

KEMENTRIAN PERHUBUNGAN  
BADAN PENGEMBANGAN SDM PERHUBUNGAN  
SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN



MAKALAH

MENINGKATKAN PERANAN MASINIS DALAM MELAKSANAKAN TUGAS  
POKOK DAN FUNGSINYA KHUSUSNYA DALAM PERAWATAN BAHAN BAKAR  
MESIN INDUK DI MV.BALI SEA DANCER

**Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan  
Penyelesaian Program Diklat Pelaut I**

Oleh :

YULFA IRWANTONY

NIS: 01373 / T-1

PROGRAM PENDIDIKAN DIKLAT PELAUT I

JAKARTA

2016

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



**TANDA TANGAN PENGESAHAN MAKALAH**

Nama : YULFA IRWANTONY  
NIS : 01373 / T  
Program Pendidikan : DIKLAT PELAUT I  
Jurusan : TEKNIKA  
Judul : **MENINGKATKAN PERANAN MASINIS DALAM  
MELAKSANAKAN TUGAS POKOK DAN FUNGSI NYA  
KHUSUSNYA DALAM PERAWATAN BAHAN BAKAR  
MESIN INDUK DI MV.BALI SEA DANCER**

Penguji I

**Budi Purnomo, M.MTr**  
Penata Tk.I (III/d)  
Nip. 19720510 2005021 002

Penguji II

**M. Hasan Habli, MM**  
Pembina Tk.I (IV/b)  
Nip. 19581008 1998081 001

Penguji III

**Drs. Tigor Siagian, MM**  
Pembina (IV/a)  
Nip. 19570320 1982021 001

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik

**NAFI ALMUZANI, M.MTr**  
Penata (III/c)  
Nip. 197209012005021001

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

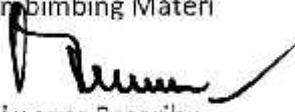


**TANDA PERSETUJUAN MAKALAH**

Nama : YULFA IRWANTONY  
Nomor Induk Siswa : 01373/T  
Program Pendidikan : ATT-1  
Jurusan : TEHNIKA  
Judul : "MENINGKATKAN PERANAN MASINIS

**DALAM MELAKSANAKAN TUGAS POKOK DAN FUNGSINYA  
KHUSUSNYA DALAM PERAWATAN BAHAN BAKAR MESIN  
INDUK DI MV.BALI SEA DANCER"**

Pembimbing Materi

  
Almaran Pasaribu

Pembimbing Penulisan

  
Dandur Yavogo, M.Pd  
Penata / III C  
NIP. 198506182010121001

Mengetahui;  
Ketua Jurusan Tehnika

  
Nafi Amuzani, M.M.Tr  
Penata Tk I / III C  
NIP. 19720901 200502 1 001

## DAFTAR ISI

Halaman

DAFTAR ISI.....	i
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang .....	1
B. Identifikasi, Batasan dan Rumusan Masalah .....	2
C. Tujuan dan Manfaat Penulisan .....	3
D. Metode Penelitian .....	4
E. Waktu dan Tempat Penelitian.....	4
F. Sistematika Penulisan .....	4
BAB II LANDASAN TEORI.....	8
A. Latar Belakang.....	8
B. Kerangka Pemikiran .....	20
BAB III ANALISIS DAN PEMBAHASAN.....	24
A. Deskripsi Data .....	24
B. Analisa Data.....	26
C. Pemecahan Masalah.....	28
BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN.....	37
A. Kesimpulan .....	37
B. Saran .....	37
DAFTAR PUSTAKA .....	39
DAFTAR LAMPIRAN.....	40

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. LATAR BELAKANG**

Persaingan bisnis jasa angkutan laut saat ini sangat ketat. Jasa angkutan laut tidak hanya merupakan sarana perdagangan saja tetapi juga sarana rekreasi, mobilitas masyarakat yaitu sebagai alat transportasi antar pulau. Walaupun sekarang ini kondisi perminyakan dunia agak lesu dan ini juga berimbas kepada bisnis angkutan laut secara umum, namun dengan adanya pencanangan Pemerintah yang menjadikan wilayah laut Indonesia sebagai POROS MARITIM DUNIA, maka dinilai usaha dibidang ini nantinya akan sangat menjanjikan dan diharapkan nantinya akan menjadi primadona di Indonesia. Seiring kemajuan teknologi dalam bidang pelayaran, maka kapal-kapal yang digunakan pun juga mengalami perubahan bentuk, jenis serta teknologinya sesuai dengan muatan dan jenis kerja kapal tersebut, seperti : Cruising Ship, *Work boat*, *Crew boat*, *Crane barge*, *AHTS*, *Survey boat* dan lain sebagainya. MV Bali Sea Dancer merupakan jenis Cruising Ship/ Kapal pesiar yang melayari daerah wisata di Nusatenggara, Indonesia Timur Asean hingga Australia. Karena kapal jenis ini melayani penumpang, maka Perusahaan pelayaran dituntut untuk selalu memberikan pelayanan yang memuaskan kepada pelanggan dengan cara mengoperasikan kapal yang dimiliki dengan baik, aman bagi pengguna, lingkungan serta efisien.

Untuk menunjang hal tersebut diatas, maka perawatan adalah factor penting dalam mempertahankan kehandalam fasilitas-falistas yang diperlukan masyarakat modern, disamping sumber daya manusia di atas kapal yang terampil dalam merawat dan meng optimalkan *performance* kapal.

Salah satu pokok yang menunjang kelancaran operasi kapal adalah kualitas bahan bakar yang sesuai dengan kebutuhan jenis mesin itu sendiri, sebagai sumber energi utama.

Sumber energi utama adalah bahan bakar yang sesuai dengan kualitas yang telah ditetapkan oleh pabrik pembuat mesin. Dengan kualitas bahan bakar yang tidak memenuhi standar dapat mengakibatkan kinerja mesin kurang optimal dan dapat berakibat fatal sehingga mengganggu pengoperasian kapal.

Dari pengalaman penulis selama bekerja sebagai Safety, Technical & Operation Manager (S.T.O Manager) di P&O Spice Island Cruises Indonesia (Perusahaan Patungan Indonesia dan P&O Australia) yang salah satu kapal yg dioperasikan yaitu MV Bali Sea Dancer. Dimana hampir selama dua bulan pertama sejak kapal tsb dioperasikan diperairan Indonesia tidak menunjukkan kinerja mesin yang baik, bahkan hampir menimbulkan kecelakaan saat berolah gerak. Setelah dilakukan pengecekan secara seksama.maka didapati kondisi bahan bakar kurang baik. Hal ini adalah dampak dari Kualitas bahan bakar yg diterima diatas kapal serta belum Maksimalnya pelaksanaan perawatan bahan bakar diatas kapal.. Untuk itulah dalam makalah ini penulis membahas bahan bakar untuk mesin dengan judul :

**“Meningkatkan Peranan Masinis Dalam Melaksanakan Tugas Pokok dan Fungsinya Khususnya Dalam Perawatan Bahan Bakar Mesin Induk di MV Bali Sea Dancer”**

Makalah ini dimaksudkan untuk dapat berbagi pengalaman dari penulis kepada pembaca, terutama yang berada dalam lingkungan perkapalan, pelayaran atau pengelola gedung yang menggunakan Bahan Bakar sebagai sumber Energi utama.

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

### **1. Identifikasi Masalah**

Kendala atau permasalahan yang penulis temukan dalam / dengan bahan bakar pada **MV.Bali Sea Dancer** diantaranya yaitu :

- a. Kualitas bahan bakar yang diterima pada saat bunker kurang baik
- b. Pengambilan Sample Bahan Bakar Tidak Benar
- c. Belum Optimalnya Perawatan Bahan Bakar
- d. Tanki Penyimpanan Bahan Bakar yang kurang Terawat
- e. Fuel Oil Purifier tidak Bekerja Dengan Normal

### **2. Batasan Masalah**

Mengingat luasnya masalah yang ada pada saat penulis melakukan pengamatan diatas kapal MV Bali Sea Dancer yang berkaitan dengan perawatan bahan bakar, maka penulis sangat menyadari akan keterbatasan ilmu serta pengetahuan yang

dimiliki, maka dalam pembahasan makalah ini penulis tidak membahas secara keseluruhan tetapi terbatas mengenai :

- a. Belum Optimalnya perawatan bahan bakar
- b. Fuel Oil Purifier tidak bekerja dengan normal

### **3. Rumusan Masalah**

Perawatan yang kurang teratur dan pengawasan yang belum maksimal pada bahan bakar akan mengakibatkan kerja dari suatu mesin sering terjadi gangguan, yang disebabkan oleh kurang baiknya kualitas bahan bakar. Oleh karena itu penulis akan merumuskan masalah-masalah sebagai berikut :

- a. Apa yang menyebabkan kurang baiknya kualitas bahan bakar diatas Kapal ?
- b. Mengapa Fuel Oil Purifier tidak bekerja dengan normal?

## **C. TUJUAN DAN MANFAAT PENULISAN**

### **1. Tujuan Penyusunan Makalah**

Adapun tujuan penyusunan makalah ini adalah :

- a. Untuk memberikan sumbagan pikiran dalam pemecahan masalah-masalah yang berhubungan dengan kondisi perawatan Bahan bakar yang belum optimal dalam membantu kinerja Mesin Induk sehingga para masinis diatas kapal dapat lebih memahami dan mengerti akan pentingnya meningkatkan perawatan bahan bakar.
- b. Selalu melakukan peningkatan perawatan terhadap bahan bakar sesuai dengan PMS (Plan Maintenance System)

### **2. Manfaat Penyusunan Makalah**

- a. Aspek teoritis

Agar bermanfaat dalam pemikiran ilmu pengetahuan, terutama dalam hal menunjang operasional kapal. Juga memberikan wawasan yang bermanfaat di lingkungan maritim, khususnya para masinis diatas kapal agar bisa lebih mengerti dalam meningkatkan pemahaman terhadap perawatan bahan bakar dalam pengoperasian mesin kapal **MV Bali Sea Dancer**.

b. Aspek praktis

Penyusunan ini diharapkan dapat menjadi suatu masukan kepada pembaca dalam mengatasi dan mengambil pemecahan masalah yang dihadapi mengenai perawatan bahan bakar.

#### **D. METODE PENELITIAN**

Dalam penyusunan makalah ini penulis menggunakan metode pengumpulan data berdasarkan atas:

1. **Metode pengumpulan data.**

a. Studi Lapangan

- 1) Pengalaman penulis selama bekerja di atas kapal dan observasi dengan melakukan pengamatan langsung tentang perawatan bahan bakar.
- 2) Diskusi dengan para masinis di atas kapal **MV Bali Sea Dancer**.

b. Studi Kepustakaan

- 1) Buku- buku tentang bahan bakar di perpustakaan STIP Jakarta
- 2) Buku-buku tentang mesin diesel
- 3) SOLAS 2009 (Consolidated Edition)
- 4) Panduan Penulisan Makalah STIP Jakarta

2. **Metode Analisa Data**

Metode yang digunakan penulis melakukan pengamatan atau observasi langsung diatas kapal tentang kondisi-kondisi yang terjadi sehingga diketahui permasalahannya dan melalui landasan teori dianalisis penyebab dari permasalahan tersebut sehingga diperoleh cara pemecahan dari permasalahan.

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

Disaat penulis diatas kapal, dilakukan inventarisir informasi yang menunjang terhadap penyusunan makalah ini. Adapun waktu dan tempat penelitian dilakukan diatas kapal MV. Bali Sea Dancer.

#### **F. SISTEMATIKA PENULISAN**

Untuk mempermudah pembaca dalam memahami penulisan ini maka makalah ini dibuat terdiri dari lima bab dimana tiap bab selalu berkesinambungan dalam

pembahasan yang merupakan suatu rangkaian yang tidak terpisah, maka sistematikanya sebagai berikut :

## BAB I : PENDAHULUAN

Pada BAB ini berisikan latar belakang dari judul makalah, identifikasi masalah, batasan masalah, rumusan masalah, tujuan dan manfaat penyusunan makalah, dan sistematika penyusunan makalah.

### A. Latar Belakang

Dikemukakan beberapa pokok pikiran berupa latar belakang dan alasan penulis memilih judul “Mengoptimalkan Perawatan Pengabut Bahan Bakar Guna Menunjang Kinerja Mesin Induk Diatas Kapal MV. Bali Sea Dancer”

### B. Identifikasi, Batasan Dan Rumusan Masalah

#### a. Identifikasi Masalah

Dimana untuk mengidentifikasi pokok permasalahan

#### b. Batasan Masalah

Pembatasan masalah dikemukakan dalam bentuk penjabaran yang sudah rinci dari permasalahan.

#### c. Rumusan Masalah

Merumuskan masalah pokok yang akan diteliti, yaitu masalah kurangnya perawatan pada bahan bakar di kapal MV Bali Sea Dancer.

### C. Tujuan dan Manfaat

Tujuan penelitian menyatakan sasaran dan solusi yang akan ditetapkan dengan kriteria yang dapat diukur supaya dapat dievaluasi kegunaan dari penelitian tersebut yaitu untuk melaksanakan perawatan pada bahan bakar secara teratur guna menunjang kelancaran operasional mesin induk.

### D. Metode Penelitian

#### 1. Metode pengumpulan data.

##### a. Studi Lapangan

1) Pengalaman penulis selama bekerja di atas kapal dan observasi dengan melakukan pengamatan langsung tentang perawatan bahan bakar.

2) Diskusi dengan para masinis di atas kapal MV Bali Sea Dancer..

b. Studi Kepustakaan

1) Buku-buku tentang bahan bakar di perpustakaan STIP Jakarta

2) Buku-buku tentang diesel.

3) SOLAS 2009 (Consolidated Edition)

4) Panduan Penulisan Makalah STIP Jakarta

2. Metode Analisa Data

Metode yang digunakan penulis melakukan pengamatan atau observasi langsung diatas kapal tentang kondisi-kondisi yang terjadi sehingga diketahui permasalahannya dan melalui landasan teori dianalisis penyebab dari permasalahan tersebut sehingga diperoleh cara pemecahan dari permasalahan.

E. Waktu Dan Tempat Penelitian

Waktu pelaksanaan dimana penulis melaksanakan penelitian diatas MV. Bali Sea Dancer baik saat Cruising maupun saat kapal berada di Pelabuhan.

F. Sistematika Penulisan Makalah

Menjelaskan tentang sistematika penulisan dimana tiap-tiap bab tersebut saling berkaitan satu sama lain.

## BAB II : LANDASAN TEORI

Menyajikan hasil penelitian yang berkaitan dengan kasus yang diangkat mengenai kondisi perawatan bahan bakar.

A. Tinjauan Pustaka

Tinjauan terhadap buku-buku referensi atau buku petunjuk yang ada kaitannya dengan masalah *perawatan pada bahan bakar* mesin induk.

B. Kerangka Pemikiran

Berisikan pola pemikiran yang sistematis untuk memecahkan masalah yang akan terjadi pada *perawatan bahan bakar*.

### BAB III : ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Bab ini akan menguraikan tentang jenis data yang diambil dari lapangan berupa fakta-fakta hasil survey yang terkait dengan perawatan bahan bakar yang belum bekerja secara optimal, menganalisis data sampai ada ditemukan penyebab timbulnya masalah, pemecahan masalah yang akan ditemukan, serta evaluasi terhadap alternative pemecahan masalah yang ditemukan.

#### A. Deskripsi Data.

Menguraikan dari data yang diambil dari lapangan berupa fakta-fakta hasil survey yang terkait dengan masalah *perawatan bahan bakar* termasuk pengolahan datanya.

#### B. Analisa Data

Menganalisa data sampai data penyebab timbulnya masalah yang terjadi pada *bahan bakar* mesin induk

#### C. Pemecahan Masalah

##### 1. Alternatif Pemecahan Masalah

Melakukan pemecahan masalah dengan beberapa cara

##### 2. Evaluasi Pemecah Masalah

Melakukan evaluasi terhadap alternative pemecahan masalah terjadi pada *perawatan bahan bakar* yang ditemukan.

### BAB IV : KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan yang merupakan jawaban terhadap timbulnya kurang optimalnya perawatan bahan bakar pada mesin diesel dan beberapa saran untuk meningkatkan perawatan bahan bakar.

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **A. LATAR BELAKANG**

Bahan bakar merupakan salah satu kebutuhan yang penting dalam menunjang kelancaran pengoperasian kapal. Oleh karena itu menurut *SOLAS Consolidated Edition 2009 Chapter II Part B Prevention of fire and explosion 2.1.*

*“Limitation in the use of oil as :*

- 1. Expect as otherwise permitted by this paragraph, no oil fuel with a flash point of less than 60°C shall be use.*
- 2. In emergency generator, oil fuel with a flash point of not less than 43°C may be used. (SOLAS 2009).*

Jadi syarat bahan bakar yang boleh disimpan di kapal flash pointnya (titik nyalanya) tidak boleh kurang dari 60°C (menurut SOLAS CONSOLIDATED EDITION 2009 Chapter II Part B, Prevention of fire and explosion 2.1.).

Bahan bakar mengandung unsure-unsur antara lain : Carbon, Hidrogen, Sulfur, Vanadiun, Silicat dan beberapa unsur lainnya. Untuk menjaga kualitas bahan bakar agar selalu dalam kondisi yang bagus sebaiknya dimulai sejak diterima dari bunker, dimana sebelum mengisi bahan bakar sebaiknya memasukkan *Fuel Oil Treatment* yang berupa chemical kedalam tangki penyimpanan sesuai dengan takaran perbandingan yang ditentukan.

Adapun tujuan pengisian *chemical atau fuel oil threatment* ini adalah :

1. Menyempurnakan pembakaran dan menjadikan pemakaian bahan bakar lebih irit secara keseluruhan.
2. Memisahkan lumpur-lumpur, air dan kotoran lainnya yang tercampur pada bahan bakar.
3. Melindungi pipa-pipa saluran bahan bakar, tangki dan permukaan besi dari proses karat.
4. Membantu menjaga saringan, corong, pipa-pipa dan Injektor nozzle bebas dari lumpur dan pembentukan sisa-sisa kotoran.
5. Menjadikan penyimpanan bahan bakar dapat digunakan secara maksimum.

(Menurut Instruction manual nalfleet marine chemical, "Fuel Oil Dispersant 9-158")

Sebelum bahan bakar masuk ke tangki harian (*Daily Service Tank*) bahan bakar mengalami beberapa proses :

1. Bahan bakar masuk dari kapal bunker disimpan dalam tangki penyimpanan (*Storage Tank*) atau *Double Bottom Tank*).
2. Dari double bottom dipindahkan melalui pompa transfer ke tangki *settling*, sesering mungkin tangki ini dicerat untuk membuang endapan air dan lumpur.
3. Melalui Pompa Separator (*feed Pump*) yang dilengkapi saringan isap, bahan bakar dibersihkan lagi dengan Separator (*Purifier*) MGO jenis MITSUBISHI KAKOKI SJ30F, baru diteruskan ke tangki harian (*Daily Service Tank*).

Dengan kondisi seperti diatas diharapkan bahan bakar yang akan dipurifikasi (dibersihkan) sudah cukup baik, namun pada kenyataannya purifier sering mengalami gangguan. Sebagai salah satu contoh yang pernah dialami di MV Bali Sea Dancer tempat penulis bekerja, setelah diselidiki apa penyebab terjadinya over flow tersebut, ternyata ditemukan *bowl purifier* kotor dengan keadaan *bowl* yang kotor maka putaran dari *FO purifier* jadi tidak maksimal kemudian menyebabkan terjadinya over flow.

Untuk mendapatkan pembakaran yang sempurna di dalam mesin diesel dan mengurangi pengikisan dan korosi di dalam mesin diesel maka dibutuhkan suatu cara untuk memisahkan kotoran baik dari bahan bakar maupun minyak lumas. Bahan bakar cair dapat mengandung air, dan berbagai zat padat yang dapat membahayakan pengoperasian. Hal ini termasuk abu, berbagai jenis mineral dan air yang terdapat didalam bahan bakar cair. Pembersihan bahan bakar memberi pengertian, dalam hal tersebut adalah bahwa suatu campuran berbagai zat dipisahkan dari komponen yang dikehendaki dan yang tidak . Pembersihan tersebut digunakan perbedaan sifat dari komponen yang akan dibersihkan, seperti misalnya perbedaan dalam :

1. Kondisi zat (padat, cair, gas)
2. Kepekatan
3. Titik didih
4. Tegangan Permukaan
5. Sifat elektro magnetic

Zat-zat ini dapat dipisahkan dengan baik dengan menggunakan beberapa cara, cara yang biasa digunakan di atas kapal adalah pemusingan (confritual), filterisasi. Telah banyak usaha yang dilaksanakan untuk membersihkan bahan bakar cair hanya dengan bantuan tanki endap dan saringan (relative lebih kecil dan murah) dengan banyak sukses dan kurang sukses.

Mengenai penggunaan bahan bakar residue modern, maka penyalur bahan bakar dan para pabrik motor diesel sepakat bahwa pembersihan dari bahan bakar tersebut hanya dicapai dengan separator sentrifugal yang bekerja optimal.

Pada minyak bahan bakar motor sangat penting sekali untuk menjaga agar minyak tetap bebas air. Dalam hal tersebut juga berlaku bahwa pemisahan air yang efisien hanya dimungkinkan dengan bantuan sentrifugasi.

#### 1. Struktur dan peralatan yang menunjang kinerja dari Fuel Oil Purifier.

##### a. Komponen bagian luar Fuel Oil Purifier

###### 1) Automatic control panel

Automatic control panel berfungsi sebagai tempat untuk mengontrol pengoperasian Fuel Oil Purifier secara otomatis.

###### 2) Leakage monitor

Leakage monitor berfungsi sebagai alat pendeteksi terjadinya kebocoran minyak yang terbuang ke tanki lumpur.

###### 3) Discharge detector

Discharge detector merupakan alat pendeteksi apabila bowl tidak membuka pada saat kotoran dalam bowl tidak dapat dibuang ketika proses pembuangan kotoran berlangsung.

###### 4) Flow meter

Flow meter berfungsi sebagai alat mengukur jumlah aliran minyak selama pengoperasian Fuel Oil Purifier berlangsung

5) Pressure gauge

Pressure gauge berfungsi untuk mengukur tekanan minyak bersih yang keluar dari Fuel Oil Purifier menuju tanki harian

6) Thermometer

Thermometer berfungsi untuk mengukur suhu bahan bakar yang masuk ke dalam Fuel Oil Purifier selama pengoperasian Fuel Oil Purifier berlangsung

7) Gear pump

Gear pump berfungsi untuk memasok bahan bakar dari tanki penampungan ke dalam Fuel Oil Purifier untuk di pisahkan dari air dan kotoran lainnya.

8) Safety joint

Safety joint merupakan bagian dari Fuel Oil Purifier yang akan menghubungkan secara otomatis tenaga dari motor ke gear pump ketika Fuel Oil Purifier dioperasikan.

9) 3-way cylinder valve

3-way cylinder valve berfungsi sebagai saluran minyak dari tanki penampungan ke dalam Fuel Oil Purifier dan saluran balik kedalam tanki ketika proses pembuangan kotoran terjadi.

10) Motor

Motor berfungsi sebagai penggerak utama Fuel Oil Purifier yang berputar menggerakkan horizontal shaft dengan bersumber dari tenaga listrik

11) By-pass valve

By-pass valve berfungsi sebagai saluran balik bahan bakar dari gear pump ke tanki penampungan

12) 3-way selenoid valve

3-way selenoid valve berfungsi untuk membuka dan menutup kran sesuai dengan sinyal dari automatic control panel untuk memasok air pengoperasian ke dalam Fuel Oil Purifier

13) Pemanas Minyak

Pemanas minyak berfungsi untuk memanaskan bahan bakar yang dipasok dari gear pump ke dalam Fuel Oil Purifier.

14) Reducing valve

Reducing valve berfungsi untuk memasok dan dan mereduksi air pengoperasian tekanan tinggi untuk penutupan bowl.

15) Oil gauge

Oil gauge berfungsi untuk mengukur kuantitas minyak pelumas di dalam Fuel Oil Purifier.

b. Komponen bagian dalam dari Fuel Oil Purifier

1) Disc

Disc adalah komponen dalam dari Fuel Oil Purifier yang berfungsi untuk menahan aliran minyak yang akan dibersihkan secara perlahan-lahan hingga akhirnya minyak keluar menuju tanki harian

2) Bowl body

Bowl body berfungsi sebagai tempat bowl hood pada Fuel Oil Purifier

3) Bowl nut

Bowl nut berfungsi untuk mengunci atau menahan bowl hood agar tidak terlepas dari dudukannya

4) Bowl hood

Bowl hood berfungsi sebagai tempat diletakkannya disc-disc yang merupakan tempat terjadinya proses pembersihan minyak.

5) Main seal ring

Main seal ring berfungsi sebagai pelapis atau penyekat antara bowl body dan bowl hood agar minyak tidak terbuang ke tanki lumpur pada saat purifier sedang beroperasi.

6) Distributor

Distributor adalah komponen dalam Fuel Oil Purifier yang berfungsi sebagai tempat saluran masuk bahan bakar kotor yang akan dibersihkan.

7) Main cylinder

Main cylinder berfungsi sebagai komponen pelengkap pada disc dalam bowl

8) Pilot valve

Pilot valve adalah katup yang dapat membuka dan menutup bowl yang digerakkan oleh tekanan air tawar.

9) Gravity disc

Gravity disc adalah sebuah cincin yang dipasang dalam Fuel Oil Purifier untuk menghindari agar minyak dan air tidak bersatu kembali pada saat minyak dan air keluar.

2. Prinsip Klasifikasi

Prinsip kerja Fuel Oil Purifier berdasarkan zat cair yang diputar dengan kecepatan tinggi dalam suatu bowl disc. Dengan adanya gaya sentrifugal, maka kedua media antara air dan minyak akan berputar, kemudian terpisah satu dengan yang lain. Terpisahnya media ini karena perbedaan berat jenisnya besar (air) akan terlempar ke bagian bawah, sedangkan berat jenis yang lebih ringan (minyak) akan terlempar ke bagian atas.

Selanjutnya air akan dibuang ke dalam aliran got, untuk selanjutnya dipompakan keluar kapal menggunakan OWS (oil water separator). Sedangkan minyak atau bahan bakar dimasukkan ke dalam tanki harian.

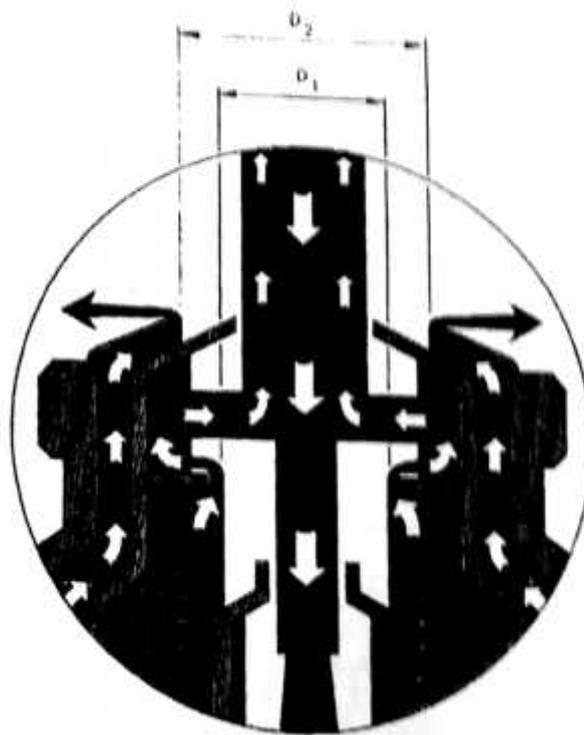
### 3. Pengertian Fuel Oil Purifier

Fuel Oil Purifier adalah sebuah alat yang berfungsi sebagai pemisah antara bahan bakar (fuel oil) dengan air dan kotoran lainnya yang menggunakan prinsip perbedaan berat jenis dengan menggunakan media/alat pemusingan / sentrifugal, yang berputar dengan kecepatan tertentu. Sedangkan alat/media pemusingan yang hanya memisahkan bahan bakar/fuel oil dengan cairan lainnya disebut “CLARIFIER” sebagai contoh air dengan minyak. Sedangkan untuk memisahkan cairan secara terus menerus antara dua atau lebih di sebuah alat pemisah sentrifugal (sentrifugal separator) sebagai contoh minyak dan kotoran-kotoran” (Leslie Jackson, B.Sc 1989: 43).

### 4. Menurut Instruction Book menjelaskan bahwa :

Prinsip kerja dari purifier yaitu memisahkan 3 jenis zat berupa minyak, air dan kotoran. Purifier mempunyai 2 saluran keluar yaitu untuk bahan bakar (light phases) dan air beserta kotoran (heavy phases). Cairan yang akan diproses mengalir melalui bagian dalam diantara piringan bowel dan cairan akan dipisahkan setiap bagian dengan gaya sentrifugal, dimana bagian yang lebih berat dan zat lainnya akan bergerak ke sisi belakang dari piringan bowel menuju sekeliling bowel dimana zat-zat padat tertinggal di dinding bowel.

Bagian yang lebih berat akan bergerak terus ke bagian atas dari puncak piringan-piringan menuju leher dari bowel dan dikeluarkan melalui gravity disc (outer way).

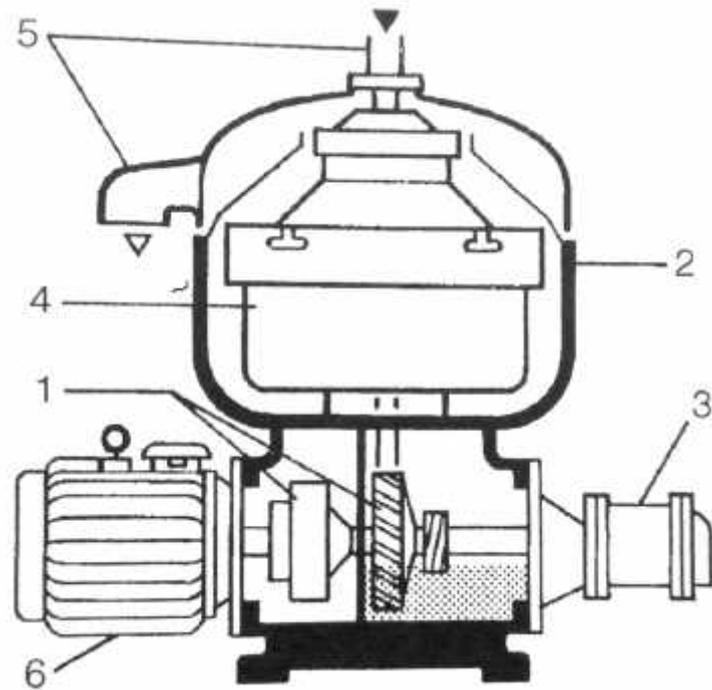


Gambar 1.1 Alur bahan bakar

Bagian yang lebih ringan akan bergerak terus ke bagian atas dari puncak piringan menuju pusat bowl dan dikeluarkan melalui lubang pada puncak gravity disc (inner way).

5. Dalam buku manual dari FO Purifier menerangkan mekanisme dari pembuangan kotoran yang terdapat dalam mangkuk sebagai berikut:

Tekanan dari operating water menggerakkan main cylinder untuk menutup main seal, operating water ini diberikan selama proses memisahkan bahan bakar. Pada saat kotoran akan dibuang dari mangkuk maka tekanan operating water untuk membuka mangkuk dialirkan melalui water pressure chamber, tekanan air menggerakkan pilot valve dan operating water yang digunakan untuk menutup main seal ring akan keluar dari dalam mangkuk sehingga tidak lagi gaya yang menekan main cylinder, lalu main seal akan terbuka dan kotoran dengan mudah keluar dari mangkuk. Separator yang digunakan untuk membersihkan bahan bakar digerakkan oleh sebuah motor listrik yang dipasang pada sebuah flens, dan menggerakkan sebuah roda gigi cacing melalui friction block, friction blok ini dipergunakan untuk dapat mengurangi getaran di motor listrik pada saat start.



Gambar 1.2 Bagian FO Purifier

Keterangan :

1. Horizontal driving device, friction coupling and worm gear
2. Collecting cover
3. Inlet and outlet gear pump
4. Separator bowl
5. Inlet / outlet
6. Electric motor

Memburuknya kualitas bahan bakar minyak karena banyak mengandung berbagai unsur yang tidak bisa terbakar habis atau sukar menyala sehingga membentuk bagian yang mengganggu proses pembakaran. Sering terdapat sisa pembakaran yang membahayakan atau merusak bagian penting pompa bahan bakar tekanan tinggi atau melukai lapisan silinder motor. Unsur yang paling menonjol pada *Marine Gas Oil* yaitu belerang, vanadium atau bahan kimia lainnya yang umum terkandung pada MGO.

Pada umumnya mesin diesel menggunakan bahan bakar jenis MDO (Solar) dengan spesifikasi sebagai berikut :

Berat Jenis	: 0,83 sampai 0,89
Kekentalan	: Redwood 30 sampai 40 detik (pada 30°C)
Distilasi	: 90%; 350°C maximum
Titik nyala	: 60oC minimum
Kadar abu	: 0,03% maximum
Kadar air	: 0,1% maximum
Kadar belerang	: 5% maximum
Titik mengalir	: -10°C maximum
Nilai kalor	: 10.000 kcal/kg minimum

(Wiranto Arismunandar, *Motor Diesel Putaran Tinggi*, 2002; 155)

Pada umumnya peralatan perawatan bahan bakar yang banyak dipasang diatas kapal adalah jenis separator sentrifugal. Dalam penggunaan yang luas terutama untuk memisahkan campuran cairan yang berbeda jenisnya. Umumnya dilakukan melalui pemurnian *purifier* yang putarannya sekitar 1500 – 1800 putaran per menit. Air dan cadangan lain yang memiliki masa jenis lebih besar daripada minyak akan terpisah sehingga minyaknya bebas dari campuran benda kasar yang sangat berbahaya bagi motor diesel. Selain bahan bakar yang membahayakan motor diesel, bahan bakar minyak itu masih mengandung beberapa logam yang larut dalam cairan yang akan menimbulkan gangguan setelah bahan bakar terbakar dan meninggalkan debu, jelaga atau bahan *abrasive* yang membahayakan.

Peranan masinis dalam hal pengawasan dan perawatan bahan bakar diatas kapal sangatlah diperlukan khususnya untuk menjaga kualitas bahan bakar yang ada di atas kapal dengan perawatan pada bahan bakar menggunakan Fuel Oil Treatment (FOT). *Fuel Oil Treatment* adalah jenis chemical yang berfungsi untuk memisahkan minyak dari kadar air dan kotoran serta mencegah terjadinya korosi pada tangki dan saluran pipa bahan bakar. Jadi sangat efektif apabila FOT

digunakan untuk perawatan bahan bakar. Serta masinis bertanggung jawab atas perawatan peralatan bahan bakar khususnya Purifier.

KKM dibawah komando Nahkoda, sebagai Kepala Departement Mesin merupakan staf mesin senior di kapal dan bertanggung jawab kepada Nahkoda, dan melalui Nahkoda, bertanggung jawab kepada Perusahaan, semua hal yang berkaitan dengan aspek teknis di kapal, yaitu system propulsi utama, mesin-mesin Bantu dan layanan-layanan teknis. KKM bertanggung jawab atas perawatan dan perbaikan seluruh mesin, permesinan, dan alat-alat di ruang mesin dan di atas geladak. Tanggung jawab KKM meliputi hal-hal berikut :

1. Memastikan bahwa jaga mesin dilakukan dengan tepat dan aman setiap saat. Bila kamar mesin dilengkapi dengan peralatan otomatis sehingga tidak perlu dijaga, harus dipastikan bahwa seluruh alarm otomatis dan alat-alat peringatan dimonitor dan diikuti dengan tepat. KKM juga harus memastikan bahwa pengaturan jaga memuaskan dan cukup untuk jaga secara aman. Bilamana ia membuat komposisi jaga yang mungkin menyertakan rating 1, KKM harus memasukkan kriteria-kriteria berikut ini :
  - a. Tipe kapal
  - b. Tipe dan kondisi permesinan
  - c. Moda-moda operasi khusus seperti cuaca, es, perairan dangkal, situasi darurat, kerusakan ataupun pengendalian polusi.
  - d. Kualifikasi dan pengalaman personil yang akan melakukan tugas jaga
  - e. Keselamatan kapal, Penumpang, barang, pelabuhan dan perlindungan terhadap lingkungan
  - f. Peraturan setempat, nasional maupun internasional,
  - g. Pemeliharaan operasi normal kapal.
2. Pengelolaan personil mesin dan operasi, perawatan dan perbaikan permesinan dan alat-alat di kapal. Hal ini meliputi rencana dan jadwal kerja yang akan dilaksanakan oleh personil di departemen mesin dan memastikan bahwa seluruh pekerjaan dilaksanakan secara aman. KKM harus mengalokasikan personil untuk merinci detil pekerjaan seperti pengendalian dan pengelolaan permesinan, alat-alat, persediaan, spare part, tools, dan kertas kerja. Hal ini juga meliputi operasi yang efisien, perawatan dan perbaikan semua permesinan,

mesin pendingin, dapur dan peralatan lain yang ditugaskan. Untuk mesin-mesin geladak agar berkoordinasi dengan Mualim I. KKM mengawasi seluruh pekerjaan dalam situasi berbahaya yang tidak umum, dan harus melihat bahwa seluruh persiapan keselamatan telah dilakukan.

3. Mengawasi dari dekat aktivitas department kamar mesin. Ia harus melihat bahwa ia memperoleh informasi tentang hal-hal sebagai berikut :
  - a. Tingkah laku dan kemampuan personil di kamar mesin
  - b. Konsumsi dan persediaan bahan bakar, air dan minyak pelumas
  - c. Kondisi system propulsi utama dan alat-aat bantunya termasuk kinerja, perbaikan yang diminta, dan persediaan serta pemakaian spare part kamar mesin.
  - d. Kondisi boiler, air boiler dan treatment yang diperlukan.
4. Pemeliharaan seluruh peralatan teknik, manual dan intruksi-instruksi, termasuk buku-buku instruksi teknis dan gambar-gambar, dalam kondisi baik. Bilamana ditemukan ada salah satu item yang memerlukan pembaruan atau penggantian, atau permintaan perbaikan diluar kemampuan awak kapal, KKM harus memberitahu Nahkoda dan Perusahaan.
5. Mengendalikan dan mengelola persediaan bahan bakar, minyak lumas, air tawar, store, dan spare gear. Ia harus membuat laporan teratur sebagaimana diminta oleh Nahkoda berkenaan dengan pemakaian dan jumlah yang tersisa di kapal. KKM harus benar-benar memperhatikan pemakaian bahan bakar, minyak lumas, air tawar, dan spare gear dan mengambil tindakan awal terhadap setiap pemakaian yang tidak wajar. Dalam hal ini, ia harus memberitahu Nahkoda dan Perusahaan langkah-langkah perbaikan yang diambil sebagai catatan dan bahan referensi dimasa datang.
6. Memastikan bahwa seluruh item survey klasifikasi atau inspektorat lainnya dipelihara dengan baik dan selalu dalam keadaan siap untuk diperiksa dan disetujui oleh surveyor. Bilamana ditemukan kerusakan besar pada peralatan yang termasuk dalam kategori ini, KKM harus memastikan bahwa tindakan

awal sudah dilaksanakan oleh personil kapal, bila memungkinkan, atau dengan bantuan dari luar. Setiap kerusakan dan tindakan awal yang diambil harus dilaporkan ke Perusahaan melalui Nahkoda.

7. Persiapan daftar perbaikan untuk periode perbaikan besar dan pengedokan. Daftar ini harus dikirim ke Perusahaan untuk mendapat persetujuan dan harus termasuk pekerjaan yang dilaksanakan oleh personil kapal selama periode penangguhan perbaikan. Saat pekerjaan perbaikan selesai dengan memuaskan, KKM membubuhkan tanda tangannya pada dokumen kontrak.
8. Memberitahu Nahkoda secepatnya setiap situasi darurat yang terjadi di kamar mesin atau area lainnya yang menjadi tanggung jawab KKM. Dalam hal terjadi situasi darurat, seperti kebakaran atau ledakan, kapal kandas, tabrakan, atau kebocoran di kamar mesin, KKM memberitahu Nahkoda atau anjungan dengan lengkap dan memulai tindakan meminimalkan kerusakan sesegera mungkin.
9. Persiapan yang tepat dan tepat waktu pengiriman semua korespondensi, laporan- laporan dan catatan departemen mesin. Seluruh korespondensi dan laporan-laporan yang dikirim harus sepengetahuan dan ditandatangani oleh Nahkoda. Termasuk persiapan hal-hal khusus menyangkut laporan pelayaran dalam kaitannya dengan operasi mesin dan saat di laut, persiapan laporan harian pemakaian bahan bakar dan air kepada Nahkoda.
10. Menjaga dan memelihara file-file departemen mesin, instruksi-instruksi dari pabrik pembuat dan catatan-catatan mengenai permesinan dan perlengkapan, serta salinan seluruh korespondensi dan laporan-laporan mengenai departemen mesin.
11. Melakukan inspeksi-inspeksi di kamar mesin untuk memastikan operasi mesin dilakukan secara tepat, dan melihat personil jaga penuh perhatian dengan tugas-tugasnya dan untuk melaksanakan inspeksi bersama Nahkoda bila diminta.
12. Mengawasi pelatihan dan evaluasi personil mesin dan secara teratur mengirimkan laporan pelatihan dan penilaiannya ke Perusahaan melalui Nahkoda.

## B. KERANGKA PEMIKIRAN

Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, bahan bakar merupakan salah satu kebutuhan yang penting untuk kelancaran pengoperasian kapal. Bahan bakar yang akan masuk ke dalam tangki kapal sebelumnya melalui proses dari storage tank menuju purifier hingga akhirnya diteruskan ke service tank. Berdasarkan teori dan pengalaman penulis mendapatkan permasalahan yang menjadi alternative adanya masalah yang berkaitan dengan kurangnya kualitas bahan bakar atas kapal. Banyak hal yang menjadi penyebab terjadinya kejadian tersebut, antara lain:

1. Para masinis belum melakukan penanganan yang baik terhadap system bahan bakar.

Belum terkoordinasinya para masinis di atas kapal pada pelaksanaan perawatan system bahan bakar menyebabkan kurang terawatnya tanki penyimpanan bahan bakar dan itu dapat mengganggu supply bahan bakar ke mesin induk. Karena dengan tanki penyimpanan bahan bakar yang kotor otomatis kelancaran bahan bakar yang akan menyebabkan aliran bahan bakar ke *injection pump* atau pompa bertekanan tinggi berkurang, sehingga *volume* bahan bakar yang ditekan masuk ke injector untuk tiap silinder akan berkurang.

2. Para masinis belum menggunakan Fuel Oil Treatment yang tepat dalam perawatan bahan bakar.

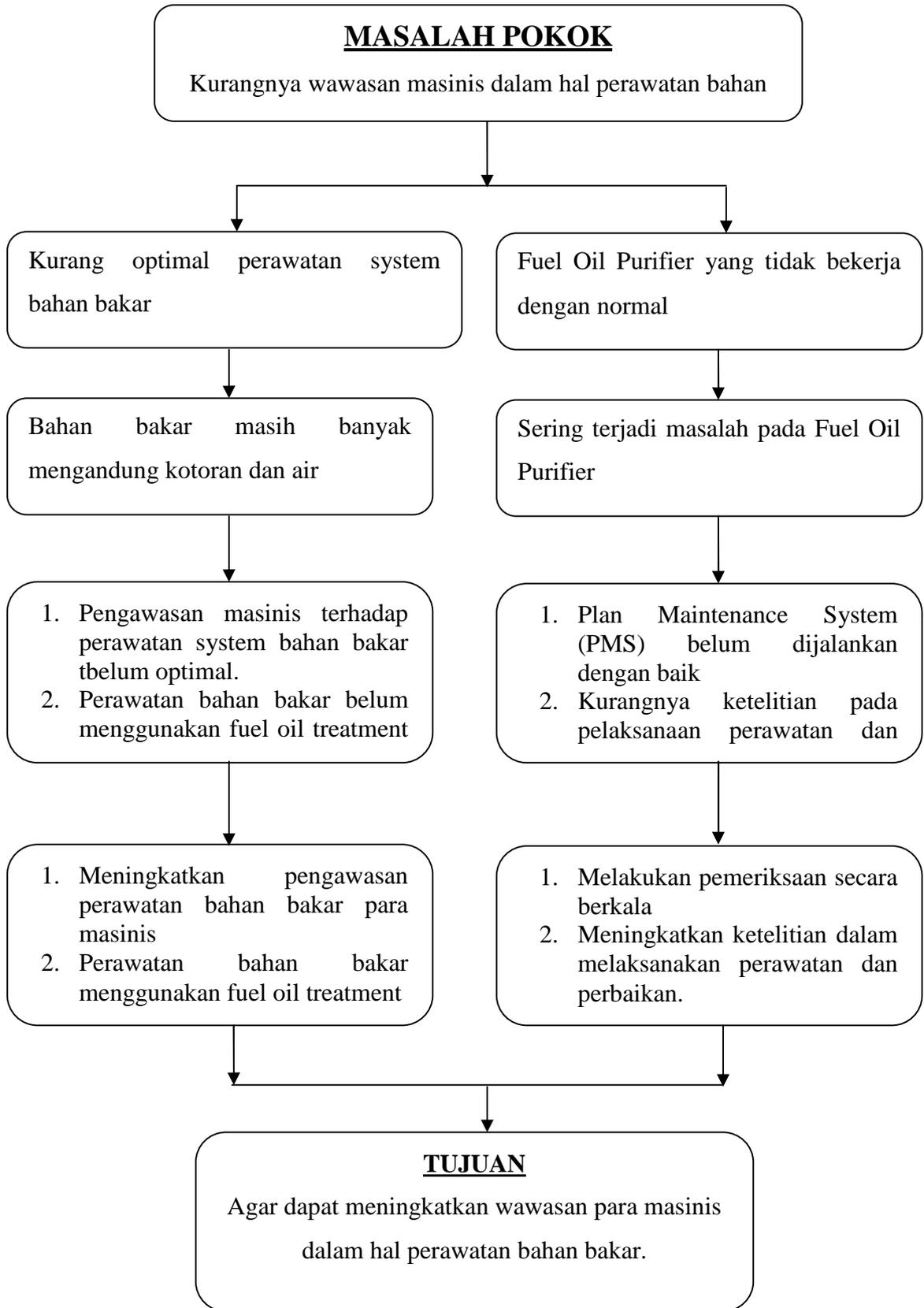
Ada berbagai macam kotoran yang mencemari, diantaranya berupa partikel-partikel padat dan juga cair. Terkadang didapati bahan bakar mengandung kadar air terlalu banyak dari prosentasenya sehingga mengakibatkan bekerjanya mesin induk tersendat-sendat. Dengan demikian maka bahan bakar harus menggunakan chemical Fuel Oil Treatment (FOT) ke dalam tangki dasar ganda.

3. Masih belum dijalankannya Plan Maintenance System dengan baik

Dalam pelaksanaan Plan Maintenance System sudah diatur tentang perawatan pesawat-pesawat yang ada di kapal sehingga mudah dalam pengerjaannya. Setiap pesawat juga biasanya sudah dilengkapi dengan buku panduan kerja dan cara perawatan menuet jam kerja dari pesawat dan bagian-bagiannya. Hal tersebut akan mempermudah system perawatan dan perbaikan. Namun hal ini dianggap suatu pemborosan karena dalam perawatan yang dilakukan diikuti dengan

penggantian suku cadang walaupun suku cadang pesawat tersebut belum rusak atau masih bisa dipakai. Akhirnya perawatan pesawat sering ditunda-tunda dengan alasan penghematan suku cadang padahal sudah diatur dalam PMS. Dalam hal ini bisa dilihat bahwa system perencanaan kerja atau Plan Maintenance Sistem tidak berjalan dengan optimal di atas kapal yang dapat berakibat buruk pada kondisi pesawat padahal perusahaan telah membuat perencanaan kerja yang bagus.

4. Para masinis masih kurang teliti dalam melakukan pekerjaan  
Pada saat melaksanakan kegiatan perawat dan perbaikan terhadap mesin, seringkali penulis menemukan pelaksanaannya di kerjakan dengan kesan seperti tergesa-gesa. Ini biasanya terjadi bila pekerjaan perbaikan di kejar waktu agar Fuel Oil Purifier bisa berjalan kembali dikarenakan pesawat ini sangat penting guna menjaga kualitas bahan bakar sebelum masuk ke tangki harian bahan bakar.



Tabel : II.1. Kerangka pemikiran

Dan penulis menyimpulkan akibat belum optimalnya perawatan bahan bakar di atas kapal, sebagai berikut :

1. Penyebab kurang baiknya kualitas bahan bakar antara lain :
  - a. Pengawasan masinis terhadap perawatan system bahan bakar belum optimal
  - b. Perawatan bahan bakar yang belum menggunakan *fuel oil treatment* yang tepat
  - c. Plan Maintenance Sistem yang belum di jalankan dengan baik pada Fuel Oil Purifier
  - d. Kurangnya ketelitian dalam pelaksanaan perawatan dan perbaikan.
  
2. Penulis menyimpulkan akibat dari pengabut bahan bakar tidak bisa mengabutkan bahan bakar dengan baik, sebagai berikut :
  - a. Sering terjadi tetesan bahan bakar dari fuel injector akibat lubang orifice sering buntu. Hal ini dapat mengakibatkan terjadinya pembakaran susulan dan kebuntuan pada lubang orifice itu akan mengakibatkan terhambatnya proses pengabutan bahan bakar dari fuel injector pada tekanan injeksi yang ditentukan sehingga menimbulkan terjadinya pembakaran yang tidak sempurna didalam silinder mesin induk.
  - b. Kurang sempurnanya proses pembakaran didalam silinder  
Akibat kurang sempurnanya proses pembakaran didalam silinder antara lain sebagai berikut :
    - 1) Mesin berasap hitam
    - 2) Terjadi perbedaan temperature gas buang antara beberapa silinder mesin induk
    - 3) Terjadinya perbedaan pemakaian bahan bakar terbukti dari penunjukkan angka dari *Flow Meter*.

## **BAB III**

### **ANALISIS DAN PEMBAHASAN**

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

1. Sebelum menerima bunker masinis/yang bertanggung jawab harus memeriksa sertifikasi bahan bakar yang ditunjukkan oleh pihak bunker / Bunker Delivery Note (lihat lampiran 3). Biasanya *bunker delivery note* ini berisi karakteristik MDO yaitu antara lain viscosity, water content, flash point serta sulphur content. Akan tetapi biasanya para masinis mengabaikan sertifikasi bahan bakar yang ditunjukkan oleh pihak bunker, sehingga member peluang kepada pihak bunker untuk berbuat kecurangan.

Pada waktu menerima bahan bakar dimana biasanya menggunakan kapal bunker khusus, belum tentu kualitas bahan bakar sebenarnya sesuai dengan bunker delivery note nya. Sebab penulis pernah mengalami kecurangan dari pihak bunker yang mana kualitas bahan bakar yang diterima kapal kurang bagus (minyak agak keruh), indikasi kalau minyak itu kotor. Karena penulis pernah mengalami pada tanggal 10 Agustus 2015 kapal akan berangkat ke Mardjan Oil Field Saudi Arabia karena tidak ada waktu untuk bunker di Mardjan Oil Field maka Perusahaan memberi perintah kepada kapten untuk mengambil bunker di Bandar Mishab Anchorage, setelah ditunggu dari jam 04.30 kapal bunkernya belum datang, baru jam 09.30 pada hari kapal bunker baru datang, dan kapten menghubungi pihak perusahaan dan perusahaan member perintah langsung bunker. Karena kapal sudah diperintahkan berlayar oleh pencarter, akhirnya bunker tidak melalui prosedur yang sebenarnya dikarenakan waktu yang sudah sempit, yang mana pada awal minyak dipompakan ke atas kapal bersih namun pada saat sekitar 90% pemompaan minyak, kran pengisian botol sampel sudah ditutup oleh pihak kapal bunker. Tindakan ini menimbulkan kecurigaan dan beberapa saat penulis membuka kembali kran pengisian botol sampel tersebut, ternyata minyak yang dipompakan ke kapal sudah berubah warna menjadi keruh (indikasi kalau minyak itu kotor).

Dari pengalaman diatas memberikan masukan bahwa betapa sangat pentingnya merawat bahan bakar diatas kapal. Terutama system purifikasi (*Purifier*) karena dengan system purifikasi yang baik dapat menjaga kebersihan bahan bakar sebelum masuk ke tangki harian. Dimana system purifikasi ini memisahkan minyak dari air ataupun kotoran lain yang terbawa minyak pada saat di bunker.

2. Ketidaktepatan pada waktu menerima bunker sehingga bahan bakar yang diterima tidak bersih. Bahan bakar yang mengandung air dan lumpur yang ada di tangki harian akan mengendap dalam tangki tersebut yang pada akhirnya dapat ikut dengan bahan bakar masuk ke ruang pembakaran, disamping banyak mengandung air dan lumpur juga mengandung bahan logam yang larut dalam cairan yang akan menimbulkan gangguan setelah bahan bakar terbakar. Dan saat pengambilan sampel bahan bakar terkadang terjadi suatu kesalahan kurangnya control dari pihak kapal sehingga dapat terjadi sample yang mereka ambil bukan dari bahan bakar yang akan disupply tetapi dari bahan bakar yang lebih baik. Hal ini terjadi karena kurangnya pengawasan dan koordinasi masinis pada perawatan bahan bakar dan perawatan pada system aliran bahan bakar yang tidak sesuai dengan PMS, serta tidak menggunakan chemical fuel oil treatment dalam melakukan perawatan bahan bakar untuk menunjang perawatan bahan bakar.
3. Kualitas bahan bakar yang sudah melalui proses pengendapan dan melalui beberapa proses penyaringan masih kurang baik. Untuk itulah perlunya digunakan FO Purifier untuk memisahkan kotoran dengan minyak yang masih ada, diharapkan dengan bahan bakar diproses dahulu didalam purifier sebelum masuk ke tangki harian kualitas bahan bakar sudah jauh lebih baik. Namun pada kenyataannya purifier seringkali terjadi masalah. Masalah-masalah ini salah satunya juga bisa disebabkan oleh kualitas bahan bakar yang tidak baik, salah satu contoh karena terlalu tinggi kadar kotoran didalam bahan bakar sehingga purifier tidak bisa bekerja normal secara terus menerus, hal ini disebabkan karena purifier penuh dengan kotoran dan sudah tidak mampu lagi menyaring kadar kotoran yang tinggi. Setelah purifier kita service atau kita bersihkan, maka purifier dapat kembali bekerja dengan normal.

## B. ANALISA DATA

Kurangnya kualitas bahan bakar disebabkan perawatan masinis adalah sebagai berikut:

1. Belum optimalnya perawatan bahan bakar.

Penyebabnya adalah:

- a. Pengawasan masinis terhadap perawatan system bahan bakar belum optimal.

Para masinis belum melakukan penanganan yang baik dan terpadu terhadap perawatan bahan bakar sesuai dengan PMS dan tidak terkoordinasinya para personil sehingga perawatan bahan bakar sering terabaikan. Tidak terkoordinasinya para masinis di atas kapal pada pelaksanaan perawatan system bahan bakar dapat menyebabkan kurang terawatnya tangki penyimpanan bahan bakar yang bisa mengganggu supply bahan bakar ke mesin induk tidak maksimal. Akibat kotornya saringan bahan bakar akan menyebabkan aliran bahan bakar ke *injection pump* atau pompa bertekanan tinggi berkurang, sehingga volume bahan bakar yang ditekan masuk ke injector untuk tiap silinder akan berkurang. Saringan bahan bakar yang tidak terawat dapat menyebabkan lolosnya partikel-partikel kasar yang akan menyebabkan terjadinya goresan pada dinding silinder, serta merusak *nozzle* dan pompa bahan bakar tekanan tinggi

- b. Perawatan bahan bakar tidak menggunakan *fuel oil treatment*.

Kotoran-kotoran dan air yang terdapat dalam bahan bakar akan sangat mempengaruhi kualitas dari bahan bakar itu sendiri bahkan sampai kinerja mesin induk. Ada berbagai macam kotoran yang mencemari, diantaranya berupa partikel-partikel padan juga cair. Terkadang didapati bahan bakar mengandung kadari air terlalu banyak dari prosentasenya sehingga mengakibatkan bekerjanya mesin induk terganggu. Misalnya dikarenakan ventilasi udara kurang perawatannya jadi air masuk ke tangki harian melalui ventilasi tangki harian (lihat lampiran 4). Mesin induk akan menghasilkan daya optimal bila proses pembakaran bahan bakar yang di injeksikan kedalam mesin dapat berlangsung sempurna. Persyaratan terjadinya pembakaran sempurna apabila :

Pertama bahan bakar harus bersih bebas dari kotoran, kedua suhu bahan bakar tepat pada kekentalan sehingga dapat menembus udara sekelilingnya dan

bersinggungan sebaik-baiknya dengan zat asam, keempat udara pembakaran mempunyai kecepatan demikian rupa dengan gerakan sehingga dapat bercampur dengan tiap tetesan minyak.

Proses yang sering terjadi dikapal adalah pencampuran antara bahan bakar dengan udara tidak homogeny, hal ini terjadi karena adanya gangguan pada system pengabut bahan bakar. Dengan demikian maka bahan bakar harus dirawat sesuai dengan PMS dengan menggunakan *chemical Fuel Oil Treatment (FOT)* ke dalam tangki harian dan tangki dasar ganda dengan mengikuti petunjuk manuel book di atas kapal untuk mencapai tujuan yang diinginkan.

2. Fuel Oil Purifier tidak bekerja dengan normal.

Penyebabnya adalah :

a. Plan Maintenance Sistem (PMS) belum dijalankan dengan baik

Tujuan dari PMS (Planed Maintenance System) adalah untuk menyiapkan perangkat manajemen yang lebih baik dan untuk meningkatkan keselamatan awak kapal dan peralatannya, untuk mempermudah mengetahui perawatan yang sudah dan akan dilaksanakan pada periode berikutnya dengan tepat atau mengetahui sejarah singkat dari perawatan itu sendiri, mengatur anggaran biaya perawatan dari pihak perusahaan secara sistematis dengan melakukan pekerjaan perawatan dengan cara paling ekonomis.

PMS disusun berdasarkan periode waktu tertentu atau jam kerja bagian-bagian pesawat sesuai dengan buku petunjuk atau pemantauan kondisi di lapangan. Biasanya perawatan akan terasa susah apabila manajemen yang diterapkan tidak sistematis yaitu dilakukan secara manual dengan menulis tangan setiap laporan dari pekerjaan yang sudah dikerjakan, sehingga dianggap merepotkan masinis karena memerlukan banyak waktu dalam pelaksanaannya.

Di zaman yang sudah modern dan teknologi canggih sekarang ini, akan sangat membantu dalam system manajemen perawatan di kapal seperti penggunaan system komputerisasi. Sistem komputerisasi biasanya diterapkan dalam system manajemen perawatan untuk pendataan, pengelolaan dan perencanaan yang teratur sehingga semua peralatan dan permesinan dapat

dipantau dan dirawat dengan baik sesuai dengan jadwal yang sudah ada didalam PMS (Plan Maintenance System).

Dalam PMS sudah diatur tentang perawatan pesawat-pesawat yang ada di kapal sehingga mudah dalam pengerjaannya. Setiap pesawat juga biasanya sudah dilengkapi dengan buku paduan kerja dan cara perawatan menurut jam kerja dari pesawat dan bagian-bagiannya. Hal tersebut akan mempermudah system perawatan dan perbaikan. Namun hal ini dianggap suatu pemborosan karena dalam perawatan yang dilakukan diikuti dengan penggantian suku cadang walaupun suku cadang pesawat tersebut belum rusak atau masih bisa dipakai.

Akhirnya perawatan pesawat sering ditunda-tunda dengan alasan penghematan suku cadang padahal sudah diatur dalam PMS. Dalam hal ini bisa dilihat bahwa system perencanaan kerja atau Plan Maintenance System tidak berjalan dengan optimal diatas kapal yang dapat berakibat buruk pada kondisi pesawat padahal perusahaan telah membuat perencanaan kerja yang bagus.

b. Kurangnya ketelitian Pada Pelaksanaan Perawatan Dan Perbaikan.

Kejadian yang sering terjadi bahwa ketika mengadakan perawatan dan perbaikan terhadap Fuel Oil Purifier ada kesan seperti tergesa-gesa dari para ahli mesin kapal yang sedang menangani pekerjaan tersebut, ini biasa terjadi bila pekerjaan perbaikan di kejar waktu agar Fuel Oil Purifier bisa berjalan kembali dikarenakan pesawat ini sangat penting guna menjaga kualitas bahan bakar sebelum masuk ke tanki harian bahan bakar.

Hal ini juga bisa disebabkan karena para ahli mesin yang belum memadai, pada umumnya mereka masih muda dan dengan sendirinya ketenangan dan emosi mereka dalam bekerja belum mapan, factor inilah yang mendorong kearah terjadinya ketidak telitian dalam bekerja.

## **C. PEMECAHAN MASALAH**

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

Dari masalah kurang optimalnya perawatan bahan bakar dan Fuel Oil Purifier yang tidak bekerja dengan normal yang kita temukan di atas, maka kita

mendapatkan 4 (empat) penyebab yang menjadi alternative pemecahan masalah sebagai berikut :

a. Pengawasan masinis terhadap perawatan system bahan bakar tidak optimal

Pemecahan sebagai berikut :

- 1) Meningkatkan pengawasan perawatan Bahan Bakar para masinis
- 2) Mengoptimalisasi pengawasan para masinis terhadap bahan bakar

b. Perawatan bahan bakar tidak menggunakan Fuel Oil Treatment (FOT)

Pemecahan sebagai berikut :

- 1) Perawatan bahan bakar menggunakan Fuel Oil Treatment (FOT)
- 2) Perawatan bahan bakar sesuai dengan prosedur yang berlaku

c. Plan Maintenance System (PMS) belum dijalankan dengan baik

Pemecahan sebagai berikut :

- 1) Melakukan pemeriksaan secara berkala
- 2) Menjalankan perawatan sesuai dengan Plan Maintenance System.

d. Kurangnya ketelitian pasca pelaksanaan perawatan dan perbaikan

Pemecahan sebagai berikut:

- 1) Meningkatkan ketelitian dalam bekerja
- 2) Menambah kinerja para pekerja

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

Berdasarkan masalah kurang optimalnya perawatan bahan bakar dan Fuel Oil Purifier yang tidak bekerja normal dan analisa pemilihan pemecahan masalah atau efektif dan efisien analisa, maka dari 8 (delapan) pemecahan diatas dipilih 4 (empat) pemecahan masalah yang akan dibahas dengan rangking prioritas tertinggi yaitu :

a. Meningkatkan pengawasan perawatan Bahan Bakar para masinis

b. Perawatan bahan bakar menggunakan Fuel Oil Treatment

c. Menjalankan perawatan sesuai dengan Plan Maintenance System

d. Meningkatkan ketelitian dalam bekerja

Dari keempat rangking alternative pemecahan masalah yang dipilih tersebut di atas adalah merupakan pemecahan masalah dalam upaya memaksimalkan kualitas bahan bakar di kapal MV Bali Sea Dancer dalam bagian ini penulis dapat membahas satu persatu pemecahan masalah sebagai berikut:

a. Meningkatkan Pengawasan Perawatan Bahan Bakar Para Masinis

Sebelum bahan bakar dikonsumsi oleh mesin induk, maka perlu dijaga dan dirawat agar selalu bersih bebas dari kotoran maupun air mulai dari tangki dasar sesuai dengan PMS yang perusahaan sediakan, sehingga didapatkan bahan bakar yang bermutu baik. Sedangkan yang terkait dengan penanganan bahan bakar pada dasarnya perlu dilakukan koordinasi antar personil di kamar mesin secara terpadu, oleh karena itu manajemen perawatan bahan bakar perlu ditingkatkan.

Untuk meningkatkan pengawasan mutu bahan bakar minyak paling tidak ada 3 (tiga) macam program yang diperlukan dalam penanganan dilaksanakan di kapal:

- 1) Mendapatkan analisa dari laboratorium tentang bahan bakar: unsur kandungan bahan bakar secara teratur.
- 2) Meminta saran kepada konsultan ahli.
- 3) Mengevaluasi ketiga hasil analisa tersebut di atas dan membuat laporannya.

Pengetesan bahan bakar diatas kapal perlu dilakukan. Untuk itu sangat perlu juga meningkatkan manajemen perawatan bahan bakar bagi para masinis yang meliputi:

a) Perawatan bahan bakar minyak

- (1) Double bottom tank, service dan settling tank dibersihkan dimana sebelumnya harus dilakukan gas free.
- (2) Penyaringan dan penceratan, hal ini dilakukan agar endapan dan kandungan air pada bahan bakar terbuang.
- (3) Penambahan bahan kimia (FOT), penambahan ini berkaitan dengan nilai oktan bahan bakar agar pembakaran dapat berlangsung sempurna.

b) Perawatan dalam system bahan bakar

(1) Saringan / Filter

Melaksanakan perawatan saringan sesuai dengan PMS dan setiap membersihkan saringan agar selalu mengosongkan rumahnya, supaya endapan air atau lumpur terbuang. Penempatan kembali saringan yang telah dibersihkan harus teliti dan kerapatannya dijaga jangan sampai ada kebocoran BBM yang tidak tersaring, bila perlu ganti saringan dengan yang baru. Para masinis jaga sesering mungkin melakukan penerangan pada filter water separator dan tangki harian bahan bakar agar air yang tertampung bisa terbuang sehingga tidak ikut dengan bahan bakar. Diatas kapal MVBali Sea Dancer menggunakan Fuel Oil Filter Separator dengan tipe CPM-1243 LPM dengan filter element.

(2) Tangki penyimpanan dan tangki harian bahan bakar.

Kotornya tangki penyimpanan bahan bakar dapat mengganggu kelancaran supply bahan bakar ke mesin induk, oleh karena itu perlu adanya perawatan terencana seperti memasukkan dalam daftar docking list untuk diadakan pencucian tangki saat kapal diatas dock. Para masinis jaga harus sesering mungkin melakukan penerangan tangki harian bahan bakar agar untuk meminimalkan kotoran dan air yang tercampur dengan bahan bakar dalam tangki harian.

b. Perawatan bahan bakar menggunakan FOT.

*Fuel Oil Treatment* adalah jenis chemical yang berfungsi untuk memisahkan minyak dari kadar air dan kotoran serta mencegah terjadinya korosi pada tangki dan saluran pipa bahan bakar. Jadi sangat efektif apabila FOT digunakan untuk perawatan bahan bakar.

Sebaiknya juga meminta kepada Perusahaan untuk menyediakan *chemical Fuel Oil Treatment* di kapal misalnya MARICHEM 611, dimana sebelum menerima bahan bakar baru sebaiknya di tangki penyimpanan terlebih dahulu dimasukkan *chemical Fuel Oil Treatment* sesuai takaran perbandingan yang diinginkan. Takaran perbandingan biasanya ditentukan oleh pabrik pembuat Fuel Oil Treatment.

c. Melakukan Pemeriksaan Secara Berkala.

Menurut buku Manajemen Perawatan dan Perbaikan, NSOS maksud pemeriksaan secara periodic adalah “untuk memberikan pengamanan yang cukup atas terjadinya suatu kerusakan yang terus bertambah atau terjadinya kemuduran kondisi.

Pemeriksaan yang demikian dapat dilakukan pada jangka waktu yang lebih singkat bila jam meningkat.

Sedangkan menurut buku Manajemen Perawatan, karangan Goenawan Danuasmoro menyebutkn tujuan dari pemantauan kondisi adalah :

- 1) Untuk memeriksa kemerosotan komponen atau system yang digunakan, untuk memprediksi kapan dan tindakan perawatan apa yang perlu atau harus dilakukan agar operasi dapat dilanjutkan sampai batas yang dapat diterima Pemantapan kondisi tersebut dapat dilakukan dalam selang waktu yang diatur sesuai dengan tingkat penurunan kinerja.
- 2) Untuk memeriksa parameter kritis pengoperasian komponen atau system yang mungkin saja menyebabkan perubahan mendadak yang tidak dapat diterima untuk kelanjutan operasi. Pemantauan kondisi tersebut harus dilakukan secara berkelanjutan dan otomatis. Tujuan pemantauan ini adalah bukan untuk menentukan kecendrungan, tetapi agar memungkinkan tindakan segera yang harus diambil untuk mencegah kerusakan atau untuk mengurangi konsekuen kerusakan.

Untuk mencegah kerusakan tersebut supaya tidak terulang kembali maka perlu secara terus menerus meningkatkan perhatian, pengawasan, dan perawatan yang lebih baik dengan mengikuti strategi perawatan berencana melalui pedoman-pedoman yang tersedia diatas kapal misalnya buku panduan (*Manual instruction book*), atau mengacu pada rencana perawatan atau Plan Maintenance System (PMS) yang sudah ada. Disamping itu dengan memperhatikan fenomena-fenomena atau gejala-gejala ketidaknormalan yang terjadi, misalnya jika mulai timbul getaran atau suara yang tidak wajar, maka hal ini harus cepat mendapat perhatian agar tidak terjadi kerusakan yang lebih fatal.

Dengan mengetahui jam kerja dari masing-masing bagian dari Purifier yang sudah ditentukan dalam buku petunjuk perawatannya, maka tindakan perawatan dapat dilakukan dengan tepat waktu dan tidak akan terjadi kerusakan yang berarti karena bagian-bagian yang harus diganti sudah mendapat perhatian secara seksama.

Dengan meningkatnya jam kerja dari suatu pesawat, maka pemantapan kondisi harus dilakukan dengan lebih singkat lagi, sehingga kejadian seperti kerusakan bearing dapat dicegah. Jika sudah waktunya penggantian suku selalu dalam keadaan yang prima.

Adapun pemeriksaan secara berkala terhadap kondisi pada bagian-bagian bowl dan komponen-komponen lainnya yaitu :

- a) Memeriksa ketepatan pin-pin atau tanda yang sesuai dengan tiap bagian *bowl* sehingga tidak terjadi kemiringan waktu pemasangan.
- b) Memeriksa semua permukaan yang berhubungan dengan *bowl*, supaya diusahakan permukaannya tetap halis dan tidak ada cacat.
- c) Memeriksa keadaan *upper-bearing* dan *lower-bearing* apakah kondisinya masih baik dan tidak terjadi slip dengan shaftnya.
- d) Memeriksa kondisi *worm gear* apakah terjadi abrasi, kalau ada beberapa tingkat abrasinya, bila sudah terlalu besar sebaiknya diganti dengan yang baru.
- e) Melakukan pengukuran secara berkala terhadap penyimpangan kelurusan (*Center deviation*) pada bagian fitting dengan *lower bearingnya*, dan bagian tengah dari *Vertical shaft*, bila sudah melebihi batas ketentuan yang diizinkan maka shaft harus cepat diganti.
- f) Mengganti setiap *o-ring*, *rectangular ring*, *seal ring*, *valve plug* pada *bowl* sesuai dengan waktunya atau kondisinya

d. Meningkatkan ketelitian dalam bekerja

Untuk membangkitkan dan mengembangkan sikap keseriusan dan kedisiplinan dalam mendapatkan ketelitian kerja, sebagai seorang engineer jangan sampai membiarkan suatu kesalahan yang telah kita ketahui tanpa melakukan suatu tindakan yang tegas, sebab bila tidak dilakukan tindakan atau membiarkan

kekeliruan tersebut terjadi berlarut-larut tanpa tindakan yang tegas, maka para karyawan ( dalam hal ini ahli mesin kapal ) akan mengulangi lagi kekeliruan yang sama, karena tidak adanya tindakan tegas. Tindakan tegas yang dapat berupa peringatan atau teguran yang bertujuan untuk melakukan pendidikan kearah peningkatan kedisiplinan dan melatih diri dalam meningkatkan kedisiplinan kerja.

### **3. Pemecahan masalah yang dipilih**

Dalam pembahasan ini penulis menekankan pada pengawasan dan perawatan bahan bakar para masinis dan alat yang menunjang kualitas bahan bakar di kapal MV Bali Sea Dancer yaitu purifier dan termasuk Fuel Oil Treatment. Hal ini untuk menjaga kualitas bahan bakar, maka perlu disusunnya program, kerja perawatan peralatan agar senantiasa terjamin kondisinya dan dapat dioperasikan setiap saat diperlukan.

Secara umum diartikan sebagai rencana kerja yang sudah dijadwalkan atau *Planned Maintenance System (PMS)*. Dengan adanya program kerja, dapat diharapkan pekerjaan dapat dilaksanakan dan dijadwalkan oleh *Chief Engineer*, dan dengan masinis dua untuk kwalita bahan bakar di atas kapal MV Bali Sea Dancer tetap terjaga.

Dengan adanya program perawatan maka tidak akan terjadi hal-hal seperti rencana pemeliharaan yang terlupakan atau bahkan sengaja dilupakan.

Pelaksanaan konsep perawatan dasar digunakan sehubungan dengan kenyataan bahwa untuk melaksanakan perawatan yang tepat harus ditentukan dengan cara pemantapan kondisi dan kemampuannya. Pertama pemantapan sedemikian dapat mendeteksi suatu masalah kecil sebelum menjadi bencana yang tidak perlu dan memperkecil kebutuhan.

Meskipun ada rencana kerja, ada pengoperasian, ada pelaksanaan, tetapi tanpa ada pengawasan akan menghambat tercapainya tujuan. Dan ini merupakan tugas yang tidak boleh dilupakan pimpinan.

Begitu pula operator / awak kapal yang harus diberi motivasi sebagai factor yang mendorong orang untuk bertindak.

Dengan berbagai cara atau metode hendaknya pimpinan pelaksanaan KKM atau masinis Senior dapat memberikan motivasi kepada operator / awak kapal yang

bertugas di kapal. Dengan demikian selama menjalankan tugas di kapal, khususnya dalam pengoperasian dan perawatan Purifier dalam pelaksanaannya penuh percaya diri dan akan timbul “rasa memiliki” sehingga bermotivasi mengoperasikan dan merawat peralatan dengan penuh rasa tanggung jawab.

Rasa ingin menguasai termasuk dalam mendalami cara kerja, rangkaian diagram berjalan dengan sendirinya. Dan pada akhirnya dirasakan olehnya, bahwa semua itu langsung atau tidak langsung bermanfaat bagi dirinya sendiri.

Semua ini harus didukung juga dengan sarana, karena untuk melaksanakan suatu pekerjaan, dalam hal ini pengoperasian dan perawatan memerlukan sarana-sarana yang dimaksud meliputi *tools*, alat – alat tekanan, *spare part* dan buku manual.

Tersedianya sarana sangat memberikan dampak psikologis yang positif bagi para operator / awak kapal yang menangani peralatan terhadap kegiatan dalam pengoperasian / perawatan, dengan *tools* yang baik dan lengkap memberikan dampak perasaan siap dari operator / awak kapal dalam hal ini menjalankan tugas.

Tersedianya manual yang baik, isi lengkap dan sesiaio dengan alat-alat dan ditunjang dengan tersedianya *spare part* yang lengkap, maka dengan bekal dapat membaca gambar ditambah dengan perasaan ingin maju melaksanakan pembongkaran guna pemeliharaan, mengganti peralatan yang rusak dengan peralatan yang baru, dan melaksanakan perawatan sesuai program kerja yang sudah ditentukan.

Pengkoordinasian dalam pelaksanaan tugas peralatan serta pemeliharaan Purifier tidak lepas dari tanggung jawab *Chief Engineer* dan masinis termasuk anak buahnya.

Demikian juga dalam melaksanakan tugas perawatan secara rutin, maka pihak perusahaan juga dituntut untuk menyediakan tenaga yang terampil dan berkualita untuk ditempatkan di kapal..

Disamping itu kerja sama antara pihak kapal sendiri yaitu antara bagian – bagian yang terkait maupun antara pihak kapal dan perusahaan.

Kerjasama ini dimaksud agar terjadinya saling pengertian antara bagian-bagian yang terlibat, juga dapat diharapkan agar dapat diterapkan dasar – dasar pokok manajemen yang baik yang pada intinya agar mendapatkan hasil kerja yang optimal dan tingkat keselamatan para pekerja yang aman.

Didalam menyusun rencana kerja serta manajemen perawatan dan perbaikan harus direncanakan sedemikian rupa, dengan memperhatikan kendala-kendala yang dapat dihadapi seperti :

- a. Pengenalan yang cermat terhadap penggunaan suku cadang serta peralatan suku cadang serta peralatan-peralatan yang ada di kapal.
- b. Kemampuan awak kapal yang tidak saja dituntut sebagai operator tetapi juga harus mampu sebagai pelaksana pemeliharaan / perawatan serta perbaikan.

Didalam menggerakkan awak kapal untuk melaksanakan perawatan yang sudah terencana dan teratur harus disertai dengan pengawas yang baik, sehingga dapat dijamin kualitas pekerjaan perawatan peralatan yang dimaksud baik, dan untuk mencegah hal-hal yang tidak diinginkan akibat kecerobohan dalam pekerjaan.

## **BAB IV**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **A. KESIMPULAN.**

Dari hasil analisa pada bab-bab terdahulu bahwa kualitas bahan bakar yang kurang bagus mengakibatkan mesin induk bermasalah dan tidak lama kemudian mati dan sulit dihidupkan kembali, penyebabnya adalah kurang maksimalnya perawatan bahan bakar beserta pesawat yang menunjang dalam perawatan bahan bakar untuk mesin induk, penyebabnya yaitu;

1. Kurang optimalnya perawatan bahan bakar yang disebabkan oleh tidak maksimalnya perawatan yang dilakukan oleh para masinis terhadap system bahan bakar dan Perawatan bahan bakar tidak menggunakan FOT (Fuel Oil Treatment).
2. F.O Purifier tidak bekerja dengan normal karena belum dilaksanakan perawatan dengan baik sesuai dengan PMS dan kurangnya ketelitian pada pelaksanaan perawatan dan perbaikan sering membuat kinerja F.O Purifier kurang optimal.

#### **B. SARAN.**

Sesuai dengan kesimpulan diatas, maka sebagai tindak lanjutnya penulis menyarankan sebagai berikut :

1. Para Masinis diharapkan mempunyai pengetahuan yang lebih tentang spesifikasi bahan bakar MDO (*Marine Diesel Oil*), serta meningkatkan perawatan bahan bakar secara berkala sesuai dengan PMS yang telah dijadwalkan dan menggunakan chemical *fuel oil treatment*.
2. Perusahaan sebaiknya membeli bahan bakar dengan kualitas yang baik dan standar, agar kualitas bahan bakar tersebut tidak mengganggu pengoperasian dan kinerja mesin induk, sehingga kelancaran operasional kapal dapat tercapai.

3. Sebaiknya para masinis diatas kapal dalam merawat F.O. Purifier agar melaksanakan sesuai dengan PMS dan buku petunjuk manual yang ada di atas kapal dan dilakukan dengan sungguh-sungguh.
4. Sebaiknya pada masinis meningkatkan ketelitian dalam melaksanakan perawatan bahan bakar maupun system bahan bakar demi kelancaran operasional kapal.

## DAFTAR PUSTAKA

Akademi Ilmu Pelayaran, *Motor-motor Diesel dan Turbin-turbin Gas Kapal*, 1970

*Instruction Manual Nelfleet Marine Chemicals.*

Maanen P. Van, *Motor Diesel Kapak*, Jakarta : Triasko Madra, 1981

Romzana (2005), *Motor Penggerak Utama*, Penerbit Yayasan BP3IP

*SOLAS consolidated 2009.*

STIP (2010), *Panduan Penulisan Makalah*, Penerbit STIP Jakarta

Wiranto Arismunandar & Koichi Tsuda, *Motor Diesel Putaran Tinggi*, 1997