

**KEMENTERIAN PERHUBUNGAN  
BADAN PENGEMBANGAN SDM PERHUBUNGAN  
SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN**



**MAKALAH**

**OPTIMALISASI KINERJA PENGABUT BAHAN BAKAR  
GUNA MEMPERTAHANKAN KUALITAS  
PEMBAKARAN MESIN INDUK PADA  
MV SERASI V**

Oleh :

**MARDI SANTOSO**  
**NIS. 01972/T-I**

**PROGRAM PENDIDIKAN DIKLAT PELAUT - 1**

**JAKARTA**

**2023**

**KEMENTERIAN PERHUBUNGAN  
BADAN PENGEMBANGAN SDM PERHUBUNGAN  
SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN**



**MAKALAH**

**OPTIMALISASI KINERJA PENGABUT BAHAN BAKAR  
GUNA MEMPERTAHANKAN KUALITAS  
PEMBAKARAN MESIN INDUK  
PADA MV SERASI V**

**Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan  
Untuk Menyelesaikan Program ATT - I**

**Oleh :**

**MARDI SANTOSO**

**NIS. 01972/T-I**

**PROGRAM PENDIDIKAN DIKLAT PELAUT - 1**

**JAKARTA**

**2023**

**KEMENTERIAN PERHUBUNGAN**  
**BADAN PENGEMBANGAN SDM PERHUBUNGAN**  
**SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN**



**TANDA PERSETUJUAN MAKALAH**

Nama : MARDI SANTOSO  
No. Induk Siwa : 01972/T-I  
Program Pendidikan : DIKLAT PELAUT - I  
Jurusan : TEKNIKA  
Judul : OPTIMALISASI KINERJA PENGABUT BAHAN  
BAKAR GUNA MEMPERTAHANKAN KUALITAS  
PEMBAKARAN MESIN INDUK PADA MV SERASI V

Jakarta, Agustus 2023  
Pembimbing II,

Pembimbing I,

**Mohamad Ridwan, S.Si.T., M.M**  
Penata (III/c)  
NIP.19780707 200912 1 005

**Panderaja Sijabat S.Kom. MMTr**  
Penata Tk.I (III d)  
NIP. 19730115 199803 1 001

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknika

**Markus Yando, S.Si.T., M.M**  
Penata TK. I (III/d)  
NIP. 19800605 200812 1 001

**KEMENTERIAN PERHUBUNGAN**  
**BADAN PENGEMBANGAN SDM PERHUBUNGAN**  
**SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN**



**TANDA PENGESAHAN MAKALAH**

Nama : MARDI SANTOSO  
No. Induk Siswa : 01972/T-I  
Program Pendidikan : DIKLAT PELAUT - I  
Jurusan : TEKNIKA  
Judul : OPTIMALISASI KINERJA PENGABUT BAHAN  
BAKAR GUNA MEMPERTAHANKAN KUALITAS  
PEMBAKARAN MESIN INDUK PADA MV SERASI V

Penguji I

**Baihaqi, M.M.T.R., M.M.A.R.E**  
NIP. 196712122003121001

Penguji II

**Dermawati S, S.E., M.M**  
NIP. 198403162010122002

Penguji III

**Moh Ridwan, S.Si.T., M.M**  
NIP. 197807072009121005

Mengetahui  
Ketua Jurusan Teknika

**Dr. Markus Yando, S.SiT., M.M**  
Penata TK. I (III/d)  
NIP. 19800605 200812 1 001

## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkah dan rahmat serta karunia-nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan makalah ini dengan judul :

### **“OPTIMALISASI KINERJA PENGABUT BAHAN BAKAR GUNA MEMPERTAHANKAN KUALITAS PEMBAKARAN MESIN INDUK PADA MV SERASI V”**

Makalah ini diajukan dalam rangka melengkapi tugas dan untuk memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan program pendidikan Ahli Teknika Tingkat - I (ATT -I).

Dalam rangka pembuatan atau penulisan makalah ini, penulis sepenuhnya merasa bahwa masih banyak kekurangan baik dalam teknik penulisan makalah maupun kualitas materi yang disajikan. Untuk itu saran dan kritik yang bersifat membangun sangat penulis harapkan.

Dalam penyusunan makalah ini juga tidak lepas dari keterlibatan banyak pihak yang telah membantu, sehingga dalam kesempatan ini pula penulis mengucapkan rasa terima kasih yang terhormat :

1. H. Ahmad Wahid, S.T.,M.T.,M.Mar.E, selaku Kepala Sekolah tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta.
2. Capt. Suhartini, S.SiT.,M.M.,M.MTr, selaku Kepala Divisi Pengembangan Usaha Sekolah tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta.
3. Dr. Markus Yando, S.SiT.,M.M, selaku Ketua Jurusan Teknika Sekolah tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta.
4. Bapak Mohamad Ridwan, S.SI.T.,M.M, selaku dosen pembimbing I yang telah meluangkan waktu untuk memberikan saran dan pikirannya mengarahkan penulis pada sistematika materi yang baik dan benar
5. Bapak Panderaja Sijabat S.Kom. MMTr., selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan waktunya untuk membimbing proses penulisan makalah ini
6. Seluruh Dosen dan staf pengajar Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta yang telah memberikan bantuan dan dorongan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan tugas makalah ini.

7. Seluruh rekan-rekan yang ikut memberikan sumbangsih pikiran dan saran
8. Orang Tua, istri dan anak-anak saya yang telah memberikan dukungan motivasi selama penyusunan makalah ini.

Akhir kata semoga makalah ini dapat memberikan manfaat bagi penulis dan semua pihak yang membutuhkannya.

Jakarta, 28 Agustus 2023

Penulis,

MARDI SANTOSO

NIS. 01972/T-I

# DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>TANDA PERSETUJUAN MAKALAH</b> .....	ii
<b>TANDA PENGESAHAN MAKALAH</b> .....	iii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	iv
<b>DAFTAR ISI</b> .....	vi
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	vii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	vii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
A. Latar Belakang .....	1
B. Identifikasi, Batasan dan Rumusan Masalah .....	2
C. Tujuan dan Manfaat Penelitian .....	3
D. Metode Penelitian .....	3
E. Waktu dan Tempat Penelitian .....	5
F. Sistematika Penulisan .....	5
<b>BAB II LANDASAN TEORI</b>	
A. Tinjauan Pustaka .....	7
B. Kerangka Pemikiran .....	23
<b>BAB III ANALISIS DAN PEMBAHASAN</b>	
A. Deskripsi Data .....	24
B. Analisis Data .....	28
C. Pemecahan Masalah .....	31
<b>BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
A. Kesimpulan .....	41
B. Saran .....	41
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	42
<b>LAMPIRAN</b>	
<b>DAFTAR ISTILAH</b>	

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Bagian-bagian <i>Injector</i> .....	8
Gambar 2.2 <i>Fuel Oil Purifier</i> .....	21
Gambar 3.1 kondisi <i>injector</i> yang rusak.....	24
Gambar 3.2 Filter bahan bakar yang kotor .....	26
Gambar 3.3 Kondisi tanki endap ( <i>settling tank</i> ).....	26
Gambar 3.4 Filter bahan bakar setelah dibersihkan.....	27
Gambar 3.5 Alat pengetesan <i>nozzle injector</i> .....	28
Gambar 3.6 Penyekiran <i>Injector</i> .....	31
Gambar 3.7 Pemasangan <i>injector</i> .....	33

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. *Ship Particular*

Lampiran 2. *Crew List*

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. LATAR BELAKANG**

Pada kapal-kapal yang digerakkan dengan motor diesel dalam pemakaian bahan bakar harus dijaga sistemnya. Pada setiap perusahaan pelayaran tidak menghendaki kapal-kapalnya yang bergabung dalam armadanya tidak beroperasi dengan baik, yang diakibatkan oleh tidak berfungsinya salah satu sistem mesin dan komponen yang lainnya sebagaimana pernah penulis alami selama bekerja di atas MV. SERASI V.

Terkait dengan perawatan *injector* yang tidak dilaksanakan sesuai jadwal. Setiap komponen mesin induk termasuk *injector* harus dirawat secara berkala sesuai petunjuk maker, jika perawatan tidak dilaksanakan sesuai jadwal maka akan berpengaruh terhadap kerja dari komponen tersebut. Sebagaimana perawatan *injector* sesuai dengan petunjuk maker harus dilakukan perawatan setiap 3.000-4.000 jam kerja, akan tetapi fakta di lapangan seringkali sudah melebihi jam kerja akan tetapi belum dilakukan perawatan dan perbaikan.

Tangki penyimpanan bahan bakar kurang terawat juga dapat mempengaruhi kualitas bahan bakar. Tangki penyimpanan bahan bakar ini berfungsi untuk menampung bahan bakar sebelum digunakan. Untuk itu, jika kondisi tidak bersih, banyak mengandung air maka bahan bakar yang disimpan di dalamnya juga akan terkontaminasi, sehingga saat digunakan, proses pembakarannya kurang sempurna. Hal ini akan berdampak pada performa mesin induk yang kurang maksimal.

Gangguan pada mesin induk karena kerusakan-kerusakan komponen dapat terjadi bila perawatan tidak dilakukan sesuai dengan prosedur yang telah ditentukan sebagaimana tertulis dalam *Planned Maintenance System (PMS)*. Selain itu, Sumber Daya Manusia (SDM) yang terlibat dalam perawatan ini juga menjadi faktor pendukung dalam pelaksanaan perawatan yang sudah ditentukan.

Sebagaimana fakta yang ditemui pada tanggal 12 Mei 2022 saat kapal dalam pelayaran, terjadi kenaikan suhu gas buang mencapai 500°C. Berdasarkan hasil observasi, ditemukan bahwa pengabut bahan bakar tekanannya kurang, hanya 200 bar dari tekanan normal 280 bar - 300 bar. Maka pengabut yang tekanannya rendah diganti dengan *ready spare*. Setelah diadakan pemeriksaan pada *maintenance report*, ditemukan bahwa jam kerja pengabut telah melewati masa perawatan.

Berdasarkan permasalahan di atas maka penulis tertarik untuk mengadakan penelitian melalui makalah yang berjudul: **“OPTIMALISASI KINERJA PENGABUT BAHAN BAKAR GUNA MEMPERTAHANKAN KUALITAS PEMBAKARAN MESIN INDUK PADA MV. SERASI V”**.

## **B. IDENTIFIKASI, BATASAN DAN RUMUSAN MASALAH**

### **1. Identifikasi Masalah**

Berdasarkan penjelasan latar belakang di atas, maka penulis dapat mengidentifikasi beberapa permasalahan yang terjadi sebagai berikut :

- a. Terjadi kebuntuan pada pengabut bahan bakar mesin induk
- b. Turunnya tekanan bahan bakar pada pengabut bahan bakar mesin induk
- c. *Nozzle needle* mampet diantara mulut *nozzle*
- d. *Filter* bahan bakar kotor
- e. Kurangnya perawatan terhadap pengabut bahan bakar

### **2. Batasan Masalah**

Oleh karena luasnya pembahasan yang berkaitan dengan penunjang kelancaran mesin induk, maka penulis membatasi pembahasan pada makalah ini hanya berkisar tentang :

- a. Terjadi kebuntuan pada pengabut bahan bakar mesin induk
- b. Turunnya tekanan bahan bakar pada pengabut bahan bakar mesin induk

### **3. Rumusan Masalah**

Berdasarkan uraian pada batasan masalah diatas, agar lebih mudah dalam mencari analisis pemecahannya maka penulis merumuskan pembahasan pada

makalah ini sebagai berikut :

- a. Mengapa terjadi kebuntuan pada pengabut bahan bakar mesin induk?
- b. Apa yang menyebabkan turunnya tekanan bahan bakar pada pengabut mesin induk?

## **C. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN**

### **1. Tujuan Penelitian**

- a. Untuk menganalisis penyebab terjadinya kebuntuan pada pengabut bahan bakar mesin induk dan mencari solusi pada pengabut bahan bakar.
- b. Untuk menganalisis penyebab turunnya tekanan bahan bakar pada pengabut bahan bakar mesin induk dan mencari solusi pada pengabut mesin induk.

### **2. Manfaat Penelitian**

#### **a. Manfaat Teoritis**

- 1) Sebagai tambahan wawasan bagi para pembaca dan teman-teman seprofesi dalam hal mengoptimalkan kinerja pengabut bahan bakar di atas kapal.
- 2) Sebagai bahan tambahan referensi di perpustakaan STIP mengenai optimalisasi perawatan pengabut bahan bakar untuk menunjang kinerja mesin induk.

#### **b. Manfaat Praktis**

Sebagai bahan masukan dan sebagai bahan acuan bagi para masinis dalam hal pelaksanaan perawatan mesin induk sesuai *Planned Maintenance System (PMS)* guna pengoptimalan kinerja pengabut bahan bakar.

## **D. METODE PENELITIAN**

### **1. Metode Pendekatan**

Metode pendekatan yang digunakan dalam makalah ini adalah deskriptif kualitatif. Deskriptif kualitatif adalah upaya pengolahan data menjadi sesuatu

yang dapat diutarakan secara jelas dan tepat dengan tujuan agar dapat dimengerti oleh orang yang tidak langsung mengalaminya sendiri, yang disajikan dalam uraian kata-kata.

## **2. Teknik Pengumpulan Data**

Pengumpulan data merupakan langkah yang amat penting dalam penelitian, peneliti akan menjelaskan bagaimana peneliti melakukan pengumpulan data dan mengemukakan dengan cara mendapatkan data tersebut, yang berkaitan dengan alat pengabut bahan bakar (*injector*) sebagai berikut :

### **a. Observasi**

Teknik pengumpulan data secara langsung mengenai objek hingga dapat diperoleh data terhadap permasalahan di lapangan dalam melaksanakan pekerjaan di atas kapal dan menganalisa berdasarkan teori-teori yang relevan berdasarkan penelitian secara langsung perlu diperhatikan masalah yang akan diteliti oleh penulis selama bekerja di MV. SERASI V.

### **b. Dokumentasi**

Teknik pengumpulan data yang digunakan dengan melihat atau membaca arsip-arsip di atas kapal dan hasil pengamatan yang terjadi di lapangan ini merupakan salah satu arsip yang di simpan agar menjadi laporan untuk perusahaan. Apabila ditemukan kerusakan pada bagian-bagian tertentu sudah pasti dengan cepat diketahui kerusakan-kerusakan pada mesin tersebut dan juga sebagai perbandingan kerja mesin atau pesawat dan alat pendukung pada saat mesin induk bekerja normal maupun tidak normal.

### **c. Studi Pustaka**

Teknik yang dilakukan pengambilan data dengan mengambil referensi dari buku-buku yang relevan dengan apa yang penulis bahas dalam makalah, di dalam buku tentang mesin induk yang terkandung hal yang berkaitan dengan alat pengabut yang akan dibahas dalam makalah.

## **E. WAKTU DAN TEMPAT PENELITIAN**

### **1. Waktu Penelitian**

Penelitian dilakukan selama Penulis bekerja di atas kapal MV. SERASI V sebagai *Second Engineer* dari tanggal 09 September 2021 sampai dengan 02 Mei 2023.

### **2. Tempat Penelitian**

Penelitian dilakukan di atas kapal MV. SERASI V, kapal berbendera Indonesia milik perusahaan PT. Toyofuji Serasi Indonesia.

## **F. SISTEMATIKA PENULISAN**

Penulisan makalah ini disajikan sesuai dengan sistematika penulisan makalah yang telah ditetapkan dalam buku pedoman penulisan makalah yang dianjurkan oleh STIP Jakarta. Dengan sistematika yang ada maka diharapkan untuk mempermudah penulisan makalah ini secara benar dan terperinci. Makalah ini terbagi dalam 4 (empat) bab sesuai dengan urutan penulisan ini. Adapun sistematika penulisan makalah ini adalah sebagai berikut:

### **BAB I PENDAHULUAN**

Menjelaskan pendahuluan yang mengutarakan latar belakang, identifikasi, batasan dan rumusan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, metode penelitian, waktu dan tempat penelitian serta sistematika penulisan.

### **BAB II LANDASAN TEORI**

Menjelaskan teori-teori yang digunakan untuk menganalisa data-data yang didapat melalui buku-buku sebagai referensi untuk mendapatkan informasi dan juga sebagai tinjauan pustaka. Pada landasan teori ini juga terdapat kerangka pemikiran yang merupakan model konseptual tentang bagaimana teori berhubungan dengan berbagai faktor yang telah diidentifikasi sebagai masalah yang penting.

### BAB III ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Data yang diambil dari lapangan berupa fakta-fakta berdasarkan pengalaman penulis dan sebagainya termasuk pengolahan data. Dengan digambarkan dalam deskripsi data, kemudian dianalisis mengenai permasalahan yang terjadi dan menjabarkan pemecahan dari permasalahan tersebut sehingga permasalahan yang sama tidak terjadi lagi dengan kata lain menawarkan solusi terhadap penyelesaian masalah tersebut.

### BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN

Menjelaskan penutup yang mengemukakan kesimpulan dari perumusan masalah yang dibahas dan saran yang berasal dari evaluasi pemecahan masalah yang dibahas didalam penulisan makalah ini dan merupakan masukan untuk perbaikan yang akan dicapai.

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **A. TINJAUAN PUSTAKA**

Untuk mempermudah pemahaman dalam makalah ini, penulis membuat tinjauan pustaka yang akan memaparkan definisi-definisi, istilah-istilah dan teori-teori yang terkait dan mendukung pembahasan pada makalah ini. Adapun beberapa sumber yang penulis jadikan sebagai landasan teori dalam penyusunan makalah ini adalah sebagai berikut :

##### **1. Optimalisasi**

Menurut Winardi (2016:67), menyatakan optimalisasi adalah ukuran yang menyebabkan tercapainya tujuan, secara umum optimalisasi adalah pencarian nilai terbaik dari yang tersedia dari berbagai fungsi yang diberikan pada suatu konteks.

Menurut Nurrohman (2017:23) bahwa optimalisasi adalah upaya meningkatkan kinerja pada suatu unit kerja ataupun pribadi yang berkaitan dengan kepentingan umum, demi tercapainya kepuasan dan keberhasilan dari penyelenggaraan kegiatan tersebut.

Menurut Mohammad Nurul Huda (2018:23) bahwa optimalisasi adalah proses mengoptimalkan sesuatu, dengan kata lain proses menjadikan sesuatu menjadi paling baik atau paling tinggi. Jadi optimalisasi disini mempunyai arti berusaha secara optimal untuk hasil yang terbaik untuk mencapai dalam penerapan manajemen sarana dan prasarana pendidikan yang sesuai dengan harapan dan tujuan yang telah direncanakan. Optimal erat kaitannya dengan kriteria untuk hasil yang diperoleh. Sebuah sekolah dapat dikatakan optimal apabila memperoleh hasil yang maksimal dengan kerugian yang minimal.

## 2. Kinerja

Menurut Ivancevich (2015:183) mengatakan bahwa kinerja adalah hasil yang dicapai dari apa yang diinginkan. Sedangkan terkait dengan permesinan, menurut Arismunandar (2014:67) bahwa kinerja mesin (*engine performance*) adalah prestasi kinerja suatu mesin, dimana prestasi tersebut erat hubungannya dengan daya mesin yang dihasilkan serta daya guna dari mesin tersebut.

Dalam menunjang kinerja pengabut bahan bakar maka persyaratan utama yang harus dipenuhi oleh sistem injeksi yaitu :

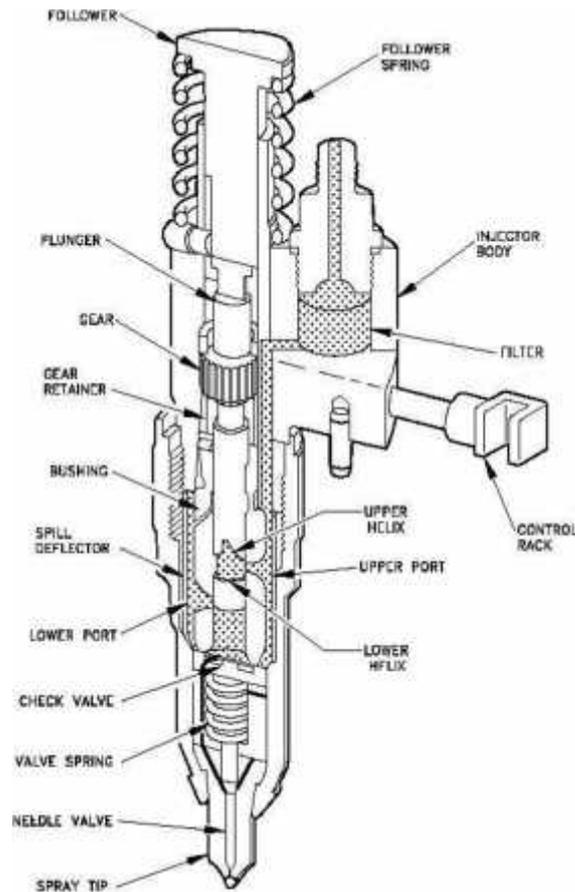
- a. Penakaran yang teliti dari bahan bakar berarti bahwa banyaknya bahan bakar yang diberikan untuk tiap silinder harus dalam kesesuaian dengan beban mesin dan jumlah yang tepat sama dari bahan bakar yang harus diberikan kepada tiap silinder untuk setiap langkah daya mesin. Hanya dengan cara ini mesin akan beroperasi pada kecepatan yang tetap.
- b. Pengaturan waktu yang layak berarti mengawali injeksi bahan bakar pada saat diperlukan adalah mutlak untuk mendapatkan daya maksimum dari bahan bakar dengan baik serta pembakaran yang sempurna.
- c. Kecepatan injeksi bahan bakar berarti banyaknya bahan bakar yang diinjeksikan ke dalam ruang bakar dalam satu satuan waktu dalam satu derajat dari perjalanan engkol, kalau dikehendaki untuk menurunkan kecepatan injeksi harus digunakan ujung nozzle dengan lubang yang lebih kecil, untuk menaikkan jangka waktu injeksi bahan bakar.
- d. Bahan bakar menjadi semprotan mirip kabut, tetapi harus disesuaikan dengan jenis ruang bakar pada mesin tersebut.
- e. Distribusi bahan bakar harus dapat menyusup keseluruhan bagian ruang bakar yang berisi oksigen untuk pembakaran.

## 3. Pengabut Bahan Bakar (*Injector*)

### a. Definisi Pengabut Bahan Bakar

Menurut Karyanto, (2012:56) bahwa pengabut (*Injector*) adalah suatu alat yang gunanya untuk mengabutkan bahan bakar solar dalam bentuk kabut yang sifatnya mudah terbakar pada ruang bakar motor. Jadi tugas dari

pengabut, untuk mengabutkan atau menyemprotkan bahan bakar dalam bentuk butiran-butiran halus dan terbagi rata pada kecepatan tinggi ke dalam ruang bakar. Pengabutan itu diberikan kepada udara yang terdapat dalam ruang bakar pada akhir langkah kompresi, dihasilkan campuran yang heterogen antara udara dan bahan bakar. Pengabut akan bekerja pada saat tertentu sewaktu pompa bahan bakar memompakan bahan bakar dengan tekanan 250-320 bar.



Gambar 2.1 Bagian-bagian Injector

Menurut Sukoco dan Zainal Arifin (2018:34) dalam buku yang berjudul “Teknologi Motor Diesel”, menyatakan bahwa pengabutan bahan bakar adalah proses memecah bahan bakar menjadi butiran – butiran kecil atau sering diistilahkan sebagai proses atomisasi. Proses ini dimaksudkan agar bahan bakar menjadi uap atau berubah bentuk, dari bentuk cair menjadi bentuk gas. Perubahan ini untuk membantu agar bahan bakar dapat

bereaksi dengan udara ( $O_2$ ) yang menjadi syarat untuk terjadinya proses pembakaran yang baik. Disamping itu, persyaratan proses pembakaran adalah terjadinya *homogenitas* campuran udara dan bahan bakar. *Homogenitas* berarti kerataan campuran di seluruh ruangan di dalam silinder. Sementara proses bahan bakar hanya terjadi pada ujung pengabut (*nozzle*). Oleh karena itu, proses penekanan bahan bakar harus dapat mencapai dua kondisi yaitu kabutan yang memungkinkan siap menjadi uap, sedangkan kondisi yang lainnya adalah bahan bakar harus dapat dilempar hingga menyebar ke ruang silinder.

**b. Komponen Utama pada *Injector***

1) *Nozzle needle* (Jarum Pengabut)

Jarum pengabut berfungsi untuk mengatur jumlah bahan bakar yang akan dikabutkan melalui mulut pengabut. Jarum pengabut ditekan pada bidang penutup oleh pegas penutup dengan tekanan yang dapat diatur dengan perantara baut tekan. Oleh tekanan minyak gaya-gaya bekerja pada bidang kerucut. Komponen aksial dari gaya mengangkat jarum berlawanan arah dengan kerja pegas penutup.

2) *Nozzle* (Mulut Pengabut)

Mulut pengabut berfungsi untuk mengabutkan bahan bakar kedalam ruang bakar. Pada akhir penyemprotan, tekanan didesak menurun dan jarum ditekan kembali pada bidang penutup. Pembukaan dan penutupan jarum pengabut dapat diawasi dengan sebuah jarum periksa. Pada cara pengabutan ini pompa injeksi bahan bakar mendesak jika penyemprotan harus dimulai dan pompa berhenti jika penyemprotan harus berakhir.

3) *Adjusting Screw* (Baut Penyetel)

Baut penyetel berfungsi untuk penyetelan kekuatan dan juga tekanan dari penyemprotan *injector*. Baut penyetel berada diatas dari *washer* dan mur pengaman yang berguna untuk melindungi bagian-bagian *injector* lain dan digunakan untuk mengatur posisi mur pengaman dalam *injector*

4) *Nozzle Holder*

*Nozzle holder* merupakan salah satu komponen *injector nozzle* yang memiliki fungsi sebagai saluran yang menghubungkan antara *injector* dengan pipa tekanan tinggi. *Nozzle holder* memiliki ulir yang digunakan untuk menghubungkan dengan pipa tekanan tinggi yang dilengkapi dengan mur

5) *Pressure Spring*

*Pressure spring* merupakan salah satu komponen *injector nozzle* yang memiliki fungsi untuk mengembalikan tekanan penginjeksian ketika proses penginjeksian sudah selesai. *Pressure spring* akan menekan *nozzle needle* agar kembali menutup saluran sehingga bahan bakar tidak ada yang mengalir ketika proses penginjeksian selesai.

6) *Pressure Pin*

*Pressure pin* merupakan salah satu komponen *injector nozzle* yang memiliki fungsi untuk meneruskan tekanan. *Pressure pin* akan meneruskan tekanan dari bahan bakar untuk mendorong *pressure spring* sehingga *nozzle needle* dapat terbuka untuk menyalurkan bahan bakar ketika proses penginjeksian terjadi.

7) *Distance Piece*

*Distance piece* merupakan salah satu komponen *injector nozzle* yang memiliki fungsi sebagai saluran dan penghubung *nozzle* dengan *injector holder* serta untuk menyalurkan bahan bakar bertekanan ke *nozzle body*.

8) *Retaining Nut*

*Retaining nut* merupakan salah satu komponen injektor *nozzle* yang memiliki fungsi sebagai rumah berbagai komponen *injector nozzle* pada bagian bawah. Oleh karena itu *retaining nut* juga akan melindungi berbagai komponen *injector nozzle* dari kerusakan. *Retaining nut* akan dihubungkan dengan *nozzle holder* melalui ulir sehingga keduanya akan menjadi rumah dari berbagai komponen *injector* lainnya.

### c. Proses Penginjeksian

#### 1) Sebelum Penginjeksian

Bahan bakar yang bertekanan tinggi mengalir dari pompa injeksi melalui *oil passage* menuju *oil pool* pada bagian bawah *nozzle body*.

#### 2) Penginjeksian Bahan Bakar

Bila tekanan pada *oil pool* naik, ini akan menekan permukaan *nozzle needle*. Bila tekanan ini melebihi tegangan pegas, maka *nozzle needle* terdorong keatas dan menyebabkan *nozzle* menyembrotkan bahan bakar.

#### 3) Akhir Penginjeksian

Bila pompa injeksi berhenti mengalirkan bahan bakar, tekanan bahan bakar turun dan *pressure spring* mengembalikan *nozzle needle* ke posisi semula (menutup saluran bahan bakar). Sebagian bahan bakar yang tersisa antara *nozzle needle* dan *nozzle body*, melumasi semua komponen dan kembali ke *over flow pipe*.

Pada pengabut terdapat sebuah katup jarum, dimana ujung bawahnya terdiri atas dua bidang kerucut. Kerucut yang pertama menetap pada dudukannya, sedangkan yang kedua menerima tekanan dari bahan bakar. Jika gaya yang ditimbulkan bahan bakar melebihi gaya pegas, maka katup akan terangkat ke atas sehingga membuka lubang pengabut (Arismunandar, W dan Koichi Tsuda, 2014).

Dengan demikian diharapkan proses pencampuran udara dan Bahan bakar di dalam ruang bakar berlangsung dengan sempurna. Apabila waktu penyemprotan bahan bakar sampai dengan penyalaan atau dikenal kelambatan penyalaan, waktu lebih lama dari ketentuan, misalnya karena bahan bakar berupa tetesan-tetesan akibat gangguan-gangguan pada pengabut, maka akan terjadi pembakaran susulan, pemakaian bahan bakar akan meningkat temperatur gas buang tinggi. Kondisi yang lebih buruk lagi menimbulkan keretakan pada *piston*, *cylinder head*, klep buang terbakar dan lain-lain.

Pengabutan sempurna dapat di tinjau dari proses pengetesan *injector*

- 1) Bahan bakar yang keluar *Nozzle* berupa *spray* (kabut)
- 2) Pengetesan tekanan injector sesuai *Instruction Manual Book*.
- 3) Setelah pengetesan pengabutan *injector* dengan kertas telah dilakukan, terus ditempelkan ke ujung lubang *nozzle* dan apabila masih ada minyak. Berarti *injector* masih bocor dan apabila tidak ada minyak pada kertas berarti injector tersebut bagus atau tidak bocor (menetes). Setelah *injector* dipasang ke mesin induk, dapat dikontrol hasilnya dengan pengamatan asap gas buang dan pengecekan ada tidaknya ketukan (*detonasi*) pada mesin induk.

**d. Pembakaran yang Sempurna**

Suatu proses pembakaran bahan bakar yang berupa kabut bercampur dengan udara panas langsung terbakar sehingga suhunya meningkat  $1.400^{\circ}\text{C}$  dan tekanan maximum didalam silinder naik  $\pm 74$  bar. Dan berusaha mendorong torak kebawah untuk melakukan usaha mekanik. Syarat-syarat proses pembakaran yang sempurna antara lain :

- 1) Perbandingan bahan bakar dengan udara seimbang. Dimana 1 kg bahan bakar membutuhkan 15 kg faktor udara.
- 2) Bahan bakar harus berbentuk kabut, sehingga kinerja alat pengabut bahan bakar harus optimal.
- 3) Pencampuran kabut bahan bakar dengan udara harus merata/senyawa.
- 4) Tekanan pengabutan bahan bakar yang cukup tinggi untuk dikabutkan kedalam ruang kompresi.
- 5) Mutu bahan bakar yang digunakan bermutu baik, yaitu seimbang antara unsur C-H.
- 6) Kelambatan penyalaan (*ignition delay*) atau ID harus tepat.

**e. Perawatan dalam ISM Code (*Intenational Safety Management Code*)**

Menurut M. S Sehwarat dan J. S Narang, (2011:79) dalam bukunya *Production Management* pemeliharaan (*maintenance*) adalah sebuah pekerjaan yang dilakukan secara berurutan untuk menjaga atau

memperbaiki fasilitas yang ada sehingga sesuai dengan standar (sesuai dengan standar fungsional dan kualitas).

Dengan adanya *Planned Maintenance System* (PMS) akan membuat pemeliharaan dan perawatan terhadap perlengkapan di atas kapal menjadi lebih terarah dan terencana. Lebih jauh dalam bab yang sama (*ISM Code as Amended in 2002*, bab 10.1) dinyatakan bahwa pihak perusahaan harus menunjuk orang di kantor yang melakukan monitoring dan evaluasi hasil perawatan kapal.

ISM Code sebagai suatu standar internasional untuk manajemen pengoperasian kapal secara aman, pencegahan kecelakaan manusia atau kehilangan jiwa dan menghindari kerusakan lingkungan khususnya terhadap lingkungan maritim serta biotanya.

Dalam ISM Code (*As amended in 2002* Bab 10) dinyatakan, bahwa setiap perusahaan pelayaran harus membuat suatu *sistem* manajemen keselamatan (SMS) yang didalamnya mencakup hal-hal sebagai berikut :

1) Sub-Bab 10.1

Perusahaan harus menyusun prosedur untuk menjamin bahwa kapal dirawat sesuai dengan persyaratan dari peraturan Klasifikasi yang terkait dan persyaratan tambahan yang ditetapkan oleh perusahaan.

Sistem pemeliharaan berencana dapat mencakup dokumentasi dari

- a) Bagian / sistem yang termasuk didalam program pemeliharaan (daftar inventaris)
- b) Selang waktu pekerjaan pemeliharaan dilaksanakan (jadwal pemeliharaan).
- c) Prosedur pemeliharaan yang harus diikuti (petunjuk pemeliharaan).
- d) Tata cara pelaporan pekerjaan pemeliharaan dan hasil-hasilnya (dokumentasi & riwayat pemeliharaan).
- e) Tata cara pelaporan hasil kinerja dan pengukuran yang diambil dalam kurun waktu tertentu untuk keperluan penyidikan mulai

tanggal penyerahan perusahaan (dokumen acuan) Dokumen yang digunakan dalam sistem pemeliharaan berencana yang di buat dalam bentuk buku, perangkat kartu, dll. dapat diberikan penandaan yang khusus untuk digunakan sebagai acuan di kemudian hari. Sistem pemeliharaan harus mencakup perencanaan dan kegiatan yang sistematis untuk menjamin bahwa kondisi kapal senantiasa terpelihara dengan baik.

## 2) Sub-Bab 10.2

Dalam memenuhi persyaratan tersebut di atas perusahaan harus menjamin bahwa :

a) Pemeriksaan dilaksanakan pada kurun waktu yang tepat.

Rencana sistematis dan tindakan paling tidak harus mencakup :

(1) Pemeliharaan secara berkala bila memungkinkan (overhaul, pembersihan, pengecatan, penggantian dari material, dll).

(2) Pemeriksaan berkala yaitu pemeriksaan, pengukuran, uji coba dan hal lain yang dianggap perlu.

(3) Spesifikasi tentang metode yang digunakan dan bila perlu kriteria untuk pemeriksaan dini.

(4) Analisis berkala dan penijauan tetang jangka pemeriksaan dan pemeliharaan.

(5) Pendataan yang mendokumentasikan bahwa pemeriksaan yang telah dilaksanakan harus disusun dan dipelihara.

b) Setiap ketidaksesuaian dilaporkan dengan disertai penyebabnya (bila dapat diketahui).

c) Tindakan perbaikan yang sesuai dilaksanakan

d) Pencatatan tentang kegiatan-kegiatan tersebut di atas terpelihara.

## 3) Sub-Bab 10,3

Perusahaan harus menyusun prosedur dalam SMS untuk mengetahui perlengkapan dan sistem teknis di mana kemungkinan terjadi kerusakan operasional tiba - tiba sehingga dapat menyebabkan situasi

berbahaya. SMS harus menyediakan tindakan khusus yang bertujuan untuk menunjukkan kehandalan perlengkapan atau sistem. Tindakan tersebut mencakup uji coba periodik dari perlengkapan atau sistem teknis cadangan yang secara normal tidak dioperasikan secara terus menerus.

#### 4) Sub-Bab 10,4

Pemeriksaan seperti tersebut dalam 10.2 maupun tindakan-tindakan seperti tercantum pada 10.3 harus diintegrasikan dalam program perawatan operasional yang rutin dari kapal.

Jelas bahwa dengan *Planned Maintenance System* (PMS) membuat pemeliharaan dan perawatan terhadap perlengkapan di atas kapal menjadi lebih terarah dan terencana. Lebih jauh dalam Bab yang sama (ISMCode as Amendemen 2002, Bab 10) dinyatakan bahwa pihak perusahaan harus menunjuk orang dikantor yang melakukan monitoring dan evaluasi hasil perawatan kapal.

Pelaksanaan *Planned Maintenance System* (PMS) tersebut dikapal harus senantiasa dimonitor untuk mengetahui keadaan *real* di lapangan mengenai kemajuan ataupun hambatan yang ditemui, suku cadang yang diperlukan dan pemakaiannya (*spare parts and consumable*) termasuk daftar perusahaan rekanan yang melaksanakan perawatan dan *supply spare parts*.

## 4. Pembakaran Mesin Induk

### a. Sistem Bahan Bakar

Sistem bahan bakar adalah system yang digunakan untuk mensuplay bahan bakar yang diperlukan mesin induk. Berikut ini adalah salah satu system bahan bakar project guide. Mesin Induk yang didesain untuk menggunakan bahan bakar secara terus menerus, kecuali untuk keperluan olah gerak kapal. Bahan bakar dipompa dengan pompa yang digerakan oleh elektrik motor dari tanki simpan ( *Storage tank* ) menuju settling tank, pompa ini disebut *FO transfer pump*. Dari *settling tank* dipompa dengan *FO Transfer Pump* menuju *FO Settling tank*. Pada *FO transfer pump* terdapat *filter* dan

juga *heater*, *heater* ini berfungsi sebagai pemanas bahan bakar sebelum masuk ke *settling tank* biar lebih ringan dalam pengisapan dari tangki double bottom.

Dari *Settling tank* bahan bakar dipompa/transfer ke service tank dengan menggunakan *FO purifier* yang sebelumnya bahan bakar telah di panasi terlebih dahulu di dalam *settling tank* yang di dalamnya terdapat *heater*. Dan melalui *heater* pula bahan bakar selanjutnya masuk ke *service tank*. Kemudian bahan bakar yang berada di *service tank* dipanasi lagi dan selanjutnya bahan bakar didorong dengan *supply pump* yang bergerak secara elektrik melewati filter dengan menjaga tekananya pada sekitar 3,6-6 kPa dan selanjutnya masuk ke *circulating pump*, juga meleawati heater dan filter jugat dengan tekanan *circulating pump* berkisar antara 4,0-6,5 kPa.

Bahan bakar kemudian didorong ke mesin induk melalui *flow meter*, dan perlu dipastikan kapasitas *circulating pump* melebihi jumlah yang dibutuhkan oleh mesin induk, sehingga kelebihan bahan bakar yang disupply akan kembali ke *service tank* melalui *venting box* dan *de-aerating valve* yang mana pada *valve* tersebut akan melepas gas dan membiarkan bahan bakar masuk kembali ke pipa *circulating pump*.

## **b. Spesifikasi Bahan Bakar**

Menurut P.Van Maanen (2017:35) tentang spesifikasi bahan bakar dari buku Motor Diesel Kapal bahwa bahan bakar dikatakan baik dan boleh dipergunakan adalah jika mempunyai komposisi seperti berikut :

### 1) Kepekatan

Dalam hal ini diartikan dengan perbandingan antara massa dari suatu volume tertentu bahan bakar terhadap massa air dengan volume yang sama. Kepekatan ini merupakan sebuah angka tanpa dimensi, dan sangat penting sekali dalam rangka ruangan simpan yang dubutuhkan, dan untuk pembersihan dengan bantuan separator sentrifugal. Kepekatan dinyatakan pada suhu 15<sup>0</sup>C.

2) *Viscositas*

Hal ini merupakan suatu ukuran untuk kekentalan bahan bakar. Ditentukan dengan cara sejumlah bahan bakar tertentu dialirkan melalui lubang yang telah dikalibrasi dan menghitung waktu mengalir bahan bakar tersebut. Dahulu *viscositas* kinematik diukur melalui beberapa peralatan yang berlainan dan dinyatakan dengan satuan yang sama. Satu-satunya satuan yang diakui dewasa ini adalah centistokes (Cst)  $1\text{cst} = 0.01\text{ st} = 1\text{ mm}^2$  *Viscositas* sangat dipengaruhi oleh suhu.

3) Titik nyala

Hal ini merupakan suhu terendah dalam carbon (C) yang mengakibatkan suatu campuran bahan bakar dan udara dalam bejana tertutup menyala dengan sebuah nyata api. Titik nyala ditentukan dengan sebuah pesawat Pensky Martens (PM) dengan mangkok tertutup (*Close Cup*), dan sangat penting sekali dalam rangka persyaratan undang-undang yang menjamin perawatan bahan bakar di atas kapal. Titik nyala pada bahan bakar minimal  $52^{\circ}\text{C}$

4) Residu zat arang (angka conradson)

Hal ini merupakan ukuran untuk pembentukan endapan zat arang pada pembakaran suatu bahan bakar dan sangat penting dalam rangka pengotoran dari tip pengabut, pegas torak dan alur pegas torak, serta katup buang, dan turbin gas buang. Residu zat arang diukur dengan pesawat dari Conradson; dalam sebuah bak kecil dan tertutup bahan bakar dipanasi.

5) Kadar belerang

Sebagian besar dari bahan bakar cair mengandung belerang yang sebagai molekul terikat pada zat C-H sehingga tidak dapat dipisahkan. Kadar belerang sangat penting mengingat timbulnya korosi pada suhu rendah dan bagian motor karena pendinginan dan gas pembakaran.

6) Kadar abu

Hal ini menunjukkan material anorganis dalam bahan bakar material tersebut mungkin sudah ada dalam bumi, akan tetapi dapat juga terbawa sewaktu transportasi dan rafinasi. Pada umumnya berbentuk oksida metal misalnya dari Nilik, Vanadium, Aluminium, Besi dan Natrium, zat-zat tersebut dapat mengakibatkan keausan dan korosi.

7) Kadar air

Hal ini sangat penting dalam hubungannya dengan energi spesifik atau nilai opak suatu bahan bakar. Air dapat mengakibatkan permasalahan pada waktu pembersihan bahan bakar dan dapat mengakibatkan korosi pada misalnya pompa bahan bakar dan pengabut. Air (laut) dapat juga mengandung natrium.

8) Vanadium / Aluminium

Metal ini terdapat dalam setiap minyak bumi, dan terikat pada zat C-H metal ini tidak diinginkan berada dalam kandungan bahan bakar. Vanadium bersama dengan Sodium akan menyebabkan korosi panas pada bagian-bagian mesin yang bertemperatur tinggi yang mempengaruhi katup buang. Dibagian yang panas tersebut akan terjadi persenyawaan Vanadium dan Sodium yang akhirnya akan membentuk Aluminium Silicate yang bisa menimbulkan gesekan pada bagian-bagian yang bergerak. Hal ini bisa menyebabkan keausan pada silinder.

**b. Metode Penyemprotan Bahan Bakar di Dalam Silinder**

Menurut P.Van Maanen, tentang metode penyemprotan bahan bakar dari buku Motor Diesel Kapal, yaitu :

1) Motor diesel dengan penyemprotan tidak langsung

Dalam hal ini bahan bakar disemprotkan kedalam sebuah ruang pembakaran pendahuluan yang terpisah dan ruang pembakaran utama. Ruang tersebut memiliki 25-60% dari volume total ruang pembakaran. Pada sistem penyemprotan ruang pendahuluan bahan bakar

disemprotkan kedalam ruang tersebut melalui sebuah pengabut berlubang tunggal dengan tekanan penyemprotan relatif rendah dari 100 bar. Pengabutan pada tekanan tersebut kurang baik sekali, akan tetapi bahan bakar dapat menyala dengan cepat akibat suhu tinggi dinding ruang pendahuluan tersebut.

Pada waktu kompresi sebagian dari udara pembakaran melalui saluran penghubung didesak ke dalam ruang pusar berbentuk bola sehingga udara akan berputar. Bahan bakar selanjutnya melalui sebuah pengabut berlubang tunggal disemprotkan ke dalam ruang pusar sehingga bercampur dengan udara yang tersedia. Karena sebagian dari permukaan dinding ruang pusar tidak didinginkan, maka udara yang berpusar di dalam akan melebihi suhu yang tinggi sehingga bahan bakar terbakar dengan cepat tanpa gejala detonasi. Akibat kenaikan tekanan maka campuran gas dan bahan bakar yang belum terbakar terdesak ke dalam ruang pembakaran utama melalui saluran penghubung. Ruang tersebut memiliki bentuk khusus dan terletak seluruhnya dalam kepala torak. Karena bentuk ruang pembakaran pusaran udara tetap ada sehingga pembakaran akan berjalan dengan cepat dan sempurna.

## 2) Motor diesel dengan penyemprotan langsung

Bahan bakar dengan tekanan tinggi (pada motor putaran rendah hingga 100 bar dan pada motor putaran menengah yang bekerja dengan bahan bakar berat hingga 150 bar) disemprotkan kedalam ruang pembakaran yang tidak dibagi. Tergantung dari pembuatan ruang pembakaran maka untuk keperluan tersebut dipergunakan sebuah hingga tiga buah pengabut berlubang banyak. Sistem penyemprotan langsung diterapkan pada seluruh motor putaran rendah dan motor putaran menengah dan pada sebagian besar dari motor putaran tinggi. Contohnya seperti bentuk bak.

### c. Performa Mesin Induk

Performa mesin (*engine performance*) adalah prestasi kinerja suatu mesin, dimana prestasi tersebut erat hubungannya dengan daya mesin yang

dihasilkan serta daya guna dari mesin tersebut. Kinerja dari suatu mesin induk umumnya ditunjukkan dalam tiga besaran, yaitu tenaga yang dapat dihasilkan, torsi yang dihasilkan dan jumlah bahan bakar yang dikonsumsi. (Arismunandar, W dan Koichi Tsuda, 2014).

Menurut Jusak Johan Handoyo (2019:65) Daya motor induk adalah salah satu parameter dalam menentukan kinerja dari suatu motor induk tersebut. Daya diklasifikasikan menjadi 2 macam yaitu :

- 1) Daya *indicator* yaitu daya secara teoritis yang diambil melalui diagram indicator dari hasil pembakaran di dalam setiap silinder mesin induk. Daya *indicator* ini dapat diukur melalui hasil pengukuran diagram *indicator* dengan menggunakan *planimeter* dengan skala pegas yang sudah ditentukan pada saat pengambilan diagram *indicator* tersebut.

Mesin induk di kapal tidak semuanya dapat diambil diagram indikatornya, sehingga daya *indicator* dapat juga dihitung dengan menggunakan data-data mesin yang sudah ada, yang umumnya secara teoritis dilakukan pada perhitungan mesin induk dan disingkat dengan sebutan  $(P_i)$ . Rumus daya *indicator* adalah  $(P_i) = 0,785 \cdot D^2 \cdot S \cdot Z \cdot \pi \cdot n \cdot 100$ .

- 2) Daya efektif ( $P_e$ ) yaitu daya yang benar-benar efektif menggerakkan poros engkol, yaitu daya *indicator* setelah dikurangi kerugian mekanik atau umumnya disingkat dengan sebutan rendemen mekanik ( $m$ ). Berikut rumusnya :  $(P_e) = 0,785 \cdot D^2 \cdot S \cdot Z \cdot \pi \cdot n \cdot 100$

#### **d. Daya Motor Maksimum**

Daya atau tenaga dihasilkan oleh pengabutan sempurna yang menghasilkan suatu pembakaran yang sempurna pula sebagai pendorong torak ke bawah untuk melakukan usaha mekanik sebagai penghasil daya motor maksimum.

Daya motor yang maximum dipengaruhi oleh :

- 1) Banyak sedikitnya bahan bakar yang disemprotkan oleh *injector*

- 2) Tidak terjadi kebocoran pada ruang pembakaran (kebocoran klep).
- 3) Kompresi motor induk yang tinggi, *ring torak*, *cylinder liner* masih standard normal.
- 4) Mutu bahan bakar bagus.
- 5) Jumlah udara pembakaran /kg bahan bakar memenuhi standar.

**e. Penyebab Daya Motor Rendah**

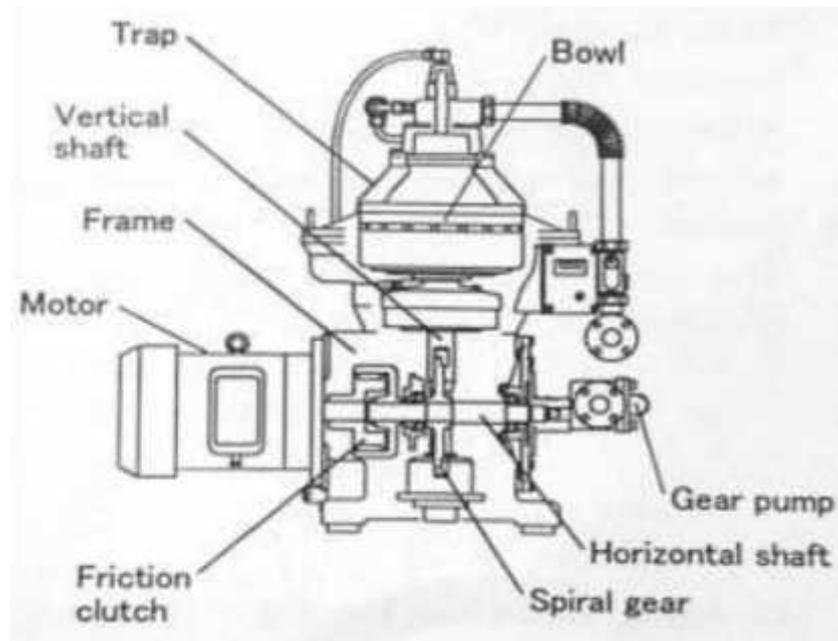
Adapun penyebab daya motor rendah adalah:

- 1) Terjadi kebocoran klep
- 2) Mutu bahan bakar jelek
- 3) Kompresi motor induk rendah
- 4) *Ring torak* lemah sehingga terjadi pelolosan udara kompresi

Pada kondisi penurunan daya motor maka kapal akan turun putaran poros engkol dan tenaga motor induk menurun yang mempengaruhi putaran baling-baling sehingga kapal kecepatannya minimal. Dan juga mempengaruhi pemakaian bahan bakar boros.

**3. Fuel Oil Purifier**

Menurut Jusak Johan Handoyo (2019) bahwa *purifier* merupakan suatu bagian dari pesawat yang ada di kapal yang digunakan untuk memurnikan bahan bakar dari kotoran, air dan sejenisnya yang terkandung bersama dengan bahan bakar melalui serangkaian proses tertentu, baik dengan menggunakan metode gravitasi maupun sentrifugal sehingga didapat bahan bakar yang lebih bersih dan mencegah terjadinya gangguan pada mesin induk ataupun mesin bantu lainnya. Cara kerja *purifier* sangat identik dengan gaya berat yang dalam prosesnya didukung oleh gaya sentrifugal sehingga proses pemisahannya sangat cepat. Percepatan gaya sentrifugal besarnya antara 7000-9000 kali lebih besar dari pengendapan gravitasi statis.



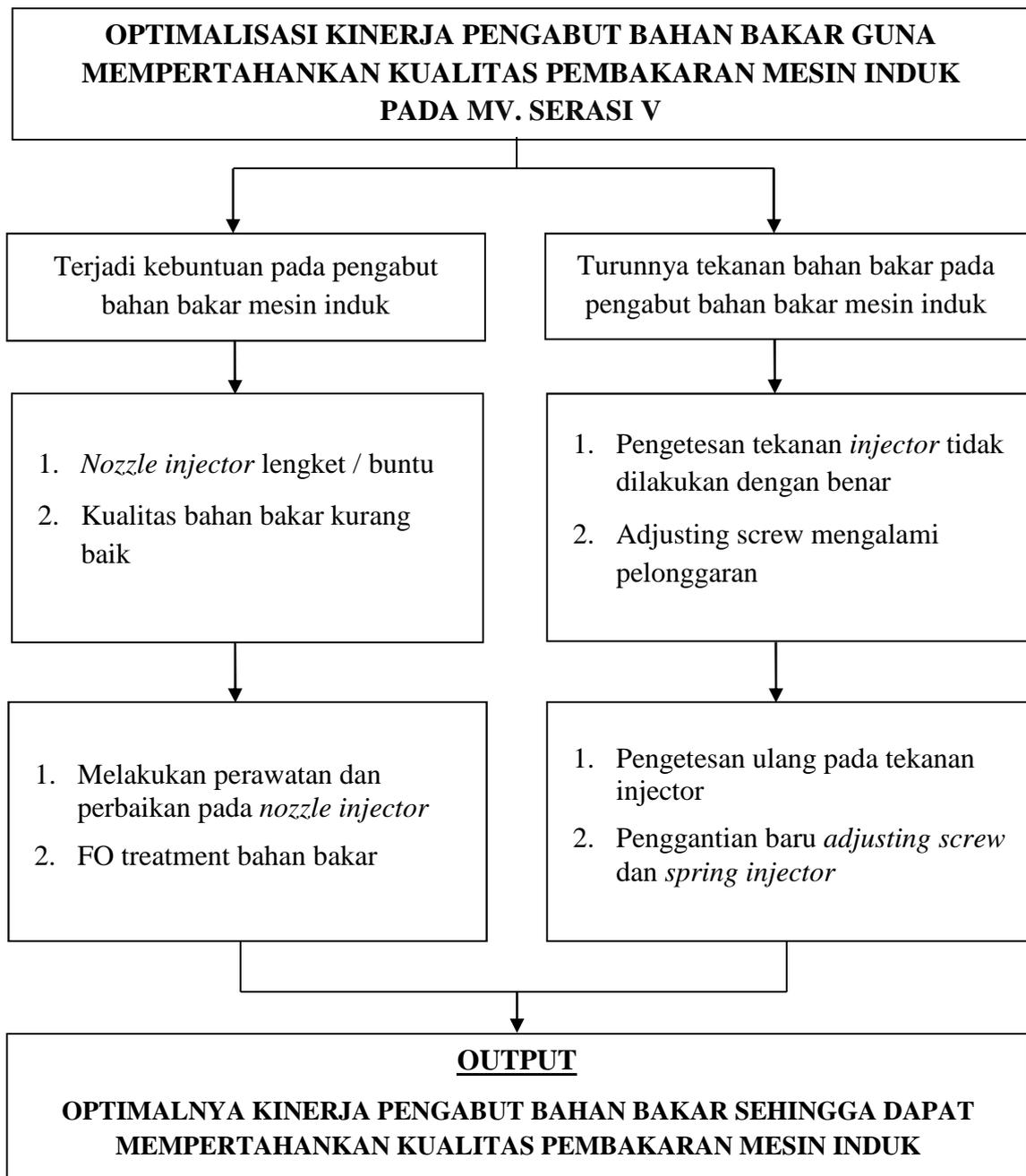
Gambar 2.2 *Fuel Oil Purifier*

Prinsip kerja purifier adalah memisahkan minyak dari air, lumpur dan kotoran lainnya dengan gaya sentrifugal berdasarkan berat jenisnya sehingga partikel yang mempunyai berat jenis yang lebih besar akan berada jauh meninggalkan porosnya, sedangkan partikel yang mempunyai berat jenis lebih kecil akan selalu berada mendekati porosnya :

- a. Lumpur-lumpur dapat dipisahkan dengan mudah dan dibuang dengan cara di *blow-up*.
- b. Gerakan pembuangan lumpur dilakukan dalam suatu waktu yang singkat dengan pembersihan yang tinggi.
- c. Proses pembersihan jauh lebih efisien dan ekonomis.

Setelah bahan bakar melalui proses purifikasi akan dilanjutkan ke Clarifier untuk dijernihkan dan dipisahkan dari endapan-endapan atau lumpur-lumpur yang belum dapat dipisahkan oleh purifier(hanya dapat memisahkan dari kotoran padat saja). Biasanya unit ini dipasang seri dengan purifier untuk menghasilkan bahan bakar yang benar-benar murni dan jernih

## B. KERANGKA PEMIKIRAN



## **BAB III**

### **ANALISIS DAN PEMBAHASAN**

#### **A. DESKRIPSI DATA**

Berikut beberapa peristiwa yang penulis alami selama bekerja di atas MV. SERASI V sebagai *Second Engineer* sejak tanggal 09 September 2021 sampai dengan 02 Mei 2023 diantaranya adalah sebagai berikut :

#### **1. Terjadi Kebuntuan Pada Pengabut Bahan Bakar Mesin Induk**

##### **a. Fakta I**

Pada tanggal 12 Mei 2022 saat kapal dalam pelayaran, terjadi kenaikan suhu gas buang mencapai  $500^{\circ}\text{C}$ , di monitor terus suhunya cenderung naik dari silinder. Hal ini disebabkan oleh pengabut bahan bakar yang tidak bekerja maksimal dan mutu bahan bakar yang kurang baik dan karena kurangnya perawatan pada sistem bahan bakar.



Gambar 3.1 kondisi injector yang rusak

*Chief Engineer* memerintahkan untuk menurunkan putaran mesin dan melaporkan kepada nakhoda meminta izin untuk berhenti guna mengecek keadaan mesin induk. Setelah berhenti *Chief Engineer* meminta kepada *Second Engineer* untuk membongkar semua pengabut bahan bakar dan test tekanan pengabut bahan bakar satu persatu. Ternyata pengabut bahan bakar silinder tekanannya kurang, hanya 200 bar karena tersumbat. Maka pengabut yang tekanannya rendah diganti dengan *ready spare*. Setelah diadakan pemeriksaan pada *maintenance report*, ditemukan bahwa jam kerja pengabut telah melewati masa perawatan.

**b. Fakta II**

Pada tanggal 12 Mei 2022, tiba-tiba mesin induk berhenti dengan sendirinya yang mengakibatkan kapal terapung-apung selama 3 jam. Pada saat itu semua perwira mesin turun ke kamar mesin dipimpin oleh *Chief Engineer* yang menginstruksikan *Third Engineer* untuk membersihkan *primary filter* dan *secondary filter* karena tersumbat oleh kotoran dan banyak mengandung air. Saat bersamaan *Second Engineer* mencabut semua *injector* untuk di test ulang, pada kenyataannya didapat bahwa bahan bakar mengandung kotoran sehingga pengabut tersumbat oleh kotoran yang terkandung didalam bahan bakar. Setelah diadakan pembersihan lalu pengabut bahan bakar tersebut diadakan pengetesan tekanan sebelum dipasang kembali.

Setelah bahan bakar tersebut digunakan tampak bahwa kotoran dan air yang ada pada bahan bakar mengganggu jalannya sistem kerja pembersih bahan bakar. Gangguan-gangguan sering terjadi pada sistem bahan bakar, yaitu:

- 1) Kotoran dan air yang ada pada bahan bakar dapat menyumbat saringan dari pompa transfer bahan bakar, sehingga dapat mengganggu kelancaran operasi kerja dari pompa transfer bahan bakar.



Gambar 3.2 Filter bahan bakar yang kotor

- 2) Begitu pula pada tanki endap (*settling tank*) kotoran dan air yang terbawa pada bahan bakar diendapkan, kemudian air dan kotoran ini dibuang melalui kran cerat (pembuangan).



Gambar 3.3 Kondisi tanki endap (*settling tank*)

- 3) Kotoran dan air yang ada pada bahan bakar ini kemudian dibersihkan, terlihat dari lubang pengeluaran kotoran lumpur dan air banyak terbang.



Gambar 3.4 Filter bahan bakar setelah dibersihkan

Dalam penerimaan bahan bakar dari bunker barge terdapat kotoran dan air yang masuk kedalam sistem bahan bakar, yang pada akhirnya mengganggu kelancaran kerja dari sistem bahan bakar, dan dapat menyebabkan operasi dari mesin penggerak utama dan mesin bantu terganggu sehingga kelancaran kerja operasi kapal menjadi terlambat dan menimbulkan kerugian-kerugian yang tidak kita inginkan.

## **2. Turunnya Tekanan Bahan Bakar Pada Pengabut Bahan Bakar Mesin Induk**

Pada waktu yang sama yaitu pada tanggal 12 Mei 2022 saat kapal dalam pelayaran, tekanan pengabut bahan bakar hanya 200 bar dari tekanan normal 280 bar - 300 bar. Setelah dilakukan pembongkara pengabut bahan bakar ditemukan bahwa *spring injector* sudah lemah. Kemudian dilakukan pengecekan pada laporan perawatan sebelumnya ternyata *spring injector* sudah melebihi batas limit (jam kerja).

## B. ANALISIS DATA

Berdasarkan uraian identifikasi permasalahan dan batasan masalah pada Bab I, maka penulis dapat menganalisisnya sebagai berikut :

### 1. Terjadi Kebuntuan pada Pengabut Bahan Bakar Mesin Induk

Hal ini disebabkan oleh :

#### a. *Nozzle Injector* Lengket / Buntu

Perawatan yang tertunda atau perawatan yang dilakukan melebihi dari batas jam kerja sesuai *planned maintenance system* (PMS) dan juga dengan perawatan penyetelan pengabut yang tidak sesuai buku petunjuk *instruction manual book* untuk tekanan pembukaan katup *spindle valve* pada tekanan penyemprotan 270 bar dari tekanan normal 280 - 300 bar, yang berakibat menjadi bocornya pengabut sehingga bahan bakar menetes sehingga terjadi kerak pada ujung pengabut mengakibatkan lubang *nozzle* buntu sehingga kondisi ini menyebabkan kerja pengabut tidak optimal.



Gambar 3.5 Alat pengetesan nozzle injector

Dengan terjadinya penyumbatan pada lubang *nozzle*, maka terjadi pembakaran di dalam silinder tidak sempurna. Maka dalam peyetelan test pengabut harus disesuaikan dengan *instruction manual book* tekanannya 280 - 300 bar untuk memperoleh pengabutan bahan bakar yang lebih baik dan supaya dapat dicapai jarak pancar dan pengabutan bahan bakar minyak yang baik dan berkecepatan tinggi sehingga bahan bakar yang berbentuk

kabut akan mudah terbakar dengan sempurna.

Dengan demikian campuran udara yang kurang sebagaimana terjadi pada mesin diesel di ruang pembakaran masih dapat diperoleh pencampuran udara dengan bahan bakar yang cukup sehingga terjadi pembakaran di dalam silinder sempurna.

Dari hasil analisis yang dilakukan telah ditemukan bahwa inozzle injector buntu sehingga perlu dilakukan perbaikan.

#### **b. Kualitas Bahan Bakar Kurang Baik**

Kualitas bahan bakar yang tidak standar mengakibatkan kerja mesin induk sangat berat. Dengan motor induk yang bekerja maksimal tetapi tidak menghasilkan tenaga yang optimal akan mengganggu pengoperasian kapal secara keseluruhan. Karena kualitas bahan bakar sangat berpengaruh sekali pada kerja mesin induk. Banyak terjadi pembuatan campuran bahan bakar yang dilakukan secara ilegal tanpa memperhatikan faktor-faktor kualitas yang sesuai standar, dalam hal ini kualitas tidak dapat dijamin dari bahan bakar yang dihasilkan.

Mesin induk akan menghasilkan daya optimal bila proses pembakaran bahan bakar yang di injeksikan ke dalam mesin dapat berlangsung sempurna. Untuk mendapatkan proses pembakaran yang sempurna antara lain diperlukan :

- 1) Volume udara bersih yang cukup.
- 2) Tekanan kompresi yang cukup.
- 3) Pencampuran bahan bakar dengan udara sebanding.
- 4) Pengabutan bahan bakar yang baik (tidak menetes).

Agar aliran udara masuk ke dalam mesin agar lancar, sistem udara bilas mulai dari filter blower, intercooler dan salurannya harus tetap dalam keadaan bersih. Agar kompresi tetap tinggi, piston ring harus berfungsi baik dan katup-katup menutup rapat.

Minyak mentah yang ditemukan pada suatu tempat tertentu (negara) biasanya mempunyai beberapa ciri dan sifat yang berbeda, misalnya minyak mentah yang ditemukan di Timur Tengah, mengandung banyak

minyak ringan atau bensin, lilin parafin dan sedikit bahan aspal. Pemakaian bahan bakar motor diesel di atas kapal telah ditentukan oleh pabrik pembuat melalui percobaan dan perhitungan yang teliti. Pentingnya percobaan dan penelitian dalam memilih bahan bakar yang baik untuk pengadaan di atas kapal, karena banyak bahan bakar yang tidak memenuhi spesifikasi yang digariskan di atas, mempunyai pengaruh yang sangat merugikan terhadap mesin diesel.

## **2. Turunnya Tekanan Bahan Bakar Pada Pengabut Bahan Bakar Mesin Induk**

Penyebabnya yaitu

### **a. Pengetesan Tekanan *Injector* Tidak Dilakukan Dengan Benar**

Perawatan dan pemeriksaan *injector* harus dilakukan secara berkala dan atau sesuai jam kerjanya (*running hours*), *Injector* baik ataupun kurang baik harus dicabut dan dilakukan pengecekan ulang apabila jam kerjanya sudah 1000 jam sampai 1500 jam. Pemeriksaan seluruh komponen bagian dalam *injector* satu persatu harus diperiksa secara teliti. Apabila bentuk dari lubang pengabut sudah *oval* atau tidak sama dan diameternya sudah membesar atau melebihi dari ukuran normalnya, maka *nozzle* dari pengabut tersebut harus diganti.

### **b. *Adjusting Screw* Mengalami Pelonggaran**

Besarnya ketegangan dari *nozzle spring* dapat diatur dengan menggunakan sekrup penyetel (*adjusting screw*). *Nozzle holder* berfungsi untuk memegang *nozzle* dan menentukan posisi serta arah daripada *nozzle*. *Nozzle holder* ini merupakan tempat bertemunya antara bahan bakar dan mengatur tekanan dimulainya penginjeksian (valve terbuka) pada *nozzle*. *nozzle* dan *nozzle* ditekan oleh *nozzle spring* melalui *push rod*. Tekanan awal penginjeksian bahan bakar diatur oleh besarnya ketegangan dari *nozzle spring*.

Penggunaan suku cadang *spring injector* yang tidak original maka ketahanannya juga tidak lama. Tidak seperti menggunakan suku cadang

yang original. Dengan demikian *spring injector* lebih cepat lemah sehingga mempengaruhi hasil penyemprotan bahan bakar.

Dari hasil analisis yang dilakukan tidak ditemukan pelanggaran pada *adjusting screw*.

## C. PEMECAHAN MASALAH

### 1. Alternatif Pemecahan Masalah

#### a. Terjadi Kebuntuan pada Pengabut Bahan Bakar Mesin Induk

Alternatif pemecahan masalahnya yaitu :

##### 1) Melakukan Perawatan dan Perbaikan pada *Nozzle Injector*

Perawatan terhadap alat pengabut tersebut kurang baik dan perlu diadakan penyekiran dan pengetesan ulang sampai terjadi pengabutan yang baik. Lakukan penyekiran dengan cara manual untuk mendapatkan hasil yang baik.



Gambar 3.6 Penyekiran *Injector*

Adapun tahap-tahap perawatan pengabut bahan bakar adalah sebagai berikut :

- a) Pengabut bahan bakar harus dicabut total dari kedudukannya pada *cylinder head* mesin induk, lalu dibersihkan bodi keseluruhan dan apabila pengabutnya kurang sempurna/ menetes baru di *overhaul*.
- b) Bagian pengabut dibuka satu persatu, mulai dari membuka penutup atas dan melonggarkan mur, penyetel/*lock* mur untuk mengendorkan batang pengatur tekanan kerja (*adjusting screw*) kemudian bagian-bagian yang lain dikeluarkan semua untuk dibersihkan, kemudian membuka mur penekan *nozzle assembly* dan diadakan pemeriksaan semua detail dari pengabut serta *nozzle*-nya, terutama pegas, jarum dan lubang-lubang *nozzle* yang mungkin terjadi keausan pada seatingnya atau batang *nozzlenya*. Pada lubang-lubang *Oriifice Nozzle* dibersihkan menggunakan sikat baja yang halus sesuai dengan ukurannya. Bersihkan timbunan arang pada mulut dan lubang-lubang *nozzle* yang mungkin menempel dan mengeras. Kalau masih terlihat bagus jarum *nozzle*-nya agar di *grinding* / *di lapping* menggunakan braso.
- c) Perakitan kembali setelah proses pembersihan *nozzle* selesai, maka proses berikutnya adalah merakit kembali dengan pemeriksaan ulang terhadap komponen yang dirakit (misalnya jarum *nozzle*, badan *nozzle*).
- d) Dalam penyetelan tekanan kerja perhatikan momen punter mur pengunci sesuai yang diizinkan didalam buku pemeliharaan, setelah mencapai tekanan kerjanya bila pengabutannya sudah sempurna dan tak menetes lagi, mur penahan *adjusting screw* dikencangkan dan bodi pengabut dilumasi dengan "*Molycote*" serta siap untuk dipasang kembali seperti semula pada kedudukannya di atas *cylinder head*.
- e) Setelah menyelesaikan uji tekanan kerja *nozzle* pada alat penguji dengan mencapai hasil pengabutan yang ideal  $280 \text{ kg/m}^2$  dan

pengujian dinyatakan baik, maka selanjutnya pengabut dapat dipasang kembali seperti semula.



Gambar 3.7 Pemasangan injector

- f) Setelah membersihkan dudukan pengabut dan menyiapkan *gasket* (paking tembaga) pengabutnya dipasang kembali pada dudukannya kemudian mur penekan dan sambungan-sambungan saluran bahan bakar dipasang kembali, setelah selesai, *handle* bahan bakar dinaikkan kemudian pompa bahan bakar tekanan tinggi dipompa secara manual hingga bahan bakar keluar pada mur penyambung pipa bahan bakar dengan pengabutnya, kemudian murnya diikat pada kunci momen.

Dengan demikian penyemprotan bahan bakar yang baik akan menghasilkan pembakaran dalam *cylinder* sempurna sehingga menghasilkan daya yang bisa menunjang mesin induk bekerja dalam performa baik guna memperlancar pengoperasian kapal. Dalam melaksanakan perawatan pengabut bahan bakar ini di atas kapal berpedoman dengan jam kerja (*Running Hours*) yaitu 1000-1500 Hrs.

Dengan melaksanakan persyaratan-persyaratan, maka perawatan dapat berjalan dengan baik dan tepat pada waktunya sesuai dengan perencanaan sebelum dan setiap kegiatan perawatan harus dicatat dalam buku catatan pemeliharaan untuk mempermudah dalam rangka pembuatan rencana perawatan berikutnya.

Pada saat terjadi proses penyemprotan bahan bakar dengan tekanan yang tinggi, kadang kala dengan kualitas bahan bakar yang kurang baik seperti bahan bakar yang mengandung beberapa logam berat seperti besi, timbal dan lainnya, bisa mempengaruhi elastisitas pegas dan *nozzle*. Dengan banyaknya lumpur yang masuk pada saluran bahan bakar pada permukaan ujung jarum *nozzle* atau lubang penyemprotan secara terus menerus maka lubang penyemprotan akan menjadi mengecil akibat tertutup sebagian kerak yang tidak dapat di kabutkan bersama bahan bakar di ruang bakar. Sehingga ujung jarum *nozzle* atau lubang penyemprotannya tidak sempurna lagi bentuknya.

Dengan ujung *nozzle* dan lubang penyemprotan yang sudah tidak sempurna lagi bentuknya, akan membuat bahan bakar menetes dan tidak terbakar dengan sempurna. Oleh karena itu *nozzle* yang sudah tertutup oleh kerak tersebut perlu di bersihkan. Sedangkan apabila *nozzle* sudah di bersihkan tapi penyemprotan masih tidak sempurna, maka satu-satunya cara adalah dengan mengganti *nozzle* dengan yang baru.

Proses penggantian *nozzle* baru, sebelum di pasang ke dalam *injector* harus dioles dahulu dengan pasta agar kedudukan *nozzle* tepat pada tempatnya. Kemudian di lakukan pengetesan dengan menggunakan alat *test pump injector* yang di sebut *injection calibration process* agar mendapatkan pengabutan yang sempurna sesuai dengan *Instruction Manual Book* untuk mendapat standarisasi yang di inginkan.

Untuk memperoleh hasil penyemprotan / pengabutan yang baik harus ditunjang oleh performa yang baik dari pengabut bahan bakar. Sehingga dalam pengoperasiannya dapat menghasilkan daya mesin induk yang optimal. Untuk mempertahankan kinerja dari pengabut bahan bakar maka pengabut bahan bakar harus sering dilakukan

*pressure test* dan dibersihkan secara berkala sesuai dengan *Planned Maintenance System (PMS)*.

## 2) **FO Treatment Bahan Bakar**

Untuk mendapatkan bahan bakar yang berkualitas baik dapat dilakukan perawatan dengan menggunakan *Fuel Oil Treatment (FOT)*. Pada beberapa kapal sebelum menerima bahan bakar baru di tangki dasar dimasukkan *chemical (Fuel Oil Treatment)* sesuai takaran perbandingan yang diinginkan, hal ini dilakukan untuk :

- a) Memisahkan lumpur dari bahan bakar
- b) Meningkatkan kemampuan pengabutan
- c) Mencegah terjadinya korosi pada tangki–tangki penyimpanan dan saluran pipa-pipa bahan bakar

Dengan bereaksinya *chemical* dengan bahan bakar maka akan memisahkan Lumpur dan kotoran-kotoran berat kedasar tangki.

Hal yang harus dilakukan adalah dengan memanasi tangki - tangki dasar ini sampai temperatur  $32^{\circ}\text{C}$  diatas titik beku (*Pour Point*) untuk MFO (*Marine Fuel Oil*) titik bekunya  $0-20^{\circ}\text{C}$  berarti tangki dasar yang berisi MFO tersebut harus dipanasi hingga  $40^{\circ}\text{C}$ . Hal ini dimaksudkan untuk memudahkan proses transfer bahan bakar dari tangki dasar endap (*settling tank*) agar dengan mudah dihisap / ditekan oleh pompa transfer bahan bakar.

Untuk mendapatkan bahan bakar yang berkualitas baik dapat dilakukan perawatan dengan menggunakan FOT. Pada beberapa kapal sebelum menerima bahan bakar baru ditangki dasar dimasukkan *chemical (Fuel Oil Treatment)* sesuai takaran perbandingan yang diinginkan, hal ini dilakukan untuk:

- (1) Memisahkan lumpur dari bahan bakar
- (2) Meningkatkan kemampuan pengabutan
- (3) Mencegah terjadinya korosi pada tangki–tangki penyimpanan dan saluran pipa-pipa bahan bakar

Dengan bereaksinya *chemical* dengan bahan bakar maka akan memisahkan Lumpur dan kotoran-kotoran berat kedasar tangki.

Hal yang harus dilakukan adalah dengan memanasi tangki-tangki dasar ini sampai temperatur  $32^{\circ}\text{C}$  diatas titik beku (*Pour Point*) untuk MFO (*Marine Fuel Oil*) titik bekunya  $0^{\circ}\text{C}$ - $20^{\circ}\text{C}$  berarti tangki dasar yang berisi IFO tersebut harus dipanasi hingga  $40^{\circ}\text{C}$ . Hal ini dimaksudkan untuk memudahkan proses transfer bahan bakar dari tangki dasar endap (*settling tank*) agar dengan mudah dihisap / ditekan oleh pompa transfer bahan bakar.

**b. Turunnya Tekanan Bahan Bakar pada Pengabut Bahan Bakar Mesin Induk**

Alternatif pemecahan masalahnya yaitu:

**1) Pengetesan Ulang pada Tekanan *Injector***

Pemeriksaan dan pengetesan *injector* harus dilakukan sesuai dengan *instruction manual book* agar hasil yang dicapai dapat maksimal. Hasil dari pemeriksaan dan pengetesan *injector* dari masing-masing *cylinder* harus dicatat sehingga dapat dijadikan referensi dan pedoman untuk perawatan berikutnya.

Pengetesan *injector* dilakukan tiap jam kerja (*running hours*) atau terpakai 500-1000 jam putaran mesin. Sebelum mengadakan pengetesan periksa terlebih dahulu *nozzle* atau lubang injeksi jika ada kerak karbon/arang yang menutupi, maka harus dibersihkan terlebih dahulu, pengetesan *injector* tersebut meliputi:

a) *Injection test* (tes penyemprotan)

Mengatur tekanan secara perlahan dengan menggunakan *injector tester*. Mengukur tekanan pada saat *injector* mulai menyemprot. Sesuai dengan buku petunjuk di kapal bahwa pengaturan tekanan pada saat pembukuan katup *injector* adalah  $320 \text{ kg/cm}^2$  -  $340\text{kg/cm}^2$

b) *Atomization test* (tes pengkabutan)

Ketika tekanan bahan bakar menjadi cukup tinggi maka akan membuka katup sehingga bahan bakar akan mengabut. Pengabutan dipengaruhi oleh pergerakan dari jarum pengabut dan ketepatan dari pengaturan tekanan, jika lubang mulut pengabut ada yang tersumbat maka pengabutan akan berkurang, jika kondisi jarum pengabut dan rumahnya tidak baik maka *injector* akan menetes, maka *injector* harus diatur kembali atau dengan penggantian *nozzle*.

c) *Pressure resistance test* (tes penurunan tekanan)

Pengetesan yang dilakukan untuk mengetahui waktu penurunan tekanan dari tekanan yang ditentukan menuju tekanan tertentu harus sesuai dengan yang dikehendaki. Sesuai *instruction manual book* waktu untuk penurunan dari 320 kg/cm<sup>2</sup> menuju 220 kg/cm<sup>2</sup> adalah 30-90 detik.

2) **Penggantian Baru *Adjusting Screw* dan *Spring Injector***

Untuk menghasilkan tekanan tinggi yaitu 300 kg/cm<sup>2</sup>, komponen pengabut bahan bakar seperti *spring retainer* harus dalam kondisi baik. *Spring valve* yang sudah lemah / rusak menyebabkan tekanan pengabutan pada pengabut bahan bakar turun, sehingga penyemprotan bahan bakar oleh pengabut tidak maksimal. Akibat dari penyemprotan bahan bakar yang tidak maksimal, maka pembakaran di dalam *cylinder* tidak sempurna. Oleh karena itu *spring retainer* yang sudah lemah / rusak harus diganti dengan yang baru dan menggunakan *genuine part*.

*Spring retainer* harus selalu diperhatikan setiap kali *injector* dibuka, yaitu tiap 3000-4000 jam kerja. Kalau ditemukan *spring injector* sudah lemah, maka harus dilakukan penggantian menggunakan suku cadang original. Dengan menggunakan suku cadang original maka kinerjanya pun lebih maksimal dan masa pakai yang lebih lama.

*Spring injector* yang sudah melebihi batas limit harus diganti dengan yang baru. Jika tidak ada stok *spring injector* baru dan original di atas kapal, maka untuk keadaan darurat dapat dilakukan dengan merekondisi *spring* yang lama. Meskipun rekondisi tidak bertahan lama, tapi dapat digunakan pada saat-saat darurat sambil menunggu suku cadang baru dikirim dari pihak perusahaan.

## **2. Evaluasi Terhadap Alternatif Pemecahan Masalah**

### **a. Terjadi Kebuntuan pada Pengabut Bahan Bakar Mesin Induk**

#### **1) Melakukan Perawatan dan Perbaikan pada *Nozzle Injector***

Keuntungannya :

- a) Tekanan pengabut bahan bakar normal
- b) Pembakaran di dalam silinder sesuai yang diharapkan
- c) Hasil lebih maksimal

Kerugiannya :

- a) Hasil kurang maksimal
- b) Membutuhkan pemahaman dan ketelitian dalam pelaksanaannya.
- c) Biaya lebih mahal
- d) Sering terkendala persediaan suku cadang di atas kapal

#### **2) FO Treatment Bahan Bakar**

Keuntungannya :

- (1) Dapat dilakukan oleh semua ABK Mesin
- (2) Bahan bakar bersih dari kotoran

Kerugiannya :

- (1) Membutuhkan waktu yang cukup lama
- (2) Membutuhkan persediaan bahan chemical untuk perawatan

**b. Turunnya Tekanan Bahan Bakar pada Pengabut Bahan Bakar Mesin Induk**

**1) Pengetesan Ulang pada Tekanan Injector**

Keuntungan:

- a) Melalui pengetesan ulang, dapat mengidentifikasi masalah dengan lebih tepat, mengetahui apakah masalah terkait dengan *injector* atau ada faktor lain yang mempengaruhi tekanan bahan bakar.
- b) Biaya rendah, lebih ekonomis daripada mengganti komponen secara langsung.
- c) Dengan pengetesan ulang, dapat melakukan pengaturan yang lebih baik pada sistem injeksi bahan bakar, mengoptimalkan kinerja mesin.

Kerugian:

- a) Pengetesan ulang memerlukan waktu.
- b) Memerlukan pengetahuan teknis yang baik dan peralatan khusus untuk melakukan pengetesan yang akurat.

**2) Penggantian Baru *Adjusting Screw* Dan *Spring Injector***

Keuntungan:

- a) Mengganti komponen yang mengalami masalah dapat mengatasi masalah dengan cepat dan mengembalikan mesin ke kondisi operasional.
- b) Jika *adjusting screw* dan *spring injector* merupakan penyebab langsung masalah, penggantian dapat memberikan solusi yang definitif.

Kerugian:

- a) Penggantian komponen bisa jadi lebih mahal daripada pengetesan ulang, terutama jika perlu mengganti suku cadang asli.
- b) Penggantian komponen tunggal mungkin tidak mengatasi masalah

jika ada faktor lain yang mempengaruhi tekanan bahan bakar.

- c) Penting untuk memastikan bahwa komponen pengganti cocok dan sesuai dengan mesin mesin.

### **3. Pemecahan Masalah yang Dipilih**

#### **a. Terjadi Kebuntuan pada Pengabut Bahan Bakar Mesin Induk**

Berdasarkan evaluasi terhadap alternatif pemecahan masalah di atas, maka solusi yang dipilih untuk mengatasinya yaitu melakukan perawatan dan perbaikan pada *nozzle injector*.

#### **b. Turunnya Tekanan Bahan Bakar pada Pengabut Bahan Bakar Mesin Induk**

Berdasarkan evaluasi terhadap alternatif pemecahan masalah di atas, maka solusi yang dipilih untuk mengatasinya yaitu mengganti *adjusting screw* dan *spring injector* dengan yang original

## **BAB IV**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **A. KESIMPULAN**

Berdasarkan uraian dan pembahasan pada bab sebelumnya, maka penulis menarik beberapa kesimpulan tentang kurang optimalnya kinerja pengabut bahan bakar di atas MV. SERASI V sebagai berikut :

1. Terjadi kebuntuan pada pengabut bahan bakar mesin induk disebabkan *nozzle injector* lengket / buntu dan kualitas bahan bakar kurang baik.
2. Turunnya tekanan bahan bakar pada pengabut bahan bakar mesin induk disebabkan pengetesan tekanan *injector* tidak dilakukan dengan benar dan *spring injector* sudah lemah.

#### **B. SARAN**

Berdasarkan kesimpulan di atas, maka penulis memberikan saran-saran sebagai berikut :

1. Untuk mengatasi kebuntuan pada pengabut bahan bakar mesin induk, disarankan ABK Mesin agar melakukan perawatan atau perbaikan pada *nozzle injector* sesuai PMS dengan memperhatikan jam kerja pada *injector (running hours)* dan melakukan FO treatment bahan bakar.
2. Untuk mengatasi turunnya tekanan bahan bakar pada pengabut bahan bakar mesin induk, seharusnya ABK mesin melakukan pengetesan ulang pada tekanan *injector* dan penggantian baru *adjusting screw* dan *spring injector* dengan suku cadang original.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arismunandar, W dan Koichi Tsuda. (2014). *Motor Diesel Putaran Tinggi*. Jakarta: Pradnya Paramita
- Johan Handoyo, Jusak. (2019). *Mesin Diesel Penggerak Utama Kapal*, Jakarta : Maritime Djangkar (Sudivisi)
- Karyanto. (2012). *Panduan Reparasi Mesin Diesel*. Pedoman Ilmu Jaya, Jakarta
- Nurrohman. (2017). *Optimalisasi Pelayanan Publik*. Jakarta : Raja Grafindo Persada
- Nurul Huda, Mohammad. (2018). *Kamus Besar Bahasa Indonesia*. Jakarta: Balai Pustaka
- P. Van Maanen. (2017). *Motor Diesel Kapal*, Nautech
- Sehwarat, M.S dan J.S Narang. (2011). *Production Management*. Jakarta : PT. Raja Grafindo Persada
- Sukoco dan Zainal Arifin. (2018). *Teknologi Motor Diesel*. Bandung : Alfabeta
- Winardi. (2016). *Kepemimpinan dalam Manajemen*. Jakarta: PT. Rineka Cipta
- \_\_\_\_\_ *International Safety Magement (ISM) Code as Amanded in 2002, IMO Publications*
- \_\_\_\_\_ *Safety of Life at Sea (SOLAS) 1974/1978 Chapter II Part C, D, E, IMO Publications*

Vessel's Name : **MV. SERASI V**  
 Flag : Indonesia  
 Port Register : Jakarta  
 Call Sign : PNTN  
 Owner : PT. Toyofuji Serasi Indonesia  
 Class : N.K. / B.K.I  
 Ship' Builder : Naikai Shipbuilding & Engineering Co. Ltd.  
 Date of first keel laid : 03rd July 1991  
 Delivered : 31st October 1991  
 Kind of Ship : Ro-Ro / Car Carrier  
 IMO Number : 9039873  
 No. IMN : 452501839  
 Official Number : 2011 Pst No. 6637 / L  
 MMSI Number : 525015778  
 Inmarsat Tel.No. : 870-765057458 ~ 870-765057461  
 Inmarsat Fax.No. : 870-765055492 ~ 870-765057460  
 E-mail : [PNTN@globeemail.com](mailto:PNTN@globeemail.com)  
 GRT (International) : 10.245 Tons  
 NRT : 3.368 Tons  
 Displacement : 7.643 Tons  
 Dead Weight : 3.572 Tons  
 Light Condition : 4.071 Tons  
 Length Over All : 128,92 Mtrs  
 Bow to Bridge : 23,87 Mtrs  
 Aft to Bridge : 105,05 Mtrs  
 Length (BP) : 117,00 Mtrs  
 Breadth : 20,00 Mtrs  
 Depth ( Mld 1 deck ) : 11,76 Mtrs  
 Height / Air Draft : 34,90 Mtrs  
 Draft (Full Loaded) : 6,016 Mtrs  
 Service Speed : Approx. 18 Kts  
 Type of Main Engine : Hitachi Zosen B&W 71.42 MC / MCR 8,120 PS x 168 RPM  
 Power : 5.972 KW  
 Bow Thruster : 11.5 Ton / 720 KW  
 Stern Thruster : 11.5 Ton / 720 KW  
 Pitch : 3,933 NM  
 Complement Max : 22 persons

Detail of Car Deck

No	Deck No.	Clear Height	Max Car Deck Axle Load	Car Capacity
1	D2	2.1 m	1.5 T / Car	192 Units
2	D1	F: 2.7 m / A: 3.25 m	1.5 T / Car	191 Units
3	B1	2.1 m	1.5 T / Car	153 Units
4	B2	2.1 m	1.5 T / Car	118 Units
5	B3	2.1 m	1.5 T / Car	91 Units
6	B4	1.9 m	1.5 T / Car	58 Units
<b>T O T A L</b>				<b>803 Units</b>



**CREW LIST**

047

<b>PT. TOYOBUJI SERASI INDONESIA</b>	<b>PT. TOYOBUJI SERASI INDONESIA</b>	<b>DAERAH PELAYARAN</b>	<b>ANTAR PULAU INDONESIA</b>
<b>NAMA KAPAL</b> : MV. SERASI - V	<b>CALL SIGN</b> : P N T N	<b>TIBA DARI</b> : TIBA DARI	<b>Belawan</b>
<b>GT / PK</b> : 10.245 TON / 8120 PS X 158 RPM		<b>TUJUAN</b> : TUJUAN	<b>Belawan</b>

No	Nama	Jabatan	No. Sijil	Tgl. Lahir	Kelas	Jazah	Nomor	No. PKL	Buku Pelaut	
									Nomor	Masa Berlaku
1	Capt. YOHANIS RUNGANG	Nakhoda		01.04.1957	ANT I	6200069032N10214	308/895 / VI / SYB.TPK/19	H - 060081	04.11.2025	
2	LA USMAN	Mualim - I	50	27.06.1981	ANT II	6201041853N20218	308/1586/VIII/ SYB.TPK/19	F - 237611	03.05.2024	
3	ANDRI BASTYAN	Mualim - II	48	29.01.1981	ANT III	6201014240N30217	308/894/VI / SYB.TPK/19	I - 024719	14.04.2026	
4	SONY GUMILAR	Mualim - III	75	15.08.1997	ANT III	6201695090M30317	524/IX/ KSOP.PMB/22	H - 025446	30.03.2025	
5	MUSLIKIN	KKM	24	27.05.1974	ATT I	6200071443T10214	308/036/V/ SYB.TPK/16	F - 314906	06.02.2025	
6	MARDI SANTOSO	Masinis - II	64	10.06.1987	ATT II	6211700764M33821	524/1/20/KSOP.PMB/2023	F - 217015	20.02.2024	
7	HENRY MARHOT P MANURUNG	Masinis - III	6	20.09.1986	ATT III	6200266391S30117	308/1379/IX/ SYB.TPK/15	H - 060651	01.08.2026	
8	YONAS SAMPERERUNG	Masinis - IV	68	03.11.1984	ATT III	6200475662S30216	524/13/III/ KSOP.PMB/22	F - 321071	12.02.2025	
9	XAVERIUS LODANG	Serang	73	02.04.1961	R.A.S. DECK	6200069534340718	524/2/II/KSOP.PMB/22	F - 304239	05.12.2024	
10	DIKKRI AGUSTYA DARMAWAN	Juru Mudi	74	16.03.1998	ANT IV	6212014328N43822	524/2/2/KSOP.PMB/22	F - 284449	13.08.2025	
11	JUWARI	Juru Mudi	18	03.04.1982	R.A.S. DECK	6202156644340122	524/6/V/ KSOP.PMB/22	G - 042805	04.02.2024	
12	ALEFIAN BAGAS WICAKSONO	Juru Mudi	65	27.08.2000	ANT IV	6211736697N40222	524/9/1/9/ KSOP.PMB/23	F - 293340	25.10.2024	
13	DANI RAHMAT K	Kelas	69	07.01.1984	BST	62001194160010122	524/20/VIII/ KSOP.PMB/22	H - 032241	06.06.2025	
14	IDIL FITRIS	Mandor	23	18.09.1977	R.A.S.ENGINE	6200404817420215	308/1517/III/ SYB.TPK/17	E - 149136	03.02.2024	
15	NUGROHO UTOMO	Juru Minyak	13	09.05.1983	R.A.S.ENGINE	6200472989420216	308/1044/IV/ SYB.TPK/16	I - 024576	06.03.2026	
16	LUKMAN NUL KHAKIM	Juru Minyak	67	30.09.1990	R.A.S.ENGINE	6200570835420716	524/13/I/ KSOP.PMB/22	E - 126652	11.10.2023	
17	LUTER LAPK KAMBAN	Juru Minyak	55	15.10.1979	R.A.S.ENGINE	62002298695420718	308/1552/VIII/ SYB.TPK/19	I - 024580	06.03.2026	
18	CANDRA DWI	Juru Minyak	63	29.06.1994	R.F.W.ENGINE	6211405407350220	524/480/IX/ SYB.TPK/21	F - 323289	06.04.2025	
19	UWANG HARONO	Juru Masak	73	25.12.1967	BST	6201348724010722	524/20/X/ KSOP.PMB/22	G - 033273	22.03.2024	
20	HARJITO	Pelayan	19	16.05.1989	BST	6201551766010510	308/523/X/ SYB.TPK/12	F - 025335	19.05.2024	
21	ALAN ROBERT TATENGKENG	Kadel Deck		26.08.2002	BST	6211863459010318		I.075866	31.06.2026	

Palimban : 25 Agustus 2023  
 Mengetahui,  
  
 Capt. Yohanis Runggang  
 Nakhoda



**PENGAJUAN SINOPSIS MAKALAH**

NAMA : MARDI SANTOSO  
NIS : 01972/T-I  
BIDANG KEAHLIAN : TEKNIKA  
PROGRAM DIKLAT : DIKLAT PELAUT- I

**Mengajukan Sinopsis Makalah sebagai berikut**

**A. Judul**

OPTIMALISASI KINERJA PENGABUT BAHAN BAKAR GUNA MEMPERTAHAKAN KUALITAS PEMBAKARAN MESIN INDUK PADA MV SERASI V

**B. Masalah Pokok**

1. Terjadi kebuntuan pada pengabut bahan bakar mesin induk
2. Turunnya tekanan bahan bakar pada pengabut bahan bakar mesin induk

**C. Pendekatan Pemecahan Masalah**

1. Melakukan perawatan dan perbaikan pada *nozzle injector*
2. FO treatment bahan bakar
3. Pengetesan ulang pada tekanan injector
4. Penggantian baru adjusting screw dan spring injector

Dosen Pembimbing I

**Mohamad Ridwan, S.Si.T., M.M**

Penata (III/c)

NIP. 19780707 200912 1 005

Menyetujui :

Dosen Pembimbing II

**Panderaja Sijabat S.Kom. MMTr**

Penata Tk.I (III/d)

NIP. 19730115 199803 1 001

Jakarta, Juli 2023

Penulis

**Mardi Santoso**

NIS : 01972/T-I

Ketua Jurusan Teknika

**Capt. Suhartini, MM., M.MTr**

Penata TK. I (III/d)

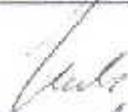
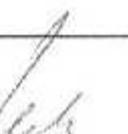
NIP. 19800307 200502 2 002

**SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN  
DIVISI PENGEMBANGAN USAHA  
PROGRAM DIKLAT PELAUT - I**

Judul Makalah : OPTIMALISASI KINERJA PENGABUT BAHAN BAKAR  
GUNA MEMPERTAHANKAN KUALITAS PEMBOKARAN  
MEGAN INDIUK PADA MV SERABI V

Dosen Pembimbing II : **Panderaja sijabat S.Kom. MMTr**

Bimbingan II :

No.	Tanggal	Uraian	Tanda Tangan Pembimbing
1	7/08/2023	BAK I. Pengujian Sekapas	
2	14/08/2023	BAK II. Agun Lantau Testi Segui kem dengan Rucun masabul	
3	21/08/2023	BAK III Agun Pelebaran ssom dengan Rucun masabul	
4	28/08/2023	BAK IV Keaputan adobal Jember Rucun masabul	

Catatan : .....

.....

.....

**SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN**  
**DIVISI PENGEMBANGAN USAHA**  
**PROGRAM DIKLAT PELAUT - I**

Judul Makalah : OPTIMASASI KINERJA PENGADUK BAHAN BAKAR OLINA  
MEMPERTAHANKAN KUALITAS PEMERIKSAAN MESIN INDUK  
PADA MV SERASI V

Dosen Pembimbing I : Mohamad Ridwan, S.Si.T., M.M

Bimbingan I :

No.	Tanggal	Uraian	Tanda Tangan Pembimbing
1	7/08/2023	BAB I pendahuluan synopsis	
2	7/08/2023	pendahuluan Jurnel ACC	
3	7/08/2023	penyusunan BAB I lanjut bab II	
4	14/08/2023	penyusunan BAB II lanjut bab III	
5	21/08/2023	penyusunan BAB III lanjut bab IV	
6	28/08/2023	BAB IV penutup	

Catatan : Siap & diserahkan 

.....

.....