

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



**MAKALAH**

**ANALISIS PENURUNAN PERFORMA MESIN INDUK GUNA  
MENUNJANG KELANCARAN PENGOPERASIAN KAPAL  
DI MV. SANGATTA**

**Oleh :**

**WIWIN ANDRIANTO**

**NIS. 01710/T-I**

**PROGRAM PENDIDIKAN DIKLAT PELAUT I  
JAKARTA  
2021**

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



**MAKALAH**

**ANALISIS PENURUNAN PERFORMA MESIN INDUK GUNA  
MENUNJANG KELANCARAN PENGOPERASIAN KAPAL  
DI MV. SANGATTA**

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

**Oleh :**

**WIWIN ANDRIANTO**  
**NIS. 01710/T-I**

**PROGRAM PENDIDIKAN DIKLAT PELAUT I  
JAKARTA  
2021**

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



**TANDA PERSETUJUAN MAKALAH**

Nama : WIWIN ANDRIANTO  
NIS : 01710/T-1  
Program Pendidikan : Diklat Pelaut - I  
Jurusan : TEKNIKA  
Judul : ANALISIS PENURUNAN PERFORMA MESIN INDUK  
GUNA MENUNJANG KELANCARAN PENGOPERASIAN  
KAPAL DI MV. SANGATTA

Jakarta, 16 Agustus 2021

Pembimbing 1

**DR. Ali Muktar Sitompul, MT**

Penata Tk.I (III/d)

NIP. 19730331 200604 1 001

Pembimbing II

**Asman Ala, MT.**

Penata Tk.I (III/d)

NIP. 19700207 199803 1 002

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 : WIWIN ANDRIANTO  
NIS : 01710/T-1  
Program Pendidikan : Diklat Pelaut - I  
Jurusan : TEKNIKA  
Judul : ANALISIS PENURUNAN PERFORMA MESIN INDUK  
GUNA MENUNJANG KELANCARAN PENGOPERASIAN  
KAPAL DI MV. SANGATTA

Penguji I

**Widigdho, M.Sc**

Penguji II

**DR. Ali Muktar Sitompul, MT.**

Penata Tk.I(III/d)

NIP.19730331 200604 1 001

Mengetahui :  
Ketua JurusanTeknika

**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 Teknika Tingkat I yang diselenggarakan di Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran Jakarta. Guna memenuhi persyaratan Kurikulum Program Upgreding 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 :

### **“ANALISIS PENURUNAN PERFORMA MESIN INDUK GUNA MENUNJANG KELANCARAN PENGOPERASIAN KAPAL DI MV. SANGATTA”**

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 :

1. Yth. Bapak Amiruddin, M.M, selaku Ketua Sekolah tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta.
2. Yth. Bapak Dr. Ali Muktar Sitompul, MT, selaku Kepala Divisi Pengembangan Usaha Sekolah tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta.
3. Yth. Ibu Diah Zakiah, ST, MT, selaku Ketua Jurusan Teknika Sekolah tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta.
4. Yth. Bapak Dr. Ali Muktar Sitompul, MT., selaku dosen pembimbing I yang telah meluangkan waktu untuk memberikan saran dan pikirannya mengarahkan penulis pada sistematika materi yang baik dan benar
5. Yth. Bapak Asman Ala, MT., selaku dosen pembimbing II yang telah meberikan waktunya untuk membimbing proses penulisan makalah ini

6. Seluruh Dosen dan staf pengajar Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta yang telah memberikan bantuan dan dorongan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan tugas makalah ini.
7. Seluruh rekan-rekan yang ikut memberikan sumbangsih pikiran dan saran serta keluarga besar, istri dan anak-anak saya yang telah memberikan motivasi selama penyusunan makalah ini.

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

Jakarta, 16 Agustus 2021

Penulis,  
  
WIWIN ANDRIANTO  
NIS. 01710 / 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 TABEL</b> .....	vii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	viii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	ix
 <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 .....	6
 <b>BAB II LANDASAN TEORI</b>	
A. TINJAUAN PUSTAKA.....	8
B. KERANGKA PEMIKIRAN .....	20
 <b>BAB III ANALISIS DAN PEMBAHASAN</b>	
A. DESKRIPSI DATA.....	21
B. ANALISIS DATA.....	23
C. PEMECAHAN MASALAH .....	34
 <b>BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
A. KESIMPULAN .....	40
B. SARAN .....	40
 <b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	41
<b>DAFTAR ISTILAH</b>	

## DAFTAR TABEL

	<b>Halaman</b>
Tabel 2.1. Spesifikasi MFO 180 Cst .....	10
Tabel 2.2. Spesifikasi MFO 380 Cst .....	11



## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Contoh Hasil Lab Bahan Bakar MFO .....	11
Gambar 2.2 Contoh BDN HFO .....	12

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Persyaratan Untuk Bahan Bakar Ringan ( *Distilate Fuels* )

Lampiran 2. Persyaratan Untuk Bahan Bakar Berat ( *Residual Fuels* )

Lampiran 3. Grafik Nomogram

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. LATAR BELAKANG**

Kapal laut sampai saat ini masih merupakan alat transportasi yang efisien dibandingkan dengan alat transportasi lainnya untuk angkutan antar negara atau pulau untuk muatan dalam jumlah besar. Dunia usaha perkapalan telah berkembang pesat dan persaingannya pun semakin ketat. Perusahaan pelayaran dituntut untuk selalu memberikan pelayanan yang memuaskan kepada pelanggan dengan cara mengoperasikan kapal yang dimiliki dengan tepat waktu dan aman tiba di tempat tujuan. Guna menjaga kelancaran operasi kapal, diperlukan perawatan dan suku cadang yang cukup disamping sumber daya manusia di atas kapal yang terampil dalam merawat dan menjaga performa kapal.

Untuk menunjang sarana pengoperasian mesin kapal dan mesin-mesin bantu lainnya, ada beberapa faktor yang sangat menunjang guna menjamin kelancaran kerja mesin penggerak utama dan mesin bantu. Salah satu dari faktor yang terpenting itu adalah bahan bakar. Pemeliharaan dan pengawasan terhadap bahan bakar sangat diperlukan karena bahan bakar tersebut merupakan salah satu media utama supaya mesin penggerak utama dan mesin bantu dapat dioperasikan.

Salah satu unsur pokok yang menunjang performa mesin induk adalah kualitas bahan bakar *Marine Fuel Oil* (MFO) yang sesuai dengan kebutuhan mesin induk itu sendiri. Unsur-unsur yang terkandung didalam bahan bakar yang digunakan pada mesin induk dan mesin bantu sangat mempengaruhi kinerja mesin itu sendiri baik dalam pengoperasian maupun perawatannya. Mutu bahan bakar yang baik dapat dihasilkan dari kualitas dan cara pengoperasian sarana sistem bahan bakar yang beroperasi diatas kapal. Pengawasan dan perawatan bahan bakar perlu diperhatikan dan dilakukan secara rutin. Bahan bakar yang kualitasnya kurang bagus dapat menyebabkan terjadinya pembakaran yang tidak sempurna pada mesin induk sehingga berdampak pada kinerja mesin induk tidak optimal.

Dari pengalaman penulis selama bekerja di atas kapal MV. Sangatta sebagai *Second Engineer*, menemui permasalahan pada mesin induk yaitu sering mendadak mati. Hal ini diketahui dari banyaknya kotoran yang menempel, tekanan bahan bakar rendah. Selain kedua faktor penyebab tersebut, juga ada beberapa faktor lain seperti banyak ditemukan air di dalam *settling tank /service tank* waktu di *drain*.

Berdasarkan uraian pada latar belakang, penulis tertarik menyusun makalah dengan judul **“ANALISIS PENURUNAN PERFORMA MESIN INDUK GUNA MENUNJANG KELANCARAN PENGOPERASIAN KAPAL DI MV. SANGATTA”**.

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

### **1. Identifikasi Masalah**

Dari latar belakang dapat diidentifikasi beberapa masalah yang timbul dalam mengoptimalkan perawatan bahan bakar guna menunjang kelancaran operasional mesin induk di kapal, sebagaimana hal di atas dapat diidentifikasi beberapa masalah sebagai berikut :

- a. Mesin induk sering mati mendadak.
- b. Tekanan pompa bahan bakar yang menuju mesin induk terlalu rendah
- c. Banyak ditemukan air di dalam *settling tank*
- d. Banyak ditemukan air di dalam *service tank*.

### **2. Batasan Masalah**

Berdasarkan identifikasi masalah diatas, luasnya pembahasan mengenai perawatan sistem bahan bakar dan terbatasnya kemampuan penulis, maka penulis hanya membatasi pada 2 (dua) permasalahan berdasarkan pengalaman penulis saat bekerja di atas kapalMV. Sangatta sebagai *Second Engineer* kurun waktu 30 Oktober 2019 sampai dengan 19 Februari 2021, sebagai berikut :

- a. Mesin induk sering mati mendadak.
- b. Tekanan pompa bahan bakar yang menuju mesin induk terlalu rendah

### **3. Rumusan Masalah**

Berdasarkan identifikasi masalah dan batasan masalah di atas, maka penulis dapat merumuskan beberapa masalah yang akan dibahas pada bab selanjutnya sebagai berikut :

- a. Mengapa mesin induk sering mati mendadak ?
- b. Mengapatekanan pompa bahan bakar yang menuju mesin induk terlalu rendah ?

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

### **1. Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan penulisan makalah ini di maksudkan untuk :

- a. Untuk menganalisis penyebab mesin induk sering mati mendadak dan mencari alternatif pemecahan masalahnya agar menunjang kelancaran operasional mesin induk.
- b. Untuk menganalisis penyebab tekanan pompa bahan bakar yang menuju mesin induk terlalu rendah dan bagaimana cara mencari alternatif pemecahan.

### **2. Manfaat Penelitian**

Manfaat penulisan makalah ini antara lain :

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

- 1) Diharapkan hasil penulisan makalah ini dapat digunakan sebagai masukan bagi penulis dan pembaca dalam mengatasi dan mengambil solusi yang dihadapi dalam upaya perawatan system bahan bakar di atas kapal.
- 2) Diharapkan hasil penulisan makalah ini dapat menambah pengetahuan bagi kawan seprofesi, terutama bagi peserta didik di BP3IP Jakarta maupun dijenjang pendidikan lainnya.

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

- 1) Agar supaya hasil penulisan makalah ini dapat memberi sumbangan pengetahuan langsung maupun tidak langsung bagi sesama rekan kerja di atas kapal.
- 2) Agar supaya hasil penulisan makalah ini dapat dijadikan sebagai pertimbangan dan pengalaman bagi perusahaan serta pembaca makalah ini.

### **D. METODE PENELITIAN**

Untuk mendapat informasi-informasi yang berguna bagi penulis dalam melengkapi makalah ini, maka dilakukan langkah-langkah sebagai berikut:

#### **1. Metode Pendekatan**

Dengan mendapatkan data-data menggunakan metode deskriptif kualitatif yang dikumpulkan berdasarkan pengamatan dan pengalaman penulis langsung di atas kapal. Selain itu penulis juga melakukan studi perpustakaan dengan pengamatan melalui pengamatan data dengan memanfaatkan tulisan-tulisan yang ada hubungannya dengan penulisan makalah ini yang bisa penulis dapatkan selama pendidikan.

#### **2. Teknik Pengumpulan Data**

Dalam melaksanakan pengumpulan data yang diperlukan sehingga selesainya penulisan makalah ini, digunakan beberapa metode pengumpulan data. Untuk mengolah data empiris diperlakukan data teoritis yang dapat menjadi tolak ukur oleh karena itu agar data empiris dan data teoritis yang diperlakukan untuk menyusun makalah ini dapat terkumpul peneliti menggunakan teknik pengumpulan data yang berupa :

##### **a. Observasi (Pengamatan)**

Observasi merupakan salah satu teknik pengumpulan data yang tidak hanya mengukur sikap dari responden, namun juga dapat digunakan untuk merekam berbagai fenomena yang terjadi. Pengamatan langsung pada

objek yang akan diamati sehingga pengumpulan data dilakukan dengan melibatkan diri ke dalam kegiatan perawatan bahan bakar.

#### **b. Studi Dokumentasi**

Studi dokumentasi merupakan suatu teknik pengumpulan data dengan menghimpun dan menganalisis dokumen-dokumen, baik dokumen tertulis, gambar maupun elektronik. Dokumen yang telah diperoleh kemudian dianalisis, dibandingkan dan dipadukan membentuk satu hasil kajian yang sistematis. Jadi studi dokumen tidak hanya sekedar mengumpulkan dan menulis atau melaporkan dalam bentuk kutipan-kutipan tentang sejumlah dokumen yang akan dilaporkan dalam penelitian adalah hasil analisis terhadap dokumen-dokumen tersebut seperti *ship particular* dan hasil tes bahan bakar MFO dan lainnya.

### **3. Teknik Analisis Data**

Teknik analisis mengemukakan metode yang akan digunakan dalam menganalisis data untuk mendapatkan data dan menghasilkan kesimpulan yang objektif dan dapat dipertanggung jawabkan, maka dalam hal ini menggunakan deskriptif kualitatif.

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

### **1. Waktu Penelitian**

Penelitian dilakukan selama penulis bekerja di atas MV. Sangatta sebagai *Second Engineer*, sejak 30 Oktober 2019 sampai dengan 19 February 2021.

### **2. Tempat Penelitian**

Penelitian ini dilakukan di tempat penulis bekerja yaitu MV. Sangatta, salah satu armada milik PT. Meratus Line yang dioperasikan di alur pelayaran Singapore - Thailand.

## **F. SISTEMATIKA PENULISAN**

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

### **BAB I      PENDAHULUAN**

Pada Bab ini akan dibahas mengenai latar belakang masalah, identifikasi, batasan dan perumusan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, metode penelitian, waktu dan tempat penelitian serta sistematika penulisannya.

### **BAB II     LANDASAN TEORI**

Pada Bab ini akan dibahas 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 selama bekerja di atas kapal MV. Sangatta. 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

Pada Bab ini akan dibahas 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 dijadikan sebagai landasan teori dalam penyusunan makalah ini adalah sebagai berikut:

##### **1. Bahan Bakar**

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

Menurut Paradila (2005:23) bahwa bahan bakar adalah merupakan sumber energi hasil penyulingan dan pemecahan minyak bumi (minyak mentah) yang diolah dari berbagai jenis bahan yang bersumber dari dasar bumi. Bahan bakar diesel diperoleh dari peretakan residu (*cracking residu*) yaitu suatu proses peretakan terhadap *hydrocarbon complex* yang berbentuk residu dengan jalan pemanasan atau penekanan hingga menjadi *hydrocarbon* yang lebih ringan..

###### **b. Jenis-Jenis Bahan bakar**

Menurut Nurdin Harahap (2005:56) bahwa termasuk dari bahan bakar yang digunakan di atas kapal yaitu :

###### **1) *Marine Fuel Oil*(MFO)**

Bahan bakar *Marine Fuel Oil* (MFO) adalah Minyak Bakar bukan merupakan produk hasil distilasi (penyulingn) tapi hasil dari jenis residu yang berwarna hitam. Minyak jenis ini memiliki tingkat kekentalan yang tinggi dibandingkan minyak diesel. Sehingga pemanfaatan MFO sebagai bahan bakar tidak dapat diaplikasikan

secara langsung, akan tetapi harus melalui proses *treatment* yang bertujuan untuk menurunkan viskositas atau kekentalan dan penyeragaman ukuran partikel bahan bakar (untuk menghindari sumbatan pada *nozzle*). Bahan bakar MFO juga dipakai sebagian besar untuk bahan bakar mesin kapal.

Selain itu, MFO juga menjadi penggerak bagi mesin utama kapal dengan putaran rendah - menengah. Pada dasarnya, MFO merupakan pembakaran dengan reaksi cepat antara satu senyawa tertentu dengan oksigen. Proses pembakaran pada bahan bakar disertai dengan pelepasan kalor dan cahaya. Reaksi ini memungkinkan terjadinya *pirolisis*, yakni pemecahan termal molekul menjadi molekul kecil. Pemecahan ini terjadi tanpa oksigen. Jika oksigen ikut bereaksi maka akan menimbulkan nyala.

- 2) Bahan Bakar MDO (*Marine Diesel Oil*) merupakan jenis bahan bakar minyak yang merupakan campuran bahan bakar minyak gasoil dan HFO yang digunakan untuk bidang maritim, dan memiliki viskositas rendah sampai 12 cSt sehingga tidak perlu dipanaskan jika digunakan pada motor bakar dalam

*Marine Diesel Oil* atau Minyak Solar, jenis bahan bakar ini digunakan pada mesin dengan putaran tinggi lebih dari 1000 rpm. Bahan bakar pada kapal yang satu ini dihasilkan dari proses *cracking distillate* minyak pelumas bekas. Proses pemisahan antara minyak pelumas bekas dan air ini disebut dengan tahap *dewatering*. Tahap ini akan membuat bahan bakar memiliki *water content* dan *sulphur content* yang rendah.

### c. Spesifikasi Bahan Bakar MFO

Bahan bakar Marine Fuel Oil (MFO) adalah bahan bakar minyak, yang digunakan untuk pembakaran langsung di dapur industri dan pemakaian lainnya seperti untuk *Marine Fuel Oil*. MFO merupakan bahan bakar minyak yang bukan termasuk jenis *distillate*, tetapi termasuk jenis residue yang lebih kental pada suhu kamar serta berwarna hitam pekat.

Menurut mengenai Perbedaan MFO 180 cSt dan 380 cSt bahwa bahan bakar MFO di Indonesia ada 2 (dua) jenis yaitu MFO 180 cSt (Centi stokes) dan 380 cSt (*Centi stokes*) yang masing-masing mempunyai spesifikasi yang berbeda. Hal itu dapat di lihat pada table berikut :

Tabel 2.1, Spesifikasi MFO 180 cSt

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

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

PROPERTY	UNITS	QUALITY Spec	TEST METHOD
Density at 15°C	kg/m3	991 max.	ISO 3675
Viscosity at 50°C	Cst	380 max.	ISO 3104
Flash point (PMCC)	°C	60 min.	ISO 2719
Pour point	°C	30 max.	ISO 3016
Carbon residue	% m/m	18 max.	ISO 10370
Ash	%m/m	0.15 max.	ISO 6245
Water	% v/v	0.5 max.	ISO 3733
Sulphur	%m/m]	4.5 max.	ISO 8754
Vanadium	mg/kg	300	ISO14597
Total sediment, potential	% m/m	0.10	ISO 10307-2
Aluminium plus silicon	mg/kg	80	ISO 10478
Used Lubricating Oil			

Tabel 2.1 MFO 380 cSt

PROTEST NOTE ISSUED : No					
RESULTS COMPARED TO ISO 8217:2005 RMG 380 TABLE-2 SPECS					
Density @ 15 Deg C	kg/m3	ISO 3675	952.3	991.0	Max
KV50	mm2/s	ISO 3104	70.2	380.0	Max
Flash Point	Deg C	ISO 2719	>70	60	Min
Pour Point	Deg C	ISO 3016	+15	30	Max
MCR	%m/m	ISO 10370	6	18	Max
Ash	%m/m	ISO 6245	0.04	0.15	Max
Water	%v/v	ISO 3733	0.1	0.5	Max
Sulphur	%m/m	ISO 8754	1.86	4.50	Max
Vanadium	mg/kg	IP 501	13	300	Max
TSP	%m/m	ISO 10307-2	0.01	0.10	Max
<b>Al+Si ( 57 + 56 )</b>	<b>mg/kg</b>	<b>IP 501</b>	<b>113*</b>	<b>80</b>	<b>Max</b>
Zinc	mg/kg	IP 501	<1	15	Max
Phosphorus	mg/kg	IP 501	1	15	Max
Calcium	mg/kg	IP 501	4	30	Max
The sample results relate only to the items tested and have been compared according to the specifications listed in ISO 8217:2005 (E) Table-2 Specs under ISO-F RMG 380. Basis the sample received, Al+Si marked with * DID NOT MEET THE SPECIFICATION and has exceeded the ISO 4259 interpretation limit of 96 mg/kg.					
ADDITIONAL PARAMETERS (NON - ISO)					
Al	mg/kg	IP 501	57		
Si	mg/kg	IP 501	56		
Sodium	mg/kg	IP 501	11		
Iron	mg/kg	IP 501	13		
Lead	mg/kg	IP 501	<1		
Magnesium	mg/kg	IP 501	1		
Nickel	mg/kg	IP 501	13		
API Gravity	-		17.0		
Net Specific Energy	mJ/kg		41.08		
CCAI	-		834		
Glossary: KV50 = Kinematic Viscosity @ 50 Deg C; MCR = Micro Carbon Residue; TSP = Total Sediment Potential (Al+Si) = Aluminium+Silicon; CCAI = Calculated Carbon Aromaticity Index					
OPERATIONAL ADVICE-					
Min Transfer/Storage Temp		25		Deg C	
Temp at Separator Inlet		98		Deg C	
Temp for injection viscosity of 10 cSt		108		Deg C	
Temp for injection viscosity of 15 cSt		92		Deg C	

Gambar 2.1 Contoh Hasil Lab Bahan Bakar MFO

**PT. LANDASINDO SAHU BARUNA JAYA**  
 GRAHA SISTRACO, 1<sup>st</sup> Floor Jl. Perak Barat No 75 Surabaya 60177, Indonesia  
 Telp : +6231 357 3036 (Hunting), +6231 353 9972, +6231 353 9973 Fax : +6231 357 3037  
 Think Bunker? We Do Better .....

## BUNKER DELIVERY NOTE

Port : <u>Surabaya</u>	Date : <u>01 April 2019</u>
Delivery Location : <u>Surabaya</u>	Vessel's Name : <u>PT. LANDASINDO SAHU BARUNA JAYA</u>
Bunker Tanker's Name : <u>PT. LANDASINDO SAHU BARUNA JAYA</u>	IMO No. : <u>PT. LANDASINDO SAHU BARUNA JAYA</u>
SB No. : <u>PT. LANDASINDO SAHU BARUNA JAYA</u>	Gross Tonnage : <u>PT. LANDASINDO SAHU BARUNA JAYA</u>
Alongside Vessel : <u>PT. LANDASINDO SAHU BARUNA JAYA</u>	Owner / Operator : <u>PT. LANDASINDO SAHU BARUNA JAYA</u>
Commenced Pumping : <u>PT. LANDASINDO SAHU BARUNA JAYA</u>	ETD : <u>PT. LANDASINDO SAHU BARUNA JAYA</u>
Completed Pumping : <u>PT. LANDASINDO SAHU BARUNA JAYA</u>	Next Port : <u>PT. LANDASINDO SAHU BARUNA JAYA</u>

PRODUCT SUPPLIED	
<b>Fuel Characteristics</b> Product Name : <u>PT. LANDASINDO SAHU BARUNA JAYA</u> Viscosity @40° or 50° C, mm <sup>2</sup> /s : <u>PT. LANDASINDO SAHU BARUNA JAYA</u> Density at 15° C, kg/m <sup>3</sup> : <u>PT. LANDASINDO SAHU BARUNA JAYA</u> Water Content % V/V : <u>PT. LANDASINDO SAHU BARUNA JAYA</u> Flash Point °C : <u>PT. LANDASINDO SAHU BARUNA JAYA</u> Sulphur Content, % m/m : <u>PT. LANDASINDO SAHU BARUNA JAYA</u>	<b>Quantity</b> Gross Observed Vol (Litres) : <u>PT. LANDASINDO SAHU BARUNA JAYA</u> Gross Standard Vol (Litres) : <u>PT. LANDASINDO SAHU BARUNA JAYA</u> Quantity (Metric Tons) : <u>PT. LANDASINDO SAHU BARUNA JAYA</u> Barrels at 60° F : <u>PT. LANDASINDO SAHU BARUNA JAYA</u> Volume Correction Factor : <u>PT. LANDASINDO SAHU BARUNA JAYA</u> Weight Conversion Factor : <u>PT. LANDASINDO SAHU BARUNA JAYA</u>

SUPPLIER'S CONFIRMATION	MASTER'S/CHIEF ENGINEER'S ACKNOWLEDGEMENT												
We declare that the bunker fuel supplied conforms with Regulations 14 (1) or (4) (a) and Regulation 18(1) of MARPOL 73/78 Annex VI.  For _____ Company's name and stamp  <div style="text-align: center;">             Signature of Cargo Officer             Full name in block letters         </div>	We acknowledge receipt of the above product and confirm that the following samples were jointly taken by continuous drip sampler at the vessel's manifold, sealed and numbered:  <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 60%;">Seal No.</th> <th style="width: 40%;">Counter Seal No. (If Any)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Vessel : _____</td> <td>_____</td> </tr> <tr> <td>Bunker Tanker : _____</td> <td>_____</td> </tr> <tr> <td>Surveyor : _____</td> <td>_____</td> </tr> <tr> <td>Other (To specify) : _____</td> <td>_____</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Acknowledge by : _____</td> </tr> </tbody> </table>	Seal No.	Counter Seal No. (If Any)	Vessel : _____	_____	Bunker Tanker : _____	_____	Surveyor : _____	_____	Other (To specify) : _____	_____	Acknowledge by : _____	
Seal No.	Counter Seal No. (If Any)												
Vessel : _____	_____												
Bunker Tanker : _____	_____												
Surveyor : _____	_____												
Other (To specify) : _____	_____												
Acknowledge by : _____													

Gambar 2.2 Contoh BDN HFO

#### d. Bagian-Bagian Sistem Bahan Bakar (*Fuel Oil System*)

Dikutip dari internet dengan alamat [www.maritimeworld.web.id](http://www.maritimeworld.web.id) tentang Sistem Bahan Bakar bahwa beberapa bagian dalam sistem bahan bakar (*Fuel Oil System*) adalah :

##### 1) Tangki penimbun (*Storage tank*)

Merupakan tangki yang dipergunakan untuk tempat penyimpanan bahan bakar yang terletak di kamar mesin berupa tangki dasar ganda (*double bottom tank*) dan untuk pengisian dari geladak *bunker*.

##### 2) Pemanas (*Heater*)

Alat ini terpasang di tangki-tangki bahan bakar MFO yang merupakan alat pemindah panas baik berupa uap (*steam*) ataupun minyak panas

(*thermal oil*) ke bahan bakar minyak dan untuk mempertahankan suhu bahan bakar agar tetap berada diatas *pour point*-nya dan untuk menjaga kekentalan bahan bakar agar tidak kehilangan sifat pumpability-nya (dapat di pompa)  $\text{viscosity} < 700 \text{ cSt}$ .

3) Pompa transfer(*Transfer pump*)

Merupakan pompa yang digunakan untuk memindahkan bahan bakar dari tangki penimbun ke tangki pengendapan.

4) Tangki endap (*Settling tank*)

Merupakan tangki yang digunakan untuk mengendapkan bahan bakar yang telah dipindahkan oleh *transfer pump* dari tangki penimbun, dan memanaskannya sehingga bahan – bahan ikutan yang berat, termasuk air akan mengendap didasar tangki.(perbedaan berat jenis).

5) Pompa pengisian (*Feed Pump*)

Merupakan pompa yang digunakan untuk memindahkan bahan bakar dari tangki endap ke tangki harian (*Service tank*) melalui *MFO Purifier*

6) *MFO Purifier*(*Separator*)

Pada *supply system* terdapat proses purifier yang berfungsi untuk memisahkan kontamina yang ada dalam bahan bakar minyak dengan gaya sentrifugal yang terbentuk karena putaran tinggi dari bowl-bowl didalam purifier. Purifier akan berfungsi maksimal bila minyak yang diproses kecil ( 20% - 30% ) kapasitas dan suhu minyak cukup tinggi ( 98°C) sehingga mencapai tingkat ke enceran maksimal dan perbedaan masa jenis maksimal tetapi tidak sampai menguapkan air di dalam proses ( *sealing water*).

7) Tangki harian (*Service Tank*)

Merupakan tangki yang digunakan untuk menampung bahan bakar yang berasal dari tangki endap dengan cara mentransfer dan melalui proses *MFO Purifier* yang sudah bersih dan siap digunakan dan

merupakan tangki yang digunakan sehari-hari untuk melayani mesin induk.

8) Pompa sirkulasi (*Circulation pump*)

Merupakan pompa yang berfungsi untuk mensuplai bahan bakar kepompa tekanan tinggi (*fuel injection pump*).

9) Saringan bahan bakar (*Filter*)

Untuk limitasi, memberi batas seberapa besar ukuran bahan ikutan yang bisa ditahan oleh filter, umumnya filter dipasangkan double, sehingga pada saat satu kotor dan mampat, bisa digunakan filter lain sementara filter yang kotor dibersihkan.

10) Alat pengukur aliran bahan bakar (*Flow Meter*)

Konsumsi bahan bakar dapat diketahui melalui alat pengukur ini dengan cara membaca aliran bahan bakar yang mengalir.

11) Pompa *Booster* (*Booster Pump*)

Pompa booster berfungsi sebagai pompa pendorong atau meningkatkan tekanan.

12) *Fuel pump* (*Bosch Pump*)

Untuk mendapatkan pengabutan yang baik, tekanan *fuel pump* harus tinggi mencapai 250-400 Kg/cm<sup>2</sup>

13) *Injector*

Untuk mengabutkan bahan bakar menjadi butiran butiran kecil (atomized), bahan bakar tersebut bercampur dengan massa udara yang dikompresikan ke dalam ruang bakar yang diperlukan pada proses pembakaran.

**e. Rangkaian Aliran Sistim Bahan Bakar**

Dikutip dari internet dengan alamat [www.maritimeworld.web.id](http://www.maritimeworld.web.id) bahwa rangkaian sistem bahan bakar yaitu :



- 1) Bahan bakar dari kapal bunker dipindahkan ke *double bottom tank*. Di *double bottom tank* bahan bakar dipanaskan hingga 40°C dengan maksud untuk mempertahankan suhu bahan bakar agar tetap berada diatas pour point-nya dan untuk menjaga kekentalan bahan bakar agar mudah di transfer ke tanki-tanki lainnya.
- 2) Selanjutnya bahan bakar melalui *fuel oil transfer pump* dipindahkan ke *settling tank*. Disini bahan bakar dipanaskan hingga 70°C dengan maksud untuk memisahkan bahan bahan ikutan yang berat, termasuk air akan mengendap didasar tangki . ( perbedaan berat jenis )
- 3) Dari *settling tank* kemudian minyak dipindahkan lagi ke tangki pemakaian ( *service tank*) dan melalui proses *purifier* agar bahan bakar lebih bersih dari kotoran-kotoran dan siap dipakai.
- 4) Selanjutnya diteruskan ke *purifier* dengan maksud untuk memisahkan bahan bakar dengan air dan lumpur.
- 5) Bahan bakar melalui *filter* diteruskan ke *flow meter* dimana dapat diketahui konsumsi yang digunakan oleh *main engine* tiap harinya.
- 6) Selanjutnya melalui *Booster Pump* (*pompa pendorong*) dimasukan/dilewatkan ke *final heater* lagi yang dipanaskan hingga >100°C sebelum masuk ke mesin (berdasarkan *fuel analysis*), dengan maksud untuk penyesuaian viscositinya sesuai karakteristik mesin.
- 7) Selanjutnya dipompakan oleh *fuel pump* (*Bosch Pump*) ke injektor untuk mengabutkan bahan bakar, yang diperlukan pada proses pembakaran. Untuk mendapatkan pengabutan yang baik, tekanan *fuel pump* harus tinggi mencapai 250-400 Kg/cm<sup>2</sup>.

#### **f. Sistem Pembakaran**

Menurut Jusak Johan Handoyo (2015:34) dalam buku Mesin Diesel Penggerak Kapal Ahli Teknik Tingkat III edisi 3 menyatakan bahwa definisi mesin diesel adalah salah satu pesawat yang mengubah energy potensial panas langsung menjadi energy mekanik, atau juga disebut sistim pembakaran (*Combustion Engine*).

Sistim pembakaran (*Combustion Engine*) dibagi dua yaitu :

- 1) Mesin pembakaran dalam (*Internal Combustion*) adalah pesawat tenaga, yang pembakarannya terjadi di dalam pesawat itu sendiri.  
Contoh : mesin diesel, mesin bensin, turbin gas dan lain-lainnya.
- 2) Mesin pembakaran luar (*External Combustion*) adalah pesawat tenaga, yang pembakarannya terjadi di luar pesawat itu sendiri.  
Contoh : turbin uap, mesin uap

Berdasarkan definisi tersebut di atas, penulis menerjemahkan berdasarkan pengalaman dan pengetahuan penulis, bahwa mesin diesel adalah termasuk mesin pembakaran dalam (*internal combustion engine*) dimana proses pembakarannya terjadi di dalam silinder itu sendiri. Proses pembakaran dimulai saat udara yang masuk kedalam silinder dimampatkan (dikompresikan) sehingga tekanan dan suhunya naik dimana pada saat akhir kompresi suhunya mencapai suhu titik nyala bahan bakar dan pada saat itulah dikabutkan bahan bakar kedalam silinder (kedalam ruang kompresi) melalui alat pengabut (*injector*) yang bahan bakarnya didorong oleh pompa bahan bakar tekanan tinggi antara 300 Kg/cm<sup>2</sup> sampai 350 Kg/cm<sup>2</sup> tergantung *design* mesin. Dengan tekanan tersebut bahan bakar masuk kedalam silinder (ruang kompresi) dalam bentuk kabut tipis (*atomized*) sehingga pada waktu bertemu / bercampur dengan udara yang sudah dalam suhu tinggi langsung terbakar dengan cepat sekali. Hal ini sesuai dengan kaedah segitiga api yang mengemukakan bahwa pembakaran (api) dapat terjadi karena bertemunya / bercampurnya 3(tiga) unsur, yaitu :

- 1) Udara yang mengandung oksigen (O<sub>2</sub>)
- 2) Bahan bakar (*fuel / material*)
- 3) Suhu (*Temperature* )

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa pembakaran yang sempurna sangat bergantung pada dua hal yaitu kompresi udara dan pengabutan bahan bakar.

#### g. Pembakaran yang Sempurna

Berdasarkan sumber yang penulis dapat dari internet <http://brainly.co.id> mengenai pembakaran yang sempurna bahwa yang dimaksud dengan pembakaran yang sempurna ialah pembakaran yang terjadi ketika bahan bakar yang mengandung unsur zat Carbon (C), zat Hydrogen (H), bereaksi secara cepat dengan oksigen ( $O_2$ ) dan menghasilkan karbon dioksida ( $CO_2$ ) dan air ( $H_2O$ ).

Adapun syarat-syarat proses pembakaran yang sempurna antara lain diperlukan:

- 1) Perbandingan bahan bakar minyak dan udara seimbang.

Pembakaran yang sempurna membutuhkan 15 kg faktor udara untuk setiap 1 kg bahan bakar.

- 2) Bahan bakar minyak berbentuk kabut (sehalus mungkin/*atomized*).

Semakin halus pengabutan bahan bakar, pembakaran semakin bagus. Dalam hal ini dibutuhkan kinerja alat pengabut bahan bakar yang optimal.

- 3) Titik nyala (*flash point*)

Uap bahan bakar mulai terbentuk yang bisa menyala bila tersentuh pemicu, bisa menjadi ledakan.

- 4) Kelambatan penyalaan tepat (*ignition delay*).

Waktu pembakaran harus tepat (*ignition delay*). Apabila terlalu cepat akan terjadi ketukan (*knocking*), tetapi jika terlambat maka pembakaran pun terlambat sehingga menyebabkan temperatur gas buang tinggi.

- 5) *Viscosity* (kekentalan) bahan bakar minyak tepat.

Merupakan ukuran resistansi terhadap bahan aliran. Pengukuran *viscosity* dapat dilakukan dengan *viscometer*.

- 6) Mutu bahan bakar minyak (*diesel index*).

Mutu bahan bakar minyak dikatakan baik apabila unsur C (Carbon) dan H (Hydrogen) seimbang.

## 2. Mesin Induk

Menurut Jusak Johan Handoyo (2015:35) mesin penggerak utama dalam arti luas adalah seluruh unit dalam satu kesatuan yang ditujukan untuk menggerakkan kapal selalu dalam kondisi laik laut sehingga kapal dapat dioperasikan untuk pengangkutan laut dengan kemampuan baik dan normal.

Sumber tenaga dari motor bakar adalah panas yang dihasilkan dengan membakar bahan bakar. Pembakarannya terjadi di dalam tabung silinder (*Cylinder liner*) dari suatu proses tertentu. Dari tenaga panas tersebut dihasilkan tenaga mekanik yang dapat menggerakkan mesin induk, sebagai alat untuk menggerakkan kapal. Tetapi kenyataannya hasil pembakarannya tidak semua tenaga panas yang dihasilkan menjadi daya guna efektif motor.

Daya guna efektif motor adalah tenaga yang hanya menggerakkan motornya saja tanpa dihitung dari semua kerugian-kerugiannya. Dengan kata lain bahwa daya guna efektif motor hanya sekitar 35% saja, dan kerugian-kerugian lain diantaranya yaitu: kerugian panas yang dibuang bersama gas buang, kerugian panas yang diserap oleh zat pendingin dan kerugian karena pancaran panas. Kerugian-kerugian itu, ikut mengurangi tenaga efektif motor. (Arsanto, 2005:54)

Menurut Jusak Johan Handoyo (2014:65) daya motor induk adalah salah satu parameter dalam menentukan kinerja dari suatu motor induk tersebut. Daya diklasifikasikan menjadi 2 macam yaitu :

- a. Daya *indicator* ( $P_i$ ) 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 ( $P_i$ ).

$$\text{Dimana : } P_i = \frac{N_i \cdot \text{tak} \cdot .60 \cdot .75}{\frac{\pi}{4} \cdot D^2 \cdot L \cdot N \cdot Z}$$

- b. Daya efektif (Pe) yaitu daya yang benar-benar efektif menggerakkan poros engkol, yaitu daya *indicator* setelah dikurangi kerugian mekanik atau umumnya disingkat dengan sebutan rendemen mekanik ( $\eta_m$ ).

$$Pe = \frac{Ne \cdot \text{tak} \cdot 60 \cdot 75}{\frac{\pi}{4} \cdot D^2 \cdot L \cdot n \cdot Z}$$

$$\eta_m = Ne / Ni$$

Keterangan;

Ni / Ne : Tenaga indicator / efektif

Pi / Pe : Daya indicator / efektif

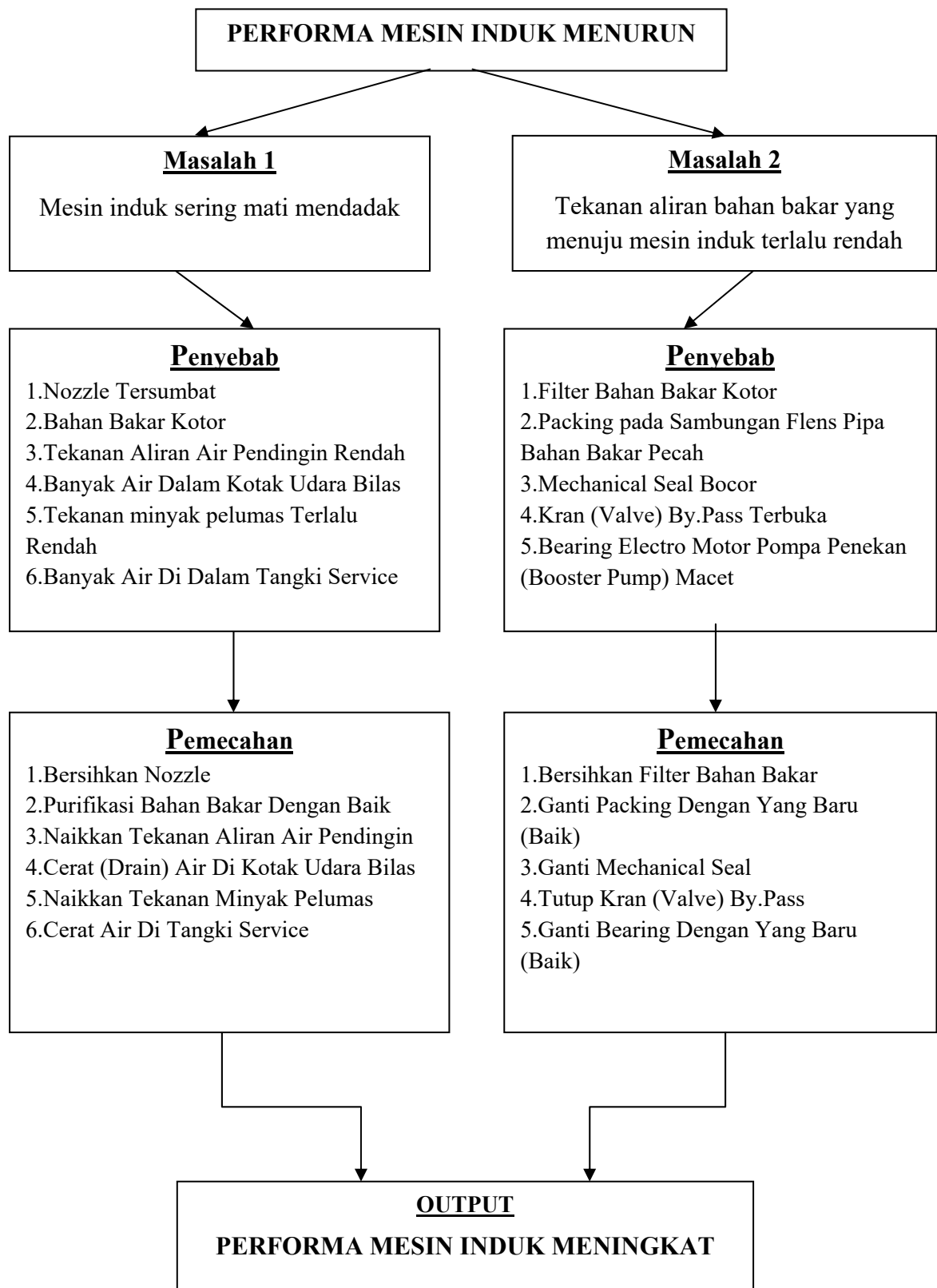
D : Diameter Cylinder

L : Stroke ( Langkah Piston )

n : Rpm

Z : Jumlah silinder

## B. KERANGKA PEMIKIRAN



## **BAB III**

### **ANALISIS DAN PEMBAHASAN**

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

Kapal sebagai sarana penting dalam transportasi laut dan proses pengoperasian kapal ini tidak lepas dari mesin induk sebagai penggerak kapal yang dibantu dengan mesin bantu yang saling berkaitan. Dengan demikian tiap mesin harus bekerja baik dan aman. Di kapal MV. Sangatta penulis bekerja sebagai *Second Engineer* dalam kurun waktu 30 Oktober 2019 sampai dengan 19 February 2021.

Adapun permasalahan yang penulis alami selama bekerja di atas kapal adalah sebagai berikut :

##### **1. Mesin Induk Sering Mati Mendadak**

Pada tanggal 25 September 2020, sekitar pukul 13.00 Lt dalam pelayaran dari Singapore menuju Thailand, putaran mesin induk tiba-tiba turun (*slow down*), dan kemudian mesin mati (*shut down*) . Kejadian ini berawal saat kapal dalam pelayaran, masinis jaga sedang melakukan pekerjaan perawatan dan pengecekan spare part motor bantu dan oiler jaga sedang membantu masinis bekerja, tiba-tiba putaran mesin induk menurun secara signifikan, saat putaran mesin induk turun, penerangan akomodasi langsung mati (*black out*), dikarenakan saat itu penerangan menggunakan *Shaft Generator*. Saat kapal sudah melakukan pelayaran (*full away*), *Auto Stand by* pada panel salah satu motor bantu diposisikan ON, kemudian seketika itu motor bantu yang dalam posisi *Auto Stand by* adalah motor bantu no.1, langsung running ( bekerja ). Saat itu juga Perwira mesin yang sedang bertugas jaga segera telfon/melapor ke anjungan untuk memberitahukan bahwa mesin induk mengalami masalah, dan juga segera memberitahukan / menelfon KKM. Pada saat kejadian mesin induk mati penulis sedang berada di cabin akan istirahat, tiba-tiba penulis merasakan bahwa putaran mesin induk turun sampai stop (mesin induk ada

masalah) penulis segera turun ke kamar mesin dan mencari informasi dari kejadian yang terjadi. Saat terjadi mesin induk mati, posisi kapal dalam keadaan aman ( tidak ada kapal lain yang posisinya dekat dengan kapal MV.Sangatta ) dan kondisi laut serta cuaca dalam keadaan baik dan kemudian nahkoda segera memberi order kepada perwira deck untuk menurunkan jangkar dan menaikkan tanda bahwa mesin induk ( kapal ) sedang mengalami permasalahan.

## **2. Tekanan Aliran Bahan Bakar yang Menuju Mesin Induk Terlalu Rendah**

Pada tanggal 13 Oktober 2020 saat kapal berlayar dari Thailand menuju Singapore sekitar pukul 10.30 Lt, tiba-tiba Rpm mesin induk tidak stabil ( naik turun ) akan tetapi lebih cenderung turun, Hampir menyerupai keadaan pada permasalahan no.1 diatas (Mesin induk sering mati mendadak). Pada saat terjadi permasalahan tersebut penulis sedang melakukan kerja harian serta mengawasi rekan-rekan crew mesin bekerja. Mesin induk berputar tidak stabil, saat putaran mesin tidak stabil penulis dan KKM sedang berada di kamar mesin, karena saat itu penerangan akomodasi sudah menggunakan shaft generator, maka penulis segera menjalankan motor bantu no.2 dan mengalihkan / memindahkan sumber penerangan akomodasi dari shaft generator di pindah menggunakan motor bantu no.2, dan kemudian menjalankan juga motor bantu no.1 untuk di paralel dengan motor bantu no.2 . Kemudian mesin induk dibiarkan running tanpa beban dari shaft generator sambil memantau putaran mesin induk, dan ternyata Rpm mesin induk masih tidak stabil, kemudian KKM me-nelfon anjungan dan memberitahukan bahwa putaran mesin induk tidak stabil dan berencana akan menghentikan mesin (stop) dan melakukan pemeriksaan serta perbaikan bila diperlukan, setelah memberitahukan nahkoda bahwa mesin induk mengalami masalah akhirnya nahkoda mengambil keputusan untuk mencari tempat yang aman agar kapal dapat dilabuhkan dan permasalahan pada mesin induk segera dapat di selesaikan dan nahkoda memberitahukan kepada KKM untuk minta waktu sekitar 30 – 60 menit untuk mencari tempat / area berlabuh yang aman saat melakukan olah gerak kapal untuk berlabuh.



## B. ANALISIS DATA

Dari pengalaman yang terjadi saat penulis alami selama bekerja di atas kapal MV. Sangatta, penulis dapat menganalisa penyebab dari masalah-masalah utama yang penulis angkat, yaitu :

### 1. Mesin Induk Sering Mati Mendadak

Penyebabnya sebagai berikut :

#### a. Nozzle Buntu

Dari proses pembakaran di dalam *cylinder* mencapai suhu pembakaran  $>300^{\circ}\text{C}$ , akibat panas yang tinggi yang terjadi di ruangan pembakaran, maka bagian ujung pengabut bahan bakar (*nozzle*) rumah jarum, jarum dan lubang pengabut (*nozzle*) langsung berhubungan dan mendapat panas tinggi, yang tertinggal setelah penguapan dan pembakaran pemecahan bahan bakar ini akan melekat melingkari lubang pengabut jarum dan kedudukannya, maka alat pengabut ini (*nozzle*) akan buntu dan atau tidak dapat menutup dengan rapat, karena terganjal oleh kotoran-kotoran arang tersebut.

Saat *nozzle* bergerak terangkat karena tekanan bahan bakar dari pompa injeksi, maka bahan bakar mengalir dengan cepat keluar melalui lubang *injector*. Pada saat tekanan bahan bakar turun, *nozzle* menutup lubang *injector* dengan cepat akibat peregangan pegas. Pada situasi ini *nozzle* bergerak dengan dudukannya dan terjadi berulang kali.

Dari hasil analisis yang dilakukan, tidak ditemukan adanya kebuntuan pada *nozzle*.

#### b. Bahan Bakar Kotor

Pada umumnya bahan bakar yang kita terima di atas kapal atau dari kapal bunker tentu belum cukup bersih dan tidak baik (*off spec*) dimana kotoran-kotoran dari tanki bunker ikut masuk dalam tangki harian kapal ataupun bahan bakar itu sendiri banyak terdapat kandungan-kandungan yang tidak sesuai dengan standar ISO. Kotoran-kotoran tersebut berbentuk

lumpur dan kotoran-kotoran berat lainnya. Oleh karena itu langkah awal untuk mendapatkan kualitas bahan bakar siap pakai, maka perlu diperhatikan langkah-langkah persiapan dan pemeriksaan pada saat pengisian dan penerimaan bahan bakar dari kapal *bunker*. Setiap bahan bakar yang kita terima saat *bunker* diambil contoh ( *sample* ) dari bahan bakar tersebut untuk dilakukan uji laboratorium untuk mengetahui kondisi bahan bakar sebenarnya ( contoh hasil tes laboratorium bahan bakar ), (gambar terlampir, lampiran 1), dan memberikan penanganan (*Treatment*) yang tepat pada bahan bakar tersebut sebelum di gunakan pada mesin.

Adapun persyaratan untuk Bahan Bakar Ringan ( *Distillate fuels*, Lampiran 2 ) dan Bahan Bakar Berat ( *Residual Fuels*, Lampiran 3 ) sesuai standar ISO 8217.

Sebaiknya para masinis / engineer di atas kapal agar untuk mendapatkan kualitas bahan bakar yang sangat baik / sempurna ( sesuai standar ) dapat menggunakan beberapa macam cara, agar bahan bakar tersebut bersih dari kotoran-kotoran yang ikut terbawa pada saat *bunker* yang berasal dari darat maupun dari kapal bunker. Meskipun dalam persiapan, pemeriksaan dan pengawasan pada saat pengisian bahan bakar dari darat atau kapal *bunker* dilaksanakan sesuai dengan prosedur, namun umumnya bahan bakar yang kita terima belum cukup bersih / baik. Oleh karena itu usaha-usaha pembersihan untuk mendapatkan kualitas bahan bakar yang bersih selama berada di atas kapal benar benar dilakukan secara intens baik dan benar.

Bahan bakar dalam tangki : *Storage, Settling, Service* perlu dilakukan *Treatment* ( perlakuan ) dengan cara benar dan ter-rencana dengan baik. Agar mendapatkan bahan bakar yang benar benar baik saat digunakan pada mesin baik mesin induk maupun motor bantu.

Setiap masinis ( *engineer* ) sebaiknya faham dan mengerti bagaimana cara membaca data dari hasil uji laboratorium dari bahan bakar ringan maupun bahan bakar berat, serta dampak / akibat yang terjadi pada mesin dari kandungan / unsur yang terdapat pada bahan bakar melebihi standar ISO . Adapun kandungan / unsur dan Data pada hasil tes bahan bakar antara lain:

- 1) *Water / Air* (%v/v) ; Menyebabkan penurunan mutu bahan bakar, karena:
  - Menurunkan nilai kalor dan memerlukan sejumlah kalor untuk penguapan.
  - Memperlambat proses pembakaran.
- 2) *Ash / abu* (%m/m) ; Kandungan dalam bahan bakar yang bersifat padat dan tidak dapat terbakar ( *unflamable* ) yang tertinggal setelah proses pembakaran.
- 3) *Sulphur* (% m/m) ; Pada saat proses pembakaran, *sulphur* yang terbakar membentuk gas *Sulphur dioksida* (SO<sub>2</sub>) dan *Sulphur trioksida* (SO<sub>3</sub>) bila bereaksi dengan air (H<sub>2</sub>O) akan terbentuk (H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>) / Asam Sulfit dan (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) / Asam Sulfat , akan menyebabkan korosi pada material di daerah ruang bakar jika berbentuk cair/ mengembun/ *liquid* karena bersifat sangat korosif terhadap logam dan meracuni udara sekeliling. Adapun proses pengembunan (H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>) dan (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) terjadi pada suhu 250°C ( *Sulphur Dew point* ), tergantung kadar *sulphur* dalam bahan bakar, atau umumnya disebut LTC ( *Low Temperature Corosion* ).
- 4) *Vanadium* (mg/Kg) ; Unsur *Vanadium* bereaksi dengan (O<sub>2</sub>) yang dapat menyebabkan korosi apabila *temperature* pembakaran di ruang bakar mencapai 525°C, atau umumnya disebut dengan HTC ( *High Temperatur Corroton* ).
- 5) *Aluminium + Silicon* (mg/Kg): Unsur dalam bahan bakar ini sangat bersifat *Extremely Abrasive* ( sangat kasar ) dan hanya dapat dikurangi dengan pesawat pemisah ( *Separator* )
- 6) *Density* (Kg/m<sup>3</sup>) : Perbandingan antara massa jenis bahan bakar terhadap volume pada suhu 15°C, Digunakan untuk penghitungan kuantitatif dan pengkajian kualitas penyalaan.
- 7) *Flash point* (°C) : Uap bahan bakar mulai terbentuk yang bisa menyala bila tersentuh dengan pemicu, bisa terjadi ledakan.

- 8) *Pour point* (°C): Batas dimana minyak tidak bisa dipompa lagi dengan banyaknya paraffin yang terbentuk, terkait *pumpability*. *Paraffin* yang terbentuk tidak bisa larut kembali meskipun minyak tersebut dipanaskan lagi.
- 9) *Cloud point* (°C) : Mulainya terlihat keruh karena paraffin mulai terbentuk, 3° – 4° C diatas *pour point*.
- 10) *Self ignition point* (°C): Uap bahan bakar semakin banyak dan bisa menyala tanpa ada pemicu dari luar.
- 11) *Viscosity* / kekentalan ( mm<sup>2</sup>/s ) / cSt : Merupakan ukuran resistensi bahan terhadap aliran pada suhu 50°C, naik / turun nya viskositas tergantung suhu, pengukuran viskositas dapat dilakukan dengan *viscometer*, Viskositas mempengaruhi derajat awal yang diperlukan untuk *handling*, penyimpanan dan atomisasi yang memuaskan. Makin tinggi viskositas bahan bakar, makin sukar bahan bakar tersebut untuk dialirkan dan dikabutkan.
- 12) CCAI ( *Calculated Carbon Aromatic Index* ) : Indikator yang berguna ketika menguji sifat / Kualitas penyalan bahan bakar, ( viskositas dan density menentukan CCAI ). Pada prinsipnya semakin tinggi CCAI semakin buruk sifat ( *behavior* ) penyalannya.

Ada 2 cara dalam menentukan CCAI :

- a) Dengan Grafik Nomogram ( Lampiran 4 )
- b) Dengan perhitungan :

$$CCAI = D - 140.7 \log ( \log (V+0.85)) - 80.6 - 483.5 \log(t+273/323 )$$

Dimana : D = Densitas pada suhu 15°C

V = Viskositas / kekentalan pada t°C (cSt)

t = Suhu viskositas, ambil 50°C

- 13) MCR ( *Micro Carbon Residu* ) (% m/m) : *Combustibility* / kemampuan untuk terbakar.
- 14) *Sodium* : bersifat korosif dan padat , terjadi dari reaksi antara *sodium* dengan O<sub>2</sub> saat terjadi pembakaran di dalam ruang bakar pada suhu

>500°C, umumnya disebut sebagai HTC ( *High Temperatur Corrosion* ).

15) TSP ( *Total Sendimen Potensial* )

16) *Catalistyc fines* : Merupakan zat yang digunakan sebagai katalisator dalam proses *refinery* (proses di kilang)

17) *Cetane index* : Besarnya kadar *cetane* dalam campurannya dengan *methylnaphthalene*. Makin tinggi angka *cetane*, makin tinggi kualitas bahan bakar diesel. Mutu bahan bakar diesel ditentukan oleh angka *cetane*.

Angka *Cetane* = 100 → *Cetane* murni

Angka *Cetane* = 0 → aromatic

Dengan memahami dan mengerti dari data hasil lab. Analisis , maka akan dengan mudah memperlakukan dan menjaga agar kualitas bahan bakar mulai dari saat menerima bahan bakar ( *bunker* ) sampai siap digunakan pada mesin induk ataupun motor bantu dalam kondisi yang benar benar baik.

Dari hasil analisis yang dilakukan, ditemukan bahwa bahan bakar yang digunakan kotor.

#### c. Tekanan Aliran air pendingin motor induk rendah

Media pendingin mesin induk menggunakan air tawar ( sistem tertutup ) Dimana air pendingin bersirkulasi pada sistem pendingin mesin induk dengan menggunakan *Attach pump* yang bekerja melalui gigi perantara yang dihubungkan pada mesin induk dengan memanfaatkan putaran dari *flywheel*, air tawar sebagai media pendingin yang bersirkulasi berfungsi untuk menyerap dari panas yang dilaluinya dan kemudian air tawar yang panas antara 80°-85°C setelah keluar dari mesin induk sebagian di teruskan ke *heat exchanger* untuk memanasi air tawar untuk penggunaan di akomodasi, sabagian lagi digunakan pada FWG dan sebagian lagi melewati cooler untuk diturunkan suhunya ( didinginkan ),dimana media yang digunakan untuk menurunkan suhu air tawar yang panas tadi adalah

menggunakan media air laut dan kemudian kembali lagi pada pompa pendingin air tawar ( attach pump ) untuk disirkulasikan kembali pada system . Untuk menjalankan fungsi tersebut tekanan pompa harus mencapai tekanan yang diinginkan yaitu  $\geq 2,0 \text{ Kg/cm}^2$ . Sebaliknya jika terjadi kerusakan pada salah satu komponen pompa seperti *impeller*, *mechanical seal*, gigi penghubung , kebocoran pada pipa / *packing* pada *flens sambungan* pipa sistem pendingin atau adanya udara didalam sistem air pendingin, maka itu semua dapat menyebabkan tekanan aliran air pendingin menurun (rendah). Pada saat tekanan air pendingin rendah sampai dibawah tekanan normal maka *safety device* bekerja, adapun *safety device* yang bekerja antara lain: ME FW *low pressure alarm*, ME FW *High temperature alarm*. Jika ME FW *low pressure alarm* berbunyi maka secara *automatis fresh water stand by pump* akan bekerja (*running*).

Jika ME FW *auto stand by pump* tidak bekerja maka alarm ME FW *High temperature* akan berbunyi dan akan mengaktifkan *Slowdown / Shut down device*, dimana mesin induk akan turun putarannya dan memungkinkan mesin induk akan mati.

Dari hasil analisis yang dilakukan, tidak ditemukan masalah pada tekanan air pendingin motor induk.

#### **d. Banyak air dalam kotak udara bilas**

Udara mengandung uap air karena adanya kondensasi dan media tersebut mengandung unsur karat yang abrasif terhadap bahan logam dari *turbocharger* sehingga akan terjadi suhu tekanan rendah. Udara murni yang bertekanan yang dihasilkan dari *Turbocharger (blower side)* disalurkan kedalam ruang pendingin udara atau disebut “*intercooler air side*” udara yang dihasilkan dari *blower* memiliki suhu rata-rata  $120^{\circ}\text{C} - 150^{\circ}\text{C}$  dan setelah udara didinginkan didalam *intercooler* suhunya akan turun menjadi  $45^{\circ}\text{C} - 60^{\circ}\text{C}$ . Kemudian disalurkan kedalam bejana udara bilas (*Scavenge Chamber*) Dan udara bilas yang memiliki suhu normal  $45^{\circ}\text{C} - 60^{\circ}\text{C}$  dengan tekanan udara dalam *scavenge chamber*  $\geq 0.6 \text{ Kg/cm}^2$  siap masuk kedalam ruang silinder.

Bila jumlah kondensasinya lebih banyak dan masuk melewati klep ( *valve*) menyebabkan terbakarnya bahan logam pada permukaan klep karena adanya tekanan suhu rendah. Akibat lain terjadi kebocoran pada klep buang sehingga pencampuran udara dan bahan bakar serta pembakaran tidak terjadi secara sempurna. Setiap silinder dihubungkan dengan *exhaust gas manifold* dan penataan saluran pipa gas disesuaikan dengan urutan-urutan sistem pembakaran disebut *Firing order* dari mesin induk.

Dari hasil analisis yang dilakukan, tidak ditemukan banyak air dalam kotak udara bilas.

**e. Tekanan Aliran LO terlalu rendah**

Tekanan minyak lumas yang rendah disebabkan oleh beberapa hal sebagai berikut :

- 1) Tanki endap/ carter/ *sump tank* kekurangan minyak pelumas. Tangki endap dapat mengalami kekurangan minyak pelumas, kemungkinan terdapat kebocoran yang tidak diketahui. Pelumasan merupakan hal yang sangat penting dalam menunjang kelancaran kerja mesin dan bila pelumasan tidak diperhatikan maka bisa mengakibatkan menurunnya tenaga dari mesin induk ataupun menyebabkan kerusakan pada bagian mesin lainnya.
- 2) Saringan/ *filter* tersumbat/ kotor. Minyak pelumas yang banyak mengandung kotoran / endapan padat akan mempengaruhi didalam proses penyaringan, karena akan mempercepat menutupi celah-celah saringan, sehingga minyak pelumas mengalir lebih sedikit jumlahnya dan tekanan minyak pelumas sebelum saringan akan lebih tinggi daripada sesudah saringan, oleh karena itu dilakukan penggantian terhadap saringan tersebut.
- 3) Rpm pompa rendah / *voltage* motor turun. Rpm pompa rendah ataupun *voltage* motor turun ini akan berdampak pada menurunnya tekanan minyak pelumas pada mesin induk, RPM pompa yang terlalu rendah menyebabkan daya hisap dan daya keluar terhadap minyak pelumas rendah.

Dari 3 penyebab diatas dimana semuanya membuat tekanan dari aliran

minyak pelumas menurun maka ini dapat mengaktifkan *safety device* *LO low pressure* yang dapat mematikan mesin induk guna menghindari kerusakan yang terjadi pada mesin induk apabila tekanan aliran minyak pelumas terlalu rendah .

Dari hasil analisis yang dilakukan, tidak ditemukan adanya masalah pada tekanan minyak lumas.

**f. Banyak air di tangki servis bahan bakar**

Banyaknya air yang terkandung di bahan bakar ini akan ikut mengalir pada sistem bahan bakar dan dapat merusak pengabut ( *injector* ) sehingga akan terjadi pembakaran yang tidak sempurna didalam ruang bakar / silinder, dapat merusak *barrel* pada *bosch pump*. Pengabut adalah suatu alat yang berfungsi sebagai alat penyemprotan bahan bakar agar bahan bakar dapat terbakar di dalam *cylinder*, melalui proses pembakaran di dalam *cylinder* dengan jalan mengabutkan bahan bakar di dalam ruang pembakaran, sehingga bahan bakar dapat terbakar dengan melalui suatu proses.

Adapun urutan pada sistem bahan bakar yaitu semua sistem bermula pada *storage tank* ( *double bottom* ) dipindahkan ke tangki endap ( *settling tank* ) menggunakan pompa *transfer* bahan bakar, kemudian dari tangki endap bahan bakar dipindahkan lagi ke tangki pemakaian ( *service tank* ) dengan melalui proses purifikasi, pada proses purifikasi kotoran yang terkandung dalam bahan bakar dipisahkan dengan prinsip gaya *centrifugal* berdasarkan perbedaan dari berat jenis bahan bakar, dan untuk memperbesar perbedaan berat jenis dari kotoran dalam bahan bakar maka perlu di panaskan, prinsip perbedaan berat jenis / massa jenis yang diterapkan pada *purifier* membuat *purifier* mampu memisahkan bahan bahan ikutan ( *contaminant* ) yang masa jenisnya lebih besar, antara lain : kandungan air yang ada pada bahan bakar, kandungan *sludge* yang ada pada bahan bakar, kandungan besi yang ada pada bahan bakar, kandungan *aluminium* dan *silicon* pada bahan bakar. Dan kemudian siap digunakan menuju pada *main engine* dan *auxiliary engine* dengan menggunakan *booster pump* ( untuk motor bantu ) dan menggunakan pompa sirkulasi ( untuk mesin induk ). Dengan cara dipompa dengan menggunakan pompa



yang digerakan dengan elektrick motor menuju *bosch pump* dan sebagian kembali lagi ke tangki *service*. Adanya air yang terdapat pada sistem bahan bakar berasal dari dalam tangki *service* yang berlebihan sehingga ikut dengan pompa sirkulasi bahan bakar menuju mesin induk kemudian

Dari hasil analisis yang dilakukan, diketahui bahwa MFO *service tank* dalam kondisi bagus.

## **2. Tekanan Aliran Bahan Bakar yang Menuju Mesin Induk Terlalu Rendah**

Penyebabnya sebagai berikut :

### **a. Filter bahan bakar kotor**

Bahan bakar yang berada di dalam tangki *service* di alirkan menuju mesin induk dengan melewati saringan bahan bakar. Saringan bahan bakar adalah untuk limitasi, memberi batas seberapa besar ukuran bahan ikutan yang bisa ditahan oleh saringan, menjaring partikel (kotoran) yang sangat halus yang terdapat didalam bahan bakar yang dapat merusak *barrel* pada *bosch pump* dan *nozzle* atau menyumbat *injector*. Umumnya *filter* dipasangkan *double*, sehingga pada saat filter kotor dan mampat, bisa menggunakan *filter* lain sementara *filter* yang kotor dibeersihkan. Apabila *filter* menjadi buntu dikarenakan banyaknya kotoran, maka aliran bahan bakar berhenti dan mesin induk akan mati. Hal ini untuk melindungi mesin induk dari bahan bakar yang kotor. Perbedaan tekanan sebelum dan sesudah *filter* bisa menjadi indikasi kotornya atau tersumbatnya *filter*.

Dari hasil analisis yang dilakukan, ditemukan bahwa pada *filter* bahan bakar terdapat banyak kotoran.

### **b. Packing pada sambungan *flens* pipa bahan bakar pecah**

Pipa bahan bakar merupakan bagian dari penunjang kelancaran proses aliran dari sistem bahan bakar dan disesuaikan dengan panjangnya dan konstruksi sistem bahan bakar dan antara pipa-pipa dihubungkan dengan *flens* untuk pipa baja. *Flens* baja dibentuk dan di design menyesuaikan kebutuhan pada sistem bahan bakar, adapun pembentukan flens disesuaikan dengan standar pabrik, adapun tambahan pipa bahan bakar

dapat dilakukan oleh crew kapal dengan menyesuaikan dengan ukuran pipa yang digunakan pada sistem bahan bakar. Dimana kedua ujung pipa yang akan disambung dipasang *flens* kemudian diikat dengan baut (*bolt*) dan di beri gasket untuk memper-rapat sambungan antara flens. *Flens* pipa dikelompokkan menurut besarnya tekanan yang disesuaikan dengan tekanan kerja maksimum ataupun diatasnya. Tetapi tekanan kerja maksimum pada uap, udara kompresi, udara/gas, air, minyak dan lain-lain, instalasi pipa disesuaikan dengan besarnya tekanan dan kondisi *fluida*.

Jika *packing* pada sambungan *flens* pipa bahan bakar pecah, maka akan berpengaruh terhadap tekanan aliran bahan bakar, sehingga tekanan aliran bahan bakar tidak sesuai yang diharapkan (rendah). Adapun tekanan aliran bahan bakar yang menuju *injection pump* yang dibutuhkan mesin antara 1.5 – 3.0 Kg/cm<sup>2</sup>.

Dari hasil analisis yang dilakukan, tidak ditemukan adanya *packing* pada sambungan *flens* pipa bahan bakar yang pecah

#### c. **Mechanical seal bocor**

*Mechanical seal* adalah salah suatu komponen pada pompa termasuk pompa bahan bakar, adapun *mechanical seal* pada pompa bahan bakar berfungsi sebagai penghalang atau pengeblok keluar masuknya bahan bakar. Penggunaan jenis *mechanical seal* yang tepat sangat penting untuk kelancaran kerja pompa bahan bakar, jenis pompa yang digunakan untuk jenis bahan bakar menggunakan pompa gigi. Jika *mechanical seal* rusak dan bocor maka akan membuat tekanan aliran pompa bahan bakar otomatis akan turun. Saat tekanan aliran bahan bakar turun dibawa tekanan yang di butuhkan mesin maka akan membuat volume / jumlah bahan bakar kurang mencukupi untuk kebutuhan mesin bisa menyebabkan bahan bakar yang tersuply pada masing masing silinder tidak merata dan dapat membuat pembakaran setiap silinder tidak merata.

Salah satu penyebab rusaknya *mechanical seal* pada pompa bahan bakar yaitu kualitas *mechanical seal* yang tidak memenuhi standar dan *mechanical seal* terganjal debu dan kotoran. Dari masalah tersebut maka dapat dilakukan upaya pencegahan rusaknya *mechanical seal* pada pompa

bahan bakar, dengan melakukan perawatan berkala dan mengganti *mechanical seal* apabila sudah tidak baik untuk digunakan lagi dengan bahan yang bagus dan melakukan perawatan secara rutin sesuai prosedur yang benar pada saat perbaikan, perawatan dan pengecekan berkala pada pompa dan melakukan program PMS (*Plan Maintenance System*).

Dari hasil analisis yang dilakukan, tidak ditemukan adanya kebocoran *mechanical seal* pada pompa bahan bakar.

**d. Kran (valve) regulator terbuka ( Regulating valve )**

Salah satu fungsi pompa bahan bakar yaitu mengalirkan minyak yang bertekanan. Pada pompa bahan bakar disediakan katup pengatur tekanan ataupun secara *bypass*. Katup ini berfungsi untuk mengatur tekanan sesuai yang diinginkan. Katup akan membuka dan menutup secara manual , jika tekanan aliran bahan bakar turun , bisa dengan mengatur / *adjust regulator valve* untuk menaikkan aliran tekanan bahan bakar sampai mendapatkan tekanan yang di butuhkan mesin ( normal ). Apabila katup penyetel ( *regulator valve* ) ini terbuka terus, maka tekanan pompa bahan bakar turun dan tidak maksimal.

Dari hasil analisis yang dilakukan, tidak ditemukan adanya masalah pada kran (valve) *bypass*.

**e. Bearing electromotor pompa penekan (*booster pump*) macet**

Salah satu komponen penting dari elektrik motor adalah bearing. *Bearing* berguna untuk mengurangi gesekan dan juga sebagai penyangga komponen-komponen yang bergerak. Jika *bearing* yang digunakan tidak berkualitas maka akan cepat aus. Jika aus maka gerakan dua permukaan yang saling bersentuhan akan menimbulkan panas, sehingga lama kelamaan terbakar.

Dari hasil analisis yang dilakukan tidak ditemukan adanya kerusakan bearing elektromotor *boster pump*.

## C. PEMECAHAN MASALAH

Dari penjelasan analisis data di atas maka Penulis dapat menganalisa beberapa pemecahannya adalah sebagai berikut:

### 1. Alternatif Pemecahan Masalah

#### a. Mesin Induk Sering Mati Mendadak disebabkan Bahan Bakar Kotor

Alternatif pemecahan masalahnya yaitu :

##### 1) Melakukan Penceratan Bahan Bakar

Bahan bakar yang terkontaminasi dengan air 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 penceratan (*drain*) *settling tank* dan *service tank* untuk meminimalkan penumpukan air / kotoran yang tercampur dengan bahan bakar di dalamnya. Dengan demikian suplai bahan bakar ke mesin induk lancar sehingga mesin induk bekerja baik.

Penceratan terhadap tangki harian bahan bakar yang sering diabaikan, lama kelamaan menyebabkan bertimbunya kotoran dan juga air di dalam tangki. Posisi kran cerat yang terletak agak jauh dibawah plat lantai sering menjadi sebab segannya petugas kamar mesin melakukan pencerataan air dan kotoran tangki terbawa aliran *supply* menuju mesin sehingga mempercepat kotornya saringan bahan bakar.

Seorang masinis harus selalu mengecek dan melakukan penceratan air/ kotoran untuk memperkecil kemungkinan lolosnya air masuk kepompa tekanan tinggi dan pengabut. Oleh karena itu dibutuhkan perhatian yang lebih terhadap bahan bakar sebelum dikonsumsi oleh mesin induk untuk menghindari kerusakan-kerusakan yang disebabkan oleh bahan bakar yang kotor.

Usaha terpenting yang harus diperhatikan adalah mencegah adanya air dan kotoran didalam bahan bakar. Maka ada beberapa hal yang perlu dilakukan seperti dibawah :

- 1) Sebelum Bahan bakar diterima di kapal maka pada tangki storage, adapun zat additive ( chemical ) di klasifikasikan berdasarkan dampak / efek utamanya dan digunakan pada beberapa keadaan yang berbeda sesuai dengan kebutuhan :
  - a. Demulsfying additives ( emulsi breaker ), adalah additives untuk memecahkan emulsi/gumpalan akibat bercampurnya bahan bakar dengan zat lain (air). Additive ini diberikan selama kapal bunker, bisa mencegah terjadinya lumpur dan memecahkan emulsi dari tercampurnya bahan bakar berat dengan air yang menyebabkan minyak tidak stabil. Pemberian zat additives ini dapat di berikan dengan perbandingan 1 : 3000 sampai 1 : 6000.
  - b. Additive untuk melawan korosi suhu tinggi. Korosi pada suhu tinggi bisa terjadi pada katup buang dan sudu turbin, ketika pembakaran bahan bakar yang mengandung vanadium dan sodium. Maker tidak mensyaratkan penggunaan additive jenis ini, bagaimanapun juga harus diyakinkan bahwa additive tidak sensitive terhadap air, compatible dengan bahan bakar dalam setiap keadaan dan tidak menimbulkan masalah pada filter bahan bakar (misalnya). Sebelum melakukan pemindahan bahan bakar disarankan untuk mencerat (*drain*) tanki penyimpanan agar kotoran atau air yang mengendap akan keluar dari ceratan (*drain*) tersebut.
- 2) Pemindahan bahan bakar dari tanki penyimpanan ke tangki endap kemudian ke tanki harian (*service tank*) diharuskan memakai *purifier* sehingga bahan bakar yang masuk dalam tanki harian adalah bahan bakar yang benar benar bebas dari kotoran dan air.
- 3) Diusahakan agar tangki bahan bakar selalu terisi penuh setiap kali mesin selesai dipergunakan. Hal ini bertujuan agar jumlah udara di dalam tanki menjadi berkurang dan mengurangi terjadinya pengembunan air yang ada pada udara. Terutama pada cuaca dingin atau malam hari.

- 4) Lakukan pengecekan bahan bakar secara visual dan pergantian *filter* secara rutin.

## 2) Perawatan Bahan Bakar Menggunakan Bahan Chemical

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

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

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

Hal yang harus dilakukan adalah dengan memanasi tangki - tangki dasar ini sampai temperatur 40<sup>0</sup>C diatas (*Pour Point*) untuk MFO (*Marine Fuel Oil*) titik bekunya 0 - 20<sup>0</sup>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 ke tangki endap (*settling tank*) agar dengan mudah dihisap / ditekan oleh pompa transfer bahan bakar menuju tangki harian.

### b. Tekanan Aliran Pompa Bahan Bakar yang Menuju Mesin Induk Terlalu Rendah disebabkan Filter Bahan Bakar Kotor

Alternatif pemecahan masalahnya yaitu

#### 1) Membersihkan Filter Bahan Bakar Secara Berkala

Salah satu komponen dalam instalasi bahan bakar adalah saringan (*filter*), yang merupakan komponen yang sangat penting dalam operasional mesin induk di kapal. Mengingat begitu pentingnya fungsi saringan bahan bakar untuk menghambat kotoran dan lumpur masuk dalam sistem pembakaran mesin induk sehingga performa mesin baik,

sebaliknya apabila saringan bahan bakar tidak bekerja dengan baik dapat menyebabkan penurunan performa mesin induk dan yang lebih fatal lagi dengan ikutnya kotoran serta lumpur dapat menyebabkan terjadinya kerusakan pada bagian mesin terutama *injector*, Fuel injection pump dan didalam ruang pembakaran.

Melakukan perawatan terhadap saringan bahan bakar secara terencana atau mengikuti prosedur perawatan sesuai dengan *planned maintenance system (PMS)* akan menghasilkan bahan bakar yang bersih untuk mesin induk, sehingga performa mesin induk meningkat dan hal ini akan memperlancar operasioanal kapal. Perawatan terhadap saringan bahan bakar harus dilakukan secara rutin dan berkesinambungan serta harus dicatat setiap kali melakukan perawatan untuk mengetahui rentan waktu pada perawatan berikutnya.

## **2) Ganti Filter Bahan Bakar**

Dengan adanya penyumbatan saringan bahan bakar oleh kotoran dan lumpur dan hal ini menyebabkan performa mesin induk terhambat dan operasioanal kapal tertunda sampai ke pelabuhan berikutnya. Dengan kejadian tersebut maka penulis menganalisa bahwa sangat pentingnya untuk menjaga saringan bahan bakar agar bekerja secara maksimal.

Kurang maksimal fungsi saringan bahan bakar untuk menghasilkan bahan bakar yang bersih dalam opsional mesin induk di sebabkan oleh beberapa hal, diantaranya yaitu kurangnya perawatan pada saringan bahan bakar. Perawatan yang dimaksud yaitu membersihkan saringan dari kotoran dan lumpur yang ikut serta dalam bahan bakar, hal ini dapat menyebabkan performa mesin induk tidak bekerja secara maksimal, hal demikian dapat mengganggu proses pengoprasian kapal sehingga dapat menyebabkan keterlambatan kapal tiba dipelabuhan tujuan.

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

### **a. Mesin Induk Sering Mati Mendadak disebabkan Bahan Bakar Kotor**

#### **1) Melakukan Penceratan Bahan Bakar**

Keuntungannya :

- a) Mudah dilakukan oleh semua ABK Mesin
- b) Biaya lebih terjangkau

Kerugiannya :

- a) Hasil kurang maksimal
- b) Proses lebih lama

#### **2) Perawatan Bahan Bakar Menggunakan Bahan Chemical**

Keuntungannya :

- a) Mudah dilakukan oleh semua ABK mesin
- b) Hasil lebih maksimal
- c) Proses lebih lama

Kerugiannya :

- a) Membutuhkan biaya lebih mahal
- b) Membutuhkan pemahaman tentang bahan chemical dan takaran yang sesuai serta bahaya yang dapat terjadi pada crew

### **b. Tekanan Aliran Bahan Bakar yang Menuju Mesin Induk Terlalu Rendah disebabkan Filter Bahan Bakar Kotor**

#### **1) Membersihkan Filter Bahan Bakar Secara Berkala**

Keuntungannya :

- a) Biaya lebih murah
- b) Mudah dilakukan oleh semua ABK Mesin

Kerugiannya :

- a) Hasil kurang maksimal
- b) Membutuhkan ketelitian dalam pelaksanaannya



## **2) Ganti Filter Bahan Bakar**

Keuntungannya :

- a) Proses pengerjaan lebih mudah
- b) Hasil lebih maksimal
- c) Waktu perawatan selanjutnya lebih lama

Kerugiannya :

- a) Membutuhkan biaya lebih mahal
- b) Membutuhkan persediaan suku cadang *filter* bahan bakar di atas kapal

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

### **a. Mesin Induk Sering Mati Mendadak disebabkan Bahan Bakar Kotor**

Berdasarkan hasil evaluasi terhadap alternatif pemecahan masalah di atas, maka pemecahan masalah yang dipilih untuk mengatasi mesin induk sering mati mendadak disebabkan bahan bakar kotor yaitu perawatan bahan bakar menggunakan bahan *chemical* dan purifikasi yang baik. Alternatif pemecahan masalah ini dipilih karena hasil yang lebih maksimal dan mudah untuk dilakukan.

### **b. Tekanan Aliran Bahan Bakar yang Menuju Mesin Induk Terlalu Rendah disebabkan Filter Bahan Bakar Kotor**

Berdasarkan hasil evaluasi terhadap alternatif pemecahan masalah di atas, maka pemecahan masalah yang dipilih untuk menaikkan aliran tekanan pada pompa bahan bakar yang menuju mesin induk akibat *filter* bahan bakar kotor yaitu membersihkan *filter* bahan bakar secara berkala. Alternatif ini dipilih karena proses pengerjaan yang lebih mudah.

## **BAB IV**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **A. KESIMPULAN**

Berdasarkan uraian dari pembahasan terhadap bab-bab terdahulu yang berkaitan dengan masalah yang dapat menghambat kelancaran operasional mesin Induk di MV. Sangatta penulis dapat menarik beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Yang menyebabkan mesin induk sering mati mendadak adalah bahan bakar yang digunakan kotor, mengatasinya dengan perawatan bahan bakar menggunakan bahan chemical.
2. Tekanan aliran bahan bakar yang menuju mesin induk terlalu rendah disebabkan oleh filter bahan bakar kotor, mengatasinya dengan membersihkan filter bahan bakar secara berkala.

#### **B. SARAN**

Dari beberapa kesimpulan tersebut di atas, maka untuk menjaga performa mesin induk di MV. Sangatta penulis memberikan beberapa saran sebagai berikut :

1. Perawatan bahan bakar yang berkualitas harus sesuai dengan standar ISO 8217 yaitu dengan bahan penambahan *chemical* dan purifikasi yang baik.

Kapal harus waspada terhadap bahan bakar yang tidak baik.

Dan sebaiknya kapal dilengkapi dengan alat test penguji bahan bakar.

2. Menaikkan tekanan aliran bahan bakar yang menuju mesin induk tetap optimal dengan cara membersihkan *filter* bahan bakar secara berkala sesuai jadwal yang telah ditentukan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Budi, Sumarcatur. (2009). *Terjemahan Buku Panduan MAK Petunjuk Praktis Bagi Para Ahli Mesin*.
- Budi, Sumarcatur. *MSM Training Departement*.
- Harahap, Nurdin. (2005). *Sistem Bahan Bakar Motor Diesel*. Jakarta : Djangkar
- Handoyo, Jusak Johan. (2014). *Manajemen Perawatan dan Perbaikan Kapal*. Jakarta : Djangkar
- Handoyo, Jusak Johan. (2015). *Mesin Diesel Penggerak Kapal*. Jakarta : Djangkar
- <http://brainly.co.id>. *Proses Pembakaran yang Sempurna*. Diakses pada tanggal 19 Juni 2021, Jam 09:00 WIB.
- ISO 8217 Versi 2010, *Marine Fuel Spec*.
- Paradila. (2005). *Bahan Bakar Minyak*. Jakarta : Salemba Empat
- [www.maritimeworld.web.id](http://www.maritimeworld.web.id). *Sistem Bahan Bakar*. Diakses pada tanggal 19 Juni 2021, Jam 09:00 WIB.

Characteristics		Unit	Limit	Category ISO-F-				Test method reference
				DMX	DMA	DMZ	DMB	
Kinematic viscosity at 40 °C <sup>a</sup>	mm <sup>2</sup> /s	max.		5,500	6,000	6,000	11,00	ISO 3104
		min.		1,400	2,000	3,000	2,000	
Density at 15 °C	kg/m <sup>3</sup>	max.		—	890,0	890,0	900,0	see 7.1 ISO 3675 or ISO 12185
Cetane index	—	min.		45	40	40	35	ISO 4264
Sulfur <sup>b</sup>	mass %	max.		1,00	1,50	1,50	2,00	see 7.2 ISO 8754 ISO 14596
Flash point	°C	min.		43,0	60,0	60,0	60,0	see 7.3 ISO 2719
Hydrogen sulfide <sup>c</sup>	mg/kg	max.		2,00	2,00	2,00	2,00	IP 570
Acid number	mg KOH/g	max.		0,5	0,5	0,5	0,5	ASTM D664
Total sediment by hot filtration	mass %	max.		—	—	—	0,10 <sup>e</sup>	see 7.4 ISO 10307-1
Oxidation stability	g/m <sup>3</sup>	max.		25	25	25	25 <sup>f</sup>	ISO 12205
Carbon residue: micro method on the 10 % volume distillation residue	mass %	max.		0,30	0,30	0,30	—	ISO 10370
Carbon residue: micro method	mass %	max.		—	—	—	0,30	ISO 10370
Cloud point	°C	max.		−16	—	—	—	ISO 3015
Pour point (upper) <sup>d</sup>	winter quality	°C	max.	−6	−6	−6	0	ISO 3015
	summer quality	°C	max.	0	0	0	6	ISO 3015
Appearance	—	—		Clear and bright <sup>g</sup>			a, f, g	see 7.5
Water	volume %	max.		—	—	—	0,30 <sup>e</sup>	ISO 3733
Ash	mass %	max.		0,010	0,010	0,010	0,010	ISO 6245
Lubricity, corrected wear scar diameter (wsd 1,4) at 60 °C <sup>h</sup>	µm	max.		520	520	520	520 <sup>g</sup>	ISO 12156-1

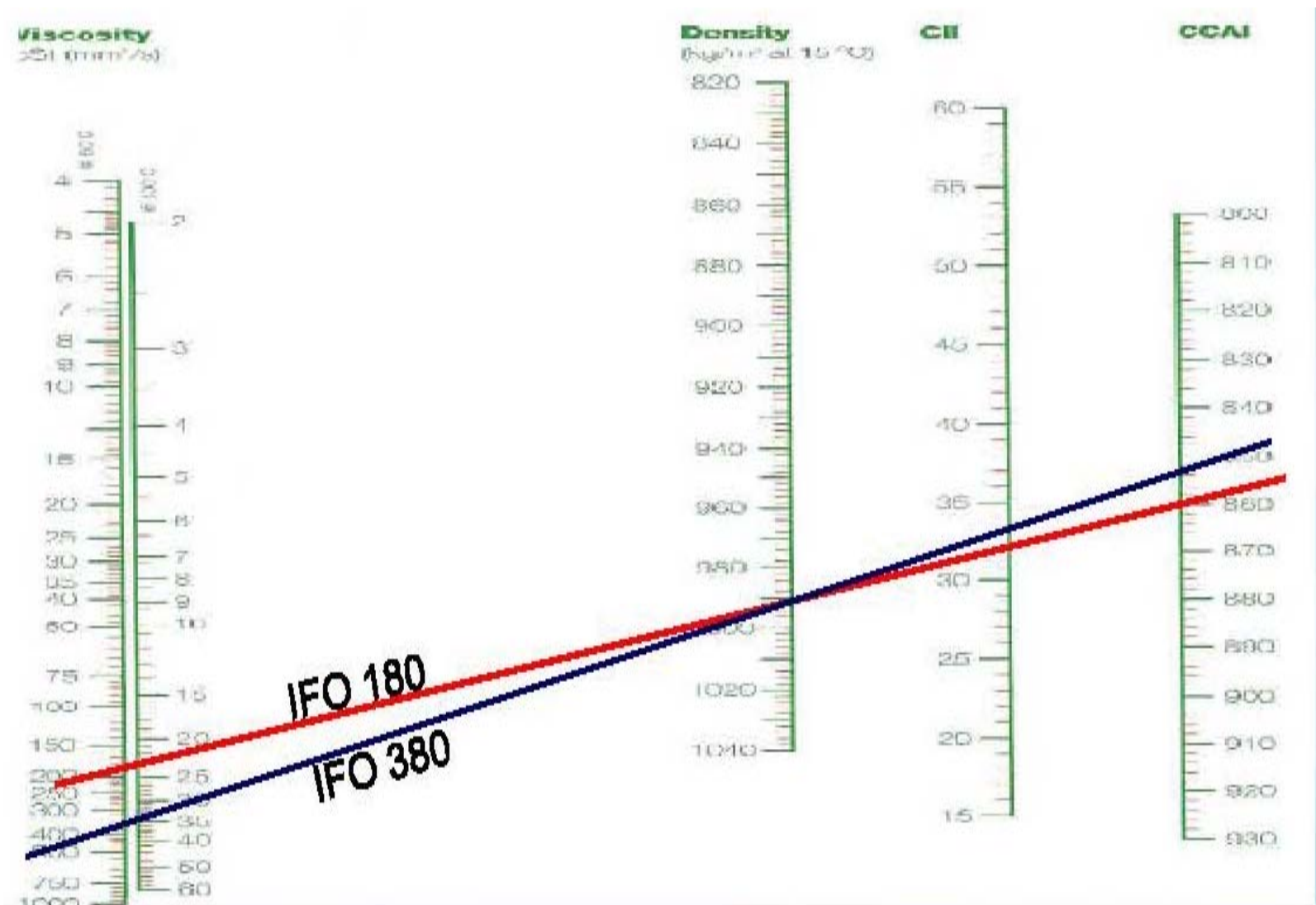
## Lampiran I

### Persyaratan Bahan Bakar Berat MDO ( *Destilate Fuels* )

Characteristic	Unit	Limit	Category ISO-F-											Test method reference	
			RMA	RMB	RMD	RME	RMG				RMK				
			10 <sup>a</sup>	30	80	180	180	380	500	700	380	500	700		
Kinematic viscosity at 50 °C <sup>b</sup>	mm <sup>2</sup> /s	max.	10,00	30,00	80,00	180,0	180,0	380,0	500,0	700,0	380,0	500,0	700,0	ISO 3104	
Density at 15 °C	kg/m <sup>3</sup>	max.	920,0	980,0	975,0	991,0	991,0				1010,0			see 7.1 ISO 3675 or ISO 12185	
CCAI	—	max.	850	860	860	860	870				870			see 6.3 a)	
Sulfur <sup>c</sup>	mass %	max.	Statutory requirements											see 7.2 ISO 8754 ISO 14596	
Flash point	°C	min.	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0				60,0			see 7.3 ISO 2719	
Hydrogen sulfide <sup>d</sup>	mg/kg	max.	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00				2,00			IP 570	
Acid number <sup>e</sup>	mg KOH/g	max.	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5				2,5			ASTM D664	
Total sediment aged	mass %	max.	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10				0,10			see 7.5 ISO 10307-2	
Carbon residue: micro method	mass %	max.	2,50	10,00	14,00	15,00	18,00				20,00			ISO 10370	
Pour point (upper) <sup>f</sup>	winter quality	°C	max.	0	0	30	30	30				30			ISO 3016
	summer quality	°C	max.	6	6	30	30	30				30			ISO 3016
Water	volume %	max.	0,30	0,50	0,50	0,50	0,50				0,50			ISO 3733	
Ash	mass %	max.	0,040	0,070	0,070	0,070	0,100				0,150			ISO 6245	
Vanadium	mg/kg	max.	50	150	150	150	350				450			see 7.7 IP 501, IP 470 or ISO 14597	
Sodium	mg/kg	max.	50	100	100	50	100				100			see 7.8 IP 501 IP 470	

## Lampiran 2

Persyaratan Untuk Bahan Bakar Berat MFO ( *Residual Fuels* )



Lampiran 3  
Grafik Nomogram

## DAFTAR ISTILAH

<i>Bunker</i>	: Pengisian bahan bakar dari stasiun bahan bakar ke atas kapal.
<i>Circulating Pump</i>	: Pompa yang berfungsi untuk mensirkulasikan / mengedarkan bahan bakar ke ruang pembakaran.
<i>Cylinder</i>	: Bagian silindris dari mesin sebagai tempat Bergeraknya torak, dan merupakan tempat berlangsungnya pembakaran.
<i>Combustion Engine</i>	: Mesin yang tenaga mekaniknya diperoleh dari hasil pembakaran campuran bahan bakar gas dan udara. Bahan bakar gas dan udara dikompresikan oleh piston di dalam ruang bakar sehingga volume makin kecil.
<i>Down time</i>	: Tidak kehilangan waktu operasi.
<i>Double Bottom Tank</i>	: Tangki kedap air pada dasar berganda kapal yang berfungsi sebagai stabilitas kapal dan pencegah tenggelamnya kapal pada saat terjadi kebocoran di lunas kapal.
<i>Drain</i>	: Kegiatan menguras tangki bahan bakar.
<i>Filter</i>	: Saringan bahan bakar yang berfungsi untuk menyaring kotoran yang terkandung dalam bakar agar tidak masuk ke dalam ruang pembakaran.
<i>Flow Meter</i>	: Alat yang digunakan untuk mengetahui aliran bahan bakar dalam suatu jalur aliran (sistem bahan bakar).
<i>Fuel Oil Purifier</i>	: Pesawat bantu yang berfungsi sebagai pemisah air, lumpur dan kotoran lainnya yang ikut pada bahan bakar.
<i>Heater</i>	: Pemanas bahan bakar.
<i>Injector</i>	: Salah satu komponen di dalam sistem bahan bakar yang berfungsi sebagai pintu pada ujung sistem injeksi untuk

mengeluarkan bahan bakar dari sistem ke ruang *intake manifold*.

- Injeksi* : Proses pencampuran bahan bakar dengan udara sebelum dibakar.
- Life time* : Memperpanjang waktu kerja.
- Maintenance* : Kegiatan untuk memelihara atau menjaga fasilitas/peralatan pabrik dan mengadakan perbaikan atau penyesuaian/penggantian yang diperlukan agar supaya terdapat suatu keadaan operasi produksi yang memuaskan sesuai dengan apa yang direncanakan.
- Manual book* : Buku petunjuk untuk pengoperasian mesin di atas kapal.
- MFO* : *Marine Fuel Oil* yaitu bahan bakar minyak yang merupakan produk hasil dari jenis residu yang berwarna hitam. Bahan bakar jenis ini memiliki tingkat kekentalan yang tinggi dibandingkan minyak diesel.
- Needle Valve* : Sebuah batang baja bulat dengan pucuk konis/tirus yang penempatannya menghadap lubang keluar dan mencegah bahan bakar agar tidak masuk ke ruang silinder kecuali kalau terangkat oleh nok atau tekanan minyak.
- Nozzle* : Bagian dari injektor/katup semprot untuk menempatkan lubang yang dilalui bahan bakar yang diinjeksikan ke dalam silinder.
- PMS* : *Planned Maintenance System* yaitu sistem perawatan terencana, yang merupakan standarisasi perusahaan ataupun pembuat mesin.
- Settling tank* : Merupakan tangki yang digunakan untuk mengendapkan bahan bakar yang telah di pindahkan oleh transfer pump dari tangki penimbunan. lama waktu yang diperlukan untuk mengendapkan bahan bakar, ini minimal adalah 24 jam, hal ini berdasarkan *class rule*.



<i>Service tank</i>	: Merupakan tangki yang digunakan untuk menampung bahan bakar yang berasal dari tangki endap ( <i>settling tank</i> ) dengan cara mentransfer melalui <i>MFO Purifier</i> dan <i>heater</i> . Disebut tangki harian ( <i>service tank</i> ) karena tangki ini merupakan tangki yang digunakan sehari-hari untuk melayani mesin induk.
<i>Solvent</i>	: Minyak pembersih yang berfungsi untuk menghilangkan kotoran, <i>grease</i> , oli dan kotoran lainnya yang menempel pada ujung pengabut bahan bakar.
<i>Suction Filter</i>	: Saringan yang dipasang pada saluran hisap dan memungkinkan dipasang di dalam tangki.
<i>Supply Pump</i>	: Pompa yang berfungsi untuk mentransfer bahan bakar ke pompa sirkulasi.
<i>Temperature</i>	: Ukuran panas-dinginnya dari suatu benda
<i>Valve</i>	: Katup bahan bakar yang dapat membuka dan menutup secara otomatis.
Viscositas	: Ukuran kekentalan bahan bakar yang menunjukkan besar kecilnya gesekan internal bahan bakar tersebut.