

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



MAKALAH

**PERAWATAN SISTEM BAHAN BAKAR UNTUK
KELANCARAN PENGOPERASIAN MESIN INDUK
MT. ERAWAN 1**

Oleh :

HASMIN ABD RAHIM
NIS. 01893/T-I

**PROGRAM PENDIDIKAN DIKLAT PELAUT I
JAKARTA
2023**

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



MAKALAH

**PERAWATAN SISTEM BAHAN BAKAR UNTUK
KELANCARAN PENGOPERASIAN MESIN INDUK
MT. ERAWAN 1**

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

Oleh :

HASMIN ABD RAHIM

NIS. 01893/T-I

**PROGRAM PENDIDIKAN DIKLAT PELAUT I
JAKARTA
2023**

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



TANDA PERSETUJUAN MAKALAH

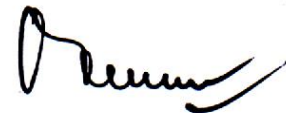
Nama : HASMIN ABD RAHIM
NIS : 01893/T-I
Program Pendidikan : Diklat Pelaut - I
Jurusan : TEKNIKA
Judul : PERAWATAN SISTEM BAHAN BAKAR UNTUK
KELANCARAN PENGOPERASIAN MESIN INDUK
MT. ERAWAN I

Pembimbing I


Jakarta, Februari 2023

Pembimbing II


Drs. Ridwan Setiawan, MSi, M.Mar.E


Almanar Kaspil Pasaribu, SH, M.Eng, MM
Dosen STIP

Mengetahui :
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 : HASMIN ABD RAHIM
NIS : 01893/T-I
Program Pendidikan : Diklat Pelaut - I
Jurusan : TEKNIKA
Judul : PERAWATAN SISTEM BAHAN BAKAR UNTUK
KELANCARAN PENGOPERASIAN MESIN INDUK
MT. ERAWAN 1

Penguji I

M. Hasan Habli, MM

Pembina Utama Muda (IV/c)
NIP. 19581008 199808 1 001

Penguji II

Pande Irianto Subandrio S, MM

Pembina Utama Muda (IV/c)
NIP. 19620522 199703 1 001

Penguji III

**Drs. Ridwan Setiawan, M.Si.,
M.Mar.E.**

Mengetahui :
Ketua Jurusan Teknika

Dr. Markus Yando, S.SiT., M.M

Penata TK. I (III/d)
NIP. 19800605 200812 1 001

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur Penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa karena atas karunia-Nya, sehingga penulis mendapat kesempatan untuk mengikuti tugas belajar program upgrading Ahli Teknik Tingkat I yang diselenggarakan di Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran Jakarta. Guna memenuhi persyaratan Kurikulum Program Upgrading ATT-I, maka semua pasis diwajibkan untuk membuat atau menulis sebuah makalah berdasarkan pengalaman selama bekerja di atas kapal dan ditunjang dengan teori-teori serta bimbingan dari pada dosen pembimbing STIP Jakarta. Sehingga penulis dapat menyelesaikan makalah ini sesuai dengan waktu yang ditentukan dengan judul :

“PERAWATAN SISTEM BAHAN BAKAR UNTUK KELANCARAN PENGOPERASIAN MESIN INDUK MT. ERAWAN 1”

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

1. Capt. Sudiono, M.Mar, selaku Kepala Sekolah tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta.
2. 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, S.SI.T., M.M, selaku dosen pembimbing I, yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran dalam membimbing dan memberikan arahan petunjuk dalam pengerjaan skripsi ini sehingga dapat berjalan lancar sampai dengan selesai.
5. Bapak Almanar Kaspil Pasaribu, SH, M.Eng, MM, selaku dosen pembimbing II, yang telah memberikan pengarahan, motivasi, kerja keras dan bimbingan dalam

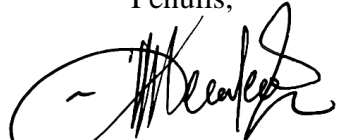
penulisan skripsi ini hingga selesai sebagaimana mestinya.

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 (LXV) tahun ajaran 2022/2023 yang telah memberikan bimbingan, sumbangsih dan saran baik secara materil maupun moril sehingga makalah ini akhirnya dapat terselesaikan.

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

Jakarta, Februari 2023

Penulis,



HASMIN ABD RAHIM

NIS. 01893/T-I

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
TANDA PERSETUJUAN MAKALAH	ii
TANDA PENGESAHAN MAKALAH	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR LAMPIRAN	vii
 BAB I PENDAHULUAN	
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	6
F. SISTEMATIKA PENULISAN	6
 BAB II LANDASAN TEORI	
A. TINJAUAN PUSTAKA	8
B. KERANGKA PEMIKIRAN	18
 BAB III ANALISIS DAN PEMBAHASAN	
A. DESKRIPSI DATA	19
B. ANALISIS DATA	20
C. PEMECAHAN MASALAH	27
 BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN	
A. KESIMPULAN	39
B. SARAN	39
 DAFTAR PUSTAKA	40
 LAMPIRAN	
 DAFTAR ISTILAH	

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Ship Particular

Lampiran 2. Crew List

BAB I

PENDAHULUAN

A. LATAR BELAKANG

Pengoperasian kapal laut harus memenuhi syarat-syarat tertentu terutama keselamatan, baik keselamatan jiwa manusia, keselamatan kapal dan keselamatan barang muatan. Oleh karena itu kelancaran transportasi laut dengan kapal harus benar-benar dipastikan beroperasi dengan baik. Untuk itu, perencanaan perawatan di atas kapal harus dilaksanakan secara maksimal.

Untuk menunjang transportasi di laut digunakan kapal-kapal berbagai jenis dan ukuran yang sesuai dengan kondisi daerah. Demi kelancaran pengoperasian kapal peranan mesin penggerak utama, sangat di perlukan untuk menunjang dalam pengoperasian kapal khususnya kapal laut.

Untuk mendapatkan daya mesin yang maksimal maka harus disesuaikan dengan kebutuhan operasional kapal. Untuk menjaga operasional kapal maka perlu diadakan perawatan teratur dan terencana (PMS) yang dilaksanakan berdasarkan buku petunjuk operasi mesin (*Instruction Manual Book*). Dengan pelaksanaan PMS yang dilakukan untuk mesin induk maka gangguan kerusakan dapat dihindari, dengan demikian pengoperasian kapal berjalan lancar.

Pada waktu penulis bekerja di MT. Erawan 1 sebagai *Second Engineer*, terjadi tekanan *absolute* udara pada ruang bilas turun dari 1.1 kg/cm^2 menjadi $0,7 \text{ kg/cm}^2$, sehingga tekanan udara yang masuk ke dalam ruang pembakaran menjadi berkurang, yang menyebabkan pembakaran di dalam *cylinder* kurang sempurna, yang mengakibatkan daya yang dihasilkan mesin induk menjadi turun dalam hal ini putaran mesin tidak rata (*hunting*). Pada posisi *handle rack* yang sama putaran mesin cenderung turun sehingga mengakibatkan di beberapa *cylinder* gas buangnya tinggi mencapai 400°C dimana batas normal rata-rata gas buang 360°C . Permasalahan lainnya seperti pengabut tidak berfungsi maksimal (tekanannya

turun), bahan bakar yang digunakan banyak mengandung kotoran dan *nozzle* yang digunakan tidak *genuine part*. Permasalahan tersebut menyebabkan performa mesin induk tidak maksimal sehingga pengoperasian kapal terganggu atau tidak lancar.

Demi untuk menunjang kelancaran operasional mesin penggerak utama hendaknya harus selalu di adakan perawatan tetap teratur dan terus menerus, agar tidak mengalami kegagalan dalam pengoperasian kapal sehingga operasional kapal selalu tepat waktu. Berdasarkan hal tersebut diatas penulis memilih membuat makalah dengan judul **“PERAWATAN SISTEM BAHAN BAKAR UNTUK KELANCARAN PENGOPERASIAN MESIN INDUK MT. ERAWAN 1”**.

Yang mana penulis menganggap sangat pentingnya perawatan motor diesel penggerak utama di atas kapal, karena kelancaran pengoperasian kapal dalam melaksanakan tugas salah satunya tergantung kepada kondisi mesin penggerak utama secara keseluruhan.

B. IDENTIFIKASI, BATASAN DAN RUMUSAN MASALAH

1. Identifikasi Masalah

Dalam manajemen perawatan maupun pengoperasian yang dilakukan pada alat pengabut sangat praktis untuk operasionalnya, tetapi pada pelaksanaannya sering terjadi kesalahan-kesalahan yang mengakibatkan daya yang dihasilkan oleh mesin induk berkurang sehingga mengganggu operasional kapal. Dari uraian diatas dapat diidentifikasi permasalahan yang ditemukan diatas kapal yaitu :

- a. Pengabut tidak berfungsi maksimal (tekanannya turun).
- b. Bahan bakar yang digunakan banyak mengandung kotoran.
- c. *Nozzle* yang digunakan tidak *genuine part*.
- d. Suhu gas buang mesin induk kurang normal
- e. Perawatan terencana terhadap motor induk tidak sesuai dengan PMS.

2. Batasan Masalah

Banyaknya permasalahan yang harus dibahas dalam usaha melancarkan operasional kapal, maka penulis membatasi masalah tentang mengoptimalkan

sistem pembakaran untuk menunjang kelancaran pengoperasian di MT. Erawan 1. Berdasarkan uraian identifikasi masalah di atas, maka penulis membatasi pembahasan makalah ini berdasarkan pada pengalaman penulis selama bekerja di MT. Erawan 1, yaitu membahas tentang :

- a. Pengabut tidak berfungsi maksimal (tekanannya turun)
- b. Bahan bakar yang digunakan banyak mengandung kotoran.

3. Rumusan Masalah

Ditinjau dari segi pengoperasian, perawatan maupun pemeliharaan pengabut terlihat begitu mudah dan praktis jika prosedur-prosedur yang telah dibuat diikuti dengan baik. Dari uraian diatas, maka masalah yang melatar belakangi permasalahan ini adalah :

- a. Mengapa pengabut tidak berfungsi maksimal (tekanannya turun) ?
- b. Mengapa bahan bakar yang digunakan banyak mengandung kotoran ?

C. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

1. Tujuan Penelitian

- a. Untuk mengetahui dan menganalisis penyebab masalah yang menjadi prioritas yaitu pengabut tidak berfungsi maksimal (tekanannya turun) dan mencari alternatif pemecahan masalahnya.
- b. Untuk menganalisis penyebab bahan bakar yang digunakan banyak mengandung kotoran dan mencari alternatif pemecahan masalahnya.

2. Manfaat Penelitian

a. Aspek Teoritis

Untuk mengembangkan pengetahuan baik penulis maupun pembaca atau rekan se-profesi agar lebih dapat memahami tata cara perawatan yang baik terhadap motor diesel penggerak utama.

b. Aspek Praktisi

Sebagai sumbang saran untuk rekan seprofesi yang terkait dalam melakukan perawatan motor diesel penggerak utama.

D. METODE PENELITIAN

1. Metode Pendekatan

Dalam menyusun kertas kerja ini metode yang digunakan penulis adalah metode pendekatan dimana semua data yang penulis untuk mencoba uraian dalam makalah ini berasal dari :

a. Studi Lapangan

Pengamatan langsung atau pengalaman penulis selama bekerja di atas kapal yang disesuaikan dengan disiplin ilmu yang pernah didapat sewaktu di bangku pendidikan.

b. Studi Kepustakaan

Dengan mengambil data-data dari buku-buku yang berhubungan dengan makalah ini dan sebagai dasar untuk memecahkan masalah yang diangkat dan dibahas.

2. Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data merupakan langkah yang amat penting dalam penelitian, peneliti akan menjelaskan bagaimana peneliti melakukan pengumpulan data dan mengemukakan dengan cara mendapatkan data tersebut, yang berkaitan dengan alat pengabut bahan bakar sebagai berikut :

a. Observasi

Adalah teknik pengumpulan data secara langsung mengenai objek hingga dapat diperoleh data terhadap permasalahan di lapangan di dalam melaksanakan pekerjaan di atas kapal dan menganalisa berdasarkan teori-teori yang relavan berdasarkan penelitian secara langsung perlu diperhatikan masalah yang akan diteliti oleh penulis selama melaksanakan pekerjaan di atas kapal.

b. Dokumentasi

Adalah suatu teknik pengumpulan data yang digunakan dengan melihat atau membaca arsip-arsip di atas kapal dan hasil pengamatan yang terjadi di lapangan ini merupakan salah satu arsip yang di simpan agar menjadi laporan untuk perusahaan.

Dan apabila ditemukan kerusakan pada bagian-bagian tertentu sudah pasti dengan cepat diketahui kerusakan-kerusakan pada mesin tersebut dan juga sebagai perbandingan kerja mesin atau pesawat dan alat pendukung pada saat mesin induk bekerja normal maupun tidak normal.

c. Studi Pustaka

Adalah teknik yang dilakukan pengambilan data dengan mengambil referensi dari buku-buku yang relavan dengan apa yang penulis bahas dalam makalah, di dalam buku tentang mesin induk yang terkandung hal yang berkaitan dengan alat pengabut yang akan dibahas dalam makalah ini

E. WAKTU DAN TEMPAT PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan saat penulis bekerja sebagai *Second Engineer* sejak tanggal 25 Oktober 2019 sampai dengan 26 Agustus 2021 di atas MT. Erawan 1 dengan alur pelayaran *Forein Going*.

F. SISTEMATIKA PENULISAN

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

BAB I PENDAHULUAN

Berisikan pendahuluan yang mengutarakan latar belakang, identifikasi masalah, batasan masalah, rumusan masalah, tujuan dan manfaat

penelitian, metode penelitian, waktu dan tempat penelitian, serta sistematika penulisan.

BAB II LANDASAN TEORI

Berisikan teori-teori yang di gunakan untuk menganalisa data-data yang di dapat 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 di identifikasi sebagai masalah yang penting.

BAB III ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan kejadian di lapangan berupa fakta-fakta berdasarkan pengalaman penulis selama bekerja di MT. Erawan 1. 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 di bahas dan saran yang berasal dari evaluasi pemecahan masalah yang dibahas di dalam penulisan makalah ini dan merupakan masukan untuk perbaikan yang akan dicapai.

BAB II

LANDASAN TEORI

A. TINJAUAN PUSTAKA

Berdasarkan pembahasan pada bab sebelumnya maka penulis mencari beberapa landasan teori untuk mencari pemecahan perawatan pengabut bahan bakar yang tidak maksimal untuk mempertahankan daya mesin induk di MT. Erawan 1 diantaranya adalah sebagai berikut :

1. Perawatan

Menurut Jusak Johan Handoyo (2017:52) dalam buku Sistem Perawatan Permesinan Kapal, perawatan adalah faktor paling penting dalam mempertahankan keandalan suatu peralatan. Perawatan memerlukan biaya yang besar dan adalah sangat menggiurkan untuk selalu mencoba menunda pekerjaan perawatan agar dapat menghemat biaya, namun jika dituruti hal tersebut, akan segera disadari bahwa sebenarnya penundaan itu akan mengakibatkan kerusakan yang lebih fatal dan justru membutuhkan biaya perbaikan yang lebih besar dari biaya perawatan yang seharusnya dikeluarkan.

Perawatan berencana adalah perawatan yang dilakukan secara tetap teratur dan terus menerus pada mesin untuk dioperasikan setiap saat di butuhkan. Perawatan berencana dibagi menjadi dua jenis yaitu :

a. Perawatan korektif

Perawatan korektif adalah perawatan yang di tujuan untuk memperbaiki kerusakan yang sudah di perkirakan, tetapi bukan untuk mencegah karena tidak di tujuan untuk alat-alat yang kritis, atau yang penting bagi keselamatan atau penghematan. Strategi ini membutuhkan perhitungan atau penilaian biaya dan ketersediaan suku cadang kapal yang teratur.

b. Perawatan pencegahan

Perawatan pencegahan adalah perawatan yang ditujukan untuk mencegah kegagalan atau berkembangnya kerusakan, atau menemukan kegagalan sedini mungkin. Dapat dilakukan melalui penyetelan secara berkala, rekondisi atau penggantian alat-alat atau berdasarkan pemantauan kondisi.

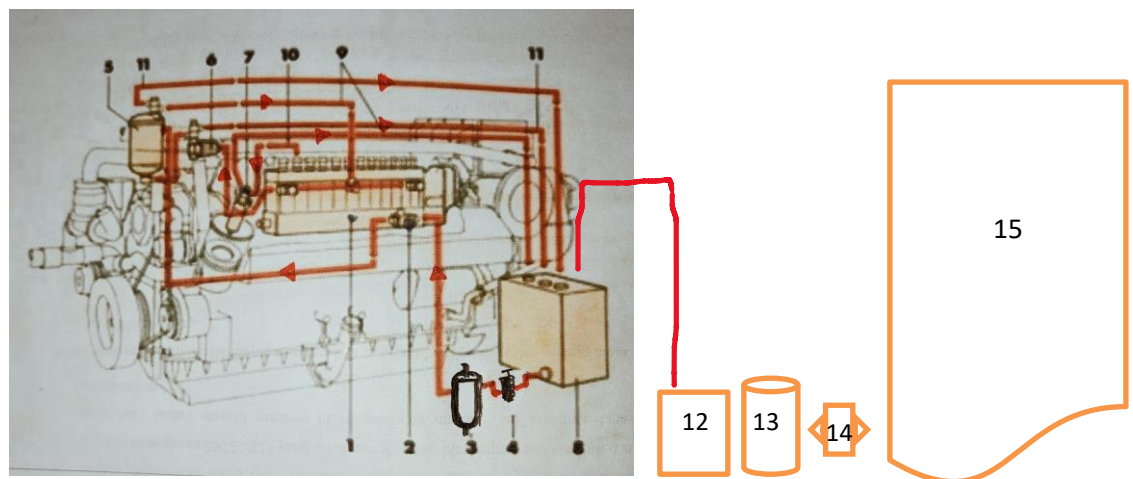
Tujuan sistim perawatan berencana / *Planned Maintenance System* (PMS) adalah :

- 1) Untuk memungkinkan kapal dapat beroperasi secara reguler dan meningkatkan keselamatan, baik awak kapal maupun peralatan.
- 2) Untuk membantu perwira kapal menyusun rencana dan mengatur dengan lebih baik, sehingga meningkatkan kinerja kapal dan mencapai maksud dan tujuan yang sudah ditetapkan oleh para manajer di kantor pusat.
- 3) Untuk memperhatikan pekerjaan-pekerjaan yang membutuhkan pembiayaan mahal berkaitan dengan waktu dan material, sehingga mereka yang terlibat benar-benar meneliti dan dapat meningkatkan metode untuk mengurangi biaya.
- 4) Agar dapat melaksanakan pekerjaan secara sistematis tanpa mengabaikan hal-hal terkait dan melakukan pekerjaannya dengan cara paling ekonomis.
- 5) Untuk memberikan kesinambungan perawatan sehingga perwira yang baru naik dapat mengetahui apa yang telah dikerjakan dan apa lagi yang harus dikerjakan.
- 6) Sebagai bahan informasi yang akan diperlukan bagi pelatihan dan agar seseorang dapat melaksanakan tugas secara bertanggung jawab.
- 7) Untuk menghasilkan fleksibilitas sehingga dapat dipakai oleh kapal yang berbeda walaupun dengan organisasi dan pengawakan yang juga berbeda.
- 8) Memberikan umpan balik informasi yang dapat dipercaya ke kantor pusat untuk meningkatkan dukungan pelayanan, desain kapal, dan lain-lain

2. Sistem Pembakaran

Menurut Jusak Johan Handoyo (2017:138-140) dalam bukunya yang berjudul *Mesin Diesel Penggerak Utama Kapal*, pembakaran diartikan suatu proses kimia dari pencampuran bahan-bakar dengan zat asam dari udara. Umumnya memakai bahan bakar cair yang mengandung unsur zat arang (C), zat cair (H) dengan sebagian kecil zat belerang (S), biasa di sebut *hydro carbon*. Zat asam yang di butuhkan di dapat dari udara sebagaimana di ketahui udara itu mengandung 23% zat asam dan 77% nitrogen bila dihitung dalam volume atau 21% dengan 79% bila di hitung dalam berat udara. Perlu di ingat bahwa pembakaran di dalam *cylinder* tidak berlangsung sederhana, karena molekul-molekul bahan bakar harus di pecah kecil berbentuk kabut halus agar pembakaran berlangsung tuntas.

Sistem bahan bakar adalah system yang digunakan untuk mensuplai bahan bakar yang diperlukan mesin induk. Berikut ini adalah salah satu system bahan bakar project guide. Mesin Induk yang di desain untuk menggunakan bahan bakar secara terus menerus, Bahan bakar dipompa dengan pompa yang digerakan oleh elektrik motor dari tanki simpan (*Storage tank*) menuju service tank, pompa ini disebut *FO transfer pump*. Dari *service tank* dengan gaya gravitasi bahan bakar mengalir dan menjaga tekanannya antara 3,6Kpa-5,5Kpa melalui primary filter(racor filter) dan selanjutnya bahan bakar mengalir melalui secondary filter setelah itu bahan bakar minyak di injeksikan oleh pompa injeksi tekanan tinggi ke pengabut hingga pengabut dapat mengkabutkan bahan bakar minyak menjadi kabut (spray).



Gambar 2.1 Piping Diagram sistem bahan bakar

Keterangan diagram system bahan bakar:

- | | |
|-------------------------------|-------------------------|
| 1. Injeksi pump | 9. Pipa overflow |
| 2. Feed pump | 10. Pipa high pressure |
| 3. Filter racor (main filter) | 11. Overflow auto valve |
| 4. Quick close valve | 12. FO transfer pum |
| 5. Secondary filter | 13. Filter strainer |
| 6. Valve auto | 14. Quick close valve |
| 7. Injecktor | 15. Double bottom tank |
| 8. Service tank | |

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

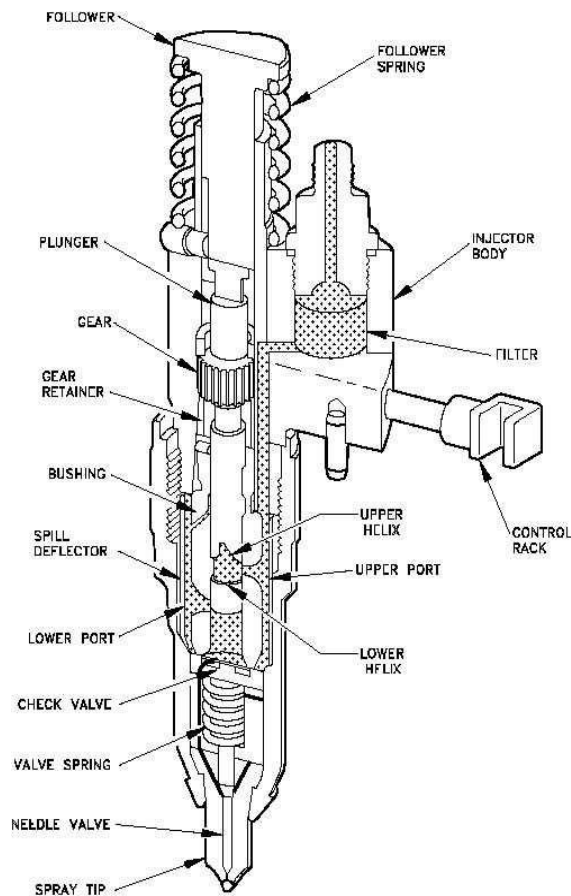
3. Pengabut Bahan Bakar (*Fuel Injector*)

a. Pengertian pengabut bahan bakar (*Injector*)

Menurut Jusak Johan Handoyo (2017:116) pengabut bahan bakar (*injector*), sesuai namanya adalah suatu alat untuk menyemprotkan bahan bakar minyak menjadi kabut halus atau gas yang akan mempermudah gas tersebut terbakar di dalam *cylinder* mesin. Semakin halus pengabutan bahan bakar minyak tersebut sampai membentuk gas maka akan semakin sempurna pembakaran yang dihasilkannya, sehingga nilai kalor sebagai sumber tenaga mesin akan maksimal.

Banyak bentuk *fuel injector* pada mesin diesel penggerak utama kapal, tetapi cara kerjanya tetap sama yaitu mengubah bahan bakar minyak menjadi bahan bakar kabut gas, yang dimasukkan ke dalam *cylinder* mesin. Pada *fuel injector* yang cukup besar umumnya dilengkapi dengan sistem pendinginan dengan air tawar ataupun dengan bahan bakar minyak

untuk melindungi komponen-komponen di dalam *fuel injector* dari rambatan panas gas pembakaran.



Gambar 2.2 Bagian-bagian Injector

Menurut Sukoco dan Zainal Arifin (2018:23) dalam buku yang berjudul “Teknologi Motor Diesel”, menyatakan bahwa pengabutan bahan bakar adalah proses memecah bahan bakar menjadi butiran – butiran kecil atau sering diistilahkan sebagai proses atomisasi. Proses ini dimaksudkan agar bahan bakar menjadi uap atau berubah bentuk, dari bentuk cair menjadi bentuk gas. Perubahan ini untuk membantu agar bahan bakar dapat bereaksi dengan udara (O_2) yang menjadi syarat untuk terjadinya proses pembakaran yang baik. Disamping itu, persyaratan proses pembakaran adalah terjadinya *homogenitas* campuran udara dan bahan bakar. *Homogenitas* berarti kerataan campuran di seluruh ruangan di dalam *cylinder*. Sementara proses bahan bakar hanya terjadi pada ujung pengabut (*nozzle*). Oleh karena itu, proses penekanan bahan bakar harus dapat mencapai dua kondisi yaitu kabutan yang memungkinkan siap menjadi

uap, sedangkan kondisi yang lainnya adalah bahan bakar harus dapat dilempar hingga menyebar ke ruang *cylinder*.

Semakin halus pengabutan, maka daya jangkauan penetrasi akan semakin jauh. Kondisi kabutan yang halus akan menyebabkan bahan bakar terlalu banyak berkumpul di sekitar ujung pengabut, hal ini berarti homogenitas tidak tercapai. Bila ini terjadi maka, uap bahan bakar ada yang tidak mengandung asap hitam. Dan ini merupakan kerugian proses pembakaran, sebab terdapat karbon yang tidak memproduksi panas.

b. Fungsi Pengabut bahan bakar (*Injector*)

Menurut Sukoco dan Zainal Arifin dalam buku yang berjudul “Teknologi Motor Diesel”, fungsi pengabut atau injektor dalam sistem bahan bakar adalah mengatur bentuk kabutan bahan bakar yang diinjeksikan ke dalam *cylinder*. Bentuk kabutan bahan bakar untuk tujuan atomisasi dan penetrasi. Atomisasi untuk proses penguapan bahan bakar, agar dapat bereaksi dengan oksigen, sedangkan penetrasi untuk mendapatkan homogenitas campuran, yaitu diawali dengan penyebaran bahan bakar yang merata ke seluruh ruang pembakaran

Injector berfungsi untuk menghantarkan bahan bakar diesel dari *injection pump* ke dalam *cylinder* pada setiap akhir langkah kompresi dimana torak (piston) mendekati posisi TMA. *Injector* yang dirancang sedemikian rupa merubah tekanan bahan bakar dari *injection pump* yang bertekanan tinggi untuk membentuk kabut yang bertekanan 350 kg/cm², tekanan ini mengakibatkan peningkatan suhu pembakaran didalam *cylinder* meningkat menjadi 600°C. Tekanan udara dalam bentuk kabut melalui *injector* ini hanya berlangsung satu kali pada setiap siklusnya yakni pada setiap akhir langkah kompresi saja sehingga setelah sekali penyemprotan dalam kapasitas tertentu dimana kondisi pengabutan yang sempurna maka *injector* yang dilengkapi dengan jarum yang berfungsi untuk menutup atau membuka saluran *injector* ini sehingga kelebihan bahan bakar yang tidak mengabut akan dialirkan kembali ke bagian lain atau ke tangki bahan bakar sebagai kelebihan aliran (*overflow*).

c. Proses Pengabutan

Proses pengabutan bahan bakar diesel melalui *injector* ini diperlukan agar terjadi proses pembakaran yang sempurna di dalam *cylinder*, kendati pada Motor Diesel ini pembakaran diberikan melalui panas yang dihasilkan oleh pemampatan udara luar namun nyala api tidak akan terjadi tanpa adanya penambahan oksigen. Oleh karena itu dalam proses pengabutan ini pada dasarnya adalah mencampur bahan bakar dengan oksigen. Untuk itu proses pengabutan untuk memperoleh gas bahan bakar yang sempurna pada *injector* dapat dilakukan dengan dua sistem pengabutan, yaitu :

1) Pengabutan tekan

Pada proses pengabut tekan ini saluran bahan bakar dan ruangan dalam rumah pengabut harus selalu terisi penuh oleh bahan bakar, dengan jarum pengabut yang tertekan oleh pegas sehingga saluran akan tertutup, namun ketika bahan bakar dari *injection pump* yang beterkanan 250 kg/cm^2 mengalir ke bagian takikan jarum pengabut, pengabut akan tertekan ke atas sehingga saluran akan terbuka, dengan demikian bahan bakar akan terdesak melalui celah diantara jarum pengabut dalam bentuk gas. Untuk memperoleh proses pembakaran yang sempurna di dalam *cylinder* maka proses pemampatan udara di dalam *cylinder* diusahakan menghasilkan turbulensi udara.

2) Pengabutan Gas

Pengabut ini dikonstruksi sedemikisn rupa dengan komponen-komponen yang terdiri atas rumah poengabut, katup dan bak pengabut yang ditempatkan di bagian bawah dari pengabut dan berada di dalam ruang bakar. Dalam proses pengabutan ini bahan bakar telah berada dalam keadaan bertekanan tinggi dan katup injeksi sudah terbuka sejak langkah pengisapan oleh torak dan pada kondisi demikan ini sebagian bahan bakar telah menetes ke bak pengabut yang di bagian sisinya terdapat lubang-lubang kecil. Keadaan ini akan mengakibatkan motor menjadi sangat panas sehingga bahan bakar tadi akan berubah menjadi kabut.

Pada akhir langkah kompresi udara yang bertekanan akan menerobos masuk ke bak pengabut tersebut melalui lubang-lubang kecil dari bak pengabut tersebut dan mengakibatkan letusan. Namun hal ini tidak cukup membakar bahan bakar secara keseluruhan karena tidak cukup oksigen sehingga sisa bahan bakar yang tidak terbakar akan keluar masuk didalam ruang bakar dan terbakar pada ruangan ini, oleh karena itu pada sistem pengabutan ini akan terjadi dua kali proses pembakaran yaitu proses pembakaran mula dan proses pembakaran yang sebenarnya, kendati sistem ini jarang digunakan namun proses pengabutan dengan ini dapat menghasilkan kabut bahan bakar yang memenuhi syarat dalam kebutuhan proses pembakaran.

4. Syarat Proses Pembakaran Yang Sempurna

Selain faktor bahan bakar di atas, Sukoco, (2018:97) syarat-syarat proses pembakaran yang sempurna antara lain sebagai berikut :

- a. Perbandingan bahan bakar dengan udara seimbang, dimana 1 kg bahan bakar membutuhkan 15 kg faktor udara.
- b. Bahan bakar harus berbentuk kabut, sehingga kinerja alat pengabut bahan bakar harus optimal.
- c. Pencampuran kabut bahan bakar dengan udara harus merata/senyawa.
- d. Tekanan pengabutan bahan bakar yang cukup tinggi untuk di kabutkan ke dalam ruang kompresi.
- e. Mutu bahan bakar yang di gunakan bermutu baik, yaitu seimbang antara unsur $\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2$.
- f. Kelambatan penyalaan (*ignition delay*) atau ID harus tepat.

Apabila terlalu cepat akan terjadi ketukan atau *knocking*, tetapi bila terlambat maka pembakaran pun terlambat sehingga gas buang akan tinggi.

5. Pengaruh Suplai Udara Terhadap Pembakaran Di Dalam *Cylinder*

Mengutip dari <http://jurnalmesin.petra.ac.id/index.php/mes/article/> masalah yang sering timbul pada pengoperasian mesin diesel adalah kurangnya suplai udara pembakaran. Untuk mengetahui cukup atau tidaknya perbandingan udara terhadap bahan bakar yang diinjeksikan ke ruang bakar adalah dengan melihat warna gas buang. Ketika warna gas buang mulai berwarna gelap hal tersebut menunjukkan kurangnya udara untuk pembakaran, atau yang disebut batas asap. Warna gelap/hitam tersebut disebabkan sebagian bahan bakar tidak terbakar dan menjadi CO yang berbentuk padat. Untuk itu pada mesin diesel besar, misalnya untuk penggerak kapal, baik penggerak utama maupun mesin bantu, selalu dilengkapi dengan sistem pemasukan udara pembakaran dengan menggunakan *turbocharger*.

Menurut Karyanto (2015:55), mengatakan bahwa prinsip kerja *turbocharger* adalah proses pembuangan gas buang di dalam *cylinder* motor dilakukan oleh piston yang mendorong gas buang hasil pembakaran sehingga gas buang didalam ruang bakar terdorong keluar melalui katup buang menuju saluran buang *exhaust manifold*. Gas buang menekan ke suatu roda turbin sehingga menghasilkan putaran. *Blower* yang dipasang seporos dengan roda turbin menghasilkan putaran akibat terdorong oleh gas sisa hasil pembakaran yang keluar melalui cerobong mesin, sehingga menghasilkan tekanan udara, hembusan udara yang mengakibatkan terjadinya pemadatan udara masuk dengan tekanan diatas satu atmosfer kedalam *cylinder*. Selanjutnya udara yang bertekanan disalurkan ke *suction manifold*, kemudian masuk ke dalam *cylinder* melalui katup masuk.

6. *Nozzle*

Nozzle adalah klep yang digunakan menyembrotkan bahan bakar ke dalam *cylinder* dalam bentuk kabut, sehingga bahan bakar dapat tercampur dengan udara secara merata (homogen) dan mudah terbakar.

a. Jenis jenis *nozzle*

- 1) *Capsule type nozzle* dipergunakan pada precombution camber (PC) dan *direct injection engine* (DI), *nozzle* jenis ini tidak dapat diperbaiki

atau distel, jadi apabila ada kerusakan *nozzle* harus diganti dengan yang baru.

- 2) *Pencil type nozzle* yang dipergunakan pada *direct injection engine* (DI), *nozzle* jenis ini ada yang dapat diperbaiki dan ada juga yang tidak dapat diperbaiki.

b. *Type Injection Nozzle*

- 1) *Hole type* :
 - a) *Single hole*
 - b) *Multiple hole*
- 2) *Pin type* :
 - a) *Throttle.*
 - b) *Pintle*



Gambar 2.3 *Nozzle needle*



Gambar 2.4 *Nozzle injector*

c. Pelindung panas untuk *nozzle*

Pelindung panas pada *nozzle* berfungsi untuk melindungi *nozzle* dari temperatur yang tinggi, temperatur yang tinggi akan mempengaruhi kinerja dari *nozzle* karena dengan temperatur yang tinggi akan menyebabkan berubahnya bentuk dan fisik *nozzle* itu sendiri. Melihat dari kondisi di atas maka para insinyur mulai mengembangkan pendingin

nozzle yang berfungsi untuk mengurangi resiko yang ditimbulkan akibat temperatur yang tinggi. Di bawah ini akan dijelaskan jenis jenis pendingin pada *nozzle* yang banyak digunakan dewasa ini pada motor diesel.

1) Pelindung panas *nozzle* jenis *pintel* dan *trotle*

Jenis pelindung *nozzle* *pintel* dan *trotle* dengan cara meletakkan / menyisipkan plat di antara mur penahan dan kepala *nozzle*. Tujuan diletakkannya plat ini adalah sebagai sirip pendingin yang gunanya untuk membuang panas ke udara, dengan begitu permukaan *nozzle* yang menerima panas lebih sedikit.

2) Pelindung panas *nozzle* jenis lubang

Pelindung panas ini digunakan pada *nozzle* jenis kubang banyak dan langsung dipasang pada badan *nozzle*. Dengan pemasangan pelindung panas ini temperatur *nozzle* dapat berkurang hingga 40°C pelindung panas ini dibuat dari bahan bebas karat yaitu tembaga dan kuningan

d. Katup penyalur pada *nozzle*

Katup penyalur pada *nozzle* merupakan suatu bagian dari injektor yang berfungsi untuk menyalurkan bahan bakar yang akan dikabutkan .

Fungsi dari katup penyalur :

- 1) Memisahkan hubungan solar antara pipa tekanan tinggi dengan ruang tekan pada pompa injeksi pada waktu alur pengontrol membuka lubang pemberi.
- 2) Menurunkan tekanan solar setelah torak pembebas menutup saluran solar sehingga dapat mencegah tetesan solar pada *nozzle* (pada akhir penyemprotan).
- 3) Mempertahankan supaya didalam pipa tekanan tinggi selalu terisi solar.

e. *Spuyer* pembalik aliran

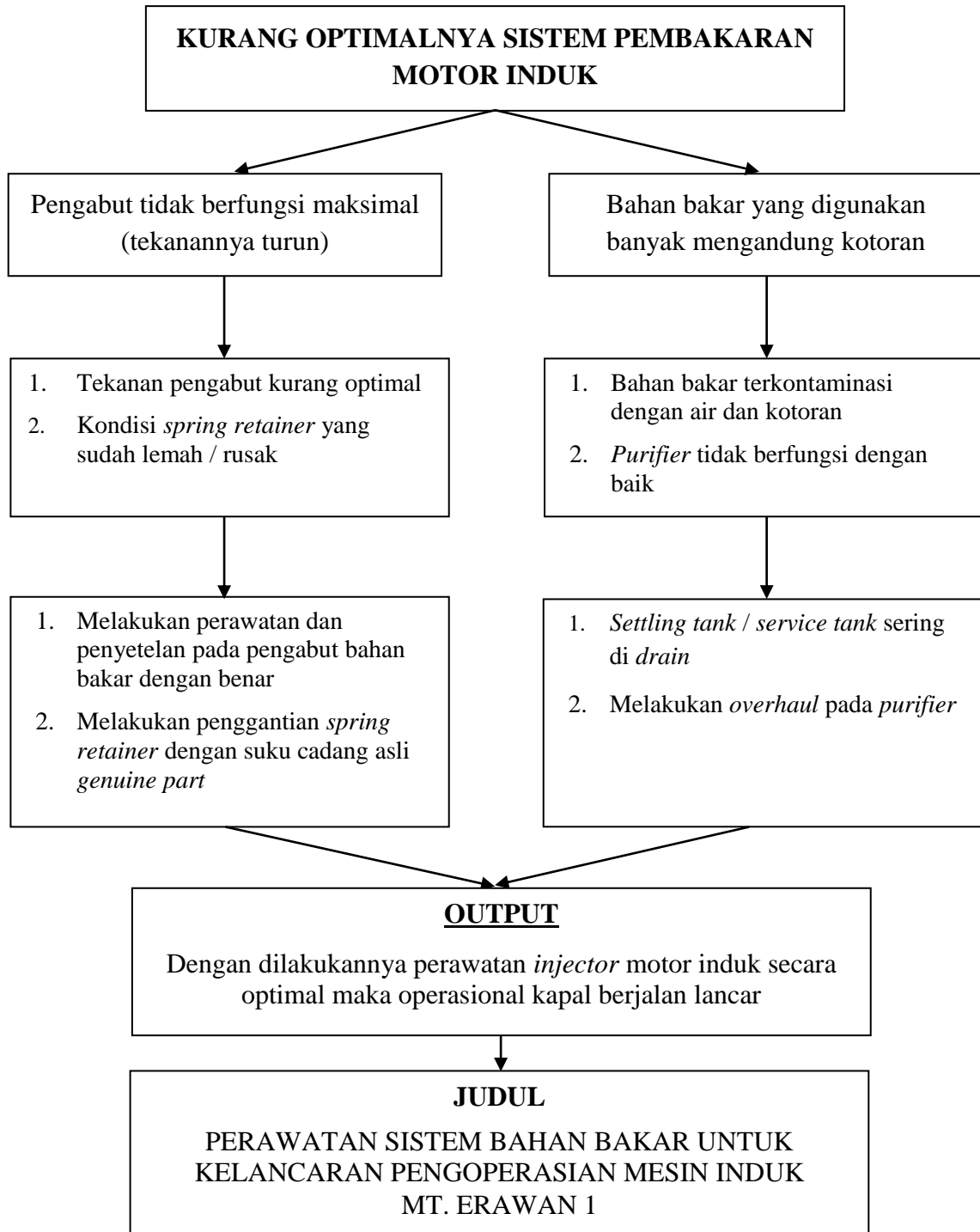
Spuyer pembalik aliran merupakan fungsi dari bagian *nozzle* yang berfungsi untuk pembalik aliran ketika aliran / jumlah bahan bakar yang akan dikabutkan melebihi standard.

Fungsi dari *spuyer* pembalik aliran :

- 1) Menghindari terjadinya kelapukan/keausan pada sistem tekanan yang tinggi yang disebabkan oleh kecepatan aliran solar.
- 2) Kelapukan/keausan dapat terjadi pada elemen pompa dan *nozzle* pada saat langkah efektif berakhir yang disebabkan oleh getaran solar yang masih mempunyai tekanan tinggi.
- 3) Tidak semua motor diesel mempunyai *spuyer* peredam aliran seperti ini (hanya dipakai pada motor diesel ukuran besar).

B. KERANGKA PEMIKIRAN

Berdasarkan teori-teori yang disebutkan di atas, secara garis besar kerusakan itu tidak akan timbul apabila pihak-pihak yang terkait dalam mengoperasikan kapal melaksanakan tugas dan tanggung jawab penuh mereka dengan baik. Kemudian penulis mengambil kerangka pemikiran sebagai berikut :



BAB III

ANALISIS DAN PEMECAHAN

A. DESKRIPSI DATA

Fakta yang pernah penulis temui selama bekerja sebagai *Second Engineer* di atas MT. Erawan 1 diantaranya adalah:

1. Fakta I

Dalam suatu pelayaran, tanggal 12 Januari 2022 terjadi gangguan pada *injector*. Hal ini diketahui dari asap yang keluar dari cerobong berwarna hitam dan putaran mesin induk turun. Setelah diadakan pengecekan ternyata penyebabnya berasal dari *cylinder* nomor 1 dan 5. Setelah sampai pelabuhan dilakukan perawatan pada *cylinder* nomor 1 dan 5 diadakan perawatan dan pengetesan tekanan *injector*, ternyata *injector* tersebut tidak berfungsi dengan baik (tekanan turun).



Gambar 3.1 Kondisi injector yang rusak

Hal ini disebabkan oleh tekanan *injector* dibawah atau tidak sesuai dengan standar kerja pengabut bahan bakar, dimana tekanan pengabut bekerja pada tekanan 240 kg/cm^2 (tekanan normalnya 280 kg/cm^2), sehingga bahan bakar

yang dikabutkan menetes dan menimbulkan kerak pada ujung pengabut meyebabkan buntu pada lubang lubang pengabut tersebut. Selain itu, ditemukan penyumbatan pada ujung *nozzle* yang disebabkan oleh kotoran arang karbon yaitu kotoran yang berasal dari bahan bakar dan kedudukan batang jarum macet dan berkarat.

2. Fakta II

Pada tanggal 13 Maret 2022, saat waktu kapal MT. Erawan 1 pada saat dilakukan pengecekan pada sistem bahan bakar ditemukan *filter* bahan bakar sebelum menuju *fuel injection pump* motor induk kotor dan bercampur air sehingga mempengaruhi kerja injector motor induk menjadi tidak optimal. Hal ini dapat dilihat dari gas buang pada masing-masing *cylinder* motor induk rendah dan tidak merata satu sama lain. Setelah itu diadakan pengecekan dan perawatan pada *separator fuel oil* juga terdapat banyak sekali kotoran pada komponen-komponen pada *separator fuel oil* tersebut. Kemudian setelah dibersihkan semua komponen *separator fuel oil* kembali di *running* kembali dan gas buang tiap-tiap *cylinder* motor induk normal kembali dan merata satu sama lain.



Gambar 3.2 kondisi filter bahan bakar yang kotor dan bersih

B. ANALISIS DATA

Berdasarkan fakta yang terjadi seperti yang penulis telah sampaikan pada deskripsi data diatas, maka untuk mempermudah dalam mencari pemecahannya, terlebih dahulu penulis menganalisa penyebabnya sebagai berikut :

1. Pengabut Tidak Berfungsi Maksimal (Tekanannya Turun)

Penyebabnya adalah :

a. Tekanan Pengabut Kurang Optimal

Perawatan yang tertunda atau perawatan yang dilakukan melebihi dari batas jam kerja sesuai *planned maintenance system* (PMS) dan juga dengan perawatan penyetelan pengabut yang tidak sesuai buku petunjuk *instruction manual book* untuk tekanan pembukaan katup *spindle valve* pada tekanan penyemprotan 240 kg/cm^2 dari tekanan normal 280 kg/cm^2 , yang berakibat menjadi bocornya pengabut sehingga bahan bakar menetes sehingga terjadi kerak pada ujung pengabut mengakibatkan lubang *nozzle* buntu sehingga kondisi ini menyebabkan kerja pengabut tidak optimal. Dengan terjadinya penyumbatan pada lubang *nozzle*, maka terjadi pembakaran di dalam *cylinder* tidak sempurna.



Gambar 3.3 Alat pengetesan nozzle injector

Dalam peyetelan test pengabut harus disesuaikan dengan *instruction manual book* tekanannya 280 kg/cm^2 untuk memperoleh pengabutan bahan bakar yang lebih baik dan supaya dapat dicapai jarak pancar dan

pengabutan bahan bakar minyak yang baik dan berkecepatan tinggi sehingga bahan bakar yang berbentuk kabut akan mudah terbakar dengan sempurna.

Dengan demikian campuran udara yang kurang sebagaimana terjadi pada mesin diesel di ruang pembakaran masih dapat diperoleh pencampuran udara dengan bahan bakar yang cukup sehingga terjadi pembakaran di dalam *cylinder* sempurna.

Indikasi dari fungsi pengabut bahan bakar yang tidak bagus, ditandai dengan gas buang yang berwarna hitam pekat, temperatur gas buang yang tinggi dan denyut penyemprotan yang tidak maksimal pada suatu *cylinder*, sedang jam kerja dari pengabut bahan bakar tersebut kurang lebih 1500 jam kerja, dari batas maksimal jam kerja pengabut berdasarkan *instruction manual book* adalah 3.000 jam. Penyebab dari cepatnya proses penyemprotan tidak maksimal ini sangat dipengaruhi oleh perawatan *nozzle* yang kurang terencana sesuai jadwal perawatan (*Planned Maintenance System*) yang telah distandarkan oleh perusahaan pembuat mesin (*maker*).

Alat pengabut dapat bekerja dengan baik bila perawatan dilaksanakan dengan baik dan terencana sehingga dapat dipakai dalam jangka waktu yang lama, perawatan yang baik akan dapat menghemat atau mengurangi pemakaian suku cadang yang tersedia di atas kapal.

Ada tanda-tanda bahwa alat pengabut sudah tidak bekerja dengan baik dengan contoh antara lain :

- 1) Tanda-tanda pada mesin asap hitam
 - a) Kebocoran pada jarum dan rumahnya
 - b) Jarum pengabut macet
- 2) Putaran mesin turun
 - a) Adanya jarum pengabut yang macet dan keadaan tertutup
 - b) Saringan bahan bakar kotor atau tersumbat

3) Mesin tidak mau jalan

- a) Alat pengabut tidak bekerja
- b) Terdengar suara ketokan (*detonasi*)
- c) Lubang pengabut sudah terlalu besar ataupun kotor oleh arang.

Untuk melaksanakan perawatan pada alat pengabut yang sudah mencapai jam kerjanya ataupun yang sudah mengalami kerusakan dilakukan dengan membongkar semua bagian-bagiannya. Akan tetapi sebelum dilaksanakan pembongkaran, rumah (batang pengabut) dibersihkan dengan gas oil atau solar direndam di dalam minyak tersebut agar kotoran-kotoran atau kerak-kerak yang melekat pada rumah pengabut (batang pengabut) mudah terambil atau lepas tidak lengket.

Apabila bentuk dari lubang pengabut sudah oval atau tidak sama dan diameternya sudah membesar atau melebihi dari ukuran normalnya, maka *nozzle* dari pengabut tersebut harus diganti, ukuran diameter lubang pengabut maksimum yang masih dapat dipakai ialah diameter semula ditambah dengan 10% dari diameter tersebut.

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

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

Hal ini harus dibersihkan sampai jarum benar-benar lancar masuk keluar di dalam rumahnya, untuk membuktikan kelancaran tersebut, dapat dilakukan dengan memasukkan jarum kedalam rumahnya dengan beratnya sendiri

atau tanpa ditekan dengan tangan maka jarum dapat masuk dan duduk dengan sempurna pada kedudukannya.

Kotoran-kotoran pada saluran pendingin juga dibersihkan atau digosok kemudian disemprot dengan angin (*compressor*), pegas penekan diperiksa bila panjangnya lebih dari panjang pegas yang baru atau kerapatannya maka pegas tersebut harus diganti, batang penahan jarum pengabut atau *thrust spindle* bila panjangnya tidak sesuai dengan ketentuan maka diganti dengan yang baru.

Hal ini sering terjadi pada saat kita membuka dan menutup union nut, mur baut penekan jarum pengabut harus dilonggarkan lebih dahulu, apabila pin tersebut patah pada saat pemasangan dapat menyebabkan pergeseran antara lubang-lubang saluran bahan bakar dan adanya pergeseran tersebut permukaan *nozzle* dan rumah jarum pengabut akan terjadi goresan sehingga pengabutan bahan bakar tidak sempurna lagi. Demikian juga dari pin yang sudah mengecil atau aus ini harus segera diganti dengan yang baru karena ukuran diameter pin harus diganti dan harus sama dengan diameter lubang kedudukannya.

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

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

- 1) Daya kerja alat pengabut lebih panjang
- 2) Kemampuan beroperasinya lebih tinggi
- 3) Mesin bekerja lebih efisien
- 4) Kapal selalu siap beroperasi

Dengan melaksanakan persyaratan-persyaratan, maka perawatan dapat berjalan dengan baik dan tepat pada waktunya sesuai dengan perencanaan sebelum dan setiap kegiatan perawatan harus dicatat dalam buku catatan pemeliharaan untuk mempermudah dalam rangka pembuatan rencana perawatan berikutnya.

b. Kondisi *spring retainer* yang sudah lemah / rusak

Berdasarkan teori tentang fungsi pengabut bahan bakar (*injector*) di atas, bahwa *injector* berfungsi untuk menghantarkan bahan bakar diesel dari *injection pump* ke dalam *cylinder* pada setiap akhir langkah kompresi, dimana torak (*piston*) mendekati posisi TMA. *Injector* merubah tekanan bahan bakar dari *injection pump* yang bertekanan tinggi untuk membentuk kabut yang bertekanan 350 kg/cm². Tekanan ini mengakibatkan peningkatan suhu pembakaran di dalam *cylinder* meningkat menjadi 600°C.



Gambar 3.4 *Pressure Spring*



Gambar 3.5 *Retaining Nut*

Untuk mendapatkan tekanan yang diinginkan dari pengabut bahan bakar, komponen pengabut harus dalam kondisi baik. Namun fakta yang terjadi di MT. ERAWAN 1, kondisi *spring retainer* sudah lemah / rusak sehingga pengabut tidak dapat menghasilkan tekanan yang diinginkan. Kondisi *spring retainer* yang sudah lemah / rusak dikarenakan *spring retainer*

tersebut sudah melebihi jam kerja (*running hours*) sehingga perlu dilakukan penggantian.

2. Bahan bakar yang digunakan banyak mengandung kotoran

Analisis penyebabnya adalah :

a. Bahan bakar terkontaminasi dengan air dan kotoran

Mutu 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.

Banyaknya air dan kotoran yang terkandung di bahan bakar ini akan dapat merusak pengabut sehingga akan terjadi pembakaran tidak sempurna di dalam *cylinder*. 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.

Pada pengabut bahan bakar (*injector*) motor diesel, saat kapal sedang berlayar maka akan terjadi proses pembakaran di dalam *cylinder* secara terus menerus dan bergantian, karena seringnya bekerja secara terus menerus ini akan mengakibatkan terjadinya gesekan pada bagian-bagian pengabut tersebut, pada suatu saat akan timbul kerusakan atau keausan pada alat pengabut tersebut, kerusakan-kerusakan atau keausan ini dijumpai pada kebocoran atau pengetesan bahan bakar setelah selesai proses pengabutan dari lubang-lubang pengabut, hal ini disebabkan karena jarum pengabut (*nozzle*) tidak dapat menutup rapat pada kedudukannya.

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

mendapatkan tekanan pada 280 kg/cm^2 , maka dengan menyetel mur pengikat baut penyetel atau *adjuste screw* kemudian baut penyetel diatur sedemikian rupa sehingga tekanan yang diinginkan didapat. Terjadinya kebocoran atau pengetesan antara jarum pengabut dan kedudukannya (*seating*) ini dikarenakan beberapa hal :

- 1) Adanya kotoran-kotoran yang ikut di bahan bakar.
- 2) Terjadinya kotoran akibat sisa-sisa pembakaran (arang) di ujung pengabut.

Di dalam bahan bakar yang dipergunakan untuk motor diesel baik minyak berat (*Marine Fuel Oil*) atau minyak ringan (*Marine Diesel Oil*) mengandung belerang dan carbon. Pada umumnya bahan bakar terbentuk oleh kadar aspal, arang kokas dan abu (*ash*) yang sudah ada dalam minyak bumi.

Tetapi dapat terbawa sewaktu pengangkutan pengisian ke kapal, walaupun bahan telah dicampur dengan kimia *additive* (campuran bahan bakar) atau melalui pesawat pembersih *purifier* atau saringan-saringan kasar atau halus tetapi partikel-partikel kotoran yang sangat halus pada bahan bakar tidak semuanya dapat dibersihkan sehingga terikat bersama bahan bakar di dalam pengabut.

Sisa kotoran yang terdiri dari kadar belerang, abu (*ash*) dan oksidasi besi sewaktu melewati jarum (*needle*) pengabut pada kedudukannya dengan kecepatan tinggi, karena adanya tekanan dari bahan bakar melalui pompa (*bosch pump*), maka pada kedudukan jarum, kadar belerang dari kotoran bahan bakar, mengakibatkan penutupan jarum pengabut pada kedudukannya tidak dapat sempurna lagi dan bahan bakar bila disemprotkan tidak berupa kabut, tetapi berupa tetesan atau penyemprotannya membesar.

Dari proses pembakaran di dalam *cylinder* dengan suhu pembakaran 450°C , akibat panas yang tinggi yang terjadi di ruangan pembakaran, maka bagian ujung pengabut bahan bakar (*nozzle*) rumah jarum, jarum dan lubang pengabut langsung berhubungan dan mendapat panas yang tertinggal setelah penguapan dan pembakaran pemecahan bahan bakar ini

akan melekat melingkari lubang pengabut jarum dan kedudukannya, maka alat pengabut ini akan bocor atau tidak dapat menutup dengan rapat, karena terganjal oleh kotoran-kotoran arang tersebut.

b. *Purifier* tidak berfungsi dengan baik

Purifier tidak berfungsi dengan baik, disebabkan perawatan pada *Purifier* yang tidak terlaksana sesuai *Planned Maintenance System (PMS)*. Hal ini mengakibatkan *purifier* sering mengalami kerusakan dan tidak dapat memurnikan bahan bakar motor induk dengan sempurna sehingga mesin induk mengalami gangguan dan proses pengoperasian kapal mengalami keterlambatan.

Penggunaan *gravity disc* yang tidak sesuai dengan berat jenis (*density*) bahan bakar yang digunakan, suhu bahan bakar dan besarnya jumlah aliran minyak yang tidak sesuai yang masuk ke *purifier (feed rate)* dapat menyebabkan proses purifikasi tidak dapat berjalan dengan baik. Fungsi *gravity disc* seperti yang kita ketahui bersama adalah untuk menentukan jarak ukuran pengeluaran antara bahan bakar dan air sehingga proses pemisahan itu dapat berlangsung dengan baik, namun seringkali ukuran *gravity disc* tidak mendapat perhatian sehingga penggunaannya tidak tepat (keliru). Sebagai contoh dengan *specific gravity* 0,975 mm pada suhu 98°C dan *feed rate* 1500 liter/jam seharusnya menggunakan ukuran diameter 71mm, tetapi masih menggunakan diameter 75.5 mm. Akibatnya proses purifikasi tidak berlangsung dengan baik, bahan bakar yang keluar dari *Purifier* seharusnya adalah murni tetapi ternyata masih mengandung kadar air dan material lainya.

Banyaknya kotoran yang terkandung di bahan bakar ini akan dapat merusak pengabut sehingga akan terjadi pembakaran tidak sempurna didalam *cylinder*. 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 jalanmengabutkan bahan bakar di dalam ruang pembakaran, sehingga bahan bakar dapat terbakar dengan melalui suatu proses.

C. PEMECAHAN MASALAH

1. Alternatif Pemecahan Masalah

a. Pengabut tidak berfungsi maksimal (tekanannya turun)

Alternatif pemecahan masalahnya adalah :

1) Melakukan perawatan pada pengabut bahan bakar dengan benar

Dengan penyetelan pengabut yang tidak sesuai dengan buku petunjuk (*Intruccion manual book*) serta *spindle valve* tidak standar maka pengabutan bahan bakar tidak sempurna, sehingga pembakaran akan terjadi tidak sempurna yang mengakibatkan suhu gas buang akan naik dan pemakaian bahan bakar akan boros. Terbentuknya karbon-karbon padat pada ruang pembakaran maupun katup gas buang karena adanya penyemprotan bahan bakar yang terlalu besar sehingga terjadi dekomposisi (penyatuan bahan bakar) pada ruang pembakaran tersebut.

Hal tersebut terjadi karena pemanasan udara yang bersuhu tinggi, tetapi penguapan dan pencampuran dengan udara yang ada di dalam *cylinder* tidak berjalan sempurna terutama pada saat dimana terlalu banyak bahan bakar yang disemprotkan pada waktu daya mesin dipergunakan sehingga menimbulkan asap hitam. Oleh karena itu, peyetelan/test pengabut harus disesuaikan dengan buku petunjuk, dimana tekanan normalnya adalah 280 kg/cm^2 , untuk memperoleh pengabutan bahan bakar yang lebih baik dan supaya dapat dicapai jarak pancar dan pengabutan bahan bakar minyak (MFO) yang baik dan berkecepatan tinggi.

Dengan demikian penyemprotan bahan bakar yang baik akan menghasilkan pembakaran dalam *cylinder* sempurna sehingga menghasilkan daya yang bisa menunjang mesin induk bekerja dalam performa baik guna memperlancar pengoperasian kapal. Dalam melaksanakan perawatan pengabut bahan bakar ini di atas kapal berpedoman dengan jam kerja (*Running Hours*) yaitu 3000-4000 Hrs.

Pada waktu perawatan (di *overhaul*, dibersihkan dan diteliti tiap-tiap bagian) akan diketahui bagian mana yang mengalami kelainan, kerusakan, atau keausan. Apabila dari bagian-bagian tersebut ternyata ditemukan ada yang harus diganti maka perlu dipastikan apakah sudah waktunya barang tersebut diganti atau belum. Apabila ternyata bagian tersebut seharusnya belum waktunya diganti maka pasti ada faktor lain yang menyebabkan bagian tersebut mengalami kerusakan sehingga mengalami penurunan kualitas kerja yang cepat.

a) Hal-hal yang perlu diperhatikan sebelum perawatan

Ada beberapa faktor penyebab kerusakan kepada pengabut bahan bakar diantaranya yang perlu diperhatikan adalah :

- (1) Apakah prosedur perawatan sudah dijalankan sebagaimana mestinya, contoh: saringan-saringan bahan bakar dibersihkan sesuai jam kerjanya.
- (2) Apakah material atau suku cadang yang digunakan adalah asli yang sesuai direkomendasikan oleh *maker*.
- (3) Apakah bahan bakar yang digunakan tersebut kualitasnya cukup baik.
- (4) Apakah bahan bakar yang digunakan mempunyai Viscositas dan densitinya sudah sesuai dengan yang direkomendasikan oleh *maker*.

Dari pengecekan diatas akan ditemukan penyebab dari pemakaian suku cadang yang tidak berdaya tahan lama sesuai jam kerja (*Running Hours*) sehingga lebih mudah menekan biaya perawatan serendah mungkin.

b) Tahap-tahap perawatan pengabut bahan bakar

Adapun tahap-tahap perawatan pengabut bahan bakar adalah sebagai berikut :

- (1) Pengabut bahan bakar harus dicabut total dari kedudukannya pada *cylinder head* mesin induk, lalu dibersihkan bodi

keseluruhan dan apabila pengabutnya kurang sempurna/ menetes baru di *overhaul*.

- (2) Bagian pengabut dibuka satu persatu, mulai dari membuka penutup atas dan melonggarkan mur, penyetel/*lock* mur untuk mengendorkan batang pengatur tekanan kerja (*adjusting screw*) kemudian bagian-bagian yang lain dikeluarkan semua untuk dibersihkan, kemudian membuka mur penekan *nozzle assembly* dan diadakan pemeriksaan semua detail dari pengabut serta *nozzlenya*, terutama pegas, jarum dan lubang-lubang *nozzle* yang mungkin terjadi keausan pada dudukannnya atau batang *nozzlenya*. Pada lubang-lubang *Oriifice Nozzle* dibersihkan menggunakan sikat baja yang halus sesuai dengan ukurannya. Bersihkan timbunan arang pada mulut dan lubang-lubang *nozzle* yang mungkin menempel dan mengeras. Kalau masih terlihat bagus jarum *nozzle*-nya agar di *grinding* /di *lapping* menggunakan braso.



Gambar 3.6 Penyekiran Injector

- (3) Perakitan kembali setelah proses pembersihan *nozzle* selesai, maka proses berikutnya adalah merakit kembali dengan pemeriksaan ulang terhadap komponen yang dirakit

(misalnya jarum *nozzle*, badan *nozzle*).



Gambar 3.7 Pemasangan injector

Dalam melakukan perakitan kembali komponen-komponen tersebut harus diperhatikan hal-hal sebagai berikut :

- (a) Diadakan pengujian/penelitian suku cadang dengan hati-hati dan yang rusak/aus diganti bila ada keraguan
- (b) Komponen-komponen ditempatkan atau dipasangkan dengan kedudukannya dengan tempat pada saat merakit kembali.
- (c) Lumasi jarum *nozzle* dengan minyak gas dan letakan atau masukan kedalam rumah *nozzle*. Periksa apakah jarum jatuh ketempat kedudukannya yang disebabkan oleh beratnya. Jika jarumnya rusak, ganti *nozzle* keseluruhannya.
- (d) Dalam proses perakitan, lakukan proses pelumasan terhadap komponen yang memerlukan atau yang diisyaratkan.

- (4) Dalam penyetelan tekanan kerja perhatikan momen punter mur pengunci sesuai yang diizinkan didalam buku pemeliharaan, setelah mencapai tekanan kerjanya bila pengabutannya sudah sempurna dan tak menetes lagi, mur penahan *adjusting screw* dikencangkan dan bodi pengabut dilumasi dengan “*Molycote*” serta siap untuk dipasang kembali seperti semula pada kedudukannya di atas *cylinder head*.

Setelah menyelesaikan uji tekanan kerja *nozzle* pada alat penguji dengan mencapai hasil pengabutan yang ideal 280 kg/m^2 dan pengujian dinyatakan baik, maka selanjutnya pengabut dapat dipasang kembali seperti semula. Setelah membersihkan dudukan pengabut dan menyiapkan *gasket* (paking tembaga) pengabutnya dipasang kembali pada dudukannya kemudian mur penekan dan sambungan-sambungan saluran bahan bakar dipasang kembali, setelah selesai, *handle* bahan bakar dinaikkan kemudian pompa bahan bakar tekanan tinggi dipompa secara manual hingga bahan bakar keluar pada mur penyambung pipa bahan bakar dengan pengabutnya, kemudian murnya diikat pada kunci momen

2) Melakukan penggantian *spring retainer* yang *genuine part*

Untuk menghasilkan tekanan tinggi yaitu 350 kg/cm^2 , komponen pengabut bahan bakar seperti *spring retainer* harus dalam kondisi baik. *Spring retainer* yang sudah lemah / rusak menyebabkan tekanan pengabutan pada pengabut bahan bakar turun, sehingga penyemprotan bahan bakar oleh pengabut tidak maksimal. Akibat dari penyemprotan bahan bakar yang tidak maksimal, maka pembakaran di dalam *cylinder* tidak sempurna. Oleh karena itu *spring retainer* yang sudah lemah / rusak harus diganti dengan yang baru dan menggunakan *genuine part*. *Spring retainer* harus selalu diperhatikan setiap kali *injector* dibuka, yaitu tiap 1000-1500 jam kerja. Kalau ditemukan *spring injector* sudah lemah, maka harus dilakukan penggantian.

b. Bahan bakar yang digunakan kebersihannya kurang baik

Alternatif pemecahan masalahnya adalah :

1) *Settling tank / service tank sering di drain*

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 di atas dock. Para masinis jaga harus sesering mungkin melakukan penceratan (drain) *settling tank* dan *service tank* untuk meminimalkan kotoran dan air yang tercampur dengan bahan bakar di dalamnya. Dengan demikian suplai bahan bakar ke mesin induk lancar sehingga mesin induk bekerja optimal.

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 :

- a) Sebelum Bahan bakar dialirkan dari tanki penyimpanan ke tanki bakar (harian) sebaiknya bahan bakar dalam tanki penyimpanan dibiarkan kurang lebih 24 jam dari sejak pengisian bahan dari darat. Hal ini dimaksudkan agar air atau kotoran didalamnya mengendap. Dan bagian atas bahan bakar itu merupakan yang

bersih. Dan bagian inilah yang dialirkan ke tanki harian.

- b) Sebelum melakukan pemindahan bahan bakar disarankan untuk mencerat (drain) tanki penyimpanan agar kotoran atau air yang mengendap akan keluar dari ceratan (drain) tersebut.
- c) Pemindahan bahan bakar dari tanki penyimpanan ke tanki harian (*settling tank*) diharuskan memakai purifier sehingga bahan bakar yang masuk dalam tanki harian adalah bahan bakar yang benar benar bebas dari kotoran dan air.
- d) Dusahakan 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.
- e) Lakukan pengecekan bahan bakar secara visual dan pergantian *filter* secara rutin.

2) Melakukan *overhaul* pada *purifier*

Purifier memerlukan perawatan yang teratur dan diperlukan perencanaan yang baik agar dapat bekerja secara optimal. Metode perawatan terhadap pesawat *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 *Purifier* dan dapat menekan biaya pengoperasian kapal. Metode perawatan ini adalah harus terencana dan dicatat secara sistematis supaya dapat berkesinambungan dalam kegiatan perawatan.

Metode perawatan yang terencana serta berkesinambungan merupakan suatu perawatan rutin, perawatan periodik dan pemantauan kondisi secara bertahap yang dilakukan pada saat pemeriksaan *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 PMS.

Adapun perawatan *FO purifier* dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut :

a) Perawatan Sebelum Pengoperasian

- (1) Minyak pelumas yang berada dicarter (*crank case*) *purifier* harus baik kondisinya dan sesuai. Isi dari minyak lumas di dalam carter ini harus cukup pada batas yang tertera pada gelas duga yang terdapat pada *carter*. Hal ini berguna untuk melumasi bagian-bagian yang perlu dilumasi sehingga terhindar dari kerusakan-kerusakan yang fatal. Kualitas dan kondisi dari minyak lumas harus diperhatikan dari adanya kotoran-kotoran di dalam sistem pelumasan. Yang mana hal tersebut tidak diinginkan dan serta kemungkinan tercampurnya air didalam minyak lumas, sehingga mengakibatkan kadar viskositas dari minyak lumas itu berubah. Hal ini dapat mengakibatkan kurangnya daya guna minyak lumas tersebut, yang dapat mengakibatkan kerusakan yang sangat fatal.

Untuk mencegah hal tersebut perlu diadakan pengecekan terhadap minyak lumas tersebut pada saat hendak di start ataupun pesawat *purifier* dalam keadaan beroperasi (dapat di lihat di gelas duga carter), juga harus diganti dan dibersihkan carternya sesuai dengan pola perawatan berkala yang tertera didalam instruksi *manual book*.

- (2) Badan dari pesawat bantu *purifier* harus selalu dijaga kebersihannya dari minyak dan kotoran-kotoran lainnya. Terutama pada badan motor penggerak *purifier* agar selalu

tetap kering dan bersih untuk menjaga agar tidak terjadi hubungan pendek pada motor.

(3) Pemeriksaan pada bagian-bagian dari *purifier*

Pengetahuan sedini mungkin dari kerusakan-kerusakan yang terjadi dapat mencegah terjadinya kerusakan yang lebih parah. Oleh karena itu perlu diadakan pemeriksaan-pemeriksaan pada saat awal start maupun *purifier* sedang beroperasi. Pemeriksaan tersebut dapat diketahui dari adanya kelainan getaran, bunyi, *ampere meter* dan lainnya.

b) Perawatan Dalam Pengoperasian

(1) Urutan-urutan pengoperasian harus diketahui, agar *purifier* dapat bekerja dengan baik.

Langkah-langkah urutan pengoperasian tersebut meliputi:

- (a) Pemeriksaan minyak lumas pada carter
- (b) Masukkan aliran listrik di *switch box* dan tekan tombol on
- (c) Perhatikan *ampere meter* hingga sampai pada keadaan normal.
- (d) Isi air tawar pada mangkok untuk mengadakan *blow* agar kotoran yang berada di piringan terbawa keluar. Hal ini dilakukan untuk membersihkan piringan *purifier*.
- (e) Buka kran air tekanan rendah sebagai *sealing water*.
- (f) Buka kran isap bahan bakar dari tangki endap (*settling tank*).
- (g) Atur *temperature* bahan bakar sampai batas yang ditentukan.
- (h) Atur tekanan pengisian bahan bakar sampai batas yang diinginkan.

(2) Jangan tinggalkan pesawat *purifier* bila belum bekerja secara normal. Hal ini dilakukan untuk pengetahuan sedini mungkin

dari adanya kerusakan-kerusakan, sehingga tidak menimbulkan kerusakan yang lebih parah.

(3) Adakan pengontrolan rutin terhadap pesawat purifier

Selama pesawat *purifier* beroperasi, sering terjadi hal-hal yang tidak diinginkan. Misalnya terjadi tumpahan minyak ataupun kebocoran-kebocoran lainnya pada sistem. Untuk mencegah hal-hal sedemikian perlu diadakan pengontrolan terhadap pesawat tersebut bila sedang beroperasi pada tiap-tiap jam jaga para masinis.

(4) Adakan pengeblow-an terhadap *purifier*

Hal ini untuk membersihkan kotoran-kotoran yang menempel pada piringan-piringan *purifier*. Lakukanlah secara manual *blow-up* jika perlu sesering mungkin.

c) Perawatan Setelah Pengoperasian

Mutu bahan bakar yang diterima dari kapal *bunker* beda-beda dalam setiap kali *bunker*. Sehingga walaupun diadakan pengeblow-an setiap 2 jam sekali selama pengoperasian belum tentu dapat membersihkan *bowl-bowl* dan piringan-piringan *purifier*. Kotoran-kotoran tersebut tetap akan melekat pada *bowl* dan piringan, yang mana lama kelamaan akan bertambah banyak. Oleh karena itu perlu diadakan pembersihan tersebut:

(1) Bersihkan *bowl-bowl* dan piringan-piringan

Kotoran-kotoran yang terbawa oleh bahan bakar setelah diproses di *purifier*, maka akan tertinggal oleh celah-celah piringan meskipun sudah di *blow*. Yang mana lama kelamaan akan mengganggu proses *purifier*. Untuk lancarnya kembali proses purifikasi tersebut, maka dilakukannya pembersihan pada *bowl* dan piringan dengan menggunakan kerosin atau bensin.

- (2) Bersihkan saringan air tawar tekanan tinggi dan tekanan rendah

Dengan pembersihan ini maka akan membantu kemudahan proses *sealing water* dan pengeblow-an pada peralatan-peralatan *purifier* dalam pengoperasiannya.

- (3) Pembersihan saringan bahan bakar secara rutin

Saringan-saringan tersebut antara lain terdapat pada pompa *transfer, purifier, flow meter*, tangki endap dan tangki service. Biasanya saringan-saringan ini dibersihkan pada sistem bahan- bakar haruslah rutin dilakukan agar terhindar dari gangguan dalam pengoperasian mesin induk. Pasanglah saringan-saringan secara berganda agar mudah untuk perawatan, pemeliharaan dan kebersihannya.

2. Evaluasi Terhadap Alternatif Pemecahan Masalah

a. Pengabut tidak berfungsi maksimal (tekanannya turun)

Evaluasi pemecahan masalahnya adalah :

1) Melakukan perawatan pada pengabut bahan bakar dengan benar

Dengan perawatan yang dilakukan sesuai *planned maintenance system* (PMS) dan juga dengan perawatan penyetelan pengabut yang sesuai buku petunjuk *instruction manual book* maka tekanan pembukaan katup *spindle valve* pada tekanan penyemprotan normal yaitu 280 kg/cm². Dengan demikian pembakaran di dalam *cylinder* akan sempurna.

2) Melakukan penggantian *spring retainer* yang *genuine part*

Dengan penggantian *spring retainer* yang *genuine part* maka tekanan yang diinginkan dari pengabut bahan bakar dapat tercapai. Sedangkan untuk melakukan penggantian *spring retainer* dibutuhkan ketersediaan suku cadang di atas kapal.

b. Bahan bakar yang digunakan kebersihannya kurang baik

Evaluasi pemecahan masalahnya adalah :

1) *Settling tank / service tank* sering di *drain*

Dengan cara melakukan *settling tank / service tank* sering di *drain* maka bahan bakar yang terkontaminasi dengan air akan kembali baik. Dimana banyaknya air dan kotoran yang terkandung di bahan bakar ini akan dapat merusak pengabut sehingga akan terjadi pembakaran tidak sempurna di dalam *cylinder*. Dengan cara ini maka hal tersebut dapat dihindari.

2) Melakukan *overhaul* pada *purifier*

Purifier tidak berfungsi dengan baik, disebabkan perawatan pada *Purifier* yang tidak terlaksana sesuai *Planned Maintenance System (PMS)*. Oleh karena itu dengan melakukan *overhaul* pada *purifier* maka *purifier* dapat berfungsi dengan baik untuk memurnikan bahan bakar atau memisahkan kotoran yang terkandung dalam bahan bakar.

3. Pemecahan Masalah yang Dipilih

Berdasarkan pembahasan pada alternatif dan evaluasi pemecahan masalah di atas, maka dapat diketahui bahwa untuk mendapatkan daya motor induk yang maksimal dengan mengoptimalkan perawatan *injector*, dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut :

a. Pengabut tidak berfungsi maksimal (tekanannya turun)

Berdasarkan evaluasi terhadap alternatif pemecahan masalah diatas, maka solusi yang dipilih yaitu melakukan perawatan pada pengabut bahan bakar dengan benar.

b. Bahan bakar yang digunakan banyak mengandung kotoran

Berdasarkan evaluasi terhadap alternatif pemecahan masalah diatas, maka solusi yang dipilih yaitu *settling tank / service tank* sering di *drain*.

BAB IV

KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

Setelah penulis menguraikan beberapa hal yang berkaitan dengan putaran mesin yang tidak rata (*hunting*) pada motor induk MT. Erawan 1, penyebabnya dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Masinis 1 tetap melakukan perawatan injector dengan baik dan benar (sesuai buku *manual book* motor induk) dengan cara memperhatikan tekanan pengabut Motor Induk agar tenaga yang dihasilkan pengabut motor induk optimal serta melakukan penggantian *spring retainer* yang sudah aus atau rusak dengan yang baru karena kondisi *spring retainer* yang sudah lemah / rusak juga dapat menyebabkan tekanan pengabutan tidak optimal (menurun).
2. Masinis 1 harus mendukung dan memperhatikan kerja dari Masinis 4 dalam mempertahankan kerja dari *separator fuel oil* dengan cara rutin membersihkan komponen-komponen *separator fuel oil* setiap 2 minggu sekali dan tidak terlambat dalam membersihkan filter bahan bakar untuk menjaga kebersihan bahan bakar sebelum ke fuel injection pump motor induk.

B. SARAN

Berdasarkan kesimpulan di atas, agar tidak terjadi keadaan yang di inginkan sehubungan dalam perawatan pengabut bahan bakar yang tidak di sesuai dengan ketentuan dapat di ajukan saran-saran kepada para para *Engineers* sebagai berikut:

1. Melakukan penggantian *spring retainer* yang *genuine part* sesuai dengan *manual book* sehingga *injector* (Pengabut bahan bakar) motor induk berfungsi secara optimal dan tekanannya tidak turun.
2. Melakukan *overhaul* (Perawatan rutin) pada *purifier* yang tidak dapat berfungsi dengan baik untuk memurnikan bahan bakar / atau memisahkan kotoran dan air yang terkandung dalam bahan bakar.

DAFTAR PUSTAKA


- Handoyo, Jusak Johan. (2017). *Mesin Diesel Penggerak Utama Kapal*. Jakarta, Maritime Djangkar (subdivisi)
- Handoyo, Jusak Johan. (2015). *Sistem Perawatan Permesinan Kapal*. Jakarta, Maritime Djangkar (subdivisi)
- Karyanto E. (2015). *Teknik Perbaikan, Penyetelan, Pemeliharaan, Trouble shooting Motor Diesel*. Jakarta : Pedoman Ilmu Jaya.
- Maanen, P. Van, *Motor Diesel Kapal*, Jilid I, tanpa kota penerbit, Nautech, 2001
- Sukoco, dan Zainal Arifin. (2018). *Teknologi Motor Diesel*. Bandung : Alfabeta, Winardi
- <http://jurnalmesin.petra.ac.id/index.php/mes/article/> tentang Pengaruh Suplai Udara Terhadap Pembakaran Di Dalam *Cylinder*


DAFTAR ISTILAH

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

- Poros* : Pada umumnya poros turbin sekarang terdiri dari silinder panjang yang solid. Sepanjang poros dibuat alur-alur melingkar yang biasa disebut akar (*root*) untuk tempat duduk, sudu-sudu gerak (*moving blade*).
- Service tank* : Tangki yang digunakan untuk menampung bahan bakar yang berasal dari tanki endap (*settling tank*) dengan cara mentransfer melalui *MFO Purifier* dan *heater*. Disebut tanki harian (*service tank*) karena tanki ini merupakan tanki yang digunakan sehari-hari untuk melayani mesin induk.
- Settling tank* : Merupakan tangki yang digunakan untuk mengendapkan bahan bakar yang telah di pindahkan oleh transfer pump dari tanki penimbunan. lama waktu yang diperlukan untuk mengedapkan bahan bakar, ini minimal adalah 24 jam, hal ini berdasar *class rule*.
- Spring / Pegas* : Gulungan kawat baja bulat yang apabila ditekan memberikan gaya yang dapat digunakan untuk melakukan suatu kerja.
- Spare part* : Komponen dari mesin yang dicadangkan untuk perbaikan atau penggantian bagian unit/komponen yang mengalami kerusakan.

Lampiran 1

 ARCADIA SHIPPING		SHIP'S PARTICULARS	
		MT. ERAWAN 1	
Ship's Name	MT. ERAWAN 1	Owner	PT. ARCADIA SHIPPING
Call sign	YEMT	Technical Operator	PT. PELAYARAN SAKTI ERAWAN
Flag	INDONESIA	Charterer	PT. CHANDRA ASRI PETROCHEMICAL
Port of Registry	JAKARTA	Type of Ship	OIL / CHEMICAL TANKER
IMO no.	9152208	Class	BBK
MMSI no.	441821000	Classification	BBK - Oil/Chemical Tanker II&III
Sat-F Telex	870 773 991 590	Hull No.	(Double Hull)
Sat-C Telex	444 082 110		
Email	erawan1@pis.amsatmail.com		
Telephone	021 8811 070 1732 2080	Tank Coating	Cargo Tank : SUS 316L (Whole Tank) Ballast Tank : Modified Epoxy (Whole Tank)
LOA	104.50 M	Main Engine	MANITA / MITSUBI B & W 5L / 35 MC
LBP	97.00 M	Gen. Engine	YANMAR 420 P5 1200 RPM 5165L-DH
Keel to Masthead	35.0 M	Bow Thruster	-
Breadth	16.40 M	Fying Limit	World Wide
Depth Moulded	8.50 M	Cargo Pump	Maker : Framo, Number 12, Capacity : 200m ³ /hr x 6 Sets & 154m ³ /hr x 6 Sets
Gross Tonnage	3,736 T	Capacity of Tank	6,034.656 m ³
Net Tonnage	1,593 T	Heating System	Heating Coil - Steam
Summer Draft	7.044 M	Segregation	Total Grades 12
Tropical Draft	7.162 M	Capacity of Tank	Heavy Fuel Oil (HFO) 305.42 m ³ Marine Diesel Oil (MDO) 85.18 m ³ Fresh Water 510.51 m ³ Tank Cleaning Water 223.74 m ³ Water Ballast Tank 2,055.76 m ³
Parallel Body Laden	29 M		
Parallel body Ballast	45 M		
Bridge to Bow	82.97 M		
Bridge to Stern	21.53 M		
Bridge to Manifold	31.27 M		
Bow to Manifold	51.7 M		
Stern to Manifold	52.8 M		
Manifold to ship's side	2.00 M		
Manifold to Above Deck	2.5 M		
TPC Summer	13.48 MT	Total Crew OB	21 Crews Including Master
Light Weight	2,273.30 MT	Hose Crane (SWL)	0.9 MT
Summer Deadweight	5,980.43 MT	Anchor Chain Portside	9 Shackles
Tropical Deadweight	6144.49 MT	Anchor Chain Stb Side	9 Shackles
FW Allowance	146 mm		
Name of Master :		Shipyard	Kerinci Dock Yard Co.Ltd
		Keel Laid	27-Jul-96
		Delivered	07-Feb-97
		Last Dry Dock	24/06/2022


Capt. SOELASMONO

Lampiran 2

	Operational Form IMO Crew List	Quality through Excellence	
		OPTL-024	Rev 22 Mei 2023

<input checked="" type="checkbox"/> Arrival		<input type="checkbox"/> Departure		Nationality of Ship		INDONESIA					
Vessel		MT ERAWAN 1		Date / ddMMyy		09-Nov-22					
Port of Arrival		ANYER		Port of Destination		MERAK					
No	Rank	Name	Sex	Birth	Nationality	Seaman Book	Exp. Date	Passport	Exp. Date	Date Sign	Place Sign
1	MASTER	SOELASMONO	M	16-Nov-76	INDONESIA	F 107370	24-Jan-23	C 6809620	05-Jun-25	01-Jul-22	MERAK
2	CHIEF OFFICER	ROBERT ARYANTO	M	11-Aug-88	INDONESIA	G 126184	26-Feb-25	C 4970790	26-Sep-24	24-Jan-22	MERAK
3	SECOND OFFICER	MUKHAMAD FACHRIH	M	15-Aug-71	INDONESIA	F 120115	04-Feb-23	B 9744629	26-Mar-23	17-Jan-22	MERAK
4	THIRD OFFICER	RUSSETYANTO	M	23-Nov-95	INDONESIA	G 052149	27-Jan-25	C 3686430	10-Jul-24	23-Dec-21	MERAK
5	CHIEF ENGINEER	SUPRIATNA	M	12-May-69	INDONESIA	F 885948	16-Nov-24	C 7359464	31-Aug-25	01-Nov-22	TUBAN
6	SECOND ENGINEER	HASHIM ABDUL RAHM	M	15-Jul-74	INDONESIA	F 228225	30-Apr-24	C 7587961	09-Jul-26	01-Jul-22	MERAK
7	THIRD ENGINEER	ADHI TOMO NUGROHO	M	31-Dec-83	INDONESIA	G 051825	07-Sep-24	C 4009151	17-Jun-24	17-Jan-22	MERAK
8	FOURTH ENGINEER	AMOS PAEMBOAN	M	29-Nov-94	INDONESIA	D 052232	11-Mar-24	C 7931114	04-Aug-25	17-Jan-22	MERAK
9	BOATSWAIN	DARWIN	M	03-Dec-66	INDONESIA	G 017767	13-Oct-23	C 1343758	12-Mar-24	31-Mar-22	MERAK
10	AB - A	MUSLIPEN	M	27-Dec-81	INDONESIA	E 110174	20-Jul-23	B 9360380	14-Feb-23	16-Aug-22	MERAK
11	AB - B	ABU MUSLIM	M	09-Nov-89	INDONESIA	E 140667	03-Jan-24	C 3901739	13-Jan-24	06-Mar-22	MERAK
12	AB - C	ERWEN PALMOSI	M	13-Aug-92	INDONESIA	H 029526	05-Apr-25	C 8677426	08-Apr-27	06-Apr-22	MERAK
13	OILER - A	PARGAN PAREDA	M	09-Oct-81	INDONESIA	E 068518	30-Apr-23	C 9775863	12-Mar-23	23-Dec-21	MERAK
14	OILER - B	JUSRI	M	15-May-89	INDONESIA	G 060362	24-May-24	C 7833739	28-Apr-26	06-Mar-22	MERAK
15	OILER - C	ALIF ARBI TRIYANTO	M	28-Apr-92	INDONESIA	G 194183	01-Oct-24	C 6372904	04-Aug-25	17-Jan-22	MERAK
16	WIPER	DENNY PERMANSYAH	M	02-Jun-79	INDONESIA	F 077417	24-Jan-23	C 4294859	03-Jul-24	23-Dec-21	MERAK
17	ORDINARY SEAMAN	BRANDI H	M	28-May-00	INDONESIA	F 137847	09-Aug-23	C 8882414	28-Jan-27	16-Aug-27	MERAK
18	COOK	ALFISTUS SUBHANTORO	M	23-Jul-99	INDONESIA	F 203804	01-Mar-24	C 8510013	08-Feb-27	16-Feb-22	MERAK
19	MESS BOY	RIAN HEDAYAT	M	17-Nov-08	INDONESIA	H 856059	13-Jul-25	E 0452418	23-Aug-27	01-Nov-22	TUBAN
20	DECK CADET	MUHAMMAD AGAM PADHEL	M	03-Nov-08	INDONESIA	G 066896	07-Apr-22	C 9399988	13-Jul-27	09-Nov-22	TUBAN
21	ENGINE CADET	KARWANA	M	12-Jul-00	INDONESIA	G 081513	29-Aug-24	C 8078658	01-Sep-26	16-Aug-22	MERAK
		CAPT. SOELASMONO									
Date		Master, Authorised Agent / Officer's Name 12-Nov-22				Master / Officer's Signature					