

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



**MAKALAH
UPAYA MENGOPTIMALKAN SISTEM BAHAN BAKAR
MARINE FUEL OIL (MFO) UNTUK MENDUKUNG
PERFORMA MESIN INDUK DI KAPAL
MV. DEWI SHINTA MANGGALA**

Oleh :

ANDI NOPAN HARAHAHAP
NIS. 02143/T-I

**PROGRAM PENDIDIKAN DIKLAT PELAUT I
JAKARTA
2024**

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



MAKALAH
UPAYA MENGOPTIMALKAN SISTEM BAHAN BAKAR
***MARINE FUEL OIL* (MFO) UNTUK MENDUKUNG**
PERFORMA MESIN INDUK DI KAPAL
MV. DEWI SHINTA MANGGALA

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

Oleh :
ANDI NOPAN HARAHAHAP
NIS. 02143/T-I

PROGRAM PENDIDIKAN DIKLAT PELAUT I
JAKARTA
2024

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



TANDA PERSETUJUAN MAKALAH

Nama : ANDI NOPAN HARAHAAP
NIPD : 02143/T-I
Program Pendidikan : Diklat Pelaut - I
Jurusan : TEKNIKA
Judul : UPAYA MENGOPTIMALKAN SISTEM BAHAN BAKAR
MARINE FUEL OIL (MFO) UNTUK MENDUKUNG
PERFORMA MESIN INDUK DI KAPAL MV. DEWI
SHINTA MANGGALA

Jakarta, September 2024

Pembimbing I

Pembimbing II

Mohamad Ridwan.S.SiT.,M.M

Muhammad Nurdin.SAP.MAP.M.Mar.E

Penata (III/c)

Pembina Utama Muda (IV/c)

NIP. 19780707 200912 1 005

NIP. 19660217 199808 1 001

Mengetahui :

Kepa Ketua Jurusan Teknika

Markus Yando, S.SiT.,M.M

Penata TK. I (III/d)

NIP. 19800605 200812 1 001

KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
BADAN PENGEMBANGAN SDM PERHUBUNGAN
SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN



TANDA PENGESAHAN MAKALAH

Nama : ANDI NOPAN HARAHAAP
NIPD : 02143/T-I
Program Pendidikan : Diklat Pelaut - I
Jurusan : TEKNIKA
Judul : UPAYA MENGOPTIMALKAN SISTEM BAHAN BAKAR
MARINE FUEL OIL (MFO) UNTUK MENDUKUNG
PERFORMA MESIN INDUK DI KAPAL MV. DEWI
SHINTA MANGGALA

Penguji I

R. Herlan Guntoro, M.M

Pembina TK. I (IV/b)

NIP. 19680831 200212 1 001

Penguji II

Benny Hidayat, M.M., M.Mar.E

Penata TK I (III/d)

NIP. 19770925 200912 1 001

Penguji II

M. Ridwan S. SiT., M.M

Penata (III/c)

NIP. 19780707 200912 1 005

Mengetahui :

Ketua Jurusan Teknika

Markus Yando, S.SiT., M.M

Penata TK. I (III/d)

NIP. 19800605 200812 1 001

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan Rahmat dan Hidayah-Nya sehingga akhirnya penulis dapat menyelesaikan makalah dengan judul : **“UPAYA MENGOPTIMALKAN SISTEM BAHAN BAKAR *MARINE FUEL OIL* (MFO) UNTUK MENDUKUNG PERFORMA MESIN INDUK DI KAPAL MV. DEWI SHINTA MANGGALA”**

Dalam penyusunan makalah ini penulis banyak mendapatkan bantuan dan dorongan yang sangat berharga dari berbagai pihak, baik secara moril maupun materil. Untuk itu pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada yang terhormat:

1. Capt. Dr.Ir.H.Ahmad Wahid,S.T.,M.T.,M.Mar.E selaku Kepala Sekolah tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta.
2. Capt. Suhartini, S.SiT.,M.M.,M.MTr, selaku Kepala Divisi Pengembangan Usaha Sekolah tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta.
3. Bapak Markus Yando, S.SiT.,M.M, selaku Ketua Jurusan Teknik Sekolah tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta.
4. Bapak Mohamad Ridwan, selaku dosen pembimbing I, yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran dalam membimbing dan memberikan arahan petunjuk dalam pengerjaan makalah ini sehingga dapat berjalan lancar sampai dengan selesai.
5. Bapak Muhammad Nurdin, selaku dosen pembimbing II, yang telah memberikan pengarahan, motivasi, kerja keras dan bimbingan dalam penulisan makalah ini hingga selesai sebagaimana mestinya.
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. Orang tua tercinta yang telah memberikan kasih sayang, materi dan doanya selama pembuatan makalah.
8. Kepada Keluarga tercinta Istri dan Anak yang telah memberikan kasih sayang dan doanya kepada penulis untuk mampu bertahan sampai sekarang ini dan

selalu memberikan semangat kepada penulis.

9. Semua rekan-rekan Pasis Ahli Teknik Tingkat I Angkatan Enam Puluh Lima (LXXI) tahun ajaran 2024 yang telah memberikan bimbingan, sumbangsih dan saran baik secara materil maupun moril sehingga makalah ini akhirnya dapat terselesaikan.

Karena keterbatasan pengetahuan, kemampuan dan waktu, maka penulisan makalah ini jauh dari sempurna dan untuk itu penulis akan dengan senang hati dapat menerima kritik dan saran untuk perbaikan makalah ini.

Akhir kata, semoga makalah ini dapat membawa manfaat bagi penulis dan para pembaca yang berkenan membacanya.

Jakarta, September 2024

Penulis

ANDI NPAN HARAHA
NIS. 02143/T-I

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR LAMPIRAN.....	ix
 BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah	3
C. Batasan Masalah.....	3
D. Rumusan Masalah	4
E. Tujuan Dan Manfaat Penulisan	4
F. Sistematika Penulisan.....	6
 BAB II LANDASAN TEORI	
A. Tinjauan Pustaka	7
B. Kerangka Pemikiran.....	24
 BAB III ANALISIS DAN PEMBAHASAN	
A. Deskripsi Data	23
B. Analisis Data	27
C. Pemecahan Masalah	35
 BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN	
A. Kesimpulan.....	44
B. Saran.....	45
 DAFTAR PUSTAKA	46

LAMPIRAN

PENJELASAN ISTILAH

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Spesifikasi MFO 380 Cst	13
Table 2.2 Spesifikasi MFO 180 Cst	14

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 MV Dewi Shinta Manggala	23
Gambar 3.2 Fuel Oil Purifier	23
Gambar 3.3 Name Plate Main Engine	24
Gambar 3.4 Name Plate Boiler	24
Gambar 3.5 Bowl Purifier	28
Gambar 3.6 Solenoid Valve Purifier	29
Gambar 3.7 Pengabut bahan bakar boiler	31
Gambar 3.8 Hasil Lab analisis terkontaminasi air	32

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. *Ship Particular*
- Lampiran 2. *Crew List*
- Lampiran 3. *Diagram Bahan Bakar*

BAB I

PENDAHULUAN

A. LATAR BELAKANG

Kapal merupakan sarana transportasi laut yang memegang peranan sangat penting dalam kemajuan industri dibidang maritim. Perusahaan pelayaran yang bergerak dibidang jasa transportasi laut dituntut untuk dapat menyediakan armada kapalnya secara aman, efisien dan selalu tepat waktu disetiap pelabuhan yang akan dituju. Sehingga perusahaan pelayaran dapat terus bertahan dan tidak mengalami kebangkrutan ditengah ketatnya persaingan dunia usaha secara global.

Untuk menunjang sarana pengoperasian mesin diesel penggerak utama kapal dan mesin bantu, 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.

Unsur-unsur yang terkandung didalam bahan bakar yang dikonsumsi pada motor diesel penggerak utama dan motor bantu sangat mempengaruhi kinerja mesin diesel tersebut dan juga akan sangat berpengaruh 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 sarana sistem bahan bakar harus benar-benar diperhatikan dan dilakukan secara rutin agar tidak terjadinya kerusakan ketika berlayar yang dapat mengakibatkan keterlambatan tiba di pelabuhan tujuan.

Penyebab mesin induk mengalami ketidaksempurnaan proses pembakaran ada beberapa hal, diantaranya saluran injektor yang kotor karena tersumbat oleh kotoran yang terbawa bahan bakar, atau karena alat *fuel oil purifier* kurang berfungsi optimal sehingga mengganggu penyediaan bahan bakar yang bersih di atas kapal. *Fuel oil purifier* itu sendiri berfungsi untuk memisahkan kotoran seperti endapan, lumpur, air dan kotoran lainnya dari minyak.

Sebagai salah satu unsur utama dalam proses pembakaran, bahan bakar yang digunakan harus memiliki kriteria dan kualitas yang baik. Bahan bakar dalam peranannya sebagai sumber energi dalam menghasilkan kerja mekanik secara terkendali. Dengan kata lain, bahan bakar adalah zat yang menghasilkan energi, terutama panas yang dapat digunakan apabila ditinjau dari sudut teknis dan ekonomis, bahan bakar diartikan sebagai bahan yang apabila dibakar dapat meneruskan proses pembakaran tersebut dengan sendirinya, disertai dengan pengeluaran kalor. Artinya, suatu bahan bakar dapat terbakar dengan sendirinya karena adanya kalor dari sumber kalor.

Dalam hal ini, kualitas bahan bakar sangat perlu diperhatikan untuk meminimalisir ketidaksempurnaan bahan bakar akibat adanya kotoran-kotoran dalam bahan bakar. Oleh karena itu, perlu adanya suatu pesawat yang dapat digunakan untuk meningkatkan kualitas bahan bakar yang akan digunakan dalam proses pembakaran atau setidaknya dapat meminimalisir kadar kotoran seperti air dan kotoran lainnya dalam bahan bakar agar proses pembakaran di dalam silinder berlangsung dengan sempurna.

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 sarana sistem 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 bekerja di atas kapal MV. Dewi Shinta Manggala sebagai *Second Engineer (Lampiran Crew list)*, ketika penulis melakukan perjalanan dari Taboneo, Banjarmasin menuju Philipina pada tanggal 20 April 2024, tepatnya pada posisi di Laut Celebes, mesin induk tiba-tiba mengalami penurunan putaran mesin dan indicator bahan bakar mengalami penurunan.

Setelah penulis melakukan pengecekan ditemukan banyaknya kotoran pada filter bahan bakar. Hal ini disebabkan oleh kualitas bahan bakar yang diterima di atas kapal terkontaminasi air laut. Akibat dari penerimaan kualitas bahan bakar yang jelek akan dapat mengakibatkan efek kerusakan pada komponen mesin induk antara lain banyaknya kotoran pada purifier sehingga harus rutin dibersihkan, Settling tank / service tank harus sering di drain untuk mengurangi kandungan air.

Dari uraian di atas, permasalahan ini dapat mengakibatkan kerugian pada perusahaan yaitu keterlambatan tiba di Pelabuhan tujuan dan rencana operasional kapal akan mengalami perubahan. Untuk mengatasi permasalahan tersebut sehingga penulis membahas sistem bahan bakar untuk mesin penggerak utama dalam makalah ini dengan judul **“UPAYA MENGOPTIMALKAN SISTEM BAHAN BAKAR MARINE FUEL OIL (MFO) UNTUK MENDUKUNG PERFORMA MESIN INDUK DI KAPAL MV. DEWI SHINTA MANGGALA”**.

B. IDENTIFIKASI MASALAH

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

1. Filter bahan bakar kotor.
2. Kualitas bahan bakar terkontaminasi air lebih dari batas maksimum.
3. Banyaknya endapan *sludge* pada tanki bahan bakar.
4. Crew kurang ketat dalam mengawasi bunker.
5. *Lab fuel analysis* yang diterima terlalu lama.

C. BATASAN MASALAH

Sehubungan dengan luasnya permasalahan dan keterbatasan waktu untuk penelitian, maka penulis hanya membatasi pada 2 (dua) permasalahan yang menjadi prioritas, yaitu :

1. Filter bahan bakar kotor.
2. Kualitas bahan bakar terkontaminasi air lebih dari batas maksimum.

D. RUMUSAN MASALAH

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

1. Mengapa Filter bahan bakar kotor ?
2. Mengapa kualitas bahan bakar yang terkontaminasi air lebih dari batas maksimum ?

E. TUJUAN DAN MANFAAT PENULISAN

1. Tujuan Penulisan

- a. Untuk menganalisis masalah mengapa filter bahan bakar kotor dan mencari solusi atau cara mengatasinya agar menunjang kelancaran operasional mesin induk.
- b. Untuk menganalisis masalah mengapa kualitas bahan bakar yang terkontaminasi air lebih dari batas maksimum di atas kapal MV. Dewi Shinta Manggala dan bagaimana cara mengatasinya agar kedepannya tidak menghambat operasional kapal.

2. Manfaat Penulisan

a. Manfaat bagi Dunia Akademis

- 1) Sebagai suatu masukan bagi penulis dan pembaca dalam mengatasi dan mengambil solusi yang dihadapi dalam upaya perawatan bahan bakar di atas kapal.
- 2) Berbagi pengetahuan dengan kawan seprofesi, terutama bagi peserta didik di STIP Jakarta maupun dijenjang pendidikan lainnya.

b. Manfaat bagi Dunia Praktisi

- 1) Memberi sumbangan pengetahuan langsung maupun tidak langsung bagi sesama rekan kerja di atas kapal.
- 2) Sebagai pertimbangan dan pengalaman bagi perusahaan serta pembaca makalah ini.

F. SISTEMATIKA PENULISAN

Penyusunan makalah yang sistematis diperlukan dalam memudahkan penyusun maupun pembaca dalam memahami makalah ini. Selain itu juga sistematika penulisan ini disusun untuk memperoleh hasil laporan yang sistematis dan tidak keluar dari pokok permasalahan maka dibuat sistematika sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Pada BAB ini akan dibahas mengenai latar belakang masalah, identifikasi masalah, batasan masalah, perumusan masalah, tujuan dan manfaat penulisan, serta sistematika penulisannya.

BAB II LANDASAN TEORI

Berisikan 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. Dewi Shinta Manggala. 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

Berisikan 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

Salah satu faktor yang terpenting guna menunjang kelancaran kinerja permesinan khususnya mesin penggerak utama adalah bahan bakar. Pemeliharaan dan pengawasan terhadap bahan bakar sangat penting karena bahan bakar merupakan suatu media utama agar mesin penggerak utama dan bantu dapat dioperasikan dengan baik dan lancar.

Teori-teori yang dapat dijadikan sebagai landasan dalam pembahasan materi dalam makalah ini sebagai berikut :

1. Perawatan

a. Definisi Perawatan

Menurut Gunawan Danuasmoro, M.Mar.E (2010:5) dalam buku Manajemen Perawatan menjelaskan tujuan pemeliharaan (perawatan) adalah faktor paling penting dalam mempertahankan kehandalan fasilitas-fasilitas yang diperlukan masyarakat modern, tetapi hanya sedikit bidang-bidang yang mampu berperan begitu dominan seperti dalam dunia pelayaran. Sedangkan menurut Jusak Johan Handoyo (2014:53) strategi perawatan kapal merupakan faktor tunggal yang terpenting untuk dapat menyesuaikan diri dengan masyarakat modern dan memainkan peranan yang dominan dalam dunia pelayaran.

b. Jenis-Jenis Perawatan

Menurut Jusak Johan Handoyo (2015:52) tentang strategi perawatan dari buku Sistem Perawatan Permesinan Kapal, pilihan pertama untuk menentukan strategi perawatan adalah :

- 1) Perawatan insidentil

Perawatan insidental artinya kita membiarkan mesin bekerja terus menerus sampai rusak (*down time*), baru kemudian dilaksanakan perawatan dan perbaikan (*break down repair*). Jika kita ingin menghemat biaya perawatan dengan cara ini maka suatu saat kita akan mengeluarkan biaya yang jauh lebih besar untuk mempertahankan kapal tidak berhenti operasi (*down time*). Pada umumnya modal operasi ini sempat mahal oleh karena itu beberapa bentuk sistem perencanaan diterapkan dengan mempergunakan sistem perawatan terencana maka tujuan kita adalah untuk memperkecil kerusakan dan beban kerja dari suatu pekerjaan perawatan yang diperlukan.

Strategi perawatan insidental dalam teorinya tidak disarankan namun dalam kenyataannya sering terjadi di kapal, karena berbagai alasan antara lain:

- a) Kronologi perawatan tidak dicatat secara sistematis, sehingga tidak terdapat kesinambungan dalam kegiatan perawatan selanjutnya.
- b) Tidak mengacu Standar perawatan dan perbaikan kapal (PMS) sesuai dengan *Manual Instruction Book*.
- c) Tidak adanya kepedulian/kepekaan para pengawas terhadap ketidak-teraturan pelaksanaan pekerjaan perawatan.
- d) Tidak adanya bukti-bukti terjadinya kerusakan-kerusakan, kekurangan sebelumnya, kapal menganggur (*delay/down time*) dan kerugian-kerugian lainnya.
- e) Tidak tersedianya suku cadang yang cukup untuk setiap pesawat/mesin sehingga menghambat waktu operasi kapal pada saat menunggu pengadaan suku cadang tersebut.

2) Perawatan Terencana

Perawatan terencana (*plan maintenance*) artinya kita sudah menentukan dan mempercayakan seluruh prosedur perawatan yang dibuat oleh *maker* melalui *Manual Instruction Book*, untuk

dilaksanakan dengan benar, tepat waktu dan berapa pun biaya perawatan (*maintenance cost*) yang akan dikeluarkan tidak menjadi masalah.

3) Perawatan Pencegahan

Perawatan pencegahan (*preventive maintenance*) adalah bagian dari pelaksanaan pekerjaan perawatan terencana yang bertujuan untuk:

- a) Memantau perkembangan yang terjadi pada hasil pekerjaan perawatan secara terus menerus sampai batas nilai-nilai yang diizinkan.
- b) Menemukan kerusakan dalam tahap yang lebih dini, sehingga masih ada kesempatan untuk merencanakan pelaksanaan perawatan.
- c) Mencegah terjadinya kerusakan atau bertambahnya kerusakan, yang dapat mengakibatkan terhentinya operasi kapal.
- d) Suatu tugas yang perlu dilakukan agar dapat menelusuri jalannya kerusakan terhadap nilai keselamatan dan nilai ekonomis setiap kapal.

Dengan perawatan pencegahan kita mencoba untuk mencegah terjadinya kerusakan atau bertambahnya kerusakan atau untuk menemukan kerusakan dalam tahap ini. Ini berarti bahwa kita harus menggunakan metode tertentu untuk menyelusuri perkembangan yang terjadi. Suatu tugas perlu dilakukan agar kita dapat menyelusuri jalannya kerusakan dengan mambiarkan terjadinya dari fungsi yang kurang penting terhadap keselamatan dan nilai ekonomi kapal.

4) Perawatan periodik

Perawatan periodik (*period maintenance*) adalah bagian dari pelaksanaan pekerjaan perawatan pencegahan yang dilakukan secara periodik berdasarkan waktu kalender atau jam kerja (*running hours*) dengan mengacu kepada *manual instruction book*, yaitu :

- a) Perawatan yang dilaksanakan berdasarkan waktu kalender, seperti perawatan harian (*daily*), mingguan (*weekly*), bulanan (*monthly*), tiga bulanan (*quarterly*), tahunan (*annual survey*) dan lima tahunan (*special survey*).
- b) Perawatan yang dilakukan berdasarkan jam kerja, seperti perawatan setiap 300 jam sekali, setiap 600 jam, setiap 6 bulan, 12 bulan, 24 bulan, seterusnya terhitung setelah selesai perbaikan (*overhaul*).

Pada kenyataannya perawatan periodik ini juga disesuaikan dengan waktu keberadaan kapal, dengan pertimbangan tidak mengganggu operasi kapal.

5) Pemantauan Kondisi

Pemantauan kondisi (*condition inspection*) adalah sistim perawatan yang diterapkan ketika kondisi kapal diperkirakan memiliki tingkat kerusakan yang meningkat dengan cepat, maka penentuan perawatan dibuat sendiri. Pemantauan kondisi dilakukan baik dengan pengukuran yang terus-menerus dengan pengecekan kondisi secara periodik. Penerapan pengukuran terus-menerus dapat disamakan dengan penggunaan sistem alarm. Dalam hal pemantauan kondisi ini bagaimanapun tujuannya adalah untuk mengukur kondisi ini dan bukan hanya menjaga batas kritis yang sudah dicap.

c. Perawatan Bahan Bakar

Peralatan yang banyak dipasang di kapal adalah jenis separator sentrifugal dalam penggunaan yang luas terutama untuk memisahkan campuran cairan yang berbeda masa jenisnya. Umumnya dilakukan dalam dua tahap, pertama melalui pemurni (*purifier*) yang putarannya sekitar 1500–1900 per menit (50Hz-60 Hz). Air dan campuran lain yang memiliki masa jenis lebih besar dari pada minyak akan terpisah sehingga minyaknya bebas dari campuran benda kasar yang sangat berbahaya bagi motor disel. Selain bahan kasar yang membahayakan motor diesel, BBM itu masih

mengandung bahan halus berupa logam yang larut dalam cairan yang akan menimbulkan gangguan setelah BBM terbakar dan meninggalkan debu jelaga atau bahan abrasif yang membahayakan. Sebaiknya setelah melalui *purifier* kemudian dimasukkan ke dalam penjernih (*clarifier*) yang konstruksinya agak berbeda dari *purifier*. Apabila hanya terdapat satu buah separator yang berfungsi ganda (*purifier* dan *clarifier*) mangkok didalamnya harus bisa diganti-ganti disesuaikan dengan masa jenis BBM, demikian juga pipa salurannya harus bisa diubah. Bila berfungsi sebagai *clarifier*, air pancingan sebagai penyekat atau paking tidak diperlukan.

2. Sistem Bahan Bakar

a. Definisi Sistem Bahan Bakar

Menurut Endrodi (2001:13) dalam buku Motor Diesel Penggerak Utama bahwa sistem bahan bakar adalah sistem yang digunakan untuk mensuplai bahan bakar yang diperlukan mesin induk. Berikut ini adalah salah satu sistem bahan bakar MFO (*Marine Fuel Oil*) pada mesin induk kapal. Mesin Induk yang didesain untuk menggunakan bahan bakar MFO secara kontinu, kecuali untuk keperluan olah gerak kapal. Bahan bakar MFO dipompa dengan pompa yang digerakan oleh elektrik motor dari tangki dasar berganda (*Double Bottom*) menuju tanki endap (*Settling Tank*), pompa ini disebut pompa pemindahan F.O (*F.O Transfer Pump*). Dari *settling tank* MFO dipompa dengan *F.O Transfer Pump* menuju *F.O Service tank*. Pada *F.O transfer pump* terdapat saringan (*filter*) dan juga pemanas (*heater*), *heater* ini berfungsi sebagai pemanas bahan bakar sebelum masuk ke *settling tank* biar lebih ringan dalam pengisapan dari tangki double bottom.

Dari *Settling tank* bahan bakar dipompa/transfer ke tanki pemakaian (*Service Tank*) dengan menggunakan *FO purifier* untuk memisahkan adanya lumpur dan air, yang sebelumnya MFO tersebut telah di panasi terlebih dahulu di dalam *settling tank* yang di dalamnya terdapat *heater*. Dan melalui *heater* pula MFO selanjutnya masuk ke *service tank*. Kemudian MFO yang berada di *service tank* dipanasi lagi dan selanjutnya MFO didorong dengan pompa suplai (*Supply Pump*) yang bergerak secara

elektrik melewati filter dengan menjaga tekanannya pada sekitar 3,6 – 6 Kpa dan selanjutnya masuk ke pompa sirkulasi (*Circulating Pump*), juga melewati heater dan filter dengan tekanan *circulating pump* berkisar antara 4–6,5 Kpa (Kilopascal).

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

b. Spesifikasi Bahan Bakar

Berdasarkan sumber yang penulis dapat dari internet <https://bebasnjeplak.com> mengenai Perbedaan MFO 180 Cst dan 380 Cst bahwa bahan bakar MFO di Indonesia ada 2 (dua) jenis yaitu MFO 180 Cst (*Centistokes/suatu ukuran viskositas kinematik*) dan 380 Cst (*Centistokes*) yang masing-masing mempunyai spesifikasi yang berbeda. Hal itu dapat di lihat pada table berikut :

PROPERTY	UNITS	QUALITY Spec	TEST METHOD
Density at 15°C	kg/m ³	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	ISO 14597
Total sediment, potential	% m/m	0.10	ISO 10307-2
Aluminium plus silicon	mg/kg	80	ISO 10478
Used Lubricating Oil			

Tabel 2.1.

Spesifikasi MFO 380 Cst

Determination	Unit	Result		Method
		Batasan MFO	940/13 (MFO)	
Density pada 15 °C, max	Kg/m ³	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

Tabel 2.2.

Spesifikasi MFO 180 Cst

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

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

Dikutip dari internet dengan alamat www.maritimeworld.web.id tentang Sistem Bahan Bakar bahwa beberapa bagian dalam sistem bahan bakar (*Fuel Oil System*) adalah : (Rangkaian sistem bahan bakar dapat dilihat pada gambar 2)

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 berfungsi untuk memanasi.

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. Lama waktu yang diperlukan untuk mengendapkan bahan bakar ini minimal 24 jam.

5) Pompa pengisian (*Feed Pump*)

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

6) *MFO Purifier (Separator)*

Pada *supply system* terdapat proses pemisahan air dengan bahan bakar, proses ini berlangsung di *separator* atau *centrifuge*.

7) Tangki harian (*Service Tank*)

Merupakan tangki yang digunakan untuk menampung bahan bakar yang berasal dari tangki endap (*settling tank*) dengan cara mentransfer melalui *FO Purifier* dan *heater* dan digunakan sehari-hari untuk melayani mesin induk.

8) Pompa sirkulasi (*Circulation pump*)

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

9) Saringan bahan bakar (*Filter*)

Untuk memisahkan bahan bakar dari lumpur dan minyak.

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

Pemakaian 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 bar.

13) *Injector*

Untuk mengabutkan bahan bakar yang diperlukan pada proses pembakaran.

d. Rangkaian Aliran Sistim Bahan Bakar

Dikutip dari internet dengan alamat 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 agar mencair dan mudah di transfer ke tanki-tanki lainnya.
- 2) Selanjutnya bahan bakar melalui *fuel oil transfer pump* dimasukan ke *settling tank*. Disini bahan bakar dipanaskan hingga 55°C dengan maksud untuk memisahkan bahan bakar dari kotoran-kotoran
- 3) Dari *settling tank* dipanaskan lagi di *heater* hingga 80°C agar bahan bakar lebih bersih dari kotoran-kotoran.
- 4) Selanjutnya diteruskan ke *purifier* dengan maksud untuk memisahkan bahan bakar dengan air dan lumpur.
- 5) Bahan bakar melalui *suction filter* diteruskan ke *flow meter* dimana dapat diketahui konsumsi yang digunakan oleh *main engine* tiap harinya.

- 6) Selanjutnya melalui *Booster Pump (feed pump)* dimasukan ke *heater* lagi yang dipanaskan hingga 100°C (berdasarkan *fuel analysis*), dengan maksud untuk penyesuaian viscositinya berdasarkan viscosity temperatur chart.
- 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 bar.

Disini penulis melampirkan gambar rangkaian aliran sistem bahan bakar MFO (gambar 2).

e. 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 270 bar sampai 280 bar. Dengan tekanan tersebut bahan bakar masuk kedalam silinder (ruang kompresi) dalam bentuk kabut tipis (*atomization*) 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_2)
- 2) Bahan bakar
- 3) Suhu (*Temperature*)

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

f. 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 Hidrogen (H), bereaksi secara cepat dengan oksigen (O_2) dan menghasilkan karbon dioksida (CO) 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).

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

3) Temperatur bahan bakar mendekati titik nyala (*flash point*)

Bahan bakar dapat terbakar secara sempurna apabila temperatur bahan bakar mencapai 40°C untuk MFO Cst 180 dan pada temperatur 50°C untuk MFO Cst 380.

4) Kelambatan penyalan tepat (*ignition delay*).

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

5) *Viscosisty* (kekentalan) bahan bakar minyak tepat.

Kekentalan bahan bakar MFO Cst 380 dapat terbakar dengan sempurna pada temperatur 50°C sedangkan MFO Cst 180 pada temperatur 40°C.

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

Mutu bahan bakar minyak dikatakan baik apabila unsur C-H seimbang.

3. *Fuel Oil Purifier*

a. *Definisi Purifier*

Berdasarkan uraian dari www.maritimeworld.web.id bahwa pada setiap permesinan baik mesin induk ataupun *generator* yang menggunakan bahan bakar minyak sebagai sumber pembangkit tenaga, dilakukanlah perawatan bahan bakar dan minyak lumas untuk mencegah kerusakan akibat gesekan pemakaian bahan bakar, maka bahan bakar dan minyak lumas perlu diperhatikan dan dijaga kondisinya. Maksud diadakan perawatan tersebut agar bahan bakar dan minyak lumas dalam pemakaiannya bisa mempertahankan kinerja mesin.

Untuk menghindari terjadinya suatu masalah pada kinerja mesin induk dan *generator* maka diadakan suatu sistem pembersihan bahan bakar yang dimulai sejak bahan bakar berada dalam tangki dasar berganda

(*double bottom*), pengendapan dalam *settling* dan *service tank*, sedangkan minyak lumpur berada di *settling* dan *crank case*.

Pembersihan bahan bakar pada *Purifier* dilakukan dengan sistem gerak putar (sentrifugal), jika tenaga sentrifugal diputar antara 6000-7000 putaran dalam waktu tertentu maka tenaganya akan lebih dari gaya gravitasi dan statis. Untuk menunjang kinerja *purifier* maka komponen-komponen pendukung *purifier* seperti *bowl disc*, *ball bearing*, *poros purifier* dan *drive gear* harus mendapatkan perawatan secara berkala.

Berdasarkan uraian di atas, maka dapat disimpulkan bahwa *purifier* merupakan suatu bagian dari pesawat yang ada di kapal yang digunakan untuk memurnikan bahan bakar dari kotoran, air dan sejenisnya yang terkandung bersama dengan bahan bakar melalui serangkaian proses tertentu, baik dengan menggunakan metode gravitasi maupun sentrifugal sehingga didapat bahan bakar yang lebih bersih dan mencegah terjadinya gangguan pada mesin induk.

b. Prinsip Pemisahan Pada *Purifier*

Prinsip pembersihan bahan bakar terdiri dari beberapa jenis, hal ini disebabkan karena perbedaan berat jenis (BJ) zat cair tersebut. Namun yang sering dipakai di kapal yaitu :

1) Metode Gaya Gravitasi

Pemisahan dengan gaya berat/gravitasi terjadi secara bertahap untuk pertama kalinya pada bahan-bahan padat seperti lumpur, kotoran dan lainnya yang terkandung pada bahan bakar mengendap di dasar tangki pengendap (*settling tank*). Cairan-cairan yang lebih berat seperti air, akan mengendap di atas endapan bahan-bahan padat, sedangkan cairan-cairan yang lebih ringan seperti minyak/bahan bakar akan berada di bagian atas tangki. Penggunaan panas akan mempercepat proses pemisahan.

Pemisahan terjadi karena adanya perbedaan berat jenis, atau kepekatan dari cairan-cairan dan bahan-bahan padat itu. Dalam kasus

ini, gaya gravitasi adalah yang menyebabkan terjadinya pengendapan dan hal ini terjadi dalam waktu yang agak lama. Jika gaya/kekuatan gravitasinya (*gravitational force*) dinaikan, dengan menggunakan gaya sentrifugal, dampak pemisahannya akan sangat besar.

2) Metode Pembersih Sentrifugal

Mesin pemisah kotoran yang lazim disebut *Separator/purifier* yaitu pemisah melalui putaran dengan melakukan pemisahan dengan pengendapan di bidang sentrifugal. Jika pengendapan dengan gaya sentrifugal bekerja sesuai dengan rpm, maka pemisahan dan pembersihannya jauh lebih besar daripada pengendapan gravitasi bumi. Jika sebuah mangkok (bowl) berisi bahan bakar diputar cukup kencang, maka timbul gaya sentrifugal yang akan melemparkan partikel apapun yang memiliki berat jenis lebih besar dari bahan bakar (seperti partikel-partikel padat dan air tawar yang ada di dalam bahan bakar) ke dinding samping dari mangkok. Perbandingan antara gaya sentrifugal terhadap berat seringkali disebut “Nilai-G” yang besarnya tergantung dari kecepatan putar dan desain dari *centrifuge* dan berkisar antara 7000-9000 rpm.

Sedangkan dalam website www.maritimeworld.web.id, menyatakan bahwa keuntungan dalam penggunaan gaya sentrifugal adalah :

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

Berdasarkan uraian dari pendapat di atas, ada 2 metode yang digunakan dalam proses pemisahan bahan bakar, yaitu metode gravitasi dan metode sentrifugal. Pada dasarnya kedua metode ini hampir sama, dimana dengan menggunakan gaya gravitasi, proses

pemisahan bahan bakar berlangsung berdasarkan perbedaan berat jenis, kepekatan dan cairan, sehingga bagian yang memiliki berat jenis lebih tinggi akan mengendap dan terpisah, namun dalam prosesnya metode jenis ini membutuhkan waktu yang lama. Sedangkan metode sentrifugal dengan melakukan putaran yang kemudian akan menimbulkan daya dorong sehingga memisahkan bagian-bagian yang memiliki berat jenis lebih tinggi. Sehingga kedua metode tersebut memiliki proses pemisahan yang hampir sama, yaitu dengan berdasarkan berat jenis, kepekatan dan cairan dimana yang lebih berat akan mengendap atau terpisah dari yang lainnya.

c. Cara Kerja *Purifier*

Dalam website www.maritimeworld.web.id, cara kerja *purifier* sangat identik dengan gaya berat yang dalam prosesnya didukung oleh gaya sentrifugal sehingga proses pemisahannya sangat cepat. Percepatan gaya sentrifugal besarnya antara 6000-7000 kali lebih besar dari pengendapan gravitasi statis.

Bowl itu terbagi atas dua bagian yaitu : bagian atas dan bagian bawah di bagian bawah ini terletak suatu dasar yang dapat bergerak jika pembersih tidak bergerak maka dasar ini terletak seperti digambarkan pada bagian kiri gambar. Cincin yang dapat dipindah-pindah dibawah pengaruh pegas-pegas yang digambarkan, dalam posisi teratas, seperti dinyatakan dibagian kanan gambar. Sekeliling poros ada suatu cincin isian yang tidak bergerak (tidak digambarkan) dimana dapat dimasukkan air ke dalam kamar-kamar atau menurut keperluannya.

Setelah sentrifugal mencapai putaran normal sehingga mencapai 8000 rpm yaitu kira-kira 5 menit setelah digerakkan dari suatu tangki kecil yang khusus dipasang untuk itu, melalui cincin isi dimasukkan air ke dalam kamar. Melalui lubang-lubang air ini masuk ke bawah dasar yang dapat bergerak. Jadi mendapat tekanan gaya-gaya sentrifugal dan dengan demikian dasar ini mengempas ke atas, dalam posisi yang digambarkan di sebelah kanan lubang, sekeliling *bowl* oleh karena itu sentrifugal tertutup dan siap pakai.

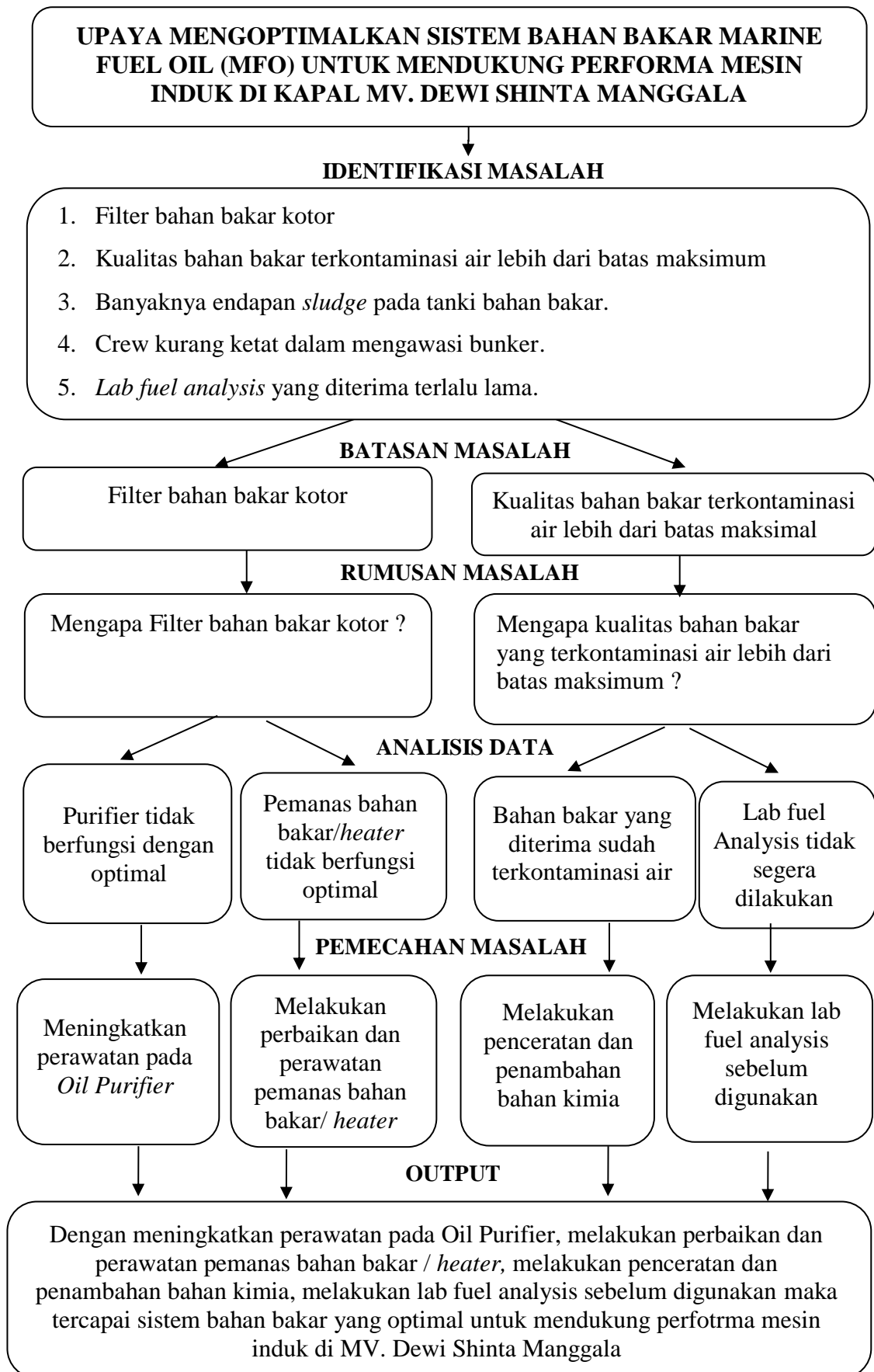
Setelah dimasukkan dahulu air dan sesudah itu minyak, maka pekerjaan yang normal dapat dimulai. Air yang telah dipisahkan keluar melalui lubang dan minyak yang bersih keluar melalui pinggiran, kotoran yang dapat berkumpul secara lambat laun di bagian lingkaran yang diberi bentuk konis dinyatakan dengan.

Untuk membersihkan "*bowl*" saluran masuk minyak ditutup dulu, sesudah itu sebagai pengganti minyak dimasukkan air, sehingga hampir semua minyak yang tadinya berada di dalam *bowl* keluar melewati pinggiran.

Sesudah itu air dimasukkan lagi dari tangki kecil melalui cincin isian ke dalam kamar. Dari sini air masuk melalui saluran di atas cincin. Juga air ini mendapat tekanan oleh gaya-gaya sentrifugal dan mengempas cincin ke bawah sambil menekan pegas-pegas menjadi satu, memang sebagian air keluar melalui lubang-lubang, akan tetapi yang masuk lebih banyak daripada yang hilang. Karena menurunnya cincin maka lubang-lubang menjadi terbuka. Di atas dasar suatu tekanan tinggi yang disebabkan oleh gaya sentrifugal dan air di dalam *bowl*.

Berdasarkan uraian di atas, sudah sangat jelas menerangkan bahwa proses pemisahan bahan bakar dalam purifier berlangsung dengan menggunakan gaya berat dengan mendapatkan bantuan melalui metode sentrifugal sehingga proses pemisahan berlangsung lebih cepat.

B. KERANGKA MAKALAH



BAB III

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

A. DESKRIPSI DATA

Pembahasan pada makalah ini adalah tentang upaya mengoptimalkan sistem bahan bakar. Sebelum membahas lebih lanjut, penulis sampaikan data penunjang yaitu data kapal MV. Dewi Shinta Manggala dan *fuel oil purifier* sebagai berikut :

<i>Vessel Name</i>	: MV. Dewi Shinta Manggala
<i>Flag</i>	: Indonesia
<i>Type of Vessel</i>	: Bulk Carrier
<i>Main Engine</i>	: MAN B&W 6S46MC-C MK7/POWER 6480 KW
Call sign / IMO	: YCRK2
GRT	: 19728
Owner	: PT Pelita Global Logistik



Gambar 3.1
MV Dewi Shinta Manggala

Fuel Oil Purifier

Maker : ALFALAVAL

Type : S 821



Gambar 3.2

Fuel oil purifier

Main engine

Type : MAN B&W 6S46MC-C MK7/POWER 6480 KW



Gambar 3.3

Name plate Main Engine

Boiler

Type : AALBORG / OC

Burner Type : MS7Z

Serial : 101734-01



Gambar 3.4

Name Plate Boiler

Adapun fakta yang pernah penulis temui di atas MV. Dewi Shinta Manggala diantaranya yaitu :

1. Filter bahan bakar kotor.

Pada tanggal 25 April 2024 ditemui banyaknya kotoran yang menempel pada bagian saringan bahan bakar MFO mesin induk. Dampak dari kotoran yang menempel tersebut mengakibatkan putaran mesin tiba-tiba turun di karenakan tekanan pompa suplai bahan bakar MFO tekanannya turun. Hal ini disebabkan oleh karena kualitas bahan bakar yang dibutuhkan oleh mesin kurang baik. Kemudian hal tersebut diinformasikan ke anjungan untuk stop mesin, kemudian melakukan pergantian bahan bakar dari MFO ke MDO dengan menurunkan temperatur pada sistim bahan bakar. Setelah dipastikan bahan bakar MDO masuk ke sirkulasi pembakaran mesin induk maka mesin induk pun dapat distop.

Selain itu, pada saat penerimaan bahan bakar (*bunker*) di kapal MV. Dewi Shinta Manggala ditemukan mutu bahan bakar kurang baik. Hal ini diketahui setelah bahan bakar tersebut digunakan tampak bahwa kotoran dan air yang ada pada bahan bakar mengganggu jalannya sistem kerja pembersih bahan bakar. Gangguan-gangguan sering terjadi pada sistem bahan bakar, yaitu kotoran dan air yang ada pada bahan bakar dapat menyumbat saringan-saringan bahan bakar, sehingga dapat mengganggu kelancaran operasi kerja dari Fuel Injection Pump, Injector, dan lainnya.

Pada saat tugas jaga, Masinis II juga mendapati *sludge tank high level alarm* berbunyi. Setelah diperiksa ternyata *sludge tank* mengalami *high level* yang dikarenakan terjadi kerusakan pada *pilot valve*. Hal ini mengakibatkan terjadinya *over flow* yang mengakibatkan sensor pada tangki buang lumpur berbunyi (*alarm*). Waktu dalam perjalanan, ternyata kejadian tersebut terulang beberapa kali. Hal tersebut dapat mengganggu pengoperasian motor induk, karena tidak tersedianya bahan bakar bersih di *service tank* untuk digunakan pada proses pembakaran.

Selain itu juga, penulis pernah menemui kejadian dimana pada *start* awal *purifier* bekerja dengan normal tetapi sewaktu *purifier disludge* (saat membuang lumpur) *bowl* tidak terbuka sehingga sebagian endapan ikut dengan minyak yang bersih. Seharusnya minyak dipisahkan lalu dialirkan ke tangki harian, sedangkan air dan lumpur dialirkan ke *sludge tank*. Gejala ini menyebabkan *filter* bahan bakar yang masuk ke motor induk, motor bantu, dan ketel bantu cepat kotor. Bila minyak yang tidak bersih dialirkan ke motor induk, motor bantu, dan ketel bantu maka operasional kapal akan terganggu.

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

2. Kualitas bahan bakar terkontaminasi air lebih dari batas maksimum.

Pada tanggal 14 April 2024 saat kapal MV. Dewi Shinta Manggala sedang melakukan perjalanan dari Tuban menuju China menggunakan bahan bakar yang di terima di Surabaya pada tanggal 05 April 2024. Seperti biasa KKM akan menyimpan dan membuat dokumen hasil Lab fuel Analysis, namun KKM menemukan bahwa hasil lab tersebut menyebutkan bahwa kandungan air yang terkandung di bahan bakar melebihi batas maksimum yang telah ditentukan.

Di email tersebut juga terdapat saran dan masukan dari Lab independent dan kantor, maka KKM mengikuti saran dari kantor untuk melakukan

penceratan secara berkala dari *service/ settling tank* guna mengurangi kadar air yang terkandung di bahan bakar tersebut.

B. ANALISIS DATA

Dari pengalaman yang terjadi saat yang penulis alami selama bekerja di atas kapal MV. Dewi Shinta Manggala, penulis dapat menganalisa penyebab masalahnya sebagai berikut :

1. Filter bahan bakar kotor

Penyebabnya adalah :

a. Purifier tidak berfungsi dengan optimal

Ketika *purifier* sedang beroperasi dalam sebuah proses pembersihan bahan bakar ada sebuah momen dimana terjadi proses *purifying* dihentikan untuk melakukan pembuangan lumpur yang sudah menumpuk di sisi pinggir *bowl*, proses ini dinamakan “*disludge*”. Proses *disludge* akan terjadi pada waktu interval tertentu antara setiap 1 - 2 jam sekali tergantung dari kondisi bahan bakar yang dibersihkan.

Apabila bahan bakar yang diterima memiliki kandungan lumpur yang sangat tinggi maka interval proses *disludge* akan diperpendek. Proses ini adalah hal yang sangat penting karena apabila proses ini tidak berjalan dengan lancar maka lumpur yang sudah menumpuk di sisi pinggir *bowl* tadi tidak akan bisa keluar dari *bowl* sehingga terjadi penumpukan di dalam *bowl*. Apabila hal ini terjadi secara terus menerus maka akan sangat mengganggu proses *purifying*. Proses *disludge* ini ditentukan oleh kinerja daripada *pilot valve* karena *pilot valve* inilah yang berfungsi untuk membuka saluran air bertekanan untuk proses buka tutup dari pada *bowl*. *Pilot valve* tidak bekerja optimal disebabkan *O ring* pada *pilot valve* sudah melebihi jam kerja.

Perawatan berkala terhadap *fuel oil purifier* diklasifikasikan menjadi 3 (tiga) macam yaitu perawatan tiap 3 bulanan, 6 bulanan dan tahunan. Dengan adanya pengklasifikasian seperti itu masinis mempunyai patokan perawatan yang lebih terkoordinasi yang dilakukan secara bulanan dan secara tahunan sesuai prosedur dalam buku manual. Sebagai contoh ketika terjadi gangguan pada *fuel oil purifier*, yaitu tidak dapat dilaksanakannya *disludge*. Untuk

mengatasinya terkadang masinis terlalu jauh dalam memperkirakan atau menganalisa penyebab dari permasalahan tersebut terkadang analisa masinis terhadap permasalahan yang terjadi langsung tertuju kepada sesuatu bagian dari peralatan yang harus dilakukan penggantian *spare part*. Sehingga kebanyakan langsung melakukan penggantian pada bagian-bagian utama seperti pada *bearing*, *friction clutch*, dan *shaft*. Padahal gangguan pada proses *disludge* hanya diakibatkan oleh permasalahan kecil lainnya seperti tersumbatnya saluran *high and low pressure water*.



Gambar 3.5

Bowl Purifier

Sering terjadinya kerusakan pada *Purifier*, juga dapat mengakibatkan bahan bakar tidak terfurifikasi dengan baik. Permasalahan yang menyangkut dengan perawatan merupakan permasalahan yang kompleks karena dapat dilihat dari berbagai sisi seperti sumber daya manusia, penerapan prosedur, waktu, suku cadang dan lain sebagainya. Terlepas dari beberapa faktor tersebut, seperti yang sudah penulis uraikan pada pembahasan sebelumnya bahwa *purifier* tidak bekerja dengan baik dikarenakan adanya kerusakan pada *solenoid valve*.

Solenoid valve berfungsi untuk membuka katup aliran air pengoperasian ke dalam tangki, apabila mendapat sinyal dari dalam tangki bahwa level dalam tangki berkurang.

Pembersihan secara *full otomat* pada pnsipnya sama juga dengan *self jector*, hanya saja tenaga yang memindahkan cairan penahan *sliding bowl*, melainkan dilakukan dengan menggunakan kontrol otomat berdasarkan *timer* dengan *solenoid valve*. Saat minyak masuk ke dalam *purifier*, oleh adanya air (*operating water*), *slidding bowl bottom* terangkat posisinya sehingga menekan *sealing ring* yang dipasang dalam alur penutup *disc*. Dengan tidak berfungsinya *solenoid valve* sehingga proses purifikasi bahan bakar pada *purifier* kurang optimal.



Gambar 3.6

Solenoid Valve Purifier

b. Pemanas Bahan Bakar/Heater Tidak Berfungsi Optimal

Marine Fuel Oil (MFO) adalah produk penyulingan minyak bumi, dimana dihasilkan setelah residu dan sebelum aspal. Yaitu minyak bakar yang bukan merupakan produk hasil destilasi tetapi hasil dari jenis residu yang berwarna hitam. Minyak jenis ini memiliki tingkat kekentalan yang tinggi dibandingkan minyak diesel. Untuk itu membutuhkan pemanas (*heater*) agar bahan bakar MFO dapat digunakan dengan optimal.

Pemanas bahan bakar (*heater*) yang tidak berfungsi dengan baik menyebabkan kualitas bahan bakar yang akan digunakan untuk pembakaran di dalam silinder kurang bagus. Untuk itu diperlukan

perawatan secara berkala agar pemanas bahan bakar MFO dapat berfungsi optimal.

Penyebab terjadinya temperature menurun yang sering dijumpai dalam proses pemanasan minyak meliputi: penyerapan panas pada pipa-pipa air atau pipa api tidak maksimal karna endapan abu jelaga, pengabutan bahan bakar tidak sempurna, filter bahan bakar kotor. Ketiga aspek ini yang paling sering penulis temui sebagai penyebab menurunnya temperatur pada pipa uap yang berpengaruh dalam proses pemanasan bahan bakar.



Gambar 3.7 Pengabut bahan bakar boiler

2. Kualitas bahan bakar terkontaminasi air lebih dari batas maksimal.

Penyebabnya adalah :

a. Bahan bakar yang diterima sudah terkontaminasi air laut.

Sebagai unsur utama dalam proses pembakaran dalam silinder, kualitas bahan bakar yang digunakan harus benar-benar menunjang terciptanya pembakaran yang sempurna, dimana kadar kotoran dan air yang terkandung di dalamnya kecil. Karena apabila kadar kotoran dan air dalam bahan bakar tinggi, dapat menyebabkan permasalahan-permasalahan yang dapat mengganggu kelancaran operasional kapal.

Kurang terawatnya tangki penyimpanan bahan bakar dapat mengganggu supply bahan bakar ke mesin induk, karena dengan tangki penyimpanan bahan bakar yang kotor otomatis kelancaran bahan bakar yang akan disupply 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 injektor untuk tiap silinder akan berkurang.

Selain itu bahan bakar yang diterima di atas kapal atau dari kapal bunker tentu belum cukup bersih dimana kotoran-kotoran dan air dari tanki bunker ikut masuk ke dalam tangki harian kapal. Kotoran-kotoran tersebut berbentuk lumpur, air dan 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 bahan bakar dari kapal bunker.

Biasanya para masinis di atas kapal untuk mendapatkan kualitas bahan bakar yang sempurna akan menggunakan beberapa macam alat, dengan bahan tersebut bersih dari kotoran-kotoran serta air yang ikut terbawa pada saat bunker bahan bakar yang berasal dari darat maupun dari kapal bunker. Meskipun dalam persiapan, pemeriksaan dan pengawasan pada saat pengisian bahan bakar dari darat atau dari kapal bunker sesuai dengan prosedur, namun umumnya bahan bakar yang kita terima belum cukup bersih. Oleh karena itu usaha-usaha pembersihan untuk mendapatkan kualitas bahan bakar yang bersih selama berada di atas kapal dapat dilakukan dengan cara pengendapan. Pengendapan dalam tanki dilakukan pada saat awal pembersihan dimana kotoran-kotoran akan turun ke bawah karena adanya gaya gravitasi sesuai berat jenis masing-masing bahan bakar yang bersifat lumpur/tanah, air dan kotoran-kotoran lainnya akan mengendap kemudian dibuang melalui kran cerat.

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

Mesin induk akan menghasilkan daya optimal bila proses pembakaran bahan bakar yang di injeksikan ke dalam mesin dapat berlangsung sempurna. Agar aliran udara masuk ke dalam mesin agar lancar, sistem udara bilas mulai dari *filter blower*, *intercooler* dan salurannya harus tetap dalam keadaan bersih. Agar kompresi tetap tinggi, piston ring harus berfungsi baik dan katup-katup menutup rapat.

Minyak mentah yang ditemukan pada suatu tempat tertentu (negara) biasanya mempunyai beberapa ciri dan sifat yang berbeda, misalnya minyak mentah yang ditemukan di Timur Tengah, mengandung banyak minyak ringan atau bensin, lilin parafin dan sedikit bahan aspal. Pemakaian bahan bakar motor diesel diatas kapal telah ditentukan oleh pabrik pembuat melalui percobaan dan perhitungan yang teliti. Pentingnya percobaan dan penelitian dalam memilih bahan bakar yang baik untuk pengadaan di atas kapal, karena banyak bahan bakar yang tidak memenuhi spesifikasi yang digariskan di atas, mempunyai pengaruh yang sangat merugikan terhadap mesin pada umumnya dan motor diesel pada khususnya.

Kendala-kendala yang sering ditemukan, diantaranya adalah seorang ABK tidak mungkin secara detail mengetahui keadaan bahan bakar yang diterima bersih atau kotor, karena bahan bakar dan kapal bunker langsung dialirkan ke dalam tangki kapal tanpa melalui saringan bahan bakar dan diperiksa terlebih dahulu.

ABK seringkali melakukan hanya pengerjaan tentang jumlah penambahan yang akan dilaksanakan. Kadang-kadang bahan bakar yang disuplai ke kapal mempunyai kualitas rendah. Harapan crew kapal yaitu bahan bakar yang diterima mempunyai kualitas yang baik. Dan biasanya para masinis tidak melaksanakan hal-hal sebagai berikut :

- 1) Pemeriksaan serta perhitungan keadaan tangki kapal, sehingga kita mengetahui berapa banyak bahan bakar yang dibutuhkan.
- 2) Pemeriksaan tangki di kapal bunker

Disini dimaksudkan tangki mana yang akan dipompakan ke tangki penyimpanan di kapal serta pemeriksaan air di tangki-tangki bunker

dengan menggunakan alat sounding meteran dan pasta air. Dengan menggunakan pasta air pada meter sounding, kalau ada terhadap air maka pada alat sounding tersebut akan terjadi perubahan warna antara air dan minyak. Ini sangat penting kita lakukan guna untuk memperoleh bahan bakar yang baik.

- 3) Penerimaan sample atau contoh dan masing-masing jenis bahan bakar, sample ini sangat penting terutama sebagai bukti yang tentunya diperiksa di laboratorium, apabila di dalam pelayaran terjadi gangguan terhadap mesin yang diakibatkan oleh bahan bakar yang kurang baik.

b. Lab fuel Analysis tidak segera dilakukan.

Laboratorium fuel analysis adalah pengujian atau analisis dengan menggunakan fasilitas laboratorium. Uji lab digunakan untuk melakukan riset, percobaan atau penyelidikan untuk menentukan kadar maupun layaknya bahan bakar tersebut digunakan untuk pembakaran pada permesinan

Dalam hal ini, penulis menceritakan bahwa pada tanggal 25 Maret 2024 kapal MV Dewi Shinta Manggala melakukan *bunker* di Surabaya sebanyak 503.99 MT MFO. Ketika kapal menerima bunker dalam jumlah besar dimana hal itu merupakan komponen penting untuk menunjang operasional permesinan di atas kapal. Dimana di atas kapal kita hanya mengetahui spesifikasi bahan bakar dari *Bunker Delivery Note* (BDN) yang kita yakini bahwa bahan bakar tersebut dalam kondisi bagus dan layak digunakan. Ketika KKM selesai melakukan *bunker*, tugas KKM adalah menginformasikan kepada kantor dan mengirim sample bahan bakar tersebut untuk melakukan pengujian lab melalui agen yang ditunjuk. Dikarenakan bahan bakar di atas kapal sudah menipis maka KKM meminta izin ke kantor untuk menggunakan bahan bakar yang digunakan tanpa menunggu hasil lab uji bahan bakar di keluarkan. Namun pada tanggal 14 April 2024 KKM menerima email dan dilaporkan bahwa bahan bakar yang diterima di atas kapal dalam kondisi buruk dan terkontaminasi air lebih dari batas maksimum (Gambar 3.1).

MARITEC FUEL TESTING REPORT - DEWI SHINTA MANGGALA

To : PT PELITA GLOBAL LOGISTIK
 Attn To : Technical Dept
 Report No : RPT-240016005-FULL REPORT-D01
 Sample No : ML2415783
 Job No(s) : ML2415783-MFR-0008-01
 Date Of Report : 13-April-2024
 Vessel Name : Dewi Shinta Manggala
 IMO Number : 9528873
 Sample Type : HFO
 Bunker Port : Surabaya, Indonesia
 Bunker Date : 25-Mar-2024
 Sampling Point : Vessel Manifold
 Sampling Method : Continuous Drip
 Supplier : PT. Arghaniaga Pancatunggal
 Supplying Barge : Tanjung Glory Dua
 Quantity : 503.99 MT
 Bottle type : MARITEC HDPE
 Seal Data : Maritec A3732379
 Seal Condition : Seal Intact
 Sent From : Jakarta - Indonesia
 AWB : Indonesia Freight Forwarder EPI:22511116
 Date Sent : 08-April-2024
 Date Received : 11-April-2024

		TEST RESULT ISO SPECS			
Density @ 15 Deg C	kg/m3	ISO 12185	948.4	991.0	Max
Specific Gravity @60/60 F	-	-	0.9490	Converted	
KV 50	mm2/s	ISO 3104	144.3	380.0	Max
KV 100	mm2/s	ISO 3104	19.2	Non-spec	
Flash Point	Deg C	ISO 2719	60	60	Min
Pour Point	Deg C	ISO 3016	21	30	Max
MCR	%m/m	ISO 10370	7	18	Max
Ash	%m/m	ISO 6245 mod	0.03	0.15	Max
Water	%V/V	ISO 3733	2.4*	0.5	Max
Sulphur (Statutory)	%m/m	ISO 8754	0.48	0.50	Max
Vanadium	mg/kg	IP 501	9	300	Max
TSP	%m/m	ISO 10307-2	0.02	0.10	Max
AL + SI (26 + 25)	mg/kg	IP 501	51	80	Max
Zinc	mg/kg	IP 501	<1	15	Max
Phosphorus	mg/kg	IP 501	2	15	Max
Calcium	mg/kg	IP 501	31	30	Max

Gambar 3.8.

Hasil lab Analisis terkontaminasi air laut.

C. PEMECAHAN MASALAH

Dari penjelasan analisis data di atas maka Penulis dapat menganalisa pemecahan masalahnya sebagai berikut:

1. Filter bahan Bakar kotor.

Pemecahannya adalah :

a. Meningkatkan Perawatan *Fuel Oil Purifier* Secara Berkala.

Fuel Oil Purifier memerlukan perawatan secara berkala sesuai *manual book* sehingga diperlukan perencanaan perawatan agar dapat berjalan dengan baik. Metode perawatan terhadap pesawat *Fuel Oil Purifier* adalah sangat penting untuk tercapainya umur (ketahanan) agar tetap berjalan normal dalam menghasilkan bahan bakar yang bersih, bermutu dan berkualitas baik karena dengan adanya metode perawatan akan menunjang dari pengoperasian *Fuel Oil Purifier* dan dapat menekan biaya pengoperasian kapal.

Metode perawatan harus terencana dan dicatat secara sistematis supaya dapat berkesinambungan dalam kegiatan perawatan. Dengan menggunakan *purifier*, bahan bakar yang digunakan bersih dari kotoran-kotoran, sehingga pemakaian *filter* bahan bakar akan lebih lama (tidak cepat diganti).

Metode perawatan yang terencana serta berkesinambungan merupakan suatu perawatan rutin, perawatan periodik dan pemantauan kondisi secara bertahap yang dilakukan pada saat pemeriksaan *Fuel Oil Purifier* untuk menentukan apakah ada komponen yang perlu diganti serta penyetelan sesuai jangka waktu pemeriksaan yang didasarkan atas jam kerja dan pengamatan. Perawatan ini harus tetap dilaksanakan meskipun dalam keadaan operasional kapal yang sangat sibuk sekalipun, salah satu strateginya yaitu dengan melakukan perawatan disaat ada kesempatan berdasarkan pengamatan yang dilaksanakan secara rutin, meskipun

jadwalnya lebih awal dari jadwal yang ditentukan pada *manual book*.

Adapun jadwal perawatan *Fuel Oil Purifier* berdasarkan *manual book* di kapal adalah sebagai berikut :

- 1) Perawatan berkala 6 bulanan
 - a) *Disc*
 - b) *Bowl body*
 - c) *Bowl nut*
 - d) *Bowl hood*
 - e) *Main seal ring*
 - f) *Main cylinder*
 - g) *Gravity disc*
 - h) *Pilot valve*
 - i) *Vertical shaft*
- 2) Perawatan berkala 12 bulanan (tahunan)
 - a) *Upper spring*
 - b) *Bearing cover*
 - c) *Flat spring*
 - d) *Installed height of flat spring*
 - e) *Steel ball*
 - f) *Horizontal shaft*

Pembersihan dapat dilakukan ketika *fuel oil purifier* sedang tidak digunakan atau berada dalam masa perawatan pada waktu tertentu yang sudah disediakan. Meskipun endapan kapur hanya sedikit, namun hal tersebut tetap akan berdampak pada air yang keluar. Karena ketika tekanan air kurang dari tekanan normal maka proses *disludge* tidak akan maksimal bahkan. Oleh karena itu penting sekali ketelitian dan perhatian terhadap saluran ini untuk selalu dilakukan pemeriksaan. Apabila kondisi saluran dalam keadaan normal, tentu saja kinerja dari *fuel oil purifier* juga optimal.

Faktor penyebab *fuel oil purifier* tidak bekerja dengan optimal diantaranya yaitu terjadinya kerusakan pada *disc purifier* tersebut. oleh karena itu, harus diambil tindakan perawatan sesuai dengan *manual book*,

sebagai berikut :

- 1) Mengganti *disc* dengan yang baru apabila terjadi *korosi* (karat), ketika dua celah lubang ditengahnya bertambah tidak pada posisi yang benar dan terjadi keretakan pada *disc* tersebut.
- 2) Penambahan *disc*, ketika *disc* sudah melebihi jam kerja maka dudukan pada *disc* akan mengakibatkan kerenggangan antara *disc* atas dan bawah.
- 3) Membersihkan kotoran-kotoran yang menempel pada *disc* dengan menggunakan *diesel oil*, kain majun dan sikat kawat yang lembut.

Pada proses *flashing* saat pengoperasian *FO purifier* yaitu setelah mangkuk mencapai kecepatan putar yang normal, pengisian air diatur dengan menggerakkan *solenoid valve block water* pada posisi terbuka. (pada sistem yang dilengkapi sistem *automatic control* maka *valve* ini akan terbuka dan tertutup dengan otomatis sesuai program kerja dalam *controller*). Untuk itu, *solenoid valve* yang sudah tidak berfungsi dengan baik harus diganti dengan yang baru, sehingga *valve* dapat membuka dan menutup dengan baik.

Untuk membuang (membersihkan) kotoran yang ada dalam ruang *bowl*, pertama kali pengisian minyak harus dihentikan oleh timer yang telah kita atur waktunya, selanjutnya katup *solenoid (selenoide valve)* dibuka yang menyebabkan air mengalir dan saluran tekanan tinggi ke ruang paring. Air masuk dan titik yang lebih dekat ke pusat daripada radius normalnya. Kelebihan air akibat aliran tersebut mengisi *paring chamber* sampai ke bibir saluran yang masuk ke dalam *bowl*, secara cepat menuju ruang pembukaan (*opening chamber*) yang terletak diatas *operating slide*. Air di dalam *operating chamber* membentuk tekanan yang terjadi akibat adanya gaya sentrifugal yang menekan peluncur kerja ke bawah melawan tekanan pegas.

Adapaun pemeliharaan dan pembersihan bagian-bagian *fuel oil purifier* untuk jangka waktu yang lama antara lain:

- 1) Komponen fuel oil purifier harus dibersihkan seluruhnya. Bagian komponen mangkuk yang sudah bersih harus dikeringkan serta diberi gemuk untuk mencegah korosi.
- 2) Komponen mangkuk harus dikunci sesudah dibersihkan dan dipasang kembali, dengan memasang rem dan kencangkan sekrup pengaman mangkuk untuk mencegah kerusakan pada bantalan yang mungkin disebabkan oleh getaran kapal.
- 3) Keluarkan minyak pelumas dan isi minyak pencegah korosi, kedalam ruang roda gigi. Tinggi permukaan harus rata pada tinggi pertengahan, bahwa semua bagian roda gigi terendam dengan minyak pencegah korosi.
- 4) Periksa kebocoran pipa hubungan antara katup, jika perlu lepaskan pipa hubungan antara katup atau ganti yang baru. Sebelum menjalankan kembali *fuel oil purifier*, isi minyak pelumas sesuai dengan spesifikasi. Tinggi dari permukaan minyak harus sedikit diatas dari tanda tengah dari gelas duga.

b. Melakukan Perbaikan Dan Perawatan Pemanas Bahan Bakar/Heater

Heater secara umum adalah sebuah pesawat atau permesinan bantu di atas kapal yang berfungsi sebagai pemanas air tawar mesin penggerak utama (M/E), jika suhunya terlalu rendah. Mesin heater di kapal juga memiliki fungsi untuk memanaskan bahan bakar MFO. Prinsipnya sama seperti *boiler* memiliki tekanan tetapi memiliki hasil yang berbeda, yakni *boiler* menghasilkan *steam*, sedangkan *thermal coil heater* menghasilkan oli bertekanan.

Adapun penanganan terjadinya temperatur menurun pada *thermal coil heater* diantaranya yaitu :

- 1) Penyerapan panas pada pipa-pipa air atau *coil* pemanas tidak maksimal karena endapan abu jelaga, penanganannya dengan melakukan *cleaning* pada *thermal oil heater* khususnya pada pipa-pipa oli pemanas dengan cara manual dengan melepas *burner thermal oil heater* dan kemudian kita masuk kedalam ruang pembakaran

kemudian membersihkan abu jelaga menggunakan sikat arang ataupun alat-alat perkakas lainnya.

- 2) Pengabutan bahan bakar tidak sempurna, penanganannya adalah dengan membersihkan *Nozzle Tip* maupun *Nozzle pipe* pada *burner*; selanjutnya, bersihkan *burner* karena pada *burner* tersebut banyak kerak-kerak bahan bakar yang bisa menyumbat pengapian pada *burner*; berikutnya lakukan pengukuran jarak pada kedua diode sesuai *instruction manual book*; dan yang terakhir membersihkan filter bahan bakar yang menuju ke boiler.
- 3) *Filter* bahan bakar kotor, penanganannya adalah lakukan *cleaning* secara berkala minimal 1 bulan sekali dengan mencopot filter pada *cover* kemudian siapkan solar, rendamkan *filter* selama 1 jam minimal 30 menit kemudian angkat dan semprot filter menggunakan *compressor* bertekanan tinggi supaya kerak-kerak yang menempel pada *filter* hilang secara menyeluruh, pembersihan itu mewujudkan agar *filter* menjadi bersih dalam menyaring bahan bakar yang akan ditransferkan ke *burner* supaya temperatur menjadi maksimal dan tekanan yang diinginkan bisa tercapai.

2. Kualitas bahan bakar terkontaminasi air lebih dari batas maksimum.

Pemecahannya adalah :

a. Melakukan penceratan dan penambahan bahan kimia.

Penceratan terhadap tangki harian bahan bakar lama kelamaan menyebabkan bertimbunya kotoran dan juga air didalam 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.

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

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

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

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

Untuk penambahan bahan bakar (bunker) di atas kapal sebelumnya kepala Kamar Mesin mengajukan surat permintaan bahan bakar kepada Nakhoda kapal. Kemudian Nakhoda meneruskan kepada perusahaan setelah itu pengusaha kapal akan mengatur dan menginformasikan kepada pihak kapal, kapan dan dimana akan menerima bahan bakar. Penambahan bahan bakar ini disesuaikan dengan kapasitas tangki penyimpanan di atas kapal.

- 2) Langkah-langkah yang dilakukan sebelum bunker dilaksanakan adalah sebagai berikut :

- b) Pada saat penerimaan bahan bakar (bunker) di atas kapal, perlunya untuk mendapatkan data-data mengenai kekentalan dan suhu bahan bakar, selain itu diperiksa apakah bahan bakar tersebut bebas dari cela-cela uap air, yaitu dengan cara menyounding semua tanki-tanki yang ada didalam tongkang tersebut dengan menggunakan pasta anti air, apabila terdapat campuran air maka sounding yang sudah diolesi pasta anti air akan berwarna merah dan apabila tidak bercampur dengan air tidak akan berubah warna.
- c) Meminta sample untuk tujuan pengetesan di laboratorium, dan perlunya diperhatikan berat jenis dan viskositas dari bahan bakar tersebut. Karena berat jenis yang tinggi dan viskositasnya yang rendah kadang-kadang menimbulkan kesukaran untuk mengatur pembakaran.
- d) Perlunya dihindari bahan bakar yang mempunyai kadar arang (*carbon*) yang tinggi karena dapat menimbulkan kerusakan pada alat pengabut terutama pada bagian penyemprotan dan katup gas buang.
- e) Perlu dihindari bahan bakar yang mempunyai kadar lilin dan aspal yang akan menyebabkan pembakaran tidak sempurna, bahkan menyebabkan pengabut (*nozzle*) cepat kotor dan buntu.
- f) Mengadakan perhitungan akhir keadaan tanki bahan bakar sebelum pemompaan bahan bakar ke atas kapal berlangsung. Pemeriksaan tangki dilakukan dengan maksud untuk mengetahui jumlah minyak yang tersisa di dalam tangki bahan bakar kapal.
- g) Mengadakan pemeriksaan semua kran bunker yang akan digunakan. Mempersiapkan alat-alat yang diperlukan saat bunker antara lain :
 - (1) Kain majun
 - (2) *Sounding meter*
 - (3) *Water finding paste*
 - (4) *Oil Spill Dispersant* (OSD) yaitu adalah *chemicals* yang

disemprotkan ke arah sisa-sisa *oil spill* yang masih ada (setelah melalui proses *skimming*) dengan memakai *spray gun*.

- (5) Serbuk gergaji
- (6) Plug, untuk menutup/menyumbat lubang-lubang pada sisi lambung kapal.
- (7) Alat pemadam kebakaran.

h) Mempersiapkan dan membagi tugas crew mesin

3) Setelah persiapan-persiapan di atas kapal telah terlaksana maka tugas selanjutnya adalah persiapan pada kapal bunker, yaitu:

- a) Mencatat kedatangan dan merapatnya kapal bunker pada kapal serta mencatat nama dan nomer kapal bunker.
- b) Pemeriksaan tangki-tangki di kapal bunker dan mencatat jumlah minyak yang ada pada tiap-tiap tangki, kemudian meneliti kadar air yang ada dalam tangki kapal bunker.
- c) Mencatat waktu sambungan antara connection kapal dan connection dari kapal bunker.
- d) Mencatat dimulainya pemompaan bahan bakar ke atas kapal
- e) Meminta contoh minyak yang diterima serta mencatat data-datanya.
- f) Mengadakan pengawasan demi keamanan sewaktu pengiriman berlangsung.
- g) Mencatat selesainya pelaksanaan bunker
- h) Menghitung jumlah minyak yang diterima di tanki-tanki, apakah sudah sesuai dengan permintaan atau belum. Apabila tidak sesuai pihak kapal dapat menuntut kepada pihak bunker. Pengukurannya sebaiknya dilakukan beberapa saat setelah permukaan minyak turun karena untuk menghindari angin yang dipompakan pada angin bunker sebagai pembersihan pipa line sehingga permukaan minyak naik.

- i) Mencatat jam *connection* dilepas dari kapal.
- j) Mencatat kapal bunker lepas dari kapal.
- k) Mengirim contoh bahan bakar yang diterima ke laboratorium, sehingga bila terjadi gangguan terhadap mesin, maka hasil penelitian dari bahan bakar tersebut dapat diajukan sebagai barang bukti.

b. Melakukan Lab fuel analysis sebelum digunakan.

Penerimaan bahan bakar baik melalui tongkang maupun melalui kapal *bunker* harus mengikuti petunjuk seperti *checklist* sebelum *bunker*, setelah *bunker* selesai pihak owner kapal akan memerintahkan KKM untuk mengambil sampel bahan bakar dan memeriksa sertifikat bahan bakar yang diberikan oleh perusahaan dari mana bahan bakar tersebut berasal, karena tiap-tiap terminal akan memberikan sertifikat kepada kapal pengangkut bahan bakar setelah pemuatan. Kegunaan dari sertifikat tersebut adalah sebagai jaminan bahwa bahan bakar yang dimuat dapat di pertanggung jawabkan kualitasnya. Dengan dasar sertifikat bahan bakar yang dikeluarkan oleh Laboratorium independent maka dapat dijadikan acuan untuk minyak tersebut layak digunakan atau tidak dan dapat menjamin kualitas bahan bakar yang sesuai standar. Guna menghindari potensi kerusakan permesinan di kemudian hari.

BAB IV

KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan pada bab-bab sebelumnya mengenai kurangnya perawatan bahan bakar yang ditekankan pada pembahasan sistem bahan bakar *Marine Fuel Oil* (MFO) yang kurang maksimal, penulis mengambil kesimpulan bahwa masalah tersebut disebabkan oleh :

1. Purifier tidak berfungsi optimal, akibatnya proses purifying pada fuel oil purifier tidak maksimal.
2. Pemanas bahan bakar/ Heater tidak berfungsi optimal, sehingga proses pemanasan bahan bakar MFO kurang optimal yang berakibat pada kualitas bahan bakar rendah.
3. Bahan bakar yang diterima sudah terkontaminasi air laut.
4. *Lab Fuel Analysis* tidak segera dilakukan, sehingga bahan bakar yang diterima langsung dipakai tanpa menunggu hasil uji lab keluar.

B. SARAN

Dari beberapa kesimpulan tersebut diatas, maka penulis memberikan saran untuk mengoptimalkan sistem bahan bakar di atas kapal MV. Dewi Shinta Manggala sebagai berikut :

1. Hendaknya ABK Mesin melakukan perawatan pada *fuel oil purifier* secara berkala dengan baik dan benar sesuai petunjuk *manual book* dan meningkatkan pemahamannya mengenai prinsip kerja *fuel oil purifier* sehingga dapat menjalankan tugasnya dalam melakukan perawatan dan pengoperasian *fuel oil purifier* sesuai prosedur.
2. Hendaknya ABK Mesin melakukan perbaikan dan perawatan pemanas bahan bakar/*heater* secara maksimal sehingga pemanasan bahan bakar MFO berjalan dengan baik.
3. Kepala Kamar Mesin memerintahkan kepada ABK Mesin untuk melakukan penceratan dan penambahan bahan kimia dalam perawatan bahan bakar.
4. Agar dilakukan lab analysis dahulu sebelum menggunakan bahan bakar yang baru diterima di atas kapal.

DAFTAR PUSTAKA

- Gunawan Danuasmoro. (2010). *Manajemen Perawatan*, Penerbit : Yayasan Bina Citra Samudra, Jakarta (halaman 7)
- Jusak Johan Handoyo. (2014). *Manajemen Perawatan Kapal*. Jakarta : Djangkar (halaman 7)
- Jusak Johan Handoyo. (2015). *Sistem Perawatan Permesinan Kapal*. Jakarta : Djangkar (halaman 7)
- Manual Book purifier ALFALAVAL – S 821*
- P.Van Maanen. (2007). *Motor Diesel Kapal*. Jakarta : Nautech

M.V. DEWI SHINTA MANGGALA

SHIP'S PARTICULAR

NAME	M.V. DEWI SHINTA MANGGALA		
CALL SIGN	YCRK2		
BUILDER	CHENGXI SHIPYARD,JIANGYIN CHINA		
BUILDER'S HULL NO.	CX0307		
DATE : KEEL LAID	28 DECEMBER 2009		
LAUNCHED	24 JUNE 2010		
DELIVERY	27 OCTOBER 2010		
NATIONALITY	INDONESIA		
PORT OF REGISTRY	JAKARTA		
CLASS	RINA		
CLASSIFICATION	RINA +HULL,+MACH,Bulk Carrier BC-A (Holds nos.2 & 4 may be empty) ESP,CSR,unrestricted navigation, AUT-UMS, VeriSTAR-HULL,Grab(20),MON-SHAFT, In Water Survey)		
TYPE	BULK CARRIER		
NAVIGATION AREA	UNRESTRICTED AREA		
OWNER	PT. PELITA GLOBAL LOGISTIK		
ADDRESS	MENARA ASTRA 23TH FLOOR SUITE F Jl. JEND SUDIRMAN KAV. 5-6 JAKARTA 10220-INDONESIA		
MANAGER	PT. PELITA GLOBAL LOGISTIK		
ADDRESS	MENARA ASTRA 23TH FLOOR SUITE F Jl. JEND SUDIRMAN KAV. 5-6 JAKARTA 10220-INDONESIA		
P & I CLUB	THE SWEDISH CLUB		
OFFICIAL NO.	395397		
IMO NO.	9528873		
MMSI NO.	525300549		
G R T	19728		
N R T	10849		
D W T (Summer)	32018 MT		
LIGHTSHIP	8173.0 MT		
MAXIMUM HEIGHT	42.20 Metres		
FULL LOAD DISPLACEMENT	40191.0 MT		
LENGTH OVERALL (LOA)	183.40 Meters		
LENGTH (B/P)	175.20 Meters		
DEPTH (MLD)	14.00 Meters		
BREADTH (MLD)	26.00 Meters		
DIST. BRIDGE TO FWD	153.92Meters		
DIST. BRIDGE TO AFT	29.48Meters		
DRAUGHT (Summer) / FWA	10.02 Meters / 225 MM		
TPC (Summer)	44.6 MT		
PROPELLER IMMERSED	5.78 Meters		
MAIN ENGINE	MAN B&W 6S46MC-C MK7		
CSR	5832 KW X 124.5 RPM		
MCR	6480 KW X 129.0 RPM		
HATCH COVER	FOLDING TYPE WATERTIGHT STEEL		
HATCH COVER SIZE (LxB)	HATCH NO. 1: (14.40 X 14.00 Meters)		
	HATCH NO. 2 & 5: (19.20 X 15.60 Meters)		
	HATCH NO. 3: (24.0 X 15.60 Meters)		
	HATCH NO. 4: (21.60 X 15.60 Meters)		
TANK TOP DIMENSIONS (LxBxD)	CH NO.1 2.4Mx17.35Mx14M / 20.78Mx17.35M(6.4M)x14M		
	CH NO.2 25.6Mx17.35Mx14M		
	CH NO.3 29.6Mx17.35Mx14M		
	CH NO.4 27.98Mx17.35Mx14M		
	CH NO.5 16.7Mx7.26M(17.35M)X14m / 9.65Mx17.35Mx14M		
DESIGN LOAD OF TANK TOP	CH NO.1 20t/m ²		
	CH NO.2 20t/m ²		
	CH NO.3 20t/m ²		
	CH NO.4 20t/m ²		
	CH NO.5 20t/m ²		
DESIGN LOAD OF HATCH COVER	2.1 t/m ²		
CRANE (HYDRAULIC)	4 NOS.Hook SWL 30 MT(24m);Grab SWL 24MT (24m) Outreach 11 M		
INMARSAT-C1	452504460		
INMARSAT-C2	452504461		
INMARSAT-FBB TEL	+870773171987		
MARINESAT TEL	0086 021 3681 6534		
E-mail	dewi.shintamanggala@gmailplus.com		
CARGO HOLD CAPACITY IN CUBIC METERS			DWT & DRAFT
	<u>GRAIN</u>	<u>BALE</u>	<u>DWT</u> <u>DRAFT</u>
HOLD NO. 1	6363.20	6108.7	Summer 32018.0 MT 10.020 M
HOLD NO. 2	8267.80	7854.4	Tropical 32951.0 MT 10.229 M
HOLD NO. 3	9509.20	9033.7	Winter 31086.0 MT 9.811 M
HOLD NO. 4	9002.90	8552.8	Fresh Water 32018.0 MT 10.245 M
HOLD NO.5	7548.60	7246.7	FWA 225 MM
TOTAL	40691.70	38796.30	

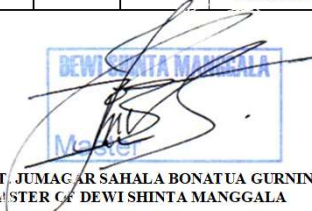
IMO CREW LIST

PT. PELITA GLOBAL LOGISTIC

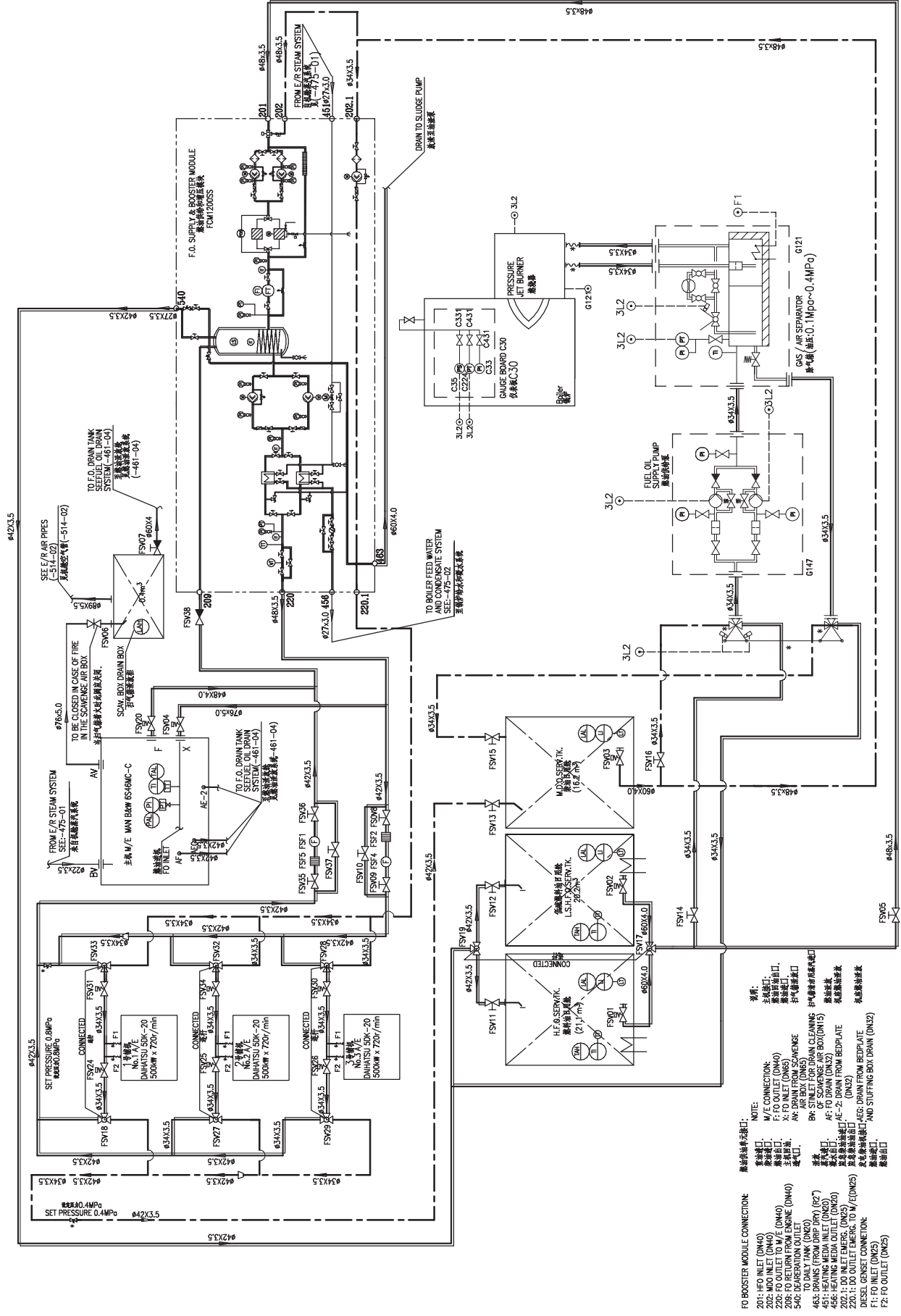
IMO Convention on Facilitation of International Maritime Traffic

IMO FAL FORM 5

				Arrival		Departure						Page No.	
												1	
1. Name of Ship				2. Port of Arrival				3. Date					
DEWI SHINTA MANGGALA				TANJUNG KAMPEH									
4. Nationality of ship				5. Last port of call				12. Nature and No. of identity document (PASSPORT)	13. PASSPORT EXPIRY DATE	14. NO. OF SEAMAN BOOK	15. SEAMAN BOOK EXPIRY DATE	16. DATE OF JOINING	17. PLACE OF JOINING
INDONESIA				CIGADING									
6. No.	7. Family name, given names	8. Rank	9. Sex	10. Nationality	11. Date and place of birth								
1	JUMAGAR SAHALA BONATUA GURNING	MASTER	M	INDONESIA	20.06.1983	PANGURUAN	C 8104230	08.12.2026	I 077511	01.09.2026	01.10.2023	CIWANDAN, INDONESIA	
2	BASRI	C/O	M	INDONESIA	08.09.1972	DONGKALA	E 5594353	19.01.2034	H 064551	27.07.2025	23.01.2024	BATAM, INDONESIA	
3	MOCHAMAD DJAELANI	2/O	M	INDONESIA	07.08.1987	JAKARTA	C 7940591	11.11.2026	I 000003	10.11.2025	01.10.2023	CIWANDAN, INDONESIA	
4	JOHN FERY HOSEANTHA PURBA	3/O	M	INDONESIA	14.05.1999	JAKARTA	E 5597594	02.03.2034	G 043021	16.02.2026	17.06.2023	KABIL, INDONESIA	
5	DWI AGUNG NUGROHO	C/E	M	INDONESIA	12.04.1968	KEDIRI	C 7406413	25.11.2026	F 051215	19.04.2026	28.11.2023	PANJANG, INDONESIA	
6	ANDI NOPAN HARAHAHAP	2/E	M	INDONESIA	14.06.1992	PANGGULANGAN	C 7791137	05.02.2026	F 229916	13.03.2026	28.11.2023	PANJANG, INDONESIA	
7	HENRI DUNAN	3/E	M	INDONESIA	20.07.1983	MAJALENGKA	C 7792762	08.03.2026	F 083497	09.04.2025	28.11.2023	PANJANG, INDONESIA	
8	DENDI KAHARI AKBAR	4/E	M	INDONESIA	13.04.1999	JAKARTA	E 2027699	06.02.2033	F 084916	13.11.2024	17.08.2023	MUARA BERAU, INDONESIA	
9	PETRUS PALAYUKAN	E/O	M	INDONESIA	18.03.1979	PABUARAN	C 7831665	26.10.2026	G 101847	26.10.2024	03.03.2024	CIGADING, INDONESIA	
10	PURNOMO SIGIT	BOATSWAIN	M	INDONESIA	05.12.1987	BANGKALAN	C 8533403	01.03.2027	F 245587	11.07.2024	21.01.2024	BATAM, INDONESIA	
11	PASKALON TAMPUBOLON	AB1	M	INDONESIA	22.04.1984	JAKARTA	C 9188736	23.05.2027	G 106049	29.09.2024	04.03.2024	CIGADING, INDONESIA	
12	ZHRUL HANAFI	AB2	M	INDONESIA	05.07.1981	BANGKALAN	C 6790033	30.06.2025	I 077767	07.09.2026	03.03.2025	CIGADING, INDONESIA	
13	RIFKY ALFUDIN HALID	AB3	M	INDONESIA	01.06.1996	WASILEO	C 8101184	14.10.2026	F 164232	06.11.2025	03.03.2026	CIGADING, INDONESIA	
14	MUHAMMAD SALEH	OS1	M	INDONESIA	25.07.1980	BANGKALAN	E 5597595	02.03.2034	F 043812	01.08.2024	07.07.2023	KABIL, INDONESIA	
15	FAHRIZAL	OS2	M	INDONESIA	14.10.1999	PEKALONGAN	C 7601643	20.09.2026	I 123305	12.01.2027	21.01.2024	BATAM, INDONESIA	
16	WARMAN	FITTER 1	M	INDONESIA	24.10.1977	JAKARTA	C 8100337	30.09.2026	F 303188	26.11.2024	17.08.2023	MUARA BERAU, INDONESIA	
17	ILHAM EFENDI	FITTER 2	M	INDONESIA	05.01.1992	PARIGI	E 4867063	30.08.2033	F 197248	04.03.2026	03.03.2026	CIGADING, INDONESIA	
18	DEDI	OLR1	M	INDONESIA	06.02.1982	SUBANG	E 5597593	02.03.2034	F 069274	14.02.2025	28.11.2023	PANJANG, INDONESIA	
19	PRIYANTO	OLR2	M	INDONESIA	24.04.1977	KLATEN	C 8427871	04.02.2027	G 138049	28.01.2025	21.01.2024	BATAM, INDONESIA	
20	CHRISTIAN TOLI	OLR3	M	INDONESIA	26.12.1992	TANGERANG	C 9665602	29.08.2027	G 043012	16.02.2026	02.06.2023	CIWANDAN, INDONESIA	
21	AHMAD TARMIZI	C/CK	M	INDONESIA	02.05.1997	MEDAN	E 4227135	03.08.2033	F 080698	20.10.2024	21.01.2024	BATAM, INDONESIA	
22	ANDRIYAN SAHRUL	M/M	M	INDONESIA	16.04.2001	BREBES	C 7158711	30.12.2025	G 029658	03.12.2025	07.07.2023	KABIL, INDONESIA	
23	MUHAMMAD IKRAM ICHLAS	D/CDT	M	INDONESIA	28.07.2002	MAKASSAR	E 2601653	15.03.2033	I 057578	08.06.2026	01.10.2023	CIWANDAN, INDONESIA	
24	RAKA ADITYA	E/CDT	M	INDONESIA	14.12.2001	LANGKAT	E 4141607	27.07.2033	I 088384	24.08.2026	01.10.2023	CIWANDAN, INDONESIA	


CAPT. JUMAGAR SAHALA BONATUA GURNING
MASTER OF DEWI SHINTA MANGGALA

燃油日用系统



面积: 0.125m²