boros dan knalpot akan mengeluarkan asap yang tebal dan berwarna putih.

## 7. Teori *main engine*

Menurut Handoyo (2017), dalam buku mesin penggerak utama kapal dijelaskan bahwa mesin diesel adalah sebuah perangkat yang mengubah energi potensial panas menjadi energi mekanik secara langsung, atau yang juga dikenal sebagai sistem mesin pembakaran.

Gerakan bolak-balik torak (piston) di dalam silinder mengkompresikan udara, meningkatkan suhu dan tekanan di dalamnya. Selanjutnya, bahan bakar dikabutkan ke dalam ruang bakar. Karena suhu dan tekanan yang sangat tinggi, bahan bakar yang diabutkan oleh *nozzle* akan terbakar secara spontan dalam mesin dengan kompresi (mesin pengapian kompresi), dan proses ekspansi terjadi, mendorong piston. Tenaga dari piston kemudian dialirkan melalui batang piston ke poros engkol, di mana gerakan translasi berubah menjadi gerakan rotasi oleh dua poros engkol tersebut. Proses pembakaran (*Combustion Engine*) dapat dibagi menjadi 2 jenis, yaitu :

- a. *Internal Combustion* atau Mesin pembakaran adalah salah satu pesawat yang energinya untuk melakukan kerja mekanik pada pesawat diperoleh melalui pembakaran bahan bakar yang dilakukan didalam silinder motor itu sendiri. Contohnya yaitu mesin dengan pembakaran didalam adalah turbin gas. Pada turbin gas ,energi panas dari hasil pembakaran gas bertekanan tinggi didalam *cylinder* digunakan untuk menghasilkan energi melalui perputaran turbin.

b. *External Combustion* atau Mesin pembakaran luar adalah salah satu contoh pesawat yang energinya untuk kerja mekanik yang diperoleh melalui pembakaran bahan bakar yang dilakukan diluar pesawat. Contohnya adalah ketel uap, dimana bahan bakar sebagai sumber panas yang digunakan untuk memanaskan air diluar pesawat dan mengubahnya menjadi uap. Uap tersebut digunakan untuk menggerakkan turbin atau mesin lainnya yang menghasilkan energi mekanik.

Dengan demikian, Handoyo menjelaskan perbedaan antara mesin pembakaran dalam (*Internal Combustion*) dan mesin pembakaran luar (*External Combustion*) dalam konteks ini sumber energi yang digunakan dalam pembakaran bahan bakar tersebut. Mesin diesel merupakan salah satu contoh mesin pembakaran dalam, sementara ketel uap adalah contoh mesin pembakaran luar.

Menurut Fathun (2020), mesin diesel adalah jenis mesin pembakaran di mana jenis pembakaran bahan bakar terjadi melalui proses kompresi yang menekan udara di dalam silinder, sedangkan bahan bakar diinjeksikan dalam bentuk kabut dengan suhu dan bertekanan tinggi. Mesin diesel memiliki dua prinsip operasi yang berbeda, yaitu mesin diesel 4 tak dan mesin diesel 2 tak.

Abdurrahman A (2017) menyatakan bahwa mesin diesel 2 tak adalah jenis mesin di mana satu siklus kerja melibatkan dua langkah piston atau satu putaran poros engkol. Putaran poros engkol hanya setengah putaran pada setiap langkah. Setiap langkah memerlukan setengah putaran poros engkol. Oleh karena itu, mesin diesel 2 tak, juga dikenal sebagai mesin dua langkah, adalah mesin yang mengubah energi panas (kimia) menjadi energi kinetik dalam satu putaran poros engkol. Energi panas dihasilkan melalui pembakaran antara bahan bakar diesel

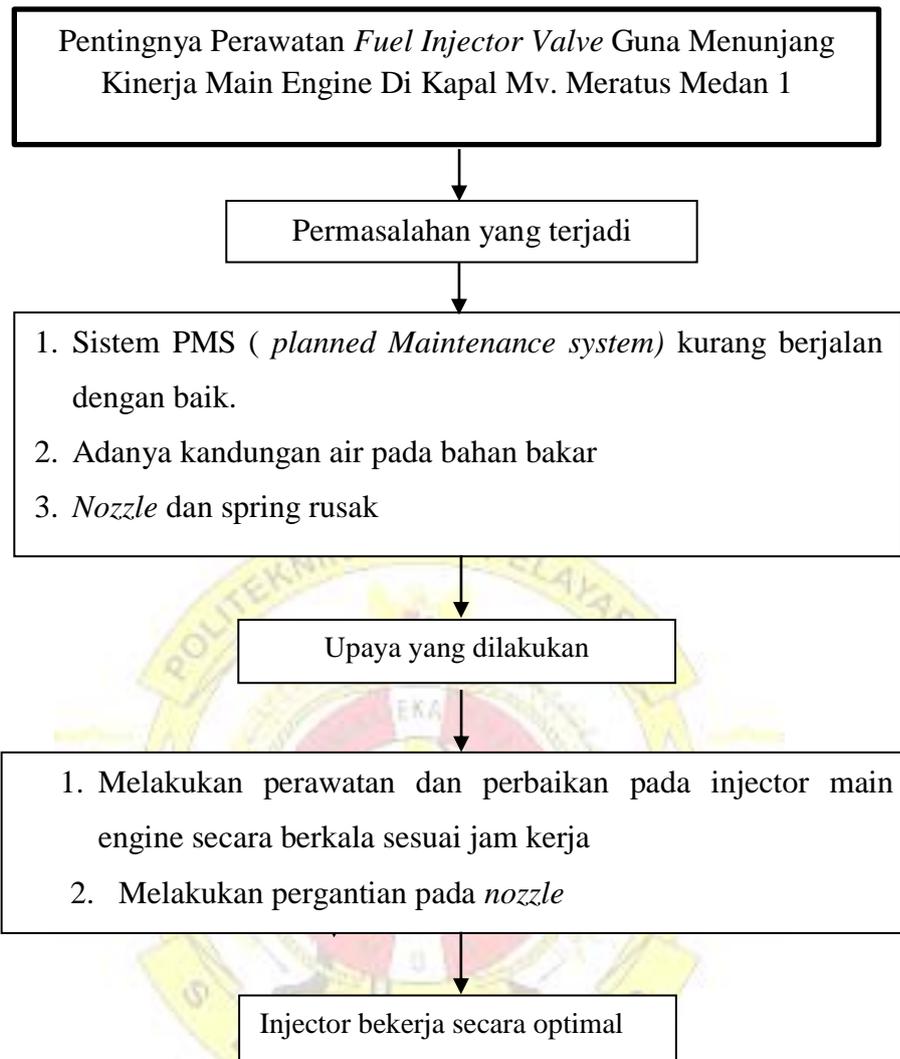
dan oksigen yang dikompresi. Hasil dari proses pembakaran tersebut akan menghasilkan daya ekspansi yang mendorong gerakan piston.

Dengan demikian, pemahaman tentang teori mesin diesel dari kedua ahli tersebut adalah bahwa mesin diesel adalah jenis mesin pembakaran internal yang menggunakan bahan bakar diesel dan melakukan pembakaran melalui proses kompresi udara di dalam silinder. Mesin diesel memiliki dua prinsip operasi yang berbeda, yaitu mesin diesel 4 tak dan mesin diesel 2 tak. Mesin diesel 2 tak melibatkan dua langkah piston atau satu putaran poros engkol dalam satu siklus kerja, di mana energi panas dari pembakaran bahan bakar diesel dan oksigen dikompresi diubah menjadi energi kinetik yang mendorong gerakan piston.

## **B. Kerangka Penelitian**

Berdasarkan pada kerangka pikir yang akan diuraikan pada lembar selanjutnya, dapat dijelaskan bahwa topik yang akan dibahas adalah pentingnya perawatan pada fuel injector valve di kapal MV Meratus Medan 1. Dalam topik ini, penulis akan mengidentifikasi faktor penyebab kinerja injector kurang optimal sehingga dari beberapa faktor akan diketahui dampak yang selanjutnya penulis dapat memberikan saran berupa upaya untuk mengatasi permasalahan.

Setelah mendapatkan pemahaman yang mendalam mengenai berbagai usaha yang perlu dilaksanakan guna menyelesaikan masalah yang dihadapi, langkah berikutnya yang harus diambil adalah melakukan penyusunan landasan teori yang kuat terkait dengan permasalahan yang telah diuraikan sebelumnya. Proses penyusunan landasan teori ini menjadi langkah krusial dalam menyusun kerangka pikir penelitian yang kemudian akan digunakan oleh penulis sebagai panduan untuk memudahkan pembahasan masalah dalam skripsi ini.



Gambar 2.2 Kerangka Penelitian

## BAB V

### SIMPULAN DAN SARAN

#### A. Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dibahas dalam bab IV, maka penulis dapat menarik kesimpulan dari pentingnya perawatan pada *fuel injector valve main engine* di kapal MV. Meratus Medan 1 adalah sebagai berikut:

1. Kendala yang menyebabkan kinerja *fuel injector valve* jadi kurang optimal di kapal MV. Meratus Medan 1 adalah ditemukannya kerak pada ujung *nozzle*, *nozzle* dan *spring* sudah mengalami rusak, jam kerja pada *injector* sudah melewati batas, kualitas dari bahan bakar kurang bagus dan adanya kandungan air dan lumpur.
2. Upaya untuk mengoptimalkan kinerja *fuel injector valve* di kapal MV. Meratus Medan 1 antara lain dilakukannya pemeriksaan dan pengetesan pada *injector*, selalu melakukan PMS (*Planned maintenance system*) sesuai *dimanual book*, dan meningkatkan kualitas bahan bakar dari adanya kandungan air dan lumpur dengan cara menjalankan fo purifier.

#### B. Keterbatasan Penelitian

Pada saat melakukan penelitian, penulis menemui beberapa faktor yang menjadi keterbatasan dalam pelaksanaan penelitian yaitu penulis menyadari kurangnya ilmu serta keterbatasan waktu selama pelaksanaan penelitian dan keterbatasan pengalaman penulis yang hanya berlangsung kurang lebih satu tahun. Oleh sebab itu, dalam hal ini penulis tidak melakukan penelitian secara keseluruhan melainkan hanya merujuk pada kurang optimalnya kinerja dari *injector main engine* di kapal MV. Meratus Medan 1.

### C. Saran

Dari simpulan terkait permasalahan diatas, maka penulis akan menyampaikan saran sebagai masukan yang bermanfaat. Adapun saran yang ingin disampaikan oleh penulis sebagai berikut:

1. Untuk mencapai kondisi perawatan yang optimal pada *fuel injector valve*, melakukan *planned maintenance system* sesuai yang tertera di manual book dengan cara mengecek komponen *injector*, membersihkan *nozzle* bila ada kerak, dan dilakukan tes tekanan pada *injector*.
2. Memperbaiki komunikasi antara crew kapal dengan perusahaan yang bertujuan agar permintaan *spare part* dapat berjalan dengan lancar dan permintaan sesuai yang dibutuhkan diatas kapal.

Demikian kesimpulan dan saran yang dapat penulis disampaikan dalam melakukan penelitian ini. Meskipun penelitian ini memiliki kekurangan, diharapkan hasilnya dapat memberikan kontribusi pemikiran yang bermanfaat tentang betapa pentingnya melakukan perawatan pada *fuel injector valve main engine*.

## DAFTAR PUSTAKA

- Andra Tersiana, (2018), *Metode Penelitian*. Penerbit Yogyakarta. Yogyakarta
- Akpinar, M., & Öndas, V. (2021). Applying the SHELL model to study the causes of high-tech start-up failures and finding ways to prevent them SEE PROFILE Applying the SHELL model to study the causes of high-tech start-up failures and finding ways to prevent them. *Finnish Business Review*, 8(December), 10–20. [www.fbr.fi](http://www.fbr.fi)
- Danuasmoro, Goenawan., (2002), *Manajemen Perawatan*. Direktorat Jendral Perhubungan Laut. Jakarta.
- Fadli, M. R. (2021), *Memahami Desain Metode Penelitian Kualitatif*. *Humanika, Kajian Ilmiah Mata Kuliah Umum*, 21(1), 33–54. <https://doi.org/10.21831/hum.v21i1.38075>
- Fathun, M. P. (2020), *Keterampilan Dasar Teknologi Otomotif: Untuk SMK/MAK Kelas X (Vol. 2)*. Nilacakra.
- Gabdrāfikov, F., Abrarov, M., Shamukaiev, S., Aysuvakov, I., Kharisov, D., Makhiyanov, U., & Yukhin, D. (2019), *Theoretical and experimental study of a hydraulically actuated diesel pump- injector unit with electronically controlled ring valve*. *FME Transactions*, 47(3), 576–584. <https://doi.org/10.5937/fmet1903576G>
- Hair, J. F., Risher, J. J., Sarstedt, M., & Ringle, C. M. (2019), *When to use and how to report the results of PLS-SEM*. *European Business Review*, 31(1), 2–24. <https://doi.org/10.1108/EBR-11-2018-0203>
- Hardani et al. (2020), *Metode Penelitian Kualitatif & Kuantitatif*, Pustaka Ilmu (Vol. 5, Issue 2). CV Pustaka Ilmu Group.
- Hardani, Ustiawaty, J., Andriani, H., & Istiqomah, ria rahmatul. (2022), *Buku Metode Penelitian Kualitatif & Kuantitatif*. In CV. Pustaka Ilmu (Issue March).
- Hidayati, T. S. (2018), *Tingkat Keberhasilan Pendidikan Keselamatan Transportasi Jalan Melalui Lomba “Siaga Keselamatan” Untuk Siswa Sekolah Dasar Kota/Kabupaten Tegal*. *Jurnal Keselamatan Transportasi Jalan (Indonesian*

- Journal of Road Safety), 5(2), 37–52. <https://doi.org/10.46447/ktj.v5i2.48>
- Jusak J.H. (2012), *Manajemen perawatan dan perbaikan kapal*. Deepublish Yogyakarta..
- Jusak, Johan H. (2014), *Manajemen Perawatan dan Perbaikan Kapal*. Deepublish. Yogyakarta.
- Khusniawati, F., & Palippui, H. (2020), *Analisis Perawatan Injector Akibat Penyumbatan Bahan Bakar Pada Main Engine Kapal*. Jurnal Inovasi Sains Dan Teknologi Kelautan, 2(2), 43–48. <https://doi.org/10.20956/zl.v1i2.10832>
- Mamik. (2015), *Metodologi Kualitatif (N. Retmowati (ed.); 1st ed.)*, Zifatama Publisher.
- Miller, M., & Holley, S. (2018), *Shell revisited: Cognitive loading and effects of digitized flight deck automation*. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 586(June), 95–107. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-60642-2\\_9](https://doi.org/10.1007/978-3-319-60642-2_9)
- Nasir, M. (2014), *Metode Deskriptif Kualitatif*. Deepublish.
- Noble, H., & Heale, R. (2019), *Triangulation in research, with examples*. *Evidence-Based Nursing*, 22(3), 67–68. <https://doi.org/10.1136/ebnurs-2019-103145>
- Prasetyo, Dwi, (2018), *Sistem Perawatan dan Perbaikan Mesin Kapal*, Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang, Semarang.
- Prasetyo., Puput. J. D., (2018), *Buku Pedoman Laporan Akhir, Kediri: Program Studi Perawatan dan Perbaikan Mesin*. Politeknik Kediri.
- Prasetyadi, Juan. (2018), *Keuntungan dan Kekurangan Model Ruang Bakar Langsung dan Tidak Langsung Motor/Engine Diesel*. [online]. Diakses dari <https://www.teknik-otomotif.com/2018/01/keuntungan-dan-kekuranganmodel-ruang.html>
- Ridwan, M., Zakiah, D., & Ardiansyah. (2020). *Analisa Penurunan Daya yang Dihasilkan Mesin Bantu Guna Meningkatkan Operasional Kapal di MT. Dewi Maeswara*. *Prosiding Seminar Pelayaran Dan Teknologi Terapan*, 2(1), 166–173. <https://doi.org/10.36101/pcsa.v2i1.138>
- Saragie, G. (2022), *Mengoptimalkan Perawatan F.O. Purifier Guna Kelancaran*

*Pengoperasian Mesin Induk Di M.T. Bull Sumbawa.* KEMENTERIAN PERHUBUNGAN BADAN PENGEMBANGAN SDM PERHUBUNGAN SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN, JAKARTA.

Sariffudin, Widada, H., & A. Hase, M. F. (2021), *Analisis Menurunnya Kinerja Injektor terhadap Proses Pembakaran Motor Diesel di Kapal.* E-Journal Marine Inside, 3(December), 31–42. <https://doi.org/10.56943/ejmi.v3i2.32>

Sarwono, J. (2016), *Metode Penelitian Kuantitatif & Kualitatif.* In *Graha Ilmu (Vol. 6, Issue August)*. Graha Ilmu.

Sugiyono. (2013), *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan Tindakan.*

Sugiyono. (2018), *Metode Penelitian Evaluasi (Y. Yuniarsih (ed.))*. Alfabeta, CV, Bandung.

Susanto, & Khaeroman. (2023), *Studi Penentuan Gravity Disc untuk Peningkatan Kinerja dan Mencegah Terjadinya Overflow MFO Purifier Pasca Bunker.* *Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Maritim*, 7(1), 18–25. <https://doi.org/10.52475/saintara.v7i1>



## LAMPIRAN-LAMPIRAN

### LAMPIRAN I

#### Transkrip Daftar Wawancara I

##### Identitas Informan

Nama : Djamiran

Jabatan : *Chief engineer*

##### Hasil Wawancara

Penulis : “Selamat sore, chief . Mohon maaf sebelumnya, izin untuk mengajukan beberapa pertanyaan tentang permasalahan yang terjadi pada *injector chief*?”

*Chief engineer* : “Sore juga, Det, baik saya jelaskan beberapa faktor yang menyebabkan kinerja *injector* kurang optimal yaitu pelaksanaan *planned maintenance system* pada *injector* tidak diperhatikan dan jam kerja pada *injector* yang sudah melewati batas sehingga kinerja *injector* jadi kurang optimal.”

Penulis : “Lantas apa yang terjadi jika semua faktor tersebut diabaikan *chief*?”

*Chief engineer* : “Jika dua permasalahan tadi yang saya sebutkan terabaikan, *injector* akan mengalami kelelahan komponen dan akan merusak sebagian dari fungsinya karena jam kerja pada *injector* sudah melewati batas, jika diambil pada pengukuran performa, pasti tekanannya menjadi tidak maksimal dan menurunkan performa mesin.”

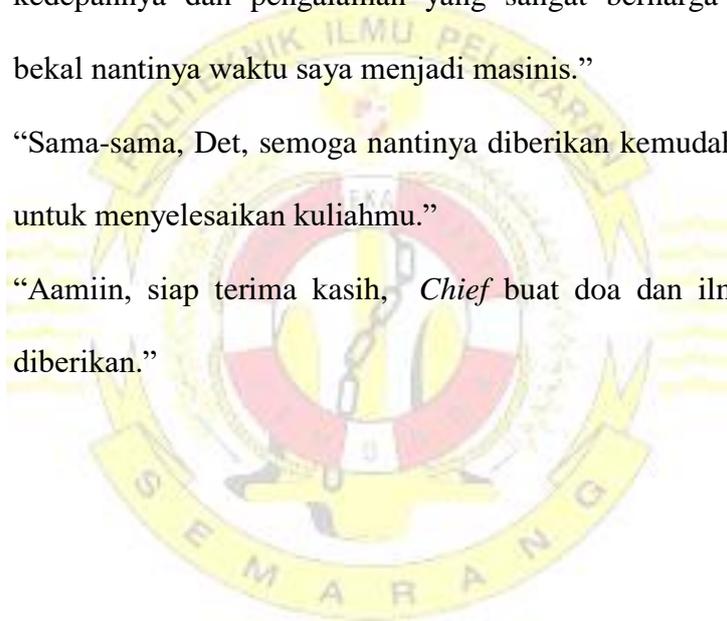
Penulis : “Bagaimana caranya agar *injector* bekerja secara optimal *chief*?”

*Chief engineer* : “Dengan cara masinis yang bertanggung jawab harus selalu memperhatikan *running hours* pada setiap komponen permesinan, melakukan *planned maintenance system* sesuai yang tertera *dimmual book*. Dan mengganti jika menemukan bagian komponen yang sudah rusak, kalau semua terlaksana, besar kemungkinan *injector* akan bekerja menjadi optimal ”

Penulis : “Terima kasih atas penjelasan yang sangat lengkap dan detail, *Chief*, ini membantu saya dalam penyusunan skripsi kedepannya dan pengalaman yang sangat berharga sebagai bekal nantinya waktu saya menjadi masinis.”

*Chief engineer* : “Sama-sama, Det, semoga nantinya diberikan kemudahan juga untuk menyelesaikan kuliahmu.”

Peneliti : “Aamiin, siap terima kasih, *Chief* buat doa dan ilmu yang diberikan.”



## Transkrip Daftar Wawancara II

### Identitas Informan

Nama : Steven Tanuwijaya

Jabatan : 2<sup>nd</sup> engineer

### Hasil Wawancara

Penulis : “Izin bertanya, Bas, tentang soal *injector main engine* yang kita ganti sama kita benerin itu bas?”

2<sup>nd</sup> engineer : “Oalah yang kemarin kita lakukan pengecekan itu det, trus apa yang kamu ingin tanyakan?”

Penulis : “Gini bas, yang soal kita sama ganti sama dicek itu, itukan masalahnya di *pressure* tidak sesuai di *manual book* yang ngga optimal, la itu sebenarnya yang menyebabkan itu terjadi gara-gara apa bas?”

2<sup>nd</sup> engineer : “Gini det aku jawab, faktor yang menyebabkan itu banyak cuma salah satunya ya buntutnya jalan *nozzle*?”

Penulis : “Penyebab kok bisa buntu apa ya bas, kan kemarin kita menemukan kerak pada ujung *injector* apa itu juga berpengaruh, kita juga tidak menemukan *spare part injector* distore dan kita hanya memakai *spare part* yang rekondisi, solusinya apa bas agar *injector* bekerja lagi secara optimal?”

2<sup>nd</sup> engineer : “Yang kemaren itu, setelah dilakukan pembongkaran, ketemu masalahnya di *injector* det, *spring* dan *nozzle* yang sudah rusak. *Spring* sudah tidak elastis lagi dan *nozzle needle* yang mengalami aus karena gesekan dengan kotoran yang mengalir bersama bahan bakar, banyak kotoran bekas pembakaran yang

menggumpal menutupi lubang pada ujung *nozzle* sehingga menyebabkan pembakaran tidak sempurna serta harus memperhatikan kualitas dari bahan bakar dan solusinya. Seharusnya perusahaan lebih memperhatikan permintaan yang sifatnya mendesak det, nanti saya juga akan lebih atur waktu biar perawatannya jadi lebih intensif dan saya akan sampaikan kepada bass 4 agar bahan bakar yang masuk lebih diperiksa kualitasnya”

Penulis : “siap bas , tapi gini bas pengaruhnya ke mesin induk kalo kurang optimal apa ya bas?”

2<sup>nd</sup> engineer : “Ya mesin induk susah *start* det kan bahan bakarnya pengabutannya kurang, terus juga asap di cerobongmu luar sana warnanya jadi hitam, terus ada lagi det ini yang paling bahaya det rpmmu jadi turun terus pengiriman barangmu jadi lambat bisa jadi telat. Gara-gara kurang optimal kan muatan jadi terlambat terus banyak pihak yang dirugikan.”

Penulis : “Siap terima kasih, Bass, atas penjelasan yang sangat detail dan lengkap.”

2<sup>nd</sup> engineer : “Sama-sama, Det, semoga ilmunya bermanfaat buat kamu.”

Penulis : “Siap, Bass, aamiin.”

### Transkrip Daftar Wawancara III

#### Identitas Informan

Nama : Thomas Rudi Yuliyanto

Jabatan : *3<sup>rd</sup> engineer*

#### Hasil Wawancara

Penulis : “Selamat malam, Bas, maaf mengganggu waktu istirahatnya, izin untuk mengajukan beberapa pertanyaan mengenai *injector*.”

*3<sup>rd</sup> engineer* : “Oalah iya, Det, silakan tanya saja apa yang masih belum kamu paham sama pekerjaan kemarin tentang *injector*.”

Penulis : “Apakah salah satu penyebab masalah ini adalah kurangnya perhatian pada sistem *Planned maintenance system*? Bagaimana menurut Anda, kita dapat memperbaiki situasi ini?”

*3<sup>rd</sup> engineer* : “Saya setuju bahwa kurangnya perawatan rutin melalui PMS adalah salah satu faktor penyebab. Beberapa *crew* tampaknya kurang memahami betapa pentingnya menjalankan PMS secara teratur. Mungkin perlu ada pendekatan yang lebih proaktif untuk memastikan bahwa setiap anggota *crew* memahami betapa vitalnya perawatan”

Penulis : “Bagaimana menurut Anda, kita dapat meningkatkan kesadaran dan inisiatif *crew* terkait perawatan, terutama pada sistem *injector*”

*3<sup>rd</sup> engineer* : “Saya pikir pelatihan yang lebih intensif dan kesadaran bisa menjadi langkah awal yang baik. Selain itu, mungkin kita perlu menerapkan sistem insentif bagi *crew* yang menunjukkan

inisiatif dan kepedulian terhadap perawatan peralatan. Ini dapat menciptakan budaya perawatan yang lebih kuat di antara kita.”

Penulis : “Bagaimana rencana Anda untuk memperbaiki masalah ini dan mengembangkan sistem PMS yang lebih baik di masa depan”

3<sup>rd</sup>engineer : “Saya pikir kita perlu segera mengidentifikasi dan memperbaiki masalah *injector* yang ada. Selanjutnya, kita perlu mengadopsi pendekatan preventif dalam PMS, dengan lebih sering melakukan pemeriksaan rutin dan perawatan scheduled. Saya juga akan mengusulkan untuk mengadakan pelatihan reguler untuk meningkatkan pemahaman dan keterampilan *crew* terkait perawatan.”

Penulis : “Terima kasih banyak, BasSaya berharap kita bisa bekerja sama untuk meningkatkan performa kapal kita melalui pendekatan yang lebih terhadap perawatan *injector*

3<sup>rd</sup>engineer : “ Sama-sama,Det. Saya setuju, dan saya yakin dengan bekerja sama tim, kita dapat mengatasi permasalahan ini dan memastikan kapal beroperasi dalam kondisi optimal.”

Penulis : “Siap, Bas.”

## LAMPIRAN II

### Pembongkaran pada *Injector*



**Kondisi *Injector* sebelum dilakukan pembersihan**



***Injector* setelah dilakukan pembersihan**

**Alat pengetesan pada *injector***



## LAMPIRAN III

### Crew list MV Meratus Medan 1

No.	Name / Nama Awak	Date of Birth / Tanggal Lahir	Nationality / Kebangsaan	Travel Document No. / No. Bilau Peleu	Doc Of Travel Expired / Tanggal Berakhir Bilau Peleu	Duties on Board / Jabatan	No. PKL	Date of Sign On / Tanggal Sign On	Certificate / Sertifikat Awak Peleu	Certificate No. / No. Sertifikat Awak Peleu	IME	YACOM
1	Harnaoli	25-Dec-1982	Indonesia	G085519	8-Jun-2024	Master	289/PKL-SBM/N/2022	18-Nov-2022	ANT-I	6200015186N10216	3374662313250003	SUDAH
2	Ridwan	16-May-1977	Indonesia	G021019	1-Oct-2023	Ch. Off	198/PKL-SBM/N/2022	8-Jun-2022	ANT-I	620001674N10215	327413160270001	SUDAH
3	Mahanda Nawani	26-May-1976	Indonesia	F080082	20-Mar-2024	2nd Off	410/PKL-SBM/N/2022	23-Mar-2022	ANT-I	6200089599N0217	3305156665760002	SUDAH
4	Mochamad Caesar Zulfikar	23-Jul-1994	Indonesia	G051899	7-Oct-2024	3rd Off	408/PKL-SBM/N/2022	20-Sep-2022	ANT-III	6200231578N0217	8277087507940001	SUDAH
5	Diamran	8-Feb-1950	Indonesia	E067913	14-Mar-2023	Ch. Eng	255/PKL-SBM/N/2022	10-Feb-2022	ATT-I	6200010864T10215	32739010801500007	SUDAH
6	Steven Tanuwijaya	5-Jun-1986	Indonesia	G012351	8-Aug-2023	2nd Eng	161/PKL-SBM/N/2022	13-May-2022	ATT-II	6200463443T0216	3374659568680005	SUDAH
7	Abu Supcho	6-Jun-1987	Indonesia	H038457	8-Aug-2025	4th Eng	AL524/69910/S181TK/221	11-Oct-2022	ATT-III	6200607831T0114	3328606668870004	SUDAH
8	Darmawansyah Mansyur	14-Apr-1991	Indonesia	F239941	18-Sep-2024	4th Eng	PKL-SBM/N/2022	18-Nov-2022	ATT-III	6211400530720520	7315121400910001	SUDAH
9	Andik Panyono	18-Oct-1981	Indonesia	F301841	31-Mar-2023	Electrician	L324/5518/CSOP-RTM.202	10-Jun-2022	ETO	62009346236E10219	331612181081003	SUDAH
10	Halik Siregar	15-Jul-1975	Indonesia	F056225	10-Aug-2024	Boatswain	PKL-SBM/N/2022	8-Apr-2022	ABLE DECK	62005173463A0910	320713150780003	SUDAH
11	Rusdi	9-Jul-1987	Indonesia	G139469	12-Nov-2023	A/B	511/PKL-SBM/N/2021	18-Nov-2022	ABLE DECK	6211514893340718	332860690780010	SUDAH
12	Suyupi	20-May-1987	Indonesia	G139469	7-Mar-2025	A/B	502/PKL-SBM/N/2021	20-Mar-2022	ABLE DECK	6201291012340717	3325138205870002	SUDAH
13	Dede Sudarmanto	19-Aug-1970	Indonesia	G136778	23-Dec-2024	A/B	043/PKL-SBM/N/2022	4-Feb-2022	ABLE DECK	6201291012340717	3172021908701001	SUDAH
14	Sarwo Edi	16-Mar-1975	Indonesia	G048240	16-Dec-2023	A/B	043/PKL-SBM/N/2022	31-May-2022	ABLE DECK	620015553340517	357817180730003	SUDAH
15	Abi Sofyanto	18-May-1990	Indonesia	H068827	8-Sep-2025	Officer	407/PKL-SBM/N/2022	20-Sep-2022	ABLE ENGINE	620038394420217	340306480590001	SUDAH
16	Inam Suroso	21-Jun-1991	Indonesia	F090622	25-Jun-2025	Officer	AL524/46010/S181TK/221	11-Oct-2022	ABLE ENGINE	620148137420217	3303072108910001	SUDAH
17	Hari Susanto	23-Apr-1981	Indonesia	F075873	22-Nov-2024	Officer	570/PKL-SBM/N/2022	20-Mar-2022	ABLE ENGINE	6201596738420516	3300192304810002	SUDAH
18	Eko Pujil Widodo	4-Sep-1982	Indonesia	E060898	17-Feb-2023	Officer	048/PKL-SBM/N/2022	31-May-2022	ABLE ENGINE	6206403060040715	3300690408850006	SUDAH
19	Sublingat	24-Aug-1972	Indonesia	D057384	27-Jan-2025	Cook	214/PKL-SBM/N/2022	8-Jun-2022	RATING DECK	6201023055340216	3175092408720001	SUDAH
20	Wajang Sasongko	19-Nov-1988	Indonesia	G105595	20-May-2024	Deck Cadet	-	28-Dec-2021	ST	6212008879012420	3302021911940001	SUDAH
21	Agus Budiyo	18-Jan-2001	Indonesia	G059755	5-May-2024	Engine Cadet	-	28-Dec-2021	ST	6212014066010330	3334131801010001	SUDAH
Total Crews / Total Awak : 21		Person included master.										

#### IMMIGRATION REGULATIONS CREW LIST

Name of Vessel / Nama Kapal : MV Meratus Medan 1  
 Gross Tonnage / GT Kapal : 13 853 Ton  
 Agent in Port / Keagenan : PT. Meratus Line  
 Owner's / Pemilik : PT. Meratus Line  
 Date Of Arrival / Tanggal Tiba : Sunbawa, 13 December 2022  
 Date Of Departure / Tanggal Berangkat :

Last Port/Peabuhan : KUPANG  
 Next Port/Peabuhan : KUPANG

Acknowledge  
 Harbour Master



Sunbawa, 05 Januari 2023

## LAMPIRAN IV

### Ship Particular MV Meratus Medan 1

**MERATUS**  rev.draft

#### SHIP'S PARTICULARS

Ship's Name	: MV. MERATUS MEDAN 1
Previous Name	: Ex. Leo One , MOL Kaun , Eastern Oasis
Call Sign	: P N E M
Flag/ Port of Registry	: Indonesia / Surabaya
Owner	: PT. Meratus Line
Classification	: BKI - RINA
Official Number	: GT.13853 No.2767/Ba
IMO Number	: 9146651
Class Number/ Reg.No.	: 13668
MMSI Number	: 525025054
Inmarsat-C Number / Inm-F	: 452503597 / +15054458543
Email	: meratus.medan1@stationsatcommail.com
AAIC	: IA - 25
Built	: 8 <sup>th</sup> May 1996
Builder	: Imabari Ship Building Co. Ltd.
Kind of Ship	: Container Ship
L.O.A.	: 161.85 m
L.B.P.	: 151.14 m
Breadth (Moulded)	: 25.60 m
Depth (Moulded)	: 12.90 m
Summer/ Tropical Draft	: 8.915 m / 9.10 m
Light Ship Draft	: 2.756 m
Highest point from keel (Air Draft)	: 44.0 m
Gross Tonnage	: 13,853 Tons
Net Tonnage	: 7,694 Tons
Summer/ Tropical Deadweight	: 17,476 / 18,065 Tons
Summer/ Tropical Displacement	: 23,088 / 23,667 Tons
Light Ship Weight	: 5,612 Tons
Ton per cm immersion (TPI)	: Tons
Main Engine	: Hitachi B&W 7SSO MC, MCR 9,988kW, 127RPM
Propeller	: Keyless screw propeller, dia. 5,300mm; 5 blades
Bow Thruster	: Techno Nakashima TC-165N/400kW
Service Speed	: 18.0 *) Knots (Load); 21.0 *) knots (ballast)
Fuel Oil Consumption	: 31.0 *) MT/day IFO 380cSt (Load); 27.0 *) MT/day (Ballast)
Crane/ Derrick	: Kawasaki Hydraulic SWL 35T x 2
Container Capacity	: 1001 TEUs or FEUs, Homogen TEUs @ 14T
Ballast Water Capacity	: 3001 m <sup>3</sup> (100%)
Fresh Water Capacity	: 361 m <sup>3</sup> (100%)
Fuel Oil Capacity	: 1000 m <sup>3</sup> (100%)
Diesel Oil Capacity	: 85 m <sup>3</sup> (100%)
Deck Load Capacity	: Double Bottom = Tons/m <sup>2</sup>
	: Second Deck = Tons/m <sup>2</sup>
	: Upper Deck = Tons/m <sup>2</sup>
	: On Hatch Cover = Tons/m <sup>2</sup>
Container Stacking Load	

Hatch No.	Water Head	20' Cont. Load	40' Cont. Load
1 Hatch	2.08 ton/m <sup>2</sup>	45.0 LT/stack	67.5 LT/stack
2 Hatch	1.75 ton/m <sup>2</sup>	45.0 LT/stack	67.5 LT/stack
3 - 5 Hatch	1.75 ton/m <sup>2</sup>	60.0 LT/stack	90.0 LT/stack

Reefer Plug : 50 Plugs Volt \_\_\_\_\_ Hz

**LAMPIRAN V**

**Kapal MV Meratus Medan 1**



## DAFTAR RIWAYAT HIDUP



- |                          |   |  |
|--------------------------|---|--|
| 1. Nama                  | : | Agus Budiyo  |
| 2. Tempat, Tanggal Lahir | : | Kendal, 18 Januari 2001  |
| 3. NIT                   | : | 561911237327 T   |
| 4. Agama                 | : | Islam  |
| 5. Jenis Kelamin         | : | Laki-Laki  |
| 6. Golongan Darah        | : | O  |
| 7. Alamat                | : | Ds. Korowelangkulon RT 05 RW 03<br>Kec. Cepiring Kab. Kendal Jawa Tengah |
| 8. Nama Orang tua        | : |  |
| Ayah                     | : | Sudardi  |
| Ibu                      | : | Kasiyami   |
| 9. Alamat                | : | Ds. Korowelangkulon RT 05RW 03<br>Kec. Cepiring Kab. Kendal Jawa Tengah  |
| 10. Riwayat Pendidikan   | : |  |
| SD                       | : | SD N 2 Korowelangkulon   |
| SMP                      | : | SMP N 4 Cepiring   |
| SMA                      | : | SMK Bina Utama Kendal  |
| Perguruan Tinggi         | : | Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang                                       |
| 11. Praktek Laut         | : |  |
| Perusahaan Pelayaran     | : | PT. Meratus Line   |
| Divisi / Bagian          | : | Cadet Engine   |
| Masa Praktik             | : | 27 Desember 2021 – 05 Januari 2023                                       |