

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



**MAKALAH**

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

Oleh :

**BAYU SURIANDA**  
**NIS. 01868/T-I**

**PROGRAM PENDIDIKAN DIKLAT PELAUT I  
JAKARTA  
2022**

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



**MAKALAH**

**OPTIMALISASI KINERJA 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 :**

**BAYU SURIANDA**

**NIS. 01868/T-I**

**PROGRAM PENDIDIKAN DIKLAT PELAUT I  
JAKARTA**

**2022**

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



**TANDA PERSETUJUAN MAKALAH**

Nama : BAYU SURIANDA  
NIS : 01868/T-I  
Program Pendidikan : Diklat Pelaut - I  
Jurusan : TEKNIKA  
Judul : OPTIMALISASI KINERJA PENGABUT BAHAN BAKAR  
GUNA MEMPERTAHANKAN KUALITAS PEMBAKARAN  
MESIN INDUK DI KM. INTAN DAYA 322

Pembimbing I

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

Penata (III/c)

NIP.19780707 200912 1 005

Jakarta, November 2022

Pembimbing II

**Bambang Wahyudi, M.Mar.E., MM**

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 : BAYU SURIANDA  
NIS : 01868/T-I  
Program Pendidikan : Diklat Pelaut - I  
Jurusan : TEKNIKA  
Judul : OPTIMALISASI KINERJA PENGABUT BAHAN BAKAR  
GUNA MEMPERTAHANKAN KUALITAS PEMBAKARAN  
MESIN INDUK DI KM. INTAN DAYA 322

Penguji I

**Dr. Ali Muktar Sitompul, MT**  
Penata Tk.I (III/d)  
NIP. 19730331 200604 1 001

Penguji II

**Drs. Tigor Siagian, MM**  
Pembina Tk.I (IV/b)  
NIP. 19570320 198202 1 001

Penguji III

**Bambang Wahyudi, M.Mar.E.,MM**  
Dosen STIP

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 KINERJA 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 Mohamad Ridwan, S.S.I.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 Bambang Wahyudi, M.Mar.E.,MM, 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 LXIV 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, November 2022

Penulis,



BAYU SURIANDA

NIS. 01868/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    |
| <br>   |         |
| <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       |
| <br>   |         |
| <b>BAB II LANDASAN TEORI</b>                       |         |
| A. TINJAUAN PUSTAKA.....                           | 7       |
| B. KERANGKA PEMIKIRAN .....                        | 27      |
| <br>   |         |
| <b>BAB III ANALISIS DAN PEMBAHASAN</b>             |         |
| A. DESKRIPSI DATA.....                             | 28      |
| B. ANALISIS DATA.....                              | 31      |
| C. PEMECAHAN MASALAH .....                         | 37      |
| <br>   |         |
| <b>BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN</b>                 |         |
| A. KESIMPULAN .....                                | 45      |
| B. SARAN .....                                     | 45      |
| <br><b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....                    | <br>47  |
| <br><b>LAMPIRAN</b>                                |         |
| <br><b>DAFTAR ISTILAH</b>                          |         |

## 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.....                  | 29             |
| Gambar 3.2 Filter Bahan Bakar yang Kotor.....                | 30             |
| Gambar 3.3 Kondisi tanki endap ( <i>settling tank</i> )..... | 30             |
| Gambar 3.4 Filter bahan bakar setelah dibersihkan .....      | 31             |
| Gambar 3.5 Gambar 3.5 Alat pengetesan nozzle injector .....  | 32             |
| Gambar 3.6 Penyekiran Injector.....                          | 39             |
| Gambar 3.7 Pemasangan injector .....                         | 42             |

## **DAFTAR LAMPIRAN**

- Lampiran 1. Ship Particular
- Lampiran 2. Receipt Bunker
- Lampiran 3. Titik Nyala
- Lampiran 4. Temperatur Pembakaran

# 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.

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 KINERJA 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 buntu
- b. *Spring* injector lemah
- c. Nozzle needle mampet di antara mulut nozzle

### **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 buntu
- b. *Spring* injector lemah

### **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 menjadi buntu?
- b. Apa yang menyebabkan *spring* injector menjadi lemah?

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

### **1. Tujuan Penelitian**

- a. Untuk mengoptimalkan kinerja dan mencari solusi pada nozzle injector
- b. Untuk mengoptimalkan kinerja dan mencari solusi pada *spring* injector

## **2. Manfaat Penelitian**

### **a. Manfaat Teoritis**

- 1) Sebagai tambahan wawasan bagi para pembaca dan 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 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**

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 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 ini

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

Penelitian dilaksanakan selama penulis bekerja sebagai *Chief Engineer* di atas KM. INTAN DAYA 322 sejak bulan Januari 2021 sampai dengan bulan Mei 2022.

## **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 :

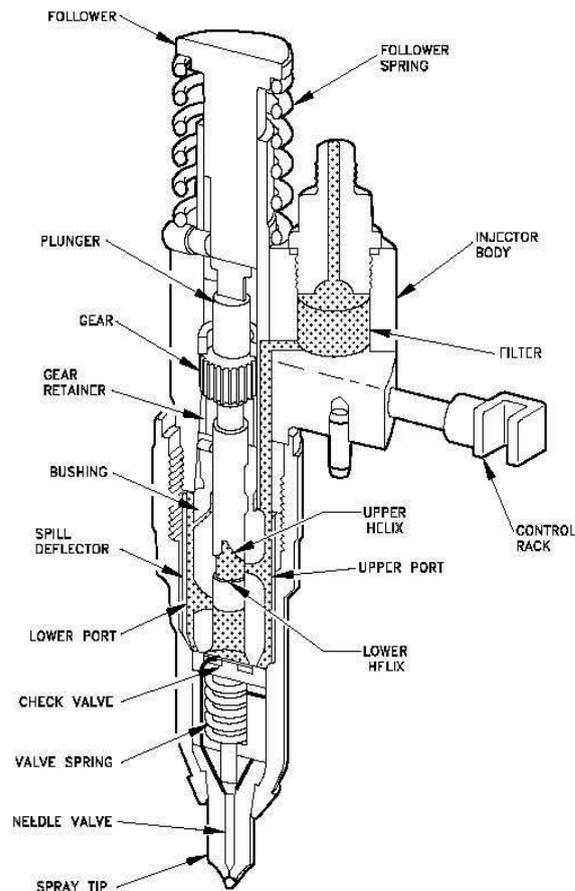
##### **1. Pengabut Bahan Bakar (*Injector*)**

###### **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 heterogen antara udara dan bahan bakar. Pengabut akan bekerja pada saat tertentu sewaktu pompa bahan bakar memompakan bahan bakar dengan tekanan 250-320 bar.

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 Injrector

## 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.



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 *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, 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  $1.400^{\circ}\text{C}$  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, (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) 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 peninjauan tentang 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 dikawal 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*.

**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 teliti 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 fungsi kontrol 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.

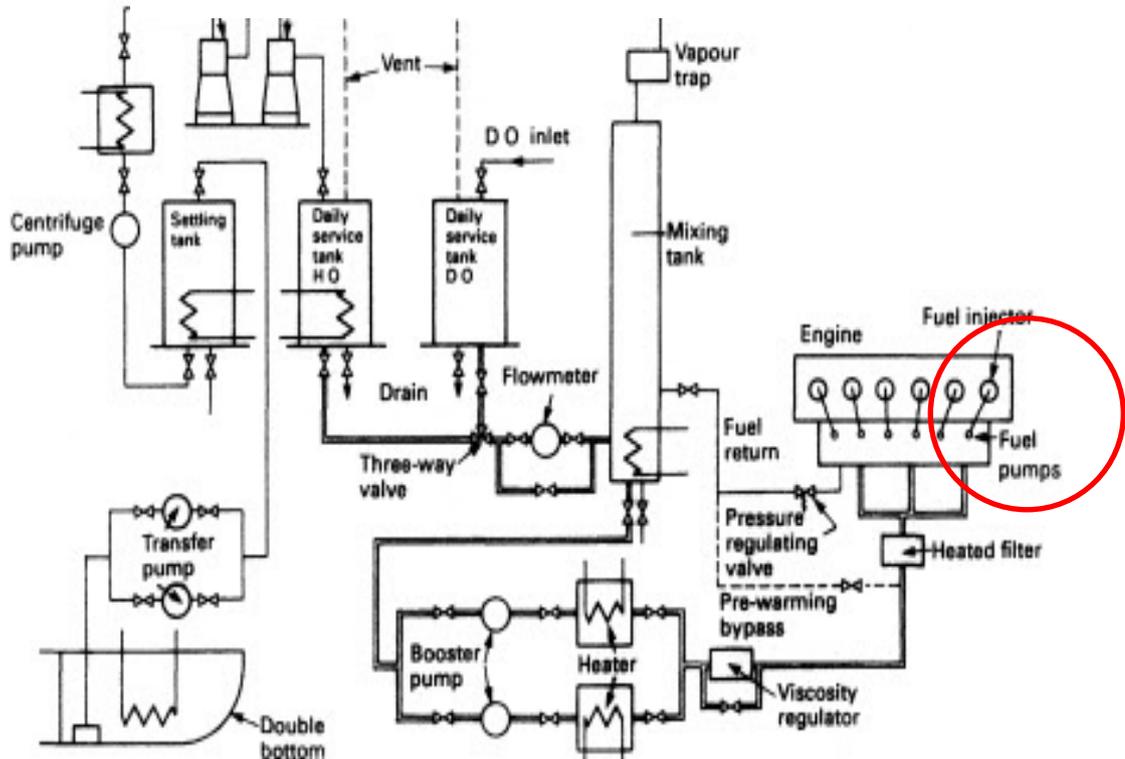
- 2) Kapal tenggelam, hilangnya kapal termasuk ABK dan seluruh muatan tabrakan, pecahnya *sea chest*, kebakaran di dalam kamar mesin, dsb.
- 3) Kapal bergetar, akibat perawatan dan perbaikan Poros Engkol yang tidak tepat, sehingga dapat merusak bagian-bagian mesin lainnya.
- 4) Kapal bergetar, salah satu daun baling-baling pernah kandas 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 operasional kapal, karena kerugian terus menerus yang sulit diperkirakan.
- 7) Biro Klasifikasi tidak merekomendasikan kapal untuk berlayar karena permesinan di kapal tidak memenuhi class.
- 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

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.



Gambar 2.10 Piping Diagram sistem bahan bakar

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)  $1\text{cst} = 0.01\text{ st} = 1\text{ mm}^2$  *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<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.

#### **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, 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 ( $P_i$ ) =  $0,785 \cdot D^2 \cdot S \cdot Z \cdot p_i \cdot n \cdot 100$ .

- 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 : ( $P_e$ ) =  $0,785 \cdot D^2 \cdot S \cdot Z \cdot p_e \cdot n \cdot 100$

#### 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

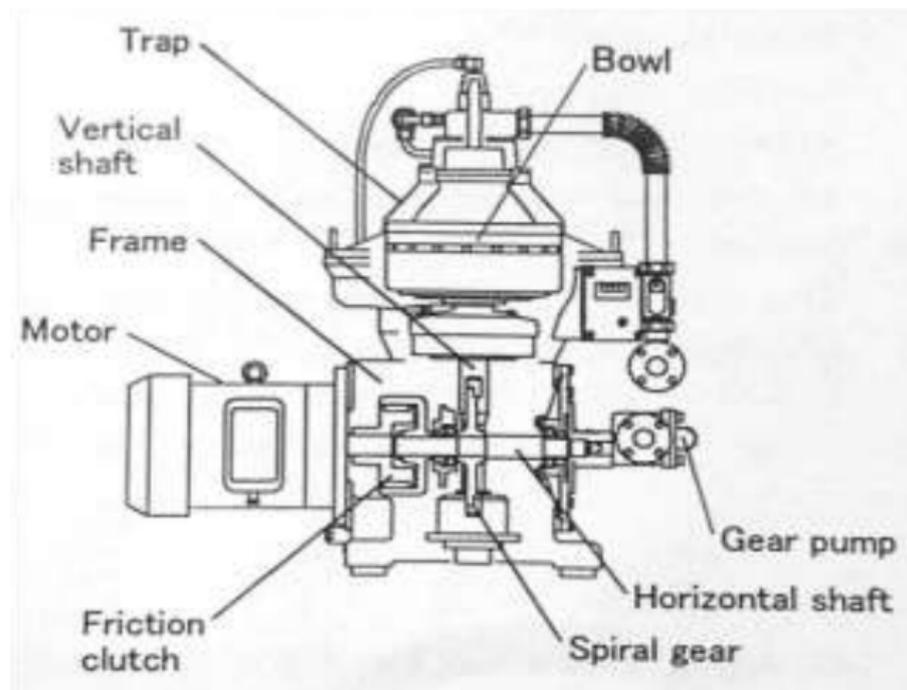
Adapun penyebab daya motor rendah adalah:

- 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 kecepataannya 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.



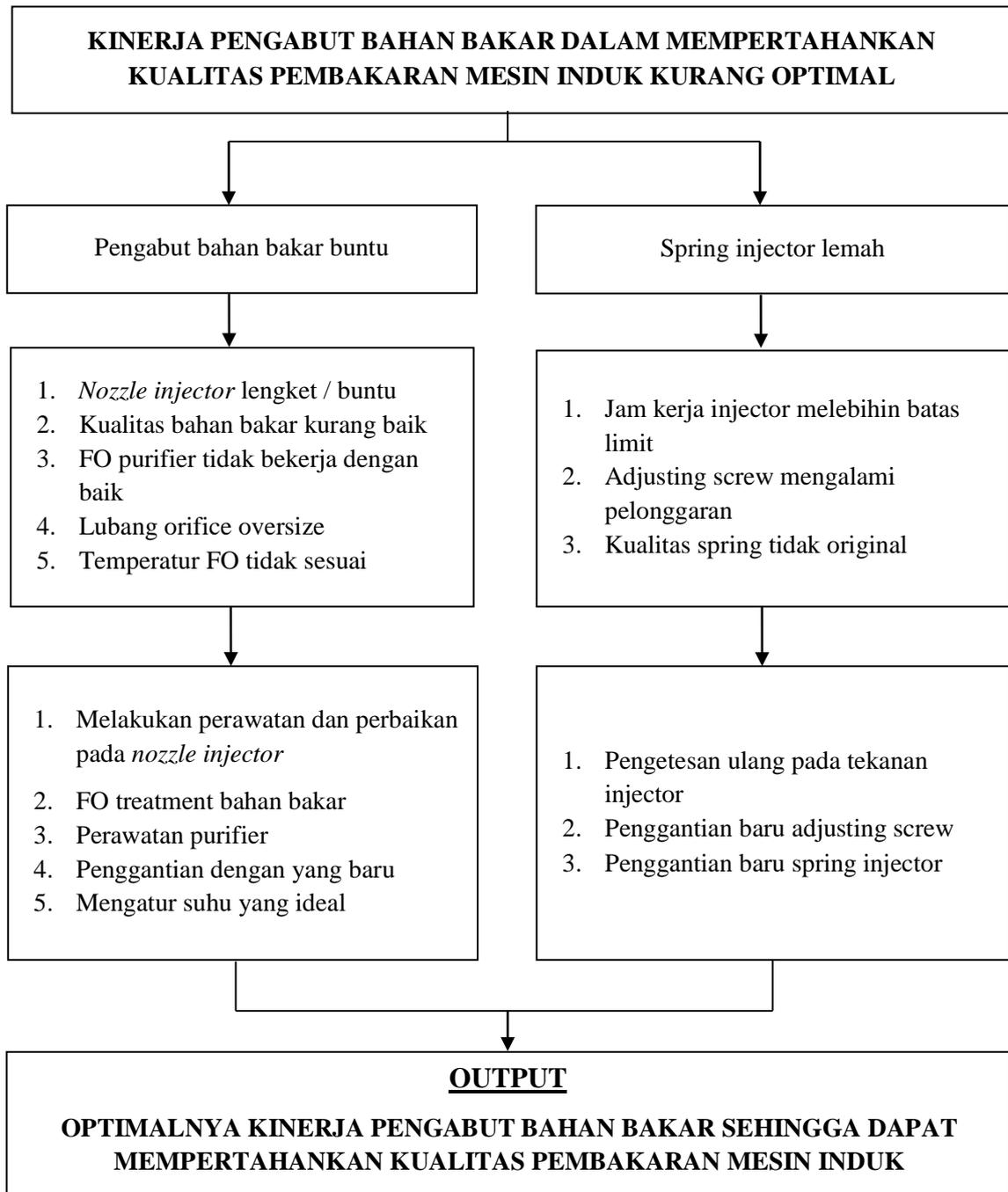
Gambar 2.11 Fuel Oil Purifier

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**

Pada tanggal 12 Januari 2022 saat KM. INTAN DAYA 322 dalam pelayaran dari Banjarmasin menuju kepulauan Batam pada posisi perairan Belitung di pulau Bangka Belitung terjadi kenaikan suhu gas buang mencapai 500°C dari suhu normal rata-rata 400°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 320 bar. 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.

Type kapal ini general cargo dengan flag Indonesia, dibuat di china tahun 15 november 2013. Mesin kapal ini bertenaga 2206 x 2 kw type GUANG ZHOU DIESEL ENGINE 8320 ZCD-8 dan DWT kapal ini 7537 ton.

Berikut beberapa peristiwa yang penulis alami selama bekerja di atas KM. INTAN DAYA 322 sebagai *chief Engineer* sejak bulan Januari 2021 sampai dengan bulan Mei 2022 diantaranya adalah sebagai berikut :

#### **1. Pengabut bahan bakar buntu**

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

Pada tanggal 12 Januari 2022 saat kapal dalam pelayaran dari Banjarmasin ke pulau Batam, terjadi kenaikan suhu gas buang mencapai 500°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 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.



Gambar 3.1 kondisi injector yang rusak

#### **b. Fakta II**

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:

- 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 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.

## 2. *Spring injector* lemah

Pada waktu yang sama yaitu pada tanggal 12 Januari 2022 saat kapal dalam pelayaran dari Banjarmasin ke pulau Batam, tekanan pengabut bahan bakar hanya 200 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. Pengabut bahan bakar buntu

Hal ini disebabkan oleh :

#### a. *Nozzle injector* lengket

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 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.

Dari hasil analisis yang dilakukan telah ditemukan bahan bakar banyak mengandung kotoran sehingga perlu dilakukan pemurnian bahan bakar sebelum digunakan.

**c. *FO purifier* tidak bekerja dengan baik**

*FO Purifier* merupakan komponen sistem bahan bakar yang berfungsi sebagai salah satu pembersih bahan bakar yang paling efektif dalam perawatan bahan bakar. Di kapal *FO purifier* berfungsi untuk membersihkan bahan bakar dari kotoran cair maupun padat (lumpur) sehingga kerusakan pada mesin induk akibat bahan bakar yang kurang baik dapat dikurangi. Apabila *FO purifier* tidak bekerja dengan baik akan mengakibatkan mutu bahan bakar kurang baik.

Sering terjadinya kerusakan pada *FO Purifier*, dapat mengakibatkan pengisian bahan bakar ke tangki harian terganggu. Sehingga untuk mengejar persediaan bahan bakar yang cukup untuk pemakaian mesin induk setiap masinis sering kali membuka kran *by pass* dari tangki tangki *storage*. Seperti yang kita ketahui apabila melakukan perbaikan *disc purifier* membutuhkan waktu sekitar 2 sampai 3 jam, maka para masinis melakukan salah satu cara ini sambil menunggu selesai perbaikan *purifier*. Oleh sebab itu *FO purifier* mempunyai peranan sangat penting dalam operasional mesin induk dan mesin bantu di atas kapal.

Alat ini digunakan untuk memisahkan kotoran dan air dari bahan bakar, bila bahan bakar berada di dalam mangkuk, kemudian diputar maka bahan bakar akan mendapat percepatan sentrifugal yang tinggi, sehingga partikel-partikelnya akan terpisah sesuai dengan berat jenisnya. Partikel yang berat jenisnya lebih besar akan terlempar paling jauh dan kemudian akan menempel pada dinding mangkuk, partikel tersebut adalah kotoran mekanis endapan-endapan lumpur disusul dengan air yang beratnya lebih

ringan, sedangkan partikel yang paling ringan akan mendekati pusat putaran yaitu bahan bakar yang bersih.

Dari hasil analisis yang dilakukan ditemukan bahwa *fuel oil purifier* dapat bekerja dengan baik.

**d. Lubang *orifice oversize***

Lubang *orifice* pada pengabut bahan bakar merupakan komponen yang memiliki peran penting dalam menjaga tekanan pengabutan. Fungsinya untuk mengukur laju aliran volume, membatasi aliran, atau mengurangi tekanan agar sesuai dengan yang dikehendaki. Jika lubang *orifice* terlalu lebar (*oversize*) maka hasil penyemprotan bahan bakar tidak sempurna.

Dari hasil analisis yang dilakukan tidak ditemukan *oversize* pada lubang *orifice*.

**e. Temperatur FO tidak sesuai**

Untuk mendapatkan pembakaran yang sempurna, diperlukan keseimbangan pada temperatur bahan bakar. Artinya temperatur bahan bakar harus sesuai dengan spesifikasi mesin. Semakin tinggi temperatur pemanasan bahan bakar maka viskositas dan densitas bahan bakar akan semakin menurun yang akan memudahkan proses terjadinya pembakaran yang lebih sempurna. Jika temperatur bahan bakar tidak sesuai maka akan terjadi pembakaran yang tidak sempurna. Kondisi ini akan menyebabkan sisa pembakaran menumpuk pada lubang pengabut bahan bakar sehingga menyebabkan kerja pengabut bahan bakar tidak maksimal.

Dari hasil analisis yang dilakukan ditemukan bahwa temperatur *fuel oil* sesuai yang diharapkan.

**2. *Spring Injector* Lemah**

Penyebabnya yaitu

**a. Jam kerja *injector* melebihi batas limit**

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.

Dari hasil analisis yang dilakukan ditemukan jam kerja *injector* sudah melebihi batas limit.

**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*.

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

**c. Kualitas *spring* tidak original**

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 ditemukan bahwa *spring injector* yang digunakan merupakan suku cadang original.

## C. PEMECAHAN MASALAH

### 1. Alternatif Pemecahan Masalah

#### a. Pengabut bahan bakar buntu

##### 1) *Nozzle injector* lengket

Alternatif pemecahan masalahnya yaitu :

##### a) Melakukan penyekiran terhadap *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 :

- (1) 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*.

- (2) 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.
- (3) 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*).
- (4) 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*.
- (5) Setelah menyelesaikan uji tekanan kerja *nozzle* pada alat penguji dengan mencapai hasil pengabutan yang ideal 280 kg/m<sup>2</sup> dan pengujian dinyatakan baik, maka selanjutnya pengabut dapat dipasang kembali seperti semula.



Gambar 3.7 Pemasangan injector

- (6) 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.

**b) Ganti *Nozzle Injector* dengan yang baru**

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) **Kualitas bahan bakar kurang baik**

### a) ***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 :

- (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 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.

### b) **Menggunakan FO purifier untuk membersihkan bahan bakar**

*Purifier* berfungsi sebagai alat pembersih bahan bakar dari kotoran dan air, sehingga dapat dihasilkan bahan bakar yang baik dan bermutu untuk pembakaran pada *cylinder* mesin penggerak

utama dan mesin bantu. Alat ini merupakan alat pemisah bahan bakar dengan kotoran yang dianggap paling baik dewasa ini.

Perawatan dan pengawasan pada *purifier* harus dilaksanakan dengan baik mengingat bahan bakar yang dihasilkan dari alat ini. Disamping perawatan dan pengawasan juga haruslah ditunjang dengan cara pengoperasian yang baik dan benar. Apabila terjadi kesalahan dalam mempersiapkan pengoperasian maka selain kualitas bahan bakar yang dihasilkan kurang bermutu dan kerugian lain yang berakibat fatal.

Perawatan dan suku cadang merupakan faktor yang saling berkaitan disamping faktor manusia sebagai operator untuk dapat menjaga agar *purifier* tersebut dapat bekerja dengan optimal / baik. Oleh karena itu peranan saringan bahan bakar terhadap kinerja mesin induk sangat penting, maka perlu adanya penanganan serta perawatan. Pola perawatan yang terencana serta saling berkesinambungan merupakan perawatan atau pengecekan secara bertahap dan teratur.

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<sup>0</sup>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. *Spring Injector* Lemah**

**1) Jam kerja injector melebihi batas limit**

**a) Ganti *spring injector* dengan yang original**

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.

**b) Merekondisi *spring injector***

*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. Pengabut Bahan Bakar Buntu

#### 1) *Nozzle injector* lengket

##### a) Melakukan penyekiran terhadap *nozzle injector*

Keuntungannya :

- (1) Tekanan pengabut bahan bakar normal
- (2) Pembakaran di dalam silinder sesuai yang diharapkan
- (3) Biaya lebih murah

Kerugiannya :

- (1) Hasil kurang maksimal
- (2) Membutuhkan pemahaman dan ketelitian dalam pelaksanaannya.

##### b) Ganti *Nozzle Injector* dengan yang baru

Keuntungannya :

- (1) Pengerjaan lebih cepat
- (2) Hasil lebih maksimal

Kerugiannya :

- (1) Biaya lebih mahal
- (2) Sering terkendala persediaan suku cadang di atas kapal

#### 2) Kualitas bahan bakar kurang baik

##### a) *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) Menggunakan FO purifier untuk membersihkan bahan bakar**

Keuntungannya :

(1) Bahan bakar bersih dari kotoran

(2) Proses lebih cepat dan mudah

Kerugiannya :

(1) Diperlukan kerja *FO purifier* yang maksimal

(2) Pengoperasian purifier harus sesuai prosedur yang berlaku sehingga dibutuhkan pemahaman ABK Mesin

**b. *Spring Injector Lemah***

**1) Jam kerja injector melebihi batas limit**

**a) Ganti *spring injector* dengan yang original**

Keuntungannya :

(1) Hasil lebih maksimal

(2) Proses pengerjaan lebih cepat

Kerugiannya :

(1) Biaya lebih besar

(2) Diperlukan persediaan suku cadang original di kapal

**b) Merekondisi *spring injector***

Keuntungannya :

(1) Biaya lebih murah

(2) Bisa dilakukan semua ABK mesin

Kerugiannya :

(1) Hasil kurang maksimal

(2) Cepat rusak / tidak tahan lama

### 3. Pemecahan Masalah yang Dipilih

- a. Pengabut bahan bakar buntu
  - 1) *Nozzle injector* lengket, mengatasinya dengan melakukan penyekiran terhadap *nozzle injector*.
  - 2) Kualitas bahan bakar kurang baik, mengatasinya dengan *FO treatment* bahan bakar.
- b. *Spring injector* lemah karena jam kerja injector melebihi batas limit, mengatasinya yaitu mengganti *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 perawatan sistem bahan bakar di atas KM. INTAN DAYA 322 sebagai berikut :

1. Pengabut bahan bakar pada nozzle buntu karena:
  - a. Nozzle lengket dan cara mengatasinya dengan cara diskir.
  - b. Bahan bakar kurang baik dan cara mengatasinya dengan cara menggunakan dengan FO treatment.
2. Yang menyebabkan Spring injector lemah dikarenakan jam kerja melebihi batas, mengatasinya dengan pergantian spring injector dengan yang original.

#### **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
- [https://mesin.ulm.ac.id/assets/dist/bahan/Teori\\_Dasar\\_Motor\\_diesel\\_full2.pdf&ved=2ahUKEwii052RqsP7AhXT6XMBHWd4Byg4HhAWegQIBhAB&usg=AOvVaw3P3\\_s1uIgNRISD\\_pJQXIPk](https://mesin.ulm.ac.id/assets/dist/bahan/Teori_Dasar_Motor_diesel_full2.pdf&ved=2ahUKEwii052RqsP7AhXT6XMBHWd4Byg4HhAWegQIBhAB&usg=AOvVaw3P3_s1uIgNRISD_pJQXIPk)
- 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*
- [https://id.wikipedia.org/wiki/Titik\\_nyala](https://id.wikipedia.org/wiki/Titik_nyala)