

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



**MAKALAH**

**OPTIMALISASI PERAWATAN PENGABUT BAHAN  
BAKAR GUNA MEMPERTAHANKAN KUALITAS  
PEMBAKARAN MESIN INDUK  
DI KM. INTAN DAYA 322**

Oleh :

**HERMAN EFENDI**

**NIS. 01832/T-I**

**PROGRAM PENDIDIKAN DIKLAT PELAUT I  
JAKARTA  
2022**

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



**MAKALAH**

**OPTIMALISASI PERAWATAN PENGABUT BAHAN  
BAKAR GUNA MEMPERTAHANKAN KUALITAS  
PEMBAKARAN MESIN INDUK  
DI KM. INTAN DAYA 322**

**Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan  
Untuk Penyelesaian Program Diklat Pelaut ATT-I**

**Oleh :**

**HERMAN EFENDI**

**NIS. 01832/T-I**

**PROGRAM PENDIDIKAN DIKLAT PELAUT I  
JAKARTA**

**2022**

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



**TANDA PERSETUJUAN MAKALAH**

Nama : HERMAN EFENDI  
NIS : 01832/T-I  
Program Pendidikan : Diklat Pelaut - I  
Jurusan : TEKNIKA  
Judul : OPTIMALISASI PERAWATAN PENGABUT BAHAN  
BAKAR GUNA MEMPERTAHANKAN KUALITAS  
PEMBAKARAN MESIN INDUK DI KM. INTAN DAYA 322

Pembimbing I

**Hartaya, MM**

Penata Tk.I (III//d)

NIP. 19660310 199903 1 002

Jakarta, Agustus 2022

Pembimbing II

**AN. Pramono, SH., M.M., M.Mar.E**

Dosen STIP

Mengetahui :

Ketua Jurusan Teknika

**Diah Zakiah, ST, MT**

Penata TK. I (III//d)

NIP. 19790517 200604 2 015

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



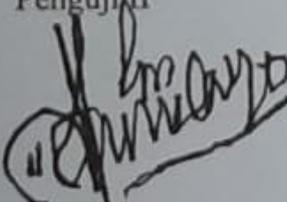
**TANDA PENGESAHAN MAKALAH**

Nama : IDRIS HASIM  
NIS : 01834/T-I  
Program Pendidikan : Diklat Pelaut - I  
Jurusan : TEKNIKA  
Judul : UPAYA MENGATASI MENURUNNYA DAYA MESIN  
INDUK UNTUK MENUNJANG KELANCARAN OPERASI  
MT. MUTIARA GLOBAL

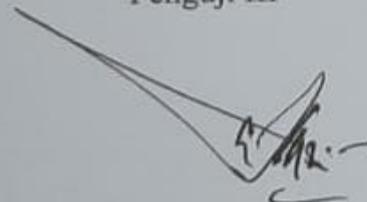
Penguji I

  
Supardi Temmu, M.Si, M.Mar.E  
Pembina Tk.I (IV/a)  
NIP. 19730825 200212 1 002

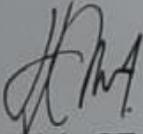
Penguji II

  
Ir. Jusak J. Handoyo  
SE, M.Min, MMarE  
Dosen STIP

Penguji III

  
Hartaya, MM  
Penata Tk.1 (III/d)  
NIP. 19660310 199903 1 002

Mengetahui :  
Ketua Jurusan Teknika

  
Diah Zakiah, ST, MT  
Penata TK. I (III/d)  
NIP. 19790517 200604 2 015

## **KATA PENGANTAR**

Dengan penuh kerendahan hati, penulis memanjatkan puji serta syukur kehadirat Tuhan yang maha esa, atas berkat dan rahmatnya serta senantiasa melimpahkan anugerahnya, sehingga penulis mendapat kesempatan untuk mengikuti tugas belajar program upgrading Ahli Teknik Tingkat I yang diselenggarakan di Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran Jakarta. Guna memenuhi persyaratan Kurikulum Program Upgrading ATT-I, maka semua pasis diwajibkan untuk membuat atau menulis sebuah makalah berdasarkan pengalaman selama bekerja di atas kapal dan ditunjang dengan teori-teori serta bimbingan dari pada dosen pembimbing STIP Jakarta. Sehingga penulis dapat menyelesaikan makalah ini sesuai dengan waktu yang ditentukan dengan judul :

**“OPTIMALISASI PERAWATAN PENGABUT BAHAN BAKAR GUNA  
MEMPERTAHANKAN KUALITAS PEMBAKARAN MESIN INDUK  
DI KM. INTAN DAYA 322”**

Penulis menyadari akan keterbatasan kemampuan dalam penyusunan serta penulisan makalah ini, sehingga masih banyak kekurangan-kekurangan dan hasilnya masih belum sempurna. Oleh sebab itu penulis membukakan diri untuk menerima kritik serta saran-saran yang positif guna menuju keperbaikan makalah ini. Selanjutnya segala rendah hati, bersama ini penulis menyampaikan rasa terima kasih sebesar besarnya kepada yang terhormat Yang Terhormat :

1. Capt. Sudiono, M.Mar, selaku Kepala Sekolah tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta.
2. Bapak Dr. Ali Muktar Sitompul, MT, selaku Kepala Divisi Pengembangan Usaha Sekolah tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta.
3. Ibu Diah Zakiah, ST, MT, selaku Ketua Jurusan Teknik Sekolah tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta.
4. Bapak Hartaya, MM., selaku dosen pembimbing I yang telah meluangkan waktu untuk memberikan saran dan pikirannya mengarahkan penulis pada sistematika materi yang baik dan benar

5. Bapak AN. Pramono, SH.,M.M.,M.Mar.E, 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. Istri tercinta yang membantu atas doa dan dukungan selama pembuatan makalah.
8. Anak tersayang yang telah memberikan semangat selama pengerjaan makalah.
9. Orang tua tercinta yang membantu atas doa dan dukungan selama pembuatan makalah.
10. Semua rekan-rekan Pasis Ahli Teknika Tingkat I Angkatan LXIII tahun ajaran 2022 yang telah memberikan bimbingan, sumbangsih dan saran baik secara materil maupun moril sehingga makalah ini akhirnya dapat terselesaikan.

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

Jakarta, Oktober 2022

Penulis,



HERMAN EFENDI

NIS. 01832/T-I

## DAFTAR ISI

	Halaman
<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> .....	viii
<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 .....	4
E. WAKTU DAN TEMPAT PENELITIAN .....	5
F. SISTEMATIKA PENULISAN .....	5
<b>BAB II LANDASAN TEORI</b>	
A. TINJAUAN PUSTAKA.....	7
B. KERANGKA PEMIKIRAN .....	29
<b>BAB III ANALISIS DAN PEMBAHASAN</b>	
A. DESKRIPSI DATA.....	30
B. ANALISIS DATA.....	33
C. PEMECAHAN MASALAH .....	39
<b>BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
A. KESIMPULAN .....	47
B. SARAN .....	47
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	49
<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR ISTILAH

## DAFTAR GAMBAR

	<b>Halaman</b>
Gambar 2.1 Bagian-bagian Injrector .....	8
Gambar 2.2 <i>Nozzle needle</i> .....	9
Gambar 2.3 <i>Nozzle injector</i> .....	9
Gambar 2.4 <i>Adjusting Screw Injector</i> .....	10
Gambar 2.5 <i>Nozzle Holder</i> .....	10
Gambar 2.6 <i>Pressure Spring</i> .....	11
Gambar 2.7 <i>Pressure Pin</i> .....	11
Gambar 2.8 <i>Distance Piece</i> .....	11
Gambar 2.9 <i>Retaining Nut</i> .....	12
Gambar 2.10 Piping Diagram sistem bahan bakar.....	19
Gambar 2.11 <i>Fuel Oil Purifier</i> .....	26
Gambar 3.1 Kondisi injector yang rusak.....	31
Gambar 3.2 Filter Bahan Bakar yang Kotor.....	32
Gambar 3.3 Kondisi tanki endap ( <i>settling tank</i> ).....	32
Gambar 3.4 Filter bahan bakar setelah dibersihkan .....	33
Gambar 3.5 Alat pengetesan nozzle injector .....	34
Gambar 3.6 Penyekiran Injector.....	41
Gambar 3.7 Pemasangan injector .....	43

## **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 KM. INTAN DAYA 322.

Pada tanggal 12 Januari 2022 saat KM. INTAN DAYA 322 dalam pelayaran terjadi kenaikan suhu gas buang mencapai  $450^{\circ}\text{C}$  dari suhu normal rata-rata  $380^{\circ}\text{C}$ . Di monitor terus suhunya cenderung naik dari silinder. Hal ini disebabkan oleh pengabut bahan bakar (*injector*) yang tidak bekerja maksimal. Pengabut bahan bakar akan bekerja pada saat tertentu sewaktu pompa bahan bakar memompakan bahan bakar dengan tekanan 35000 kPa. Dalam mesin induk pengabut bahan bakar berfungsi untuk menyemprotkan bahan bakar minyak menjadi kabut halus, sehingga mempermudah gas tersebut terbakar di dalam silinder. Semakin halus pengabutan bahan bakar minyak tersebut sampai membentuk gas maka akan semakin sempurna pembakaran yang dihasilkannya, sehingga nilai kalor sebagai sumber tenaga mesin akan maksimal.

Bahan bakar yang digunakan kualitasnya kurang baik, sehingga pembakaran di dalam silinder kurang sempurna. Hal ini dapat disebabkan karena penerimaan bahan bakar pada saat bunker tidak sesuai dengan prosedur yang berlaku dan bahan bakar banyak mengandung kotoran. Termasuk salah satu syarat pembakaran yang sempurna yaitu kualitas bahan bakar yang digunakan bermutu baik, sesuai spesifikasi yang ditentukan, baik itu viskositasnya maupun unsur-unsur lainnya.

*Purifier* bahan bakar tidak bekerja maksimal. *Purifier* berfungsi untuk menyaring kotoran yang terbawa atau terkandung dalam bahan bakar. Jika *purifier* tidak berfungsi dengan baik maka proses purifikasi bahan bakar kurang maksimal.

Selanjutnya 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.

Berdasarkan permasalahan di atas maka penulis tertarik untuk mengadakan penelitian melalui makalah yang berjudul : **“OPTIMALISASI PERAWATAN PENGABUT BAHAN BAKAR GUNA MEMPERTAHANKAN KUALITAS PEMBAKARAN MESIN INDUK DI KM. INTAN DAYA 322”**.

## **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. Pengabut bahan bakar tidak berfungsi maksimal
- b. Bahan bakar yang digunakan kualitasnya kurang baik
- c. *Purifier* bahan bakar tidak bekerja maksimal
- d. Perawatan *injector* tidak dilaksanakan sesuai jadwal
- e. Tangki penyimpanan bahan bakar kurang terawat

## 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. Pengabut bahan bakar tidak berfungsi maksimal
- b. Bahan bakar yang digunakan kualitasnya kurang baik

## 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 pengabut bahan bakar tidak berfungsi maksimal ?
- b. Apa yang menyebabkan kualitas bahan bakar yang digunakan kurang baik?

## C. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

### 1. Tujuan Penelitian

- a. Untuk menganalisis penyebab pengabut bahan bakar tidak berfungsi maksimal.
- b. Untuk menganalisis penyebab bahan bakar yang digunakan kualitasnya kurang baik.

### 2. Manfaat Penelitian

#### a. Manfaat Teoritis

- 1) Sebagai tambahan wawasan bagi teman-teman seprofesi dalam hal manajemen perawatan sistem bahan bakar di atas kapal.

- 2) Sebagai bahan tambahan referensi di perpustakaan STIP mengenai optimalisasi perawatan system 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 menunjang kinerja permesinan dan lancarnya pengoperasian kapal secara keseluruhan.

**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

Adalah 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 melaksanakan pekerjaan di atas kapal.

b. Dokumentasi

Adalah suatu 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

Adalah teknik yang dilakukan pengambilan data dengan mengambil referensi dari buku-buku yang relavan 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 ini

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

Penelitian dilaksanakan selama penulis bekerja sebagai *Chief Engineer* di atas KM. INTAN DAYA 322 sejak tanggal 05 September 2021 sampai dengan 15 Maret 2022 milik perusahaan PT. Mentari Sejahtera, yang beroperasi di alur pelayaran 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 :

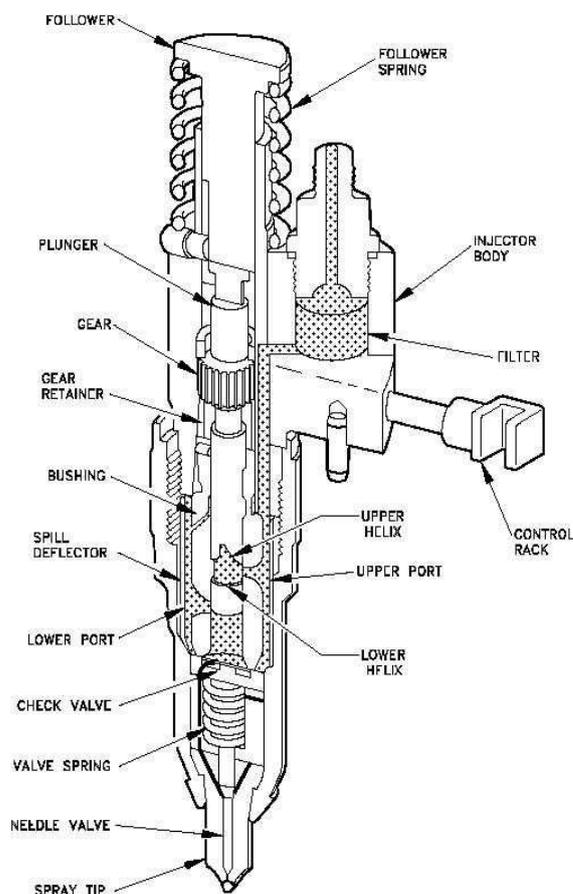
##### **1. Pengabut Bahan Bakar (*Injector*)**

###### **a. Definisi Pengabut Bahan Bakar**

Menurut Karyanto, (2002:56) 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 hetrogen antara udara dan bahan bakar. Pengabut akan bekerja pada saat tertentu sewaktu pompa bahan bakar memompakan bahan bakar dengan tekanan 25000-32000 kPa.

Menurut Sukoco dan Zainal Arifin (2008:34) 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.



Gambar 2.1 Bagian-bagian Injrcctor

**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 perantaraan baut tekan. Oleh tekanan minyak gaya-gaya bekerja pada bidang kerucut. Komponen aksial dari gaya mengangkat jarum berlawanan arah dengan kerja pegas penutup.



Gambar 2.2 *Nozzle needle*

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.



Gambar 2.3 *Nozzle injector*

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*



Gambar 2.4 *Adjusting Screw 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



Gambar 2.5 *Nozzle Holder*

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.



Gambar 2.6 *Pressure Spring*

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.



Gambar 2.7 *Pressure Pin*

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*.



Gambar 2.8 *Distance Piece*

#### 8) *Retaining Nut*

*Retaining nut* merupakan salah satu komponen injektor *nozzle* yang memiliki fungsi sebagai rumah berbagai komponen injektor *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.



Gambar 2.9 *Retaining Nut*

#### 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 *overflow 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, 2004).

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<sup>0</sup>C dan tekanan menjadi ±7400 kPa. 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 (*Intentional Safety Management Code*)**

Menurut M. S Sehwarat dan J. S Narang, (2001:79) 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) Bagan / 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 diberi kan 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 di.
  - (4) Analisis berkala dan peninjauan tentang jangka pemeriksaan dan pemeliharaan.
  - (5) Pendataan yang mendokumentasikan bahwa pemeriksaan yang telah dilaksanakan harus disusun dan dipelihara.
- b) Setiap ketidak sesuaian 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 di kantor yang melakukan monitoring dan evaluasi hasil perawatan kapal.

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

#### **f. Tujuan Perawatan**

- 1) Tujuan umum Sistem Perawatan dan Perbaikan Mesin Kapal, yaitu :
  - a) Untuk memperoleh pengoperasian kapal yang teratur, serta meningkatkan penjagaan keselamatan awak kapal, muatan dan peralatannya.
  - b) Untuk memperhatikan jenis-jenis pekerjaan yang paling mahal/penting yang menyangkut waktu operasi, sehingga sistem perawatan dapat dilaksanakan secara telit dan dikembangkan dalam rangka penghematan /pengurangan biaya perawatan dan perbaikan.
  - c) Untuk menjamin kesinambungan pekerjaan perawatan sehingga *Team Work's Engine Department* dapat mengetahui permesinan yang sudah dirawat dan yang belum mendapatkan perawatan.
  - d) Untuk mendapatkan informasi umpan-balik yang akurat bagi kantor pusat dalam meningkatkan pelayanan, perancangan kapal dan sebagainya, sehingga fungsikontrol manajemen dapat berjalan.

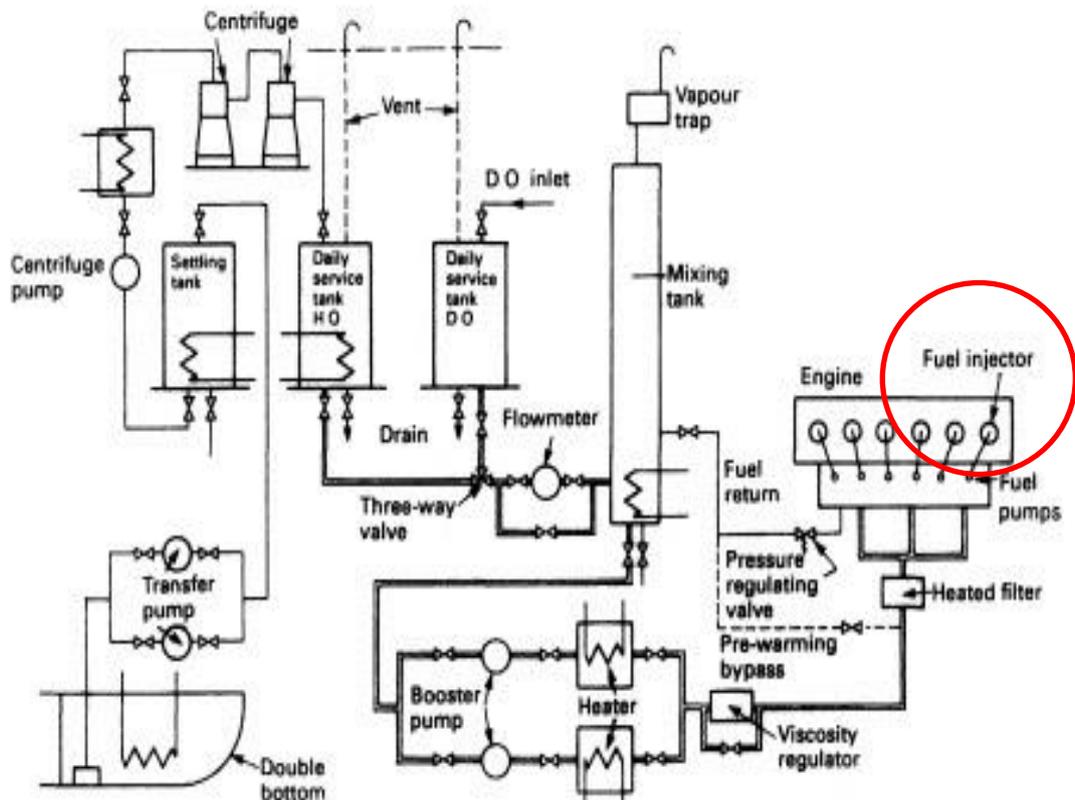
- 2) Tujuan khusus dilakukan perawatan dan perbaikan mesin kapal, ialah :  
Untuk mencegah terjadinya suatu kerusakan yang lebih besar /berat, dengan melaksanakan sistem perawatan yang terencana.

**g. Akibat-akibat yang akan ditimbulkan bila perawatan mesin tidak dilaksanakan dengan baik, yaitu :**

- 1) Kapal tabrakan, karena kerusakan mesin secara mendadak, tidak terkontrol, dan sebagainya.
- 2) Kapal tenggelam, hilangnya kapal termasuk ABK dan seluruh muatan tabrakan, pecahnya *sea chest*, kebakaran di dalam kamar mesin, dsb.
- 3) Kapal bergetar, akibat perawatan dan perbaikan Poros Engkol yang tidak tepat, sehingga dapat merusak bagian-bagian mesin lainnya.
- 4) Kapal bergetar, salah satu daun baling-baling pernah kanda atau menghantam balok keras, dapat juga merusak bagian mesin ataupun instalasi listrik kapal.
- 5) Kapal menganggur, karena terjadi kerusakan dan perbaikan yang tidak terencana dan tidak cukup suku cadangnya.
- 6) Pembengkakan biaya operasi kapal, karena kerugian terus menerus yang sulit diperkirakan.
- 7) Biro Klasifikasi tidak merekomendasikan kapal untuk berlayar Karena permesinan di kapal tidak memenuhi Kelas.
- 8) Rekanan usaha perdagangan tidak merekomendasikan untuk menyewa kapal tersebut.
- 9) Asuransi akan membebankan biaya yang lebih besar kepada perusahaan, kapal secara keseluruhan tidak menjalankan perawatan dan perbaikan dengan benar (*Low Performance*)

## 2. Sistem Bahan Bakar

### a. Sistem Bahan Bakar



Gambar 2.10 Piping Diagram sistem bahan bakar

Sistem bahan bakar adalah system yang digunakan untuk mensuplai 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 tanki 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 (2007:35) 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 dibutuhkan, 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) atau yang sama satunya dengan 2 mm/det. *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 60<sup>0</sup>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.

Tabel 2.1 Spesifikasi HSD

HIGH SPEED DIESEL (HSD)						
NO	PROPERTIES	SATUAN/UNIT	LIMITS		TEST METHODS	
			MIN	MAX	ASTM	IP
1	Specific Gravity 60 / 60 °F		0.840	0.920	D-1298	
2	Viscosity Redwood 1/100 °F	Secs	35	45	D-445 *)	IP 70
3	Pour Point	°F	-	65	D-97	
4	Sulphur Content	% wt	-	1.5	D-1551/ 1552	
5	Conradson Carbon Residu	% wt	-	10	D-198	
6	Water Content	% vol	-	0.25	D-95	
7	Sediment	% wt	-	0.02	D-473	
8	Ash	% wt	-	0.02	D-482	
	Netralization Value :					
	- Strong Acid Number	mgKOH/gr	-	Nil		
9	Flast Point P.M.c.c	°F	150	-	D-93	
10	Colour ASTM		6	-	D-1500	

Tabel 2.2 Spesifikasi MFO 180 Cst

Determination	Unit	Result		Method
		Batasan MFO	940/13 ( MFO )	
Density pada 15 °C, max	Kg/m <sup>3</sup>	991	885.7	ASTM D. 1298-99
Titik Nyala COC, min	°C	60	140.5	ASTM D. 92-11
Kinematik Viscosity 40 °C,max	cSt	180	67.55	ASTM D. 445-11a
Viscosity Redwood	-	-	273.6	Calculated
Pour Point, max	°C	30	- 30	ASTM D. 97-11
Conradson Carbon Residue, max	%wt	16	0.782	ASTM D. 189-06
Sediment Content, max	%wt	0.10	0.030	ASTM D. 473-07
Gross Heat Calorific, max	MJ/Kg	-	45.290	ASTM D. 4809-09a
Ash Content, max	%wt	0.10	0.466	ASTM D. 482-07
Water Content, max	%vol	1.0	0.1	ASTM D. 95-05
Sulfur Content, max	%wt	4.5	0.53	ASTM D. 1552
Strong Acid Number	mg KOH/g	-	Nil	ASTM D. 664
Vanadium	mg/Kg	200	3.30	AAS
Aluminium + Silikon, max	mg/Kg	80	50.36	AAS
Sodium content	mg/Kg	-	6.20	AAS
Zing	mg/Kg	-	11.00	AAS
Ca	mg/Kg	-	55.77	AAS
P	mg/Kg	-	0.56	Spektrometri

Dari tabel diatas bisa dilihat pada kolom Kinematik Viscositas. 180 adalah nilai kekentalan bahan bakar MFO ketika pada suhu 40 °C.

Berikut tabel MFO 380 Cst :

Tabel 2.2, Spesifikasi MFO 380 Cst

PROPERTY	UNITS	QUALITY Spec	TEST METHOD
Density at 15°C	kg/m <sup>3</sup>	991 max.	ISO 3675
Viscosity at 50°C	Cst	380 max.	ISO 3104
Flash point (PMCC)	°C	60 min.	ISO 2719
Pour point	°C	30 max.	ISO 3016
Carbon residue	% m/m	18 max.	ISO 10370
Ash	%m/m	0.15 max.	ISO 6245
Water	% v/v	0.5 max.	ISO 3733
Sulphur	%m/m]	4.5 max.	ISO 8754
Vanadium	mg/kg	300	ISO14597
Total sediment, potential	% m/m	0.10	ISO 10307-2
Aluminium plus silicon	mg/kg	80	ISO 10478
Used Lubricating Oil			

## **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 10000 kPa. 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 10000 kPa dan pada motor putaran menengah yang bekerja dengan bahan bakar berat hingga 15000 kPa) 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. Motor Diesel

Menurut Jusak Johan Handoyo (2019:15) bahwa motor diesel biasa disebut juga dengan mesin diesel (atau mesin pemacu kompresi) adalah motor bakar pembakaran dalam yang menggunakan panas kompresi untuk menciptakan penyalaan dan membakar bahan bakar yang telah diinjeksikan ke dalam ruang bakar.

Motor diesel untuk perkapalan (*Marine Diesel Engine*) dikelompokkan kepada :

- 1) Motor Diesel Putaran Rendah (*Low Speed Engine*) dimana putarannya dari 0 - 130 RPM, kebanyakan jenis motor ini untuk 2 takt disebut juga Crosshead Type.
- 2) Motor Diesel Putaran Menengah (*Medium Speed Engine*) dimana putarannya berkisar antara 130 RPM-600 RPM, kebanyakan jenis motor ini untuk 2 tak dan 4 takt (*Trunk Piston Type*).
- 3) Motor Diesel Putaran Tinggi (*High Speed Engine*) dimana putarannya berkisar dari 600 - 1500 RPM kebanyakan jenis ini untuk 4 takt (*Trunk Piston Type*).

### d. 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, 2004).

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  $(P_i) = 0,785.D2.S.Z.pi.n.100$ .

- 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 :  $(P_e) = 0,785.D2.S.Z.pe.n.100$

#### e. 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.

**f. Penyebab Daya Motor Rendah**

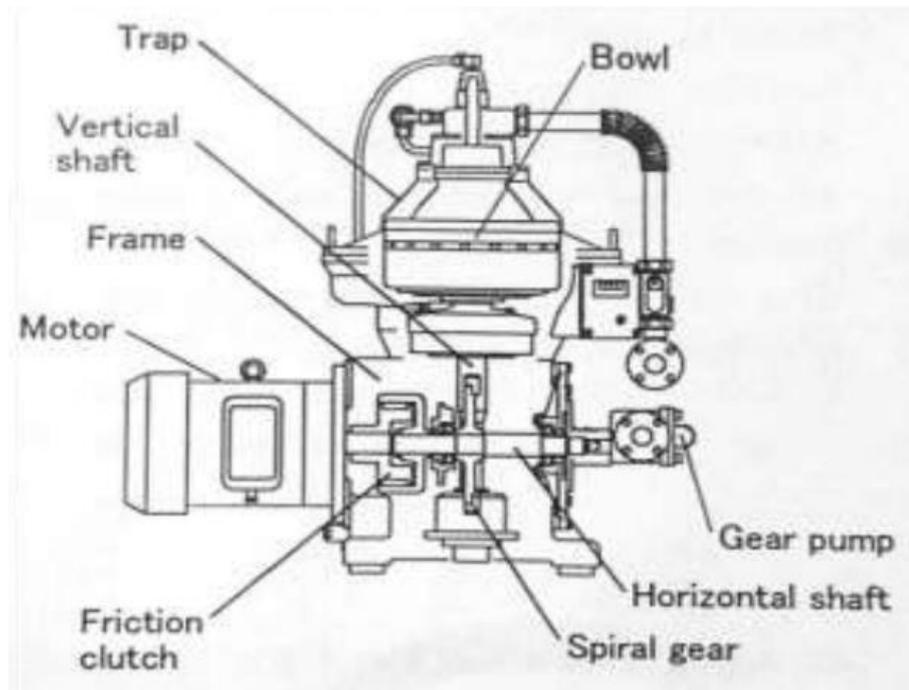
Adapun penyebab daya motor rendah adalah:

- 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.



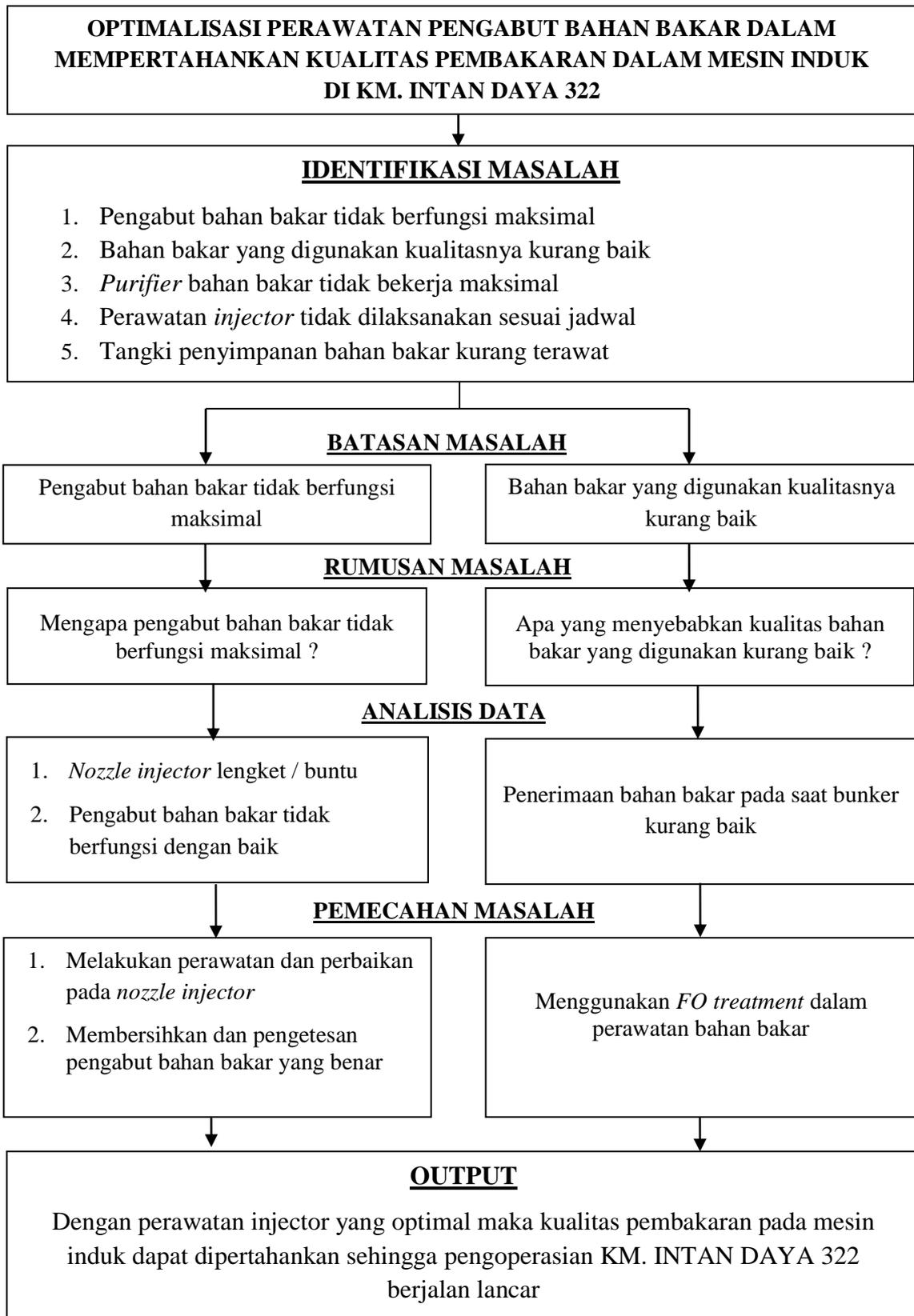
Gambar 2.11 Fuel Oil Purifier

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 KM. INTAN DAYA 322 sebagai *chief Engineer* sejak 05 September 2021 sampai dengan 15 Maret 2022 diantaranya adalah sebagai berikut :

##### **1. Pengabut Bahan Bakar Tidak Berfungsi Maksimal**

Pengabut bahan bakar (*injector*) berfungsi untuk mengabutkan atau menyemprotkan bahan bakar dalam bentuk butiran-butiran halus dan terbagi rata pada kecepatan tinggi ke dalam ruang bakar. Pengabut bahan bakar akan bekerja pada saat tertentu sewaktu pompa bahan bakar memompakan bahan bakar dengan tekanan 25000-32000 kPa. Jika tekanan pengabut kurang dari tekanan normal, maka proses pengabutan menjadi tidak sempurna.

Tanggal 12 Januari 2022 saat kapal dalam pelayaran, terjadi kenaikan suhu gas buang mencapai lebih dari normal rata-rata 380°C menjadi 450°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.

*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 20000 kPa 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.



Gambar 3.1 kondisi injector yang rusak

## 2. Bahan Bakar Yang Digunakan Kualitasnya Kurang Baik

Sistem bahan bakar adalah system yang digunakan untuk mensuplai bahan bakar yang diperlukan mesin induk. Bahan bakar yang digunakan harus memenuhi standar spesifikasi, dan memenuhi komposisi bahan bakar meliputi kepekatan, *viscositas*, titik nyala, residu zat arang (angka conradson), kadar belerang, kadar abu dan air serta vanadium / aluminium.

Pada tanggal 12 Januari 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:

- a. 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

- b. 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*)

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



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.

## B. ANALISIS DATA

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

### 1. Pengabut Bahan Bakar Tidak Berfungsi Maksimal

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 27000 kPa dari tekanan normal 28000 - 30000 kPa, 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. Dengan terjadinya penyumbatan pada lubang *nozzle*, maka terjadi pembakaran di dalam silinder tidak sempurna.



Gambar 3.5 Alat pengetesan nozzle injector

Maka dalam peyetelan test pengabut harus disesuaikan dengan *instruction manual book* tekanannya 28000 kPa - 30000 kPa 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.

Berdasarkan teori tentang fungsi pengabut bahan bakar (*injector*) di atas, bahwa *injector* berfungsi untuk menghantarkan bahan bakar diesel dari *injection pump* ke dalam *cylinder* pada setiap akhir langkah kompresi,

dimana torak (*piston*) mendekati posisi TMA. *Injector* merubah tekanan bahan bakar dari *injection pump* yang bertekanan tinggi untuk membentuk kabut yang bertekanan 28000 kPa sampai 30000 kPa. Tekanan ini mengakibatkan peningkatan suhu temperatur pembakaran di dalam *cylinder* meningkat menjadi 450°C.

Untuk mendapatkan tekanan yang diinginkan dari pengabut bahan bakar, komponen pengabut harus dalam kondisi baik. Namun fakta yang terjadi di atas kapal, kondisi *spring retainer* sudah lemah / rusak sehingga pengabut tidak dapat menghasilkan tekanan yang diinginkan. Kondisi *spring retainer* yang sudah lemah / rusak dikarenakan *spring retainer* tersebut sudah melebihi jam kerja (*running hours*) sehingga perlu dilakukan penggantian.

#### **b. Pengabut Bahan Bakar Tidak Berfungsi Dengan Baik**

Alat pengabut dapat bekerja dengan baik bila perawatan (dalam hal ini dilakukan *pressure test*) dilaksanakan dengan baik dan terencana sehingga dapat dipakai dalam jangka waktu yang lama, perawatan yang baik akan dapat menghemat atau mengurangi pemakaian suku cadang yang tersedia di atas kapal.

- 1) Ada tanda-tanda bahwa alat pengabut sudah tidak bekerja dengan baik, antara lain :
  - a) Tanda-tanda bisa terlihat asap hitam pada mesin induk.
  - b) Putaran mesin Induk menurun.
  - c) Temperatur gas buang tidak merata.
  - d) Mesin induk tidak bias distart.
  - e) Terdengar suara ketukan atau detonasi.
- 2) Penyebabnya antara lain :
  - a) Adanya kebocoran pada jarum pengabut.
  - b) Jarum pengabut macet.
  - c) Lubang pengabut tersumbat.
  - d) Lubang pengabut terlalu besar

Pada pengabut bahan bakar atau (*injector*) mesin induk, saat kapal sedang berlayar maka akan terjadi proses pembakaran di dalam *cylinder* secara terus menerus dan bergantian, karena seringnya bekerja secara terus menerus ini akan mengakibatkan terjadinya gesekan pada bagian-bagian pengabut tersebut, pada suatu saat akan timbul kerusakan atau keausan pada alat pengabut tersebut.

Kebocoran bahan bakar dari lubang pengabut, dikarenakan jarum pengabut tidak dapat menutup pada kedudukannya. Dengan menutupnya jarum pengabut bahan bakar yang tepat pada kedudukannya mengakibatkan tekanan bahan bakar naik. Untuk mendapatkan tekanan yang diinginkan sesuai dengan buku petunjuk atau *Instruction Manual Book*. Untuk mendapatkan tekanan pada 30000 kPa, maka dengan menambahkan *discuntuk* menambahkan tekanan yang diinginkan didapat.

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.

Permukaan rumah jarum bila terjadi bintik-bintik kita skir dengan *Lapping Valve Compound*, dengan diputar membentuk angka delapan sampai permukaannya rata betul dan bintik-bintiknya hilang atau permukaannya halus, demikian juga pada permukaan *nozzle* bila terjadi bintik-bintik di skir seperti dilakukan pada rumah pengabut yaitu sampai bintik-bintik hilang dan permukaannya halus.

Batang dan ujung bagian tirus dari jarum dibersihkan dengan majun atau kain bersih, kalau terlihat masih ada kotoran-kotoran yang melekat dapat dibersihkan dengan memakai minyak penghancur (*solvent*), apabila jarum tidak dapat bergerak dengan lancar di dalam rumahnya, maka

kemungkinan masih ada kotoran-kotoran yang melekat di dalam rumah tersebut.

Hal ini harus dibersihkan sampai jarum benar-benar lancar masuk keluar di dalam rumahnya, untuk membuktikan kelancaran tersebut, dapat dilakukan dengan memasukkan jarum kedalam rumahnya dengan beratnya sendiri atau tanpa ditekan dengan tangan maka jarum dapat masuk dan duduk dengan sempurna pada kedudukannya. Pegas penekan diperiksa bila panjangnya lebih dari panjang pegas yang baru atau kerapatannya maka pegas tersebut harus diganti

Dalam melaksanakan perawatan alat pengabut mesin induk yang sudah mencapai jam kerjanya atau alat pengabut yang tidak bekerja dengan baik (rusak) adalah merupakan suatu usaha atau kegiatan agar selalu dalam kondisi yang baik dan dapat dicegah terjadinya kerusakan yang lebih parah.

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.

## **2. Bahan Bakar yang Digunakan Kualitasnya 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 :

- a. Volume udara bersih yang cukup
- b. Tekanan kompresi yang cukup
- c. Pencampuran bahan bakar dengan udara sebanding
- d. 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 diatas 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.

Bagi KKM dalam penyediaan bahan bakar di atas kapal, terutama perwira mesin (masinis) dituntut untuk mengetahui jenis bahan bakar yang berkualitas dan maupun yang tidak. Yaitu dengan cara melihat table komposisi bahan bakar yang sesuai dengan standart mesin induk. Hal ini dikarenakan, bahan bakar sangat berpengaruh nantinya di dalam pengoperasian mesin induk, terutama pembakaran di ruang bakar silinder motor. Kendala-kendala yang sering ditemukan, diantaranya adalah seorang crew kapal tidak mungkin secara detail mengetahui keadaan bahan bakar yang diterima bersih atau kotor, karena bahan bakar dan kapal bunker langsung dialirkan ke dalam tangki kapal tanpa melalui saringan bahan bakar dan diperiksa terlebih dahulu.

KKM seringkali melakukan hanya pengerjaan tentang jumlah penambahan yang akan dilaksanakan. Kadang-kadang bahan bakar yang disuplai ke kapal

mempunyai kualitas rendah. Harapan crew kapal yaitu bahan bakar yang diterima mempunyai kualitas yang baik. Dan biasanya para masinis tidak melaksanakan hal-hal sebagai berikut :

- 1) Pemeriksaan serta perhitungan keadaan tangki kapal, sehingga diketahuiberapa banyak bahan bakar yang dibutuhkan.
- 2) Pemeriksaan tangki di kapal bunker  
Disini dimaksudkan tangki mana yang akan dipompakan ke tangki penyimpanan di kapal serta pemeriksaan air di tangki-tangki bunker dengan menggunakan alat sounding meteran dan pasta air. Dengan menggunakan pasta air pada meter soundingan, kalau ada terhadap air maka pada alat sounding tersebut akan terjadi perubahan warna antara air dan minyak. Ini sangat penting kita lakukan guna untuk memperoleh bahan bakar yang baik.
- 3) Penerimaan sample atau contoh dan masing-masing jenis bahan bakar, sample ini sangat penting terutama sebagai bukti yang tentunya diperiksa di laboratorium, apabila di dalam pelayaran terjadi gangguan terhadap mesin yang diakibatkan oleh bahan bakar yang kurang baik.

## **C. PEMECAHAN MASALAH**

### **1. Alternatif Pemecahan Masalah**

#### **a. Pengabut Bahan Bakar Tidak Berfungsi Maksimal**

Alternatif pemecahan masalahnya yaitu :

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

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.

Penyemprotan bahan bakar yang baik akan menghasilkan pembakaran dalam silinder 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 3000-4000 Hrs.

Untuk menghasilkan tekanan tinggi yaitu 30000 kPa, 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.

Dalam melaksanakan perawatan pengabut bahan bakar yang sudah mencapai jam kerjanya atau alat pengabut yang tidak bekerja dengan baik (rusak) adalah merupakan suatu usaha atau kegiatan agar selalu dalam kondisi yang baik dan dapat dicegah terjadinya kerusakan yang lebih parah.

Dengan perawatan yang baik dilakukan secara rutin maka dengan sendirinya tercapai apa yang kita kehendaki seperti :

- a) Daya kerja alat pengabut sesuai jam kerja yang ditentukan maker
- b) Kemampuan beroperasinya lebih tinggi
- c) Motor induk bekerja lebih efisien
- d) Kapal selalu siap beroperasi

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.



Gambar 3.6 Penyekiran Injector

## 2) Membersihkan dan Pengetesan Pengabut Bahan Bakar yang Benar

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)*.

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 28000 kPa dan pengujian dinyatakan baik, maka selanjutnya pengabut dapat dipasang kembali seperti semula.
- 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 perawatan yang baik dilakukan secara rutin maka dengan sendirinya tercapai apa yang kita kehendaki seperti :

- e) Daya kerja alat pengabut lebih panjang
- f) Kemampuan beroperasinya lebih tinggi
- g) Motor bekerja lebih efisien
- h) Kapal selalu siap beroperasi



Gambar 3.7 Pemasangan injector

**b. Bahan Bakar yang Digunakan Kualitasnya Kurang Baik**

Masalah tersebut dapat diatasi dengan cara melakukan perawatan bahan bakar menggunakan *FO Treatment* dalam perawatan 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 :

- 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  $0-20^{\circ}\text{C}$  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.

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

### **a. Pengabut Bahan Bakar Tidak Berfungsi Maksimal**

#### **1) Melakukan Pemeriksaan Dan Perbaikan Pada *Injection Pump***

Keuntungannya :

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

Kerugiannya :

Mebutuhkan pemahaman dan ketelitian dalam dalam pelaksanaannya.

#### **2) Membersihkan dan Pengetesan Pengabut Bahan Bakar yang Benar**

Keuntungannya :

- a) Pengabut bahan bakar berfungsi dengan baik
- b) Dapat dikerjakan oleh semua ABK mesin

Kerugiannya :

Mebutuhkan kedisiplinan dan ketelitian dalam melakukan pengetesan pengabut bahan bakar.

**b. Bahan Bakar yang Digunakan Kualitasnya Kurang Baik**

- **Menggunakan *FO Treatment* Dalam Perawatan Bahan Bakar**

Keuntungannya :

- a) Dapat dilakukan oleh semua ABK Mesin
- b) Bahan bakar bersih dari kotoran

Kerugiannya :

- a) Membutuhkan waktu yang cukup lama
- b) Membutuhkan persediaan bahan chemical untuk perawatan

**3. Pemecahan Masalah yang Dipilih**

**a. Pengabut Bahan Bakar Tidak Berfungsi Maksimal**

Berdasarkan hasil evaluasi dari alternatif pemecahan masalah di atas, maka pemecahan masalah yang dipilih untuk mengatasinya yaitu

Membersihkan dan pengelasan pengabut bahan bakar yang benar

**b. Bahan Bakar yang Digunakan Kualitasnya Kurang Baik**

Berdasarkan hasil evaluasi dari alternatif pemecahan masalah di atas, pemecahan yang dipilih untuk mendapatkan kualitas bahan bakar yang bagus yaitu melakukan perawatan bahan bakar menggunakan *FO Treatment*.

## BAB IV

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### A. KESIMPULAN

Berdasarkan uraian dan pembahasan pada bab sebelumnya, maka penulis menarik beberapa kesimpulan tentang kurang optimalnya perawatan sistem bahan bakar di atas KM. INTAN DAYA 322 sebagai berikut :

1. Pengabut bahan bakar tidak berfungsi maksimal disebabkan jarum pengabut bahan bakar pada nozzle macet dan pengabut bahan bakar tidak berfungsi dengan baik, Maka suhu temperature gas buang tinggi dan performance mesin induk menurun dikarenakan tekanan injector tidak mencapai tekanan ideal yaitu 28000-32000 kPa. Untuk itu perlu dilakukan perawatan terhadap pengabut bahan bakar secara berkala mengikuti *planned maintenance system (PMS)*.
2. Bahan bakar yang digunakan kualitasnya kurang baik dikarenakan penerimaan bahan bakar pada saat bunker tidak sesuai prosedur yang berlaku dan pemanasan bahan bakar tidak mencapai 100 °C -130°C.

#### B. SARAN

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

1. Melakukan perawatan atau pengetesan *injector*/secara rutin atau sesuai PMS dengan memperhatikan jam kerja pada *injector* (running hours).
2. Untuk mendapatkan bahan bakar yang berkualitas baik, disarankan kepada *Second Engineer* sebelum melakukan FO bunkering untuk memastikan bahan bakar FO sudah sesuai dengan spesifikasi yang digunakan oleh mesin induk, dengan suhu bahan bakar yang digunakan sudah mencapai 100-130°C, dan memperhatikan suhu pada saat *bunker*.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arismunandar, W dan Koichi Tsuda. (2004). *Motor Diesel Putaran Tinggi*. Jakarta: Pradnya Paramita
- Johan, Jusak Handoyo. (2019). *Mesin Diesel Penggerak Utama Kapal*, Jakarta : Maritime Djangkar (Sudivisi)
- Karyanto. (2002). *Panduan Reparasi Meisn Diesel*. Pedoman Ilmu Jaya, Jakarta
- P.Van Maanen. (2007). *Motor Diesel Kapal*, Nautech
- Sehwarat, M.S dan J.S Narang. (2001). *Production Management*. Jakarta : PT. Raja Grafindo Persada
- Sukoco dan Zainal Arifin. (2008). *Teknologi Motor Diesel*. Bandung : Alfabeta
- \_\_\_\_\_ *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*

## Lampiran 1

### SHIP PARTICULAR

SHIP NAME	MV.INTAN DAYA 322
CALL SIGN	P O P J
FLAG	INDONESIA
PORT OF REGISTRY	BATAM
IMO NUMBER	9 6 4 6 9 3 6
LENGTH OVER ALL (L.O.A)	129.80 M
LENGTH BETWEEN PERPENDICULARS	122.00 M
BREADTH MOULDED	25.00 M
DEPTH MOULDED	9.00 M
MAX. DRAFT / HIGHT DRAFT	6.50 M / 27 M
D.W.T	13232.87 T
G.R.T	9269.00 T (NO.4027 / Pst)
N.R.T	4058.00 T
LIGHT SHIP	4223.10 T
SHIP BUILDING	2011
TYPE OF SHIP	CARGO SHIP (Multi-purpose)
OWNER	PT.PELAYARAN TEGUH PERSADA KENCANA
SPEED	11 Knots
TYPE OF SEWAGE TREATMENT PLAN	S W C M - 20
MAIN ENGINE POWER	2 X 2206 Kw
MAIN ENGINE TYPE	G D E F 8320 ZCD - 8
AUXILIARY ENGINE POWER	3 X 240 Kw
AUXILIARY ENGINE TYPE	CUMMINS.855 - DM / 6 CYLINDER
T.SELAR	2012 Ppm NO.2552/L

  
Capt. Handry Sambenthio

## Lampiran 2

REGULATIONS 32(1)

FORM 22  
IMIGRATION ACT  
(CHAPTER 133)  
THE IMMIGRATION REGULATIONS  
**CREW LIST**

NAME/ID OF VESSEL : MV. INTAN DAYA 322/9646936

LAST PLACE OF EMBARKATION : INDONEISA

DATE OF ARRIVAL :

NO	EMPLOYEE NAME	SEX	DATE OF BIRTH	NATIONALITY	TRAVEL DOCUMENT NO	EXPIRY DATE OF TRAVEL	DUTIES ON BOARD
1	HANDRY SAMBENTHIRO	MALE	23.04.1963	INDONESIA	A 9040779	08.09.2022	MASTER
2	ROBERTO SILALAH	MALE	17.01.1981	INDONESIA	A 5851349	12.06.2022	CH.OFF
3	AHMAD FAUZI SUPRATOMO	MALE	21.12.1988	INDONESIA	A 2577326	02.05.2022	2 <sup>ND</sup> .OFF
4	NAUFA HAFIZHA RAHMA	FEMALE	09.10.1990	INDONESIA	B 5220220	31.10.2023	3 <sup>RD</sup> .OFF
5	HERMAN EFENDI	MALE	05.07.1977	INDONESIA	B 3208177	03.02.2023	CH.ENG
6	MARDI SANTOSO	MALE	10.06.1987	INDONESIA	A 3053575	05.06.2022	2 <sup>ND</sup> .ENG
7	SRI YANDRI SAPUTRA	MALE	03.01.1979	INDONESIA	B 2246169	16.10.2024	3 <sup>RD</sup> .ENG
8	NURUL MIFTAHUL ARIFIN	MALE	15.12.1992	INDONESIA	A 7431917	14.02.2022	4 <sup>TH</sup> .ENG
9	KARDIN KAHARUDIN	MALE	25.05.1958	INDONESIA	A 8307423	16.06.2022	BOSUN
10	SYAMSU RIJAL	MALE	01.07.1997	INDONESIA	B 1507963	29.06.2024	A.B
11	IWAN	MALE	20.05.1994	INDONESIA	B 4698640	07.09.2023	A.B
12	YODI NOVAL PUTRA	MALE	31.01.1988	INDONESIA	B 4516765	26.07.2023	A.B
13	ARON PARGAULAN SIMANJUNTAK	MALE	20.12.1992	INDONESIA	B 1664937	04.08.2024	OILER
14	GIBSON MICHAEL CAPRI TAMBUNAN	MALE	28.12.1989	INDONESIA	A 4682745	13.02.2022	OILER
15	RUDI SETYAWAN	MALE	02.09.1995	INDONESIA	A 7744300	12.03.2022	OILER
16	NANANG ADI WIBAWA	MALE	08.09.1983	INDONESIA	B 2276645	27.11.2024	COOK
17	MAKBUL	MALE	05.05.1995	INDONESIA	B 1161409	08.05.2024	STEWARD
18	GILANG PRASETIA PUTRA	MALE	25.07.1998	INDONESIA	B 5163717	11.10.2023	DECK CADET
19	RUSTAM AHAD TAHIR	MALE	13.04.1996	INDONESIA	B 2418113	19.11.2024	ENGINE CADET

REMARKS: Total Crew 19 Persons Including Master

  
Capt. Handry Sambenthoro

## DAFTAR ISTILAH

- Bunker* : Pengisian bahan bakar dari stasiun bahan bakar ke atas kapal.
- Crew List* : Susunan daftar anak buah kapal.
- Cylinder* : Bagian cylinder dari mesin sebagai tempat Bergeraknya torak, dan merupakan tempat berlangsungnya pembakaran.
- Fuel Oil Purifier* : Suatu alat untuk memisahkan air dan kotoran berat pada bahan bakar minyak.
- Injector* : Alat untuk mengabutkan bahan bakar minyak, sehingga terpecah-pecah menjadi bagian yang halus sekali, akibatnya bahan bakar minyak berubah bentuknya menjadi kabut.
- Manual Book* : Buku petunjuk untuk mengoperasikan peralatan mesin yang dikeluarkan oleh pabrik pembuat
- Needle Valve* : Sebuah batang baja bulat dengan pucuk konis/tirus yang penempatannya menghadap lubang keluar dan mencegah bahan bakar agar tidak masuk keruang silinder kecuali kalau terangkat oleh nok atau tekanan minyak
- Nozzle* : Bagian dari injektor/katup semprot untuk menempatkan lubang yang dilalui bahan bakar yang diinjeksikan kedalam silinder
- Overhaul* : Pembongkaran atau perbaikan mesin secara keseluruhan

- PMS* : Singkatan dari *Planned Maintenance System* yaitu sistim perawatan terencana, yang merupakan standarisasi perusahaan atupun pembuat mesin.
- Poros* : Pada umumnya poros turbin sekarang terdiri dari silinder panjang yang solid. Sepanjang poros dibuat alur-alur melingkar yang biasa disebut akar (*root*) untuk tempat dudukan, sudu-sudu gerak (*moving blade*).
- Service tank* : Tangki yang digunakan untuk menampung bahan bakar yang berasal dari tanki endap (*settling tank*) dengan cara mentransfer melalui *MFO Purifier* dan *heater*. Disebut tanki harian (*service tank*) karena tanki ini merupakan tanki yang digunakan sehari-hari untuk melayani mesin induk.
- Settling tank* : Merupakan tangki yang digunakan untuk mengendapkan bahan bakar yang telah di pindahkan oleh transfer pump dari tanki penimbunan. lama waktu yang diperlukan untuk mengedapkan bahan bakar, ini minimal adalah 24 jam, hal ini berdasarkn *class rule*.
- Spring / Pegas* : Gulungan kawat baja bulat yang apabila ditekan memberikan gaya yang dapat digunakan untuk melakukan suatu kerja.
- Spare part* : Komponen dari mesin yang dicadangkan untuk perbaikan atau penggantian bagian unit/komponen yang mengalami kerusakan.
- Turbin* : Merupakan mesin turbo yang berfungsi mengubah energi potensial fluida (energi kinetik) menjadi energi mekanik untuk menghasilkan kerja berupa putaran poros.