

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



MAKALAH

**PERAWATAN SISTEM BAHAN BAKAR UNTUK
KELANCARAN PENGOPERASIAN MESIN INDUK
DI KAPAL CS. DNEX PACIFIC LINK**

Oleh :

BASOLOLO SYAHRUDDIN ZAINAL

NIS. 01961/T-I

PROGRAM PENDIDIKAN DIKLAT PELAUT - 1

JAKARTA

2023

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



MAKALAH

**PERAWATAN SISTEM BAHAN BAKAR UNTUK
KELANCARAN PENGOPERASIAN MESIN INDUK
DI KAPAL CS. DNEX PACIFIC LINK**

**Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan
Untuk Menyelesaikan Program ATT - I**

Oleh :

BASOLOLO SYAHRUDDIN ZAINAL

NIS. 01961/T-I

PROGRAM PENDIDIKAN DIKLAT PELAUT - 1

JAKARTA

2023

KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
BADAN PENGEMBANGAN SDM PERHUBUNGAN
SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN



TANDA PERSETUJUAN MAKALAH

Nama : BASOLOLO SYAHRUDDIN ZAINAL
No. Induk Siwa : 01961/T-I
Program Pendidikan : DIKLAT PELAUT - I
Jurusan : TEKNIKA
Judul : PERAWATAN SISTEM BAHAN BAKAR UNTUK
KELANCARAN PENGOPERASIAN MESIN INDUK DI
KAPAL CS. DNEX PACIFIC LINK

Pembimbing I,

Jakarta, Agustus 2023
Pembimbing II,

Dr. Bambang Sumali, M.Sc
Pembina Tk. I (IV/b)
NIP. 19601105 198503 1 001

Winarto Edi Purnama, M.M.
Pembina (IV/a)
NIP. 19660726 199808 1 001

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknika

Dr. 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 : BASOLOLO SYAHRUDDIN ZAINAL
No. Induk Siwa : 01961/T-I
Program Pendidikan : DIKLAT PELAUT - I
Jurusan : TEKNIKA
Judul : PERAWATAN SISTEM BAHAN BAKAR UNTUK
KELANCARAN PENGOPERASIAN MESIN INDUK DI
KAPAL CS. DNEX PACIFIC LINK

Penguji I

Dr. Capt. Erwin Ferry Manurung, M.M.Tr.

Pembina (IV/a)
NIP. 19730708 200502 1 001

Penguji II

Dedek Tri Mardianta, M.Pd

Dosen STIP Jakarta

Penguji III

Drs. Bambang Sumali, M.Sc

Pembina Tk. I (IV/b)
NIP. 19601105 198503 1 001

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknika

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

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

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkah dan rahmat serta karunia-nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan makalah ini dengan juuu :

“PERAWATAN SISTEM BAHAN BAKAR UNTUK KELANCARAN PENGOPERASIAN MESIN INDUK DI KAPAL CS. DNEX PACIFIC LINK”

Makalah ini diajukan dalam rangka melengkapi tugas dan untuk memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan program pendidikan Ahli Teknik Tingkat - I (ATT -I).

Dalam rangka pembuatan atau penulisan makalah ini, penulis sepenuhnya merasa bahwa masih banyak kekurangan baik dalam teknik penulisan makalah maupun kualitas materi yang disajikan. Untuk itu saran dan kritik yang bersifat membangun sangat penulis harapkan.

Dalam penyusunan makalah ini juga tidak lepas dari keterlibatan banyak pihak yang telah membantu, sehingga dalam kesempatan ini pula penulis mengucapkan rasa terima kasih yang terhormat :

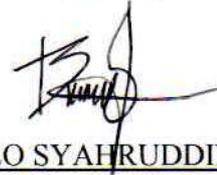
1. H. Ahmad Wahid, S.T.,M.T.,M.Mar.E, selaku Kepala Sekolah tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta.
2. Capt. Suhartini, S.SiT.,M.M.,M.MTr, selaku Kepala Divisi Pengembangan Usaha Sekolah tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta.
3. Bapak Dr. Markus Yando, S.SiT.,M.M, selaku Ketua Jurusan Teknik Sekolah tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta.
4. Dr. Bambang Sumali, M.Sc, selaku dosen pembimbing I yang telah meluangkan waktu untuk memberikan saran dan pikirannya mengarahkan penulis pada sistematika materi yang baik dan benar
5. Bapak Winarto Edi Purnama, M.M.,, selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan waktunya untuk membimbing proses penulisan makalah ini
6. Seluruh Dosen dan staf pengajar Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta yang telah memberikan bantuan dan dorongan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan tugas makalah ini.

7. Seluruh rekan-rekan yang ikut memberikan sumbangsih pikiran dan saran
8. Orang Tua, istri saya yang telah memberikan dukungan motivasi selama penyusunan makalah ini.

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

Jakarta, 31 Agustus 2023

Penulis,



BASOLOLO SYAHRUDDIN ZAINAL

NIS. 01961/T-I

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
TANDA PERSETUJUAN MAKALAH	ii
TANDA PENGESAHAN MAKALAH	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
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	5
F. Sistematika Penulisan	5
BAB II LANDASAN TEORI	
A. Tinjauan Pustaka	7
B. Kerangka Pemikiran	16
BAB III ANALISIS DAN PEMBAHASAN	
A. Deskripsi Data	21
B. Analisis Data	23
C. Pemecahan Masalah	26
BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN	
A. Kesimpulan	39
B. Saran	39
DAFTAR PUSTAKA	41
LAMPIRAN	
DAFTAR ISTILAH	

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Piping Diagram sistem bahan bakar	8
Gambar 2.2 Bagian-bagian Injector	10
Gambar 3.1 Kondisi injector yang rusak	17
Gambar 3.2 kondisi filter bahan bakar yang kotor dan bersih.....	18
Gambar 3.3 <i>Pressure Spring</i>	19
Gambar 3.4 <i>Retaining Nut</i>	19

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 kapal CS. DNeX Pacific Link sebagai *Second Engineer*, terjadi tekanan *absolute* udara pada ruang bilas turun dari 1.1 kg/cm² menjadi 0,7 kg/cm², 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 DI KAPAL CS. DNeX PACIFIC LINK”**.

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 kapal CS. DNeX Pacific Link. Berdasarkan uraian identifikasi masalah di atas, maka penulis membatasi pembahasan makalah ini berdasarkan pada pengalaman penulis selama bekerja di kapal CS. DNeX Pacific Link, yaitu membahas tentang :

- a. Pengabut tidak berfungsi maksimal (tekanannya turun)
- b. Bahan bakar yang digunakan kurang bagus menyebabkan 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 kurang bagus menyebabkan banyak mengandung kotoran *endapan lumpur*?

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 kurang bagus menyebabkan 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 dalam melaksanakan pekerjaan di atas kapal dan menganalisa berdasarkan teori-teori yang relevan berdasarkan penelitian secara langsung perlu diperhatikan masalah yang akan diteliti oleh penulis selama melaksanakan pekerjaan di atas kapal.

b. Dokumentasi

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

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 relevan dengan apa yang penulis bahas dalam makalah, di dalam buku tentang mesin induk yang terkandung hal yang berkaitan dengan alat pengabut yang akan dibahas dalam makalah ini

E. WAKTU DAN TEMPAT PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan saat penulis bekerja sebagai *Second Engineer* sejak tanggal 09 Maret 2021 sampai dengan 29 Mei 2023 di atas kapal CS. DNeX Pacific Link dengan alur pelayaran PT. Dagang Samudera Utama / Internasional.

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 kapal CS. DNeX Pacific Link. 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 CS. DNeX Pacific Link diantaranya adalah sebagai berikut :

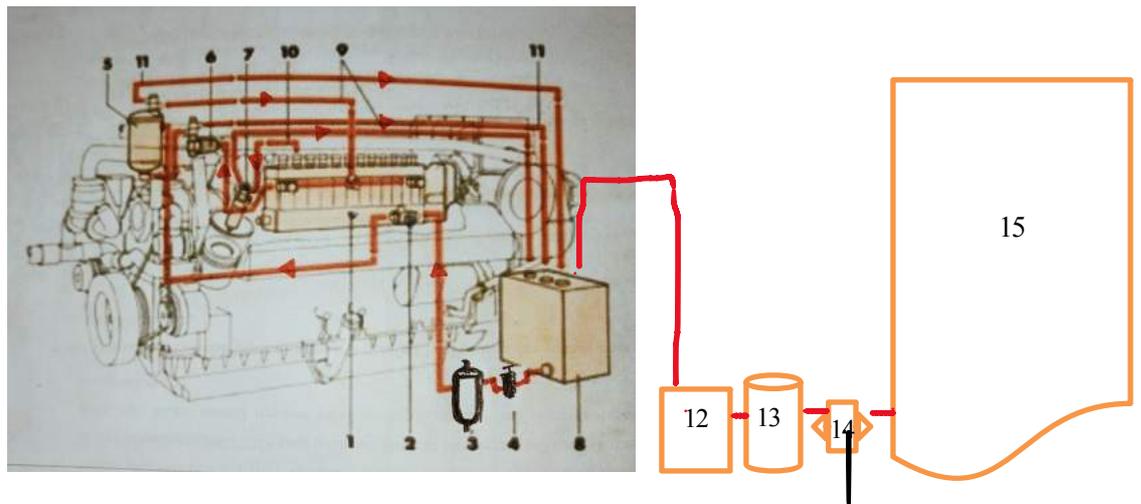
1. Sistem Bahan Bakar

a. Definisi Sistem Bahan Bakar

Menurut Sukoco dan Zainal Arifin (2018). dalam buku yang berjudul “Teknologi Motor Diesel”, 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 menggabutkan bahan bakar minyak menjadi kabut (spray).

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 disebut *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.



Gambar 2.1 *Piping* Diagram sistem bahan bakar

Keterangan diagamam system bahan bakar:

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

Bahan bakar kemudian didorong ke mesin induk melalui *flow meter*, dan perlu dipastikan kapasitas *circulating pump* melebihi jumlah yang dibutuhkan oleh mesin induk, sehingga kelebihan bahan bakar yang

disupply akan kembali ke *service tank* melalui *venting box* dan *de-aerating valve* yang mana pada *valve* tersebut akan melepas gas dan membiarkan bahan bakar masuk kembali ke pipa *circulating pump*.

b. Peralatan Penunjang Sistem Bahan Bakar

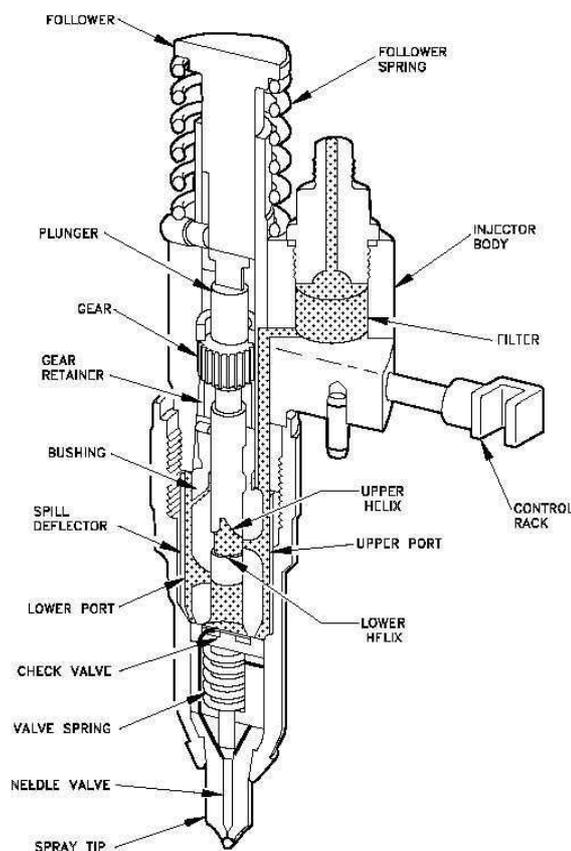
Menurut Nurdin Harahap (2005:38) bahwa pada sistem bahan bakar dari mesin ada beberapa peralatan yang mendukung sistem tersebut diantaranya:

- 1) *Storage tank/bunker* (tangki penyimpanan) yaitu tangki penyimpan utama dari keseluruhan bahan bakar yang dibutuhkan untuk kelancaran pengoperasian kapal.
- 2) *Filter fuel oil transfer pump* yaitu alat yang berfungsi menyaring kotoran yang tercampur dalam bahan bakar
- 3) *Settling tank*, merupakan tangki yang digunakan untuk memanaskan, mengendapkan kotoran dan air dari bahan bakar yang telah dipindahkan oleh *Fuel oil transfer pump* dari tangki penyimpanan utama (*storage tank*).
- 4) *Fuel oil transfer pump* yaitu pompa yang digunakan adalah *gear pump* yang berfungsi untuk mengalirkan atau memindahkan bahan bakar dari *storage tank* ke *settling tank* untuk diendapkan
- 5) *Heater* yaitu pemanas bahan bakar, sehingga dapat menjaga viscositas bahan bakar yang diinginkan sesuai spesifikasi.
- 6) *Purifier* adalah pesawat bantu yang berfungsi memisahkan bahan bakar dari kotoran benda padat dan kotoran cair.
- 7) *Service tank* yaitu tangki yang berfungsi untuk mensuplai bahan bakar ke engine. Pada tangki ini dilengkapi dengan Pemanas. Pemanas ini bertujuan agar viscositasnya tetap terjaga.
- 8) *Fuel oil circulating pump* dan *fuel oil supply pump sistem* yaitu sistem ini bertugas untuk mensuplai bahan bakar ke *fuel pump*.
- 9) *Fuel Oil Injection Pump* yaitu alat yang berfungsi mensuplai bahan bakar kedalam ruang pembakaran melalui *injector* yang berada pada

cylinder head dengan tekanan tinggi, menentukan timing penyemprotan dan jumlah bahan bakar yang disemprotkan.

- 10) *Injector* pada sebuah motor diesel, diperlukan suatu proses pencampuran bahan bakar dengan udara bertekanan tinggi dalam waktu yang sangat cepat sekali. Singkatnya waktu proses pencampuran maka diperlukan suatu pengabut yang mampu mengubah bahan bakar menjadi kabut yang sangat halus sekali ke dalam ruang pembakaran dengan kecepatan yang sangat tinggi.

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.



Gambar 2.2 Bagian-bagian Injector

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.

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 *homogentitas* campuran udara dan bahan bakar. *Homogentitas* 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.

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. Pembakaran Yang Sempurna

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

- 1) Perbandingan bahan bakar dengan udara seimbang, dimana 1 kg bahan bakar membutuhkan 15 kg faktor udara.
- 2) Bahan bakar harus berbentuk kabut, sehingga kinerja alat pengabut bahan bakar harus optimal.
- 3) Pencampuran kabut bahan bakar dengan udara harus merata/senyawa.
- 4) Tekanan pengabutan bahan bakar yang cukup tinggi untuk di kabutkan ke dalam ruang kompresi.
- 5) Mutu bahan bakar yang di gunakan bermutu baik, yaitu seimbang antara unsur $\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2$.
- 6) 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.

2. Pengoperasian Mesin Induk

Menurut Jusak Johan Handoyo (2017:35) mesin penggerak utama dalam arti luas adalah seluruh unit dalam satu kesatuan yang ditujukan untuk menggerakkan kapal selalu dalam kondisi laik laut sehingga kapal dapat dioperasikan untuk pengangkutan laut dengan kemampuan baik dan normal. Mesin diesel 2 tak yaitu mesin pembakaran dalam satu siklus pembakaran terjadi dua langkah *piston*.

Berbicara tentang komponen mesin diesel (bagian-bagian mesin diesel) merupakan suatu pemahaman dari bagian yang berguna untuk pemahaman sepenuhnya dari seluruh mesin diesel. Setiap bagian atau unit mempunyai fungsi masing-masing yang harus dilakukan dan bekerja sama dengan bagian yang lain membentuk mesin diesel.

Secara garis besar bagian-bagian mesin diesel adalah sebagai berikut :

a. Silinder (*Cylinder*)

Jantung mesin diesel adalah silindernya, yaitu tempat bahan bakar dibakar dan daya ditimbulkan. Bagian dalam silinder mesin diesel dibentuk dengan lapisan (*liner*) atau selongsong (*sleeve*). Diameter dalam silinder disebut lubang (*bore*)

b. Kepala silinder (*cylinder head*)

Menutup satu ujung silinder dan sering berisikan katup tempat udara dan bahan bakar diisikan dan gas buang dikeluarkan.

c. Torak (*piston*)

Ujung lain dari ruang kerja silinder ditutup oleh torak yang meneruskan kepada poros daya yang ditimbulkan oleh pembakaran bahan bakar. Cincin torak (*piston ring*) mesin diesel yang dilumasi dengan minyak mesin menghasilkan *seal* rapat gas antara torak dan lapisan silinder. Jarak perjalanan torak dari ujung silinder ke ujung yang lain disebut langkah (*stroke*).

d. Batang Engkol (*Connecting rod*)

Satu ujung, yang disebut ujung kecil dari batang engkol, dipasangkan kepada pena pergelangan (*wrist pin*) atau pena tora (*piston pin*) yang terletak didalam torak. Ujung yang lain atau ujung besar mempunyai bantalan untuk pen engkol. Batang engkol mengubah dan meneruskan gerak ulak-alik (*reciprocating*) dari torak menjadi putaran kontinu pena engkol selama langkah kerja dan sebaliknya selama langkah yang lain.

e. Poros engkol (*crankshaft*)

Poros engkol berputar dibawah aksi torak melalui batang engkol dan pena engkol yang terletak diantara pipi engkol (*crankweb*), dan meneruskan daya dari torak kepada poros yang digerakkan. Bagian dari poros engkol yang didukung oleh bantalan utama dan berputar didalamnya di sebut tap (*journal*).

f. Roda Gila (*Flywheel*)

Dengan berat yang cukup dikuncikan kepada poros engkol dan menyimpan energi kinetik selama langkah daya dan mengembalikannya selama langkah yang lain. Roda gila membantu menstart mesin dan juga bertugas membuat putaran poros engkol kira-kira seragam.

g. Poros Nok (*Camshaft*)

Yang digerakkan oleh poros engkol oleh penggerak rantai atau oleh roda gigi pengatur waktu mengoperasikan katup pemasukan dan katup buang melalui nok, pengikut nok, batang dorong dan lengan ayun. Pegas katup berfungsi menutup katup.

h. Karter (*crankcase*) mesin diesel

Berfungsi menyatukan silinder, torak dan poros engkol, melindungi semua bagian yang bergerak dan bantalanya dan merupakan *reservoir* bagi minyak pelumas. Disebut sebuah blok silinder kalau lapisan silinder disisipkan didalamnya. Bagian bawah dari karter disebut plat landasan.

i. Sistem Bahan Bakar

Bahan bakar dimasukkan ke dalam ruang bakar oleh sistem injeksi yang terdiri atas saluran bahan bakar, dan injektor yang juga disebut *nozlle* injeksi bahan bakar atau *nozlle* semprot.

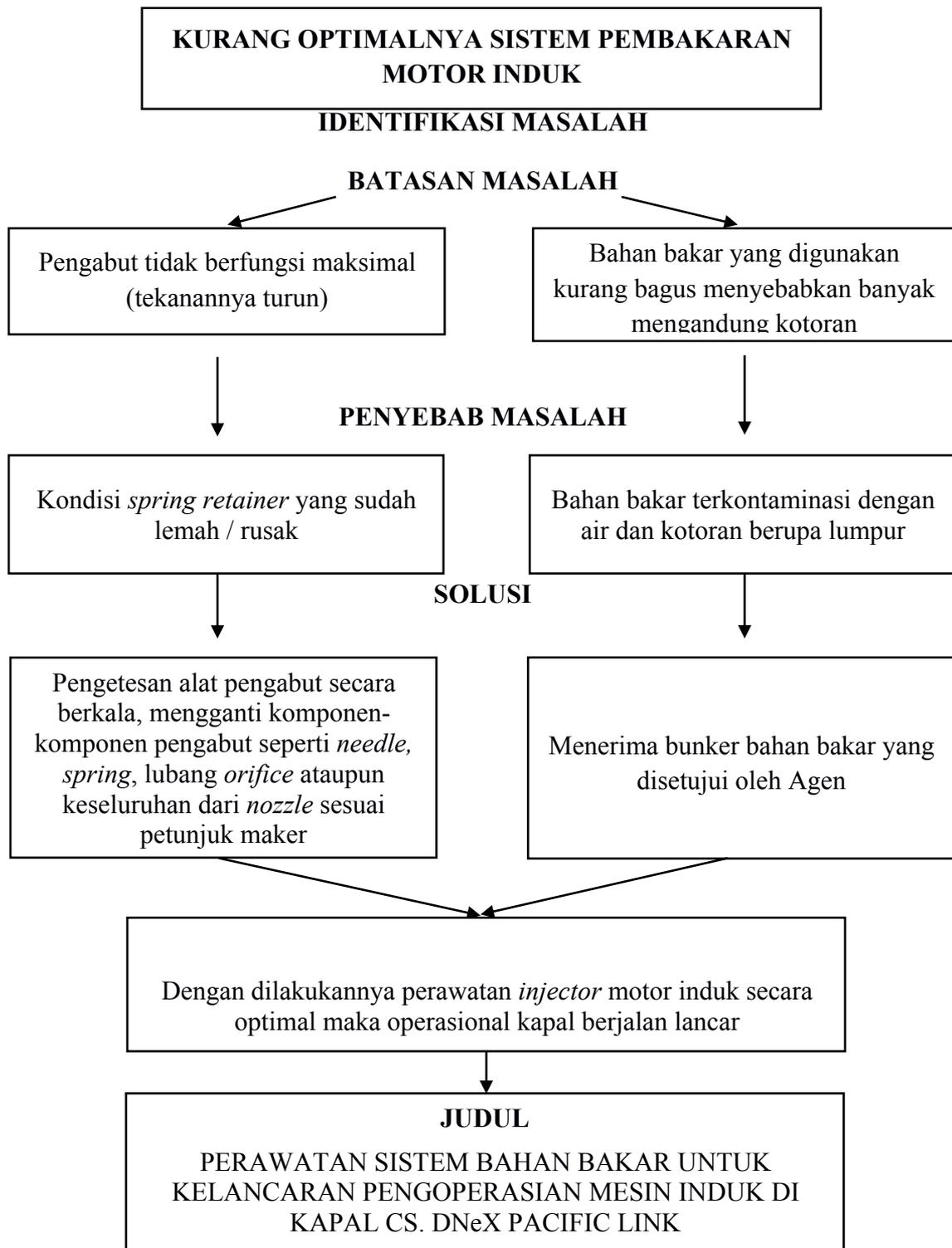
Menurut George R. Terry (2013:32) mendefinisikan bahwa kelancaran operasional adalah suatu proses yang secara berkesinambungan dan efektif menggunakan fungsi-fungsi manajemen untuk mengitergrasikan berbagai sumber daya secara efektif dalam rangka mencapai tujuan”. Manajemen adalah suatu pemilahan proses perencanaan, pengorganisasian dan pengawasan dengan memanfaatkan baik ilmu maupun seni untuk mencapai tujuan yang telah di tetapkan sebelumnya.

Sedangkan menurut Fogarty, Hoffman dan Stonebroker (2011:1) mengungkapkan operasional adalah suatu kegiatan yang bertujuan untuk melaksanakan kegiatan atau pelaksanaan dari adanya sebuah perintah kerja atau adanya suatu sistem atau adanya suatu keputusan. Dapat dikatakan bahwa operasional adalah suatu pelaksanaan kegiatan”. Kelancaran operasional adalah suatu proses pelaksanaan kegiatan kerja atas dasar adanya suatu perencanaan, pengorganisasian, dan adanya pengawasan dan terstruktur.

Kelancaran operasional kapal adalah manajemen yang diterapkan dalam lingkungan kapal atau pelabuhan. Tetapi kelancaran operasional kapal juga harus diterapkan untuk kegiatan kerja ABK ataupun pada program-program lain yang pekerjaannya bergerak dibidang dan dalam pelabuhan.

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 CS. DNeX Pacific Link diantaranya adalah:

1. Pengabut Tidak Berfungsi Maksimal (Tekanannya Turun)

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/cm² (tekanan normalnya 280 kg/cm²), sehingga bahan bakar yang dikabutkan menetes dan menimbulkan kerak/karbon pada ujung pengabut meyebabkan buntu pada 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. Bahan Bakar Yang Digunakan Kurang Bagus Menyebabkan Banyak Mengandung Kotoran

Pada tanggal 13 Maret 2022, 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 berupa endapan lumpur 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. 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 3.3 *Pressure Spring*



Gambar 3.4 *Retaining Nut*

Untuk mendapatkan tekanan yang diinginkan dari pengabut bahan bakar, komponen pengabut harus dalam kondisi baik. Namun fakta yang terjadi di kapal CS. DNeX Pacific Link, 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.

b. Kurangnya Perawatan pada Pengabut Bahan Bakar

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.

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.

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 molekul 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 rumah injector 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 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.

2. Bahan Bakar Yang Digunakan Kurang Bagus Menyebabkan 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 endapan lumpur 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 lumpur 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 tertutupi 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 lumpur yang terkandung dibahan 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 jalan mengabutkan 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) Pengetesan Alat Pengabut Secara Berkala

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 (MGO) 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/Agen*.

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 dudukannya atau batang *nozzlenya*. Pada lubang-lubang *Oriifice Nozzle* dibersihkan menggunakan sikat baja yang halus sesuai dengan ukurannya. Bersihkan timbunan arang pada mulut dan lubang-lubang *nozzle* yang mungkin menempel dan mengeras. Kalau masih terlihat bagus jarum *nozzle-nya* agar di *grinding* /di *lapping* menggunakan braso.
- (3) Perakitan kembali setelah proses pembersihan *nozzle* selesai, maka proses berikutnya adalah merakit kembali dengan pemeriksaan ulang terhadap komponen yang dirakit (misalnya jarum *nozzle*, badan *nozzle*).

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, di lapping atau 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 Kurang Bagus Menyebabkan Banyak Mengandung Kotoran**

Alternatif pemecahan masalahnya adalah :

1) **Menerima bunker bahan bakar yg disetujui oleh agen**

Sebelum bahan bakar diterima, sebaiknya masinis yang bertugas harus memperhatikan dan mengikuti prosedur *bunker* yang benar sesuai dengan petunjuk yang telah dikeluarkan oleh perusahaan seperti dibawah ini :

- a) Kepala kamar mesin menginformasikan kepada nahkoda untuk permintaan bahan bakar, jenis bahan bakar, jumlah yang akan diminta dan sisa bahan bakar di kapal dan nahkoda kirim ke perusahaan.

- b) Perusahaan akan memberikan balasan kepada kapal mengenai *bunker* yang akan diterima, tanggal, tempat dan jumlahnya.
- c) Nahkoda akan memberitahukan kepada kepala kamar mesin dan semua perwira mesin bahwa akan ada *bunker*, dapat ditulis juga di papan informasi.
- d) Setelah Kapal *Bunker* datang untuk menyupply bahan bakar maka *Safety checklist* diisi sesuai dengan prosedur, selanjutnya :
 - (1) Mengisi *bunker checklist*, dan *bunker plan* dan ditanda tangani oleh KKM.
 - (2) Persiapkan *bunker equipment* dan siapkan peralatan pencegahan polusi untuk menghindari tumpahan minyak ke laut jika terjadi tumpahan minyak di atas deck kapal serta radio *VHF (Very High Frequency)* untuk komunikasi ke kapal penyuply dan komunikasi di atas kapal.
 - (3) Pengecekan / *sounding* / kalibrasi jumlah bahan bakar terhadap kapal yang memberikan *bunker* yang dilakukan oleh masinis yang bertugas beserta surveyor yang telah ditunjuk perusahaan.
 - (4) Pengecekan jenis dan suhu bahan bakar yang akan diterima. Selang *bunker* harus diperhatikan dan dicek ulang untuk memastikan bahwa ikatannya sudah kuat.
 - (5) Periksa perlengkapan sample bahan bakar dan pastikan bahwa botol sample kosong dan bersih.
 - (6) Lakukan penyegelan terhadap botol sample dan catat nomor seal.
 - (7) Buka *valve* utama pada *bunker line* dan kran pengisian terhadap tangki-tangki yang akan di isi, Jika sudah siap minta kepada pemasok untuk memulai pemompaan secara

perlahan-lahan.

- (8) Lakukan kembali pengecekan terhadap *bunker conection* dan *bunker line* untuk mengecek kebocoran.
- (9) Pastikan sample botol terisi secara terus menerus sampai *bunker* selesai.
- (10) Setelah pemompaan selesai lakukan penyondingan dan kalibrasi bahan bakar dari setiap tangki yang diisi, jika jumlah bahan bakar sesuai dengan permintaan maka *bunker* selesai.
- (11) Mintalah bukti penerimaan *bunker* dari pihak pemasok yang ditanda tangani oleh pihak-pihak yang terkait.
- (12) Tutup kembali kran-kran yang dibuka saat menerima *Bunker*.
- (13) Botol sample dikirim ke laboratorium untuk di analisis, dan botol lainnya disimpan pada tempat yang sudah ditentukan sebagai bukti jenis minyak yang diterima.
- (14) Catat dalam *oil record book*, tanggal tempat dan banyaknya minyak yang diterima dan identitas tangki yang diisi.

2) Mengoptimalkan Pengoperasian *FO Purifier* untuk Memisahkan Kotoran lumpur dari Bahan Bakar

Bahan bakar yang terkontaminasi dengan air dapat mengganggu kelancaran *supply* bahan bakar ke mesin induk, oleh karena itu perlu adanya perawatan terencana seperti memasukkan dalam daftar *docking list* untuk diadakan pencucian tangki saat kapal di atas *dock*. Para masinis jaga harus sesering mungkin melakukan penceratan (drain) *settling tank* dan *service tank* untuk meminimalkan kotoran lumpur dan air yang tercampur dengan bahan bakar di dalamnya.

Dengan demikian suplai bahan bakar ke mesin induk lancar sehingga mesin induk bekerja optimal.

Selain itu, untuk memisahkan bahan bakar dari air dapat dilakukan dengan menggunakan *FO Purifier*. *Purifier* ini berfungsi sebagai alat pembersih bahan bakar dari kotoran dan air, sehingga dapat dihasilkan bahan bakar yang baik dan bermutu untuk pembakaran pada *cylinder* mesin penggerak utama dan mesin bantu. Alat ini merupakan alat pemisah bahan bakar dengan kotoran yang dianggap paling baik dewasa ini.

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

Peran *fuel oil purifier* sangat penting untuk memisahkan bahan bakar dari kotoran sehingga mendapatkan kualitas bahan bakar yang baik. Sebagaimana diketahui bahwa *purifier* berfungsi sebagai alat pembersih bahan bakar dari kotoran dan air, sehingga dapat dihasilkan bahan bakar yang baik dan bermutu untuk pembakaran pada *cylinder*. *Fuel oil purifier* harus dioperasikan setiap pengisian bahan bakar. Dengan demikian, Masinis harus memperhatikan prosedur dalam pengoperasian *Fuel Oil Purifier* sebagai berikut :

- a) Langkah pengoperasian *purifier* sebelum dijalankan di atas kapal
 - (1) Melihat jumlah minyak pelumas pada *gear oil pump purifier* melalui sight glass.
 - (2) Membebaskan posisi rem pada sisi *purifier*.

- (3) Memeriksa kran air untuk *purifier*.
 - (4) Membuka kran-kran yang berhubungan dengan alat *purifier* dalam beroperasi.
- b) Cara pengoperasian *purifier*
- Apabila langkah-langkah pemeriksaan dan pengawasan telah dilakukan, pengoperasiannya sebagai berikut :
- (1) Menghidupkan *switch* standar alat *purifier*.
 - (2) Menekan tombol start *purifier* serta perhatikan putarannya apakah berjalan normal atau tidak.
 - (3) Setelah *purifier* berjalan normal kemudian perhatikan beban putarannya pada amper meter.
 - (4) Menghidupkan pompa roda gigi bahan bakar (pada MFO *purifier*, sedangkan MDO *purifier* pompa berada langsung pada *purifier*).
 - (5) Membuka kran air untuk *purifier*.
 - (6) Membuka kran air (*hot water cone*) sejenak dan tutup kembali, kemudian melakukan langkah pembersihan (*sludge*) dan memperhatikan bunyi dari *purifier* tersebut. Ulangi sampai 3 (tiga) kali.
 - (7) Setelah semua dianggap telah berjalan normal, Masinisi membuka kran minyak tekan bahan bakar dengan cara mengatur katup *by pass* dan kran yang menuju tangki harian harus selalu dalam keadaan terbuka.
- c) Setelah *purifier* berjalan normal maka masinisi harus melakukan langkah-langkah sebagai berikut :
- (1) Memperhatikan lubang tempat keluarnya kotoran dan air, apabila minyak yang keluar dari lubang pengeluaran jika ada berarti

purifier tidak berjalan dengan normal dan matikan namun apabila air dan kotoran berarti *purifier* berjalan normal.

- (2) Mengamati tekanan pada amperemeter dari motor.
- (3) Mengamati kondisi air tangki pengisian.
- (4) Mengamati tekanan aliran bahan bakar ketangki harian.
- (5) Mengatur *FO fuel analysis*, agar kekentalan minyak sesuai dengan yang diharapkan.

2. Evaluasi Terhadap Alternatif Pemecahan Masalah

a. Pengabut Tidak Berfungsi Maksimal (Tekanannya Turun)

Evaluasi pemecahan masalahnya adalah :

1) Pengetesan Alat Pengabut Secara Berkala

Keuntungan:

- a) Pengetesan berkala memungkinkan identifikasi dini jika tekanan pengabut turun. Ini memungkinkan tindakan perbaikan atau penyesuaian sebelum masalah menjadi lebih serius.
- b) Dengan memantau secara teratur, dapat mencegah kegagalan atau penghentian fungsi alat pengabut secara mendadak. Ini dapat mengurangi gangguan operasional yang tidak terduga.
- c) Pengetesan berkala memungkinkan pemeliharaan yang terencana dan terjadwal. Ini membantu menghindari perbaikan mendesak dan biaya yang tinggi akibat kegagalan alat.
- d) Dengan menjaga alat pengabut dalam kondisi optimal, dapat memastikan bahwa tekanan dan fungsi kerja tetap sesuai dengan spesifikasi. Ini memungkinkan kinerja pengabut yang maksimal.

Kerugian:

- a) Pengetesan berkala memerlukan biaya untuk peralatan pengetesan dan waktu personel. Biaya ini termasuk dalam anggaran operasional yang ada.
- b) Selama proses pengetesan, pengabut mungkin harus dinonaktifkan sementara. Ini dapat mengganggu operasi normal dan mempengaruhi produktivitas.
- c) Keefektifan pengetesan bergantung pada seberapa konsisten dan teratur pengetesan dilakukan. Jika pengetesan terabaikan, masalah mungkin terjadi tanpa terdeteksi.

2) Melakukan Penggantian *Spring Retainer* yang *Genuine Part*

Keuntungan:

- a) Penggantian *spring retainer* adalah tindakan langsung yang bisa mengatasi masalah secara spesifik. Jika *spring retainer* rusak, menggantinya dengan suku cadang asli bisa memperbaiki masalah.
- b) Menggunakan suku cadang asli atau genuine part menjamin kualitas dan keandalan. Masinis dapat yakin bahwa suku cadang tersebut sesuai dengan spesifikasi alat.
- c) Penggantian *spring retainer* umumnya merupakan tindakan yang relatif cepat dan dapat mengembalikan alat pengabut ke fungsi normal.

Kerugian:

- a) Suku cadang asli mungkin memiliki biaya yang lebih tinggi dibandingkan dengan opsi suku cadang aftermarket. Ini dapat mempengaruhi anggaran perbaikan.
- b) Penggantian *spring retainer* hanya akan efektif jika masalah sebenarnya terkait dengan komponen tersebut. Jika masalah lebih

kompleks, tindakan ini mungkin tidak akan mengatasi akar masalah.

b. Bahan bakar yg di gunakan kurang bagus menyebabkan banyak mengandung kotoran

Evaluasi pemecahan masalahnya adalah :

1) Menerima bunker bahan bakar yang disetujui oleh agen

Keuntungannya :

Kualitas bahan bakar yang diterima di atas kapal lebih baik, tidak banyak mengandung kotoran lumpur maupun air.

Kerugiannya :

Memerlukan pemahaman dan pengawasan dari perwira

2) Mengoptimalkan Pengoperasian *FO Purifier* untuk Memisahkan Kotoran dari Bahan Bakar

Keuntungan:

a) Pengoperasian *FO purifier* yang optimal dapat membantu memisahkan kotoran lumpur, air, dan partikel lain dari bahan bakar. Ini akan meningkatkan kebersihan bahan bakar dan mengurangi risiko kerusakan pada mesin.

b) Bahan bakar yang lebih bersih dan bebas dari kotoran akan membantu meningkatkan efisiensi pembakaran di mesin. Ini dapat menghasilkan kinerja yang lebih baik dan penggunaan bahan bakar yang lebih efisien.

c) Bahan bakar yang lebih bersih dan efisien akan menghasilkan emisi pencemaran yang lebih rendah. Ini dapat membantu

perusahaan memenuhi target keberlanjutan lingkungan dan mengurangi dampak lingkungan.

Kerugian:

- a) Mengoptimalkan pengoperasian *FO purifier* mungkin memerlukan biaya tambahan untuk pelatihan personel, pemeliharaan peralatan, dan suku cadang. Biaya ini harus diperhitungkan dalam anggaran.
- b) Pengoperasian *FO purifier* yang optimal memerlukan pengetahuan teknis dan pemahaman tentang cara kerja peralatan tersebut. Jika personel tidak terlatih dengan baik, hasil operasional mungkin tidak sesuai harapan.
- c) Pengoperasian *FO purifier* mungkin memerlukan penghentian sementara atau penyesuaian dalam operasi rutin. Ini dapat mengganggu jadwal operasional kapal.
- d) Kinerja *FO purifier* sangat tergantung pada teknologi dan peralatan. Jika terjadi masalah dengan peralatan, ini dapat mempengaruhi proses pemisahan dan kualitas 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 *injetcor*, dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut :

a. Pengabut Tidak Berfungsi Maksimal (Tekanannya Turun)

Berdasarkan evaluasi terhadap alternatif pemecahan masalah di atas, maka solusi yang dipilih yaitu pengetesan alat pengabut secara berkala, mengganti komponen-komponen pengabut seperti *spring* ataupun keseluruhan dari *nozzle* sesuai petunjuk maker.

b. Bahan bakar yang digunakan banyak mengandung kotoran

Berdasarkan evaluasi terhadap alternatif pemecahan masalah diatas, maka solusi yang dipilih yaitu menerima bunker bahan bakar yang disetujui oleh agen perusahaan.

BAB IV

KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

Setelah penulis menguraikan beberapa hal yang berkaitan dengan perawatan *injector* motor induk di kapal CS. DNeX Pacific Link, penyebabnya dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Kondisi *spring retainer* yang sudah lemah / rusak disebabkan kondisi *spring retainer* yang sudah lemah / rusak. Untuk itu Masinis 1 tetap melakukan perawatan *injector* dengan baik dan benar (sesuai buku *manual book* motor induk) dengan cara memperhatikan tekanan pengabut agar tenaga yang dihasilkan pengabut optimal serta melakukan penggantian *spring retainer* yang sudah aus atau rusak dengan yang baru.
2. Bahan bakar yang digunakan banyak mengandung kotoran endapan lumpur disebabkan bahan bakar yang terkontaminasi dengan air dan kotoran lumpur. Untuk itu, Masinis 1 harus mendukung dan memperhatikan kerja dari Masinis 4 dalam mempertahankan kerja *fuel oil purifier* dengan cara rutin membersihkan komponen-komponen *separator fuel oil* setiap 2 minggu sekali.

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. Hendaknya melakukan pengetesan alat pengabut secara berkala, mengganti komponen-komponen pengabut seperti *needle*, *spring*, lubang *orifice* ataupun keseluruhan dari *nozzle* sesuai petunjuk maker.

2. Seharusnya menerima bunker bahan bakar yang disetujui oleh agen perusahaan dan mengoptimalkan pengoperasian *FO Purifier* untuk memisahkan kotoran dari bahan bakar sehingga dapat meningkatkan kebersihan bahan bakar dan mengurangi risiko kerusakan pada mesin.

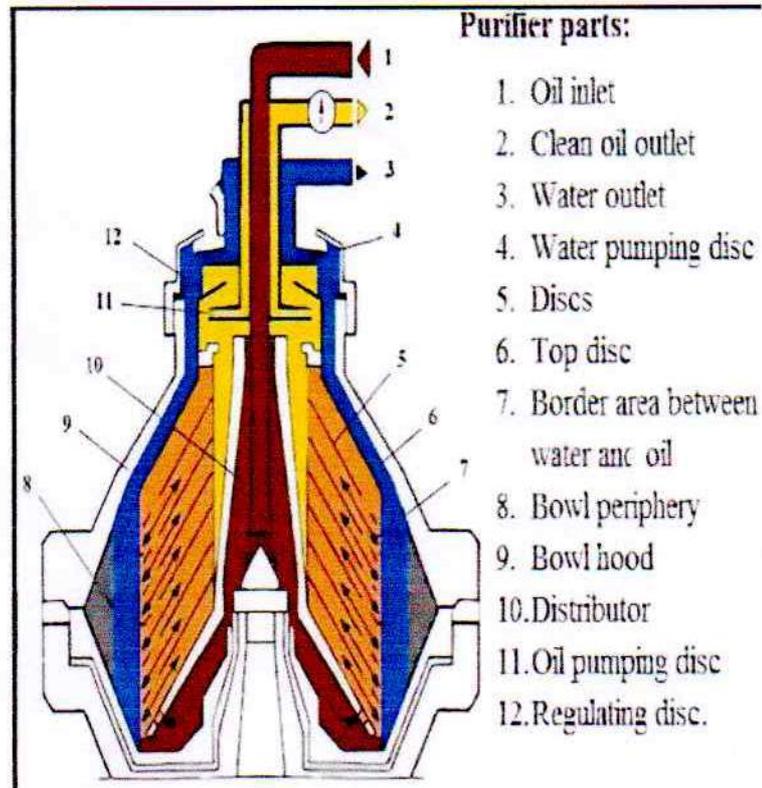
DAFTAR PUSTAKA

- 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*

Lampiran 1: Pembersihan *fuel oil purifier* untuk mengoptimalkan pengoprasian *purifier*



Lampiran 2: Gambar cara kerja/Bagian dalam *fuel oil purifier*



SHIP PARTICULAR



General Particulars

Name of the Ship:	DNEX PACIFIC LINK
Call Sign:	YCYW2
MMSI Number:	525900077
IMO Number:	9017824
BV Register Nr:	38336W
Flag:	Indonesia
Selar Sign:	GT. 7960 No. 4734/Ba.
Port of Registry:	Jakarta
Owner:	PT. DAGANG SAMUDERA HUTAMA
Classifications:	Bureau Veritas (BV)
Type of Ship:	Cable Repair / Maintenance Ship
Accommodation	58 pax
Builders:	Singmarine Dockyard & Engineering Ltd. (Singapore), 1993.
CONVERTED TO CS:	Converted by Wear Dockyard UK, 1997.
Delivery (After Conversion)	28 th January 1998

Dimension

Length Overall:	109,0 M
Length Between Perpendiculars:	99,0 M
Breadth Moulded:	20,5 M
Depth Moulded:	9,0 M
Summer Draft:	5,5 M
Draft condition load cable 2500T & FW-FO 60%	7,9 M
MAX Draft:	7,5 M
Gross Registered Tonnage:	7.960 T
Net Registered Tonnage:	2.388 T
Dead Weight Tonnage:	6.597 T

Propulsion and Power Generation

Emergency Generator:	3 x BERGEN ENGINE @1600 kW
Azimuth Thrusters:	1 x DETROIT DIESEL 16V92TA @600 kW
Bow Thrusters:	2 x ULSTEIN-LIAAEN @3.000 kW 1185 rpm
Main Propellers:	3 x ULSTEIN-LIAAEN @800 kW 1200 rpm
BT Propellers:	2 x CPP 4 BLADES WITH KORT NOZZLES
Endurance:	3 x CPP 4 BLADES TUNNEL THRUSTER
Service Speed:	Approx. 50 Days at Service Speed
	9.0 knots

Capacity and Equipment

Main Cable Tanks	2 Tanks total 2400 m ³
Internal Diameter	18 m ²
Tank Height	8,2 m (Fwd Tank) 7,8 m (Aft Tank)
Cable Tanks capacity	Approx. 5,000 km (LW)
Spare Cable Tanks	2 Tanks total 320 m ³
Internal Diameter	5 m ²
Tank Height	8,2 m (Port) 8,2 m (Starboard)
Cable Drum Engine	2 x 3.6m Diameter Electric-Hydraulic CDE with 3 pair DOHB
Linear Cable Engine	1 x 20 wheeled-pair Tyre type Electric-Hydraulic LCE
A-Frame	SWL 35 tons
Stern Sheaves	1.3 width split x 3m dia. 0.3 width x 3m dia.
DECK CRANE	SWL 3.5 tons X 1 UNIT, HYDRALIFT.

Technical and Navigational Info

Radar:	1 x JRC JMR-9230-S MARINE RADAR S-BAND 1 x JRC JMR-9225-9X MARINE RADAR X-BAND
Gyro:	3 x TOKYO KEIKI SERIES TG-8000
GPS:	2 x JRC JLR 7800 GPS NAVIGATOR
DGPS:	2 x STARFIX receivers – DP PME
Echo sounder:	1 x FURUNO SERIES FE-700
Dynamic Positioning System:	1 x Mega-Guard Dynamic Positioning System DP2 PRAXIS
HPR:	HIPAP Kongsberg
AIS:	1 x JRC JHS-183 AIS
Satellite Comm.	Inmarsat Fleet Express Ka-band

IMO CREW LIST

Name of shipping line, agent, etc. SAMUDERA AGENCIES INDONESIA		Arrival	Departure		X		Page No. 1 of 1			
Name of Ship DNEX PACIFIC LINK		Port of Departure MAKASSAR				DATE : 12.08.2023				
Nationality of Ship INDONESIA		Port from PONTIANAK		Port of destination		Owner PT. DAGANG SAMUDERA HSTAMA				
No.	Family Name as per Seaman's Book	Given Name	Rank or Rating	Nationality	Sex	Date and Place of Birth	Date and Place of joining vessel	Seaman's Book No. and Expiry Date	Passport No. and Expiry Date	
1		KAHARUDDIN	MASTER	INDONESIA	M	15 Dec 1973	MAROS	27 Mar 2023 SURABAYA	F 182641 26 Oct 2023	X 1064446 10 Aug 2026
2	MOHAMAD ARIF	GUNTORO	CHIEF OFF	INDONESIA	M	26 May 1992	JAKARTA	28 Jul 2023 MAKASSAR	G 016856 24 Sep 2025	C 7789930 04 Jun 2026
3	NANDA ADI	SANTIKA	CHIEF OFF	INDONESIA	M	05 Dec 1990	JAKARTA	04 May 2023 MAKASSAR	F 302530 25 Nov 2024	C 4937703 26 Sep 2024
4	MARTIN TAHI	BONAR	2ND OFF	INDONESIA	M	02 Jun 1990	JAKARTA	14 Jun 2023 BATAM	F 182501 25 Oct 2025	C 7159517 09 Mar 2026
5	MUHAMMAD REZKI	SATRIO	2ND OFF	INDONESIA	M	09 Aug 1997	JAKARTA	18 May 2023 BALI	F 025635 31 Mar 2024	C 8103907 02 Dec 2026
6	YOHANES BERNARD	PRADAMA	CHIEF ENG	INDONESIA	M	17 Sep 1977	JAKARTA	14 Jun 2023 BATAM	F 344268 09 Jun 2025	E2604015 04 May 2033
7	BASO LOLO SYAHARUDDIN	ZAINAL	2ND ENG	INDONESIA	M	21 Jul 1994	PAKEMPALE	18 May 2023 BALI	F 156554 24/7/2025	E 1207779 09 Jul 2032
8	ADJI NUGRAHA	PERMANA	3RD ENG	INDONESIA	M	31 Dec 1995	JAKARTA	04 May 2023 MAKASSAR	F 012441 05 Jan 2024	C 7065871 16 Aug 2026
9		ISMARYANTO	3RD ENG	INDONESIA	M	16 Mar 1988	UJUNG PANDANG	15 Jun 2023 BATAM	F 065898 10 Jul 2024	C 8998278 02 Aug 2027
10		ARIADI	ETO	INDONESIA	M	06 Jun 1974	MEDAN	28 Jul 2023 MAKASSAR	F 220149 11 Feb 2024	C 8103048 17 Nov 2026
11		SUHERMANTO	ETD	INDONESIA	M	11 Nov 1977	PAYA LOMBANG	02 May 2023 MAKASSAR	G 008608 27 Jul 2025	C 9795690 01 Aug 2027
12	MARULI	LUMBANTORING	FITTER	INDONESIA	M	11 Jun 1988	LUMBAN HARIARA	22 Jul 2023 MAKASSAR	G 043772 02 Mar 2024	C 5796692 27 Dec 2024
13		RUKMAYA	FITTER	INDONESIA	M	30 Jun 1964	BANDUNG	18 May 2023 BALI	G 043918 04 Mar 2024	C 6122885 06 Aug 2025
14	SYARIFUDIN	MAULANA	BOSUN	INDONESIA	M	09 Aug 1983	TENTENA	18 May 2023 BALI	H 031342 13 May 2025	C 7387021 23 Oct 2025
15	ROLLA REYNO	ELIA	A/B	INDONESIA	M	26 Nov 1982	SUKABUMI	14 Jun 2023 BATAM	G 106849 21 Oct 2024	E 1413646 09 Dec 2032
16		HAPI	A/B	INDONESIA	M	15 Aug 1969	BANGKALAN	08 Aug 2023 MAKASSAR	H 066562 02 Sep 2025	E 3110846 27 Jun 2033
17	IRWAN BIN	SYAMSUDDIN	A/B	INDONESIA	M	05 May 1985	KEPPE	14 Jun 2023 BATAM	F 042988 25 Jul 2024	C 6789337 18 Jun 2025
18	BASRI ZAINUDDIN	MALLA	A/B	INDONESIA	M	30 Jun 1981	KWANDANG	14 Jun 2023 BATAM	F 183870 14 Feb 2025	X 1161036 18 Jun 2026
19	DEDI	AFFANDI	A/B	INDONESIA	M	03 Mar 1976	JAKARTA	22 Jul 2023 MAKASSAR	H 068348 10 Oct 2025	C 7825317 16 Nov 2026
20		JAMALUDDIN	A/B	INDONESIA	M	12 Nov 1976	BULISU	07 Apr 2023 RIAK	I 026233 15 Feb 2026	C 3981495 10 Jun 2024
21	SAIFUL	AMRI	OILER LCE OPR	INDONESIA	M	05 Dec 1989	PARTAI GEHI	08 Aug 2023 MAKASSAR	E 138278 24 Jan 2024	E 3900214 20 Jul 2033
22	GEMA	ARYAN	OILER LCE OPR	INDONESIA	M	16 Aug 1988	BEKASI	14 Jun 2023 BATAM	F 149738 02 Apr 2024	C 5797227 02 Jan 2025
23	FRANKY	MANGIMBULUR	OILER LCE OPR	INDONESIA	M	08 Jun 1974	AERTEMBAGA	08 Aug 2023 MAKASSAR	G 043711 01 Mar 2024	C 8677212 06 Apr 2027
24	DIMAS SIDHIQ	SEPTIAWAN	OILER LCE OPR	INDONESIA	M	02 Sep 1990	WONOGIRI	14 Jun 2023 BATAM	G 016372 07 Aug 2025	E 3383771 29 May 2033
25	DE TOPAN	PRIAMA	OILER	INDONESIA	M	26 Dec 1995	BOGOR	14 Jun 2023 BATAM	G 040131 14 Dec 2025	C 7388020 13 Nov 2025
26		AMRAN	OILER	INDONESIA	M	12 Jul 1985	PAKEMPALE	22 Jul 2023 MAKASSAR	F 207742 20 Jun 2024	C 0826987 28 Sep 2026
27	RICKY RIO	PRATAMA	CHIEF COOK	INDONESIA	M	09 Sep 1986	JAKARTA	28 Jul 2023 MAKASSAR	F 056825 07 Aug 2024	C 5792252 20 Nov 2024
28	YUDI	DERMAWAN	2ND COOK	INDONESIA	M	10 Jun 1976	JAKARTA	14 Jun 2023 BATAM	H 051037 07 Jun 2026	X 2191104 05 Jun 2033
29	IFAN FAHMI	SYAHPUTRA	STEWARD	INDONESIA	M	26 Mar 1993	JAKARTA	14 Jun 2023 BATAM	F 025107 19 May 2024	E 2605480 29 May 2033
30	ASEP	SUSILO	STEWARD	INDONESIA	M	21 May 1979	SUKOHARJO	02 May 2023 MAKASSAR	I 031269 18 Apr 2026	E 2362209 15 Feb 2033
31	DANDI ELSA	PUTRA	STEWARD	INDONESIA	M	08 Feb 1998	SUMPUR KUDUS	28 Jul 2023 MAKASSAR	F 125978 22 Mar 2025	E 1060568 03 Nov 2032
32	TEDDY	FERIANSYAH	DECK CADET	INDONESIA	M	04 Feb 1999	PEKALONGAN	18 May 2023 BALI	H 074024 15 Mar 2026	E 1226626 22 Dec 2032

Total number of crew = **32** Persons
Date and Signature by Master, Authorised agent or Officer

Ship's stamp
Vessel : CS. DNEX PACIFIC LINK
Port of origin : JAKARTA
IMO : 9017824
Call Sign : YCY992
GRT : 2960
NET : 2388
BHP : 15162KW

Master


CAPT. KAHARUDDIN

IMO CREW LIST

Name of shipping line, agent, etc. SAMUDERA AGENCIES INDONESIA		Arrival	Departure		X		Page No. 1 of 1		
Name of Ship DNEX PACIFIC LINK		Port of Departure MAKASSAR				DATE : 12.08.2023			
Nationality of Ship INDONESIA		Port From PONTIANAK		Port of destination IBAR		Owner PT. DAGANG SAMUDERA HUTAMA			
No.	Family Name as per Seaman's Book	Given Name	Rank or Rating	Nationality	Sex	Date and Place of Birth	Date and Place of joining vessel	Seaman's Book No. and Expiry Date	Passport No. and Expiry Date
1	KHARISMAWAN	HIDAYAT	ETC	INDONESIA	M	13 Feb 1991 JAKARTA	15 Jul 2023 MAKASSAR	I 061697 08 Aug 2026	C 3327654 08 Apr 2024
2	ISMARYANSHAH	AMIR	DEIC	INDONESIA	M	23 Aug 1992 UJUNG PANDANG	09 Aug 2023 MAKASSAR	H 034975 27 Jul 2025	C 7310356 11 Sep 2025
3	ASEP	OKTAVIAH	DECK SUPERVISOR	INDONESIA	M	29 Oct 1977 BALIKPAPAN	27 Mar 2023 SURABAYA	F 018846 20 Oct 2024	C 7321645 23 Nov 2025
4	SUDIRMAN	SYAMSUDDIN	DECK FOREMAN	INDONESIA	M	15 Feb 1979 DUAMPANUA	25 May 2023 MAKASSAR	I 020160 13 Apr 2026	C 8318225 04 Feb 2027
5	FERRI	ISWANDI	DECK FOREMAN	INDONESIA	M	7 Mar 1968 PADANG	16 Jul 2023 MAKASSAR	F 100029 30 Jul 2025	C 8318224 04 Feb 2027
6	ANTONIO MANGAOANG	CANJA	CABLE ENGINEER JOINER	FILIPINO	M	29 Feb 1964 SAN JUAN RIZAL	14 Apr 2023 BIAK	C 1262164 01 Jun 2028	P 73659668 08 Aug 2031
7	EKO	RUSOBHARTO	CABLE ENGINEER TESTER	INDONESIA	M	03 Dec 1978 TEGAL	09 Aug 2023 MAKASSAR	G 053197 23 Feb 2024	C 6256977 27 Oct 2025
8	ANDHIKA	KUSUMADARMA	SURVEYOR	INDONESIA	M	28 Mar 1985 CINAH	05 Jun 2023 BATAM	F 125827 22 Mar 2025	X 1221576 24 Jun 2026
9	BAMBANG	SUSILO	SURVEYOR	INDONESIA	M	01 Apr 1979 JAKARTA	09 Aug 2023 MAKASSAR	H 037067 06 Jun 2025	X 1096426 25 Jun 2025
10	BELLA MELANI	PUTRI	TELKOM INFRA REPS	INDONESIA	F	08 May 1998 JAKARTA	10 Aug 2023 MAKASSAR	KTP No 3674024805980005	

Total number of crew = **10** Person

Date and Signature by Master, Authorised agent or Officer

Ship's stamp
Vessel : CS. DNEX PACIFIC LINK
Port of Registry : JAKARTA
IMO : 9017824
Call Sign : YCYW2
GRT : 7960
WT : 2388
SHIP : 15162KW

Master

CAPT. KAHARUDDIN



DAFTAR ISTILAH

- Bunker* : Pengisian bahan bakar dari stasiun bahan bakar ke atas kapal.
- Crew List* : Susunan daftar anak buah kapal.
- Cylinder* : Bagian cylinder dari mesin sebagai tempat Bergeraknya torak, dan merupakan tempat berlangsungnya pembakaran.
- Fuel Oil Purifier* : Suatu alat untuk memisahkan air dan kotoran berat pada bahan bakar minyak.
- Injector* : Alat untuk mengabutkan bahan bakar minyak, sehingga terpecah-pecah menjadi bagian yang halus sekali, akibatnya bahan bakar minyak berubah bentuknya menjadi kabut.
- Manual Book* : Buku petunjuk untuk mengoperasikan peralatan mesin yang dikeluarkan oleh pabrik pembuat
- Needle Valve* : 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
- Nozzle* : Bagian dari injektor/katup semprot untuk menempatkan lubang yang dilalui bahan bakar yang diinjeksikan kedalam silinder
- Overhaul* : Pembongkaran atau perbaikan mesin secara keseluruhan
- PMS* : Singkatan dari *Planned Maintenance System* yaitu sistim perawatan terencana, yang merupakan standarisasi perusahaan atupun 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 dudukan, 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.



PENGAJUAN SINOPSIS MAKALAH

NAMA : BASOLOLO SYAHRUDDIN ZAINAL
NIS : 01961/T-I
BIDANG KEAHLIAN : TEKNIKA
PROGRAM DIKLAT : DIKLAT PELAUT-I

Mengajukan Sinopsis Makalah sebagai berikut

A. Judul

PERAWATAN SISTEM BAHAN BAKAR UNTUK KELANCARAN PENGOPERASIAN
MESIN INDUK DI KAPAL CS. DNeX PACIFIC LINK

B. Masalah Pokok

1. Pengabut tidak berfungsi maksimal (tekanannya turun)
2. Bahan bakar yg di gunakan kurang bagus menyebabkan banyak mengandung kotoran

C. Pendekatan Pemecahan Masalah

1. Pengetesan alat pengabut secara berkala, mengganti komponen-komponen pengabut seperti *spring* ataupun keseluruhan dari *nozzle* sesuai petunjuk maker
2. Menerima bunker bahan bakar yang disetujui oleh maker

Menyetujui :

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Jakarta, Juli 2023

Penulis

Dr. Bambang Sumali, M.Sc
Pembina Tk. I (IV/b)

Winarto Edi Purnama, M.M.
Pembina (IV/a)

Basololo Syahrudin Z
NIS : 01961/T-I

NIP. 19601105 198503 1 001

NIP.19660726 199808 1 001

Kepala Divisi Pengembangan Usaha

Capt. Suhartini, MM.,MMTr
Penata TK. I (III/d)

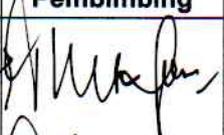
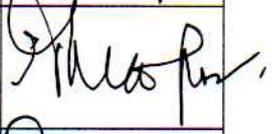
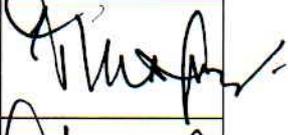
NIP. 19800307 200502 2 002

SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN
DIVISI PENGEMBANGAN USAHA
PROGRAM DIKLAT PELAUT - I

Judul Makalah : PERAWATAN SISTEM BAHAN BAKAR UNTUK IELANCARAN
PENGOPERASIAN MESIN INDUK DI KAPAL
CS. DHEX PACIFIC LINK

Dosen Pembimbing I : **Dr. Bambang Sumali, M.Sc**

Bimbingan I :

No.	Tanggal	Uraian	Tanda Tangan Pembimbing
1.	21/08/23	Simopsis aca lanjut bab - I	
		Bab - I aca	
	22/08/23	Bab - II aca lanjut Bab III	
	23/08/23	Bab III aca; Bab IV aca	

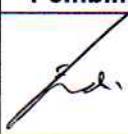
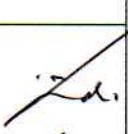
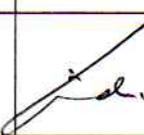
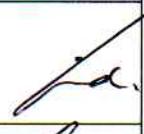
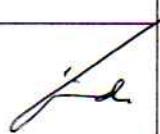
Catatan : copy diujikan Gb 23/08/23

SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN
DIVISI PENGEMBANGAN USAHA
PROGRAM DIKLAT PELAUT - I

Judul Makalah : PERAWATAN SISTEM BAHAN BAKAR UNTUK
KELANCARAN PENGOPERASIAN MESIN INDIK DI
KAPAL CS. DMGX PACIFIC LINK

Dosen Pembimbing II : **Winarto Edi Purnama, M.M.**

Bimbingan II :

No.	Tanggal	Uraian	Tanda Tangan Pembimbing
1	27/07/2023	PENGAJUAN SIMOPSIS	
2	04/08/2023	REVISI SIMOPSIS DAN PENGAJUAN BAB I	
3	07/08/2023	KOREKSI BAB I DAN LANJUT BAB II	
4	11/08/2023	PENGAJUAN BAB III DAN KOREKSI BAB II	
5	14/08/2023	REVISI BAB III DAN PENGAJUAN BAB IV	
6	18/08/2023	REVISI BAB III DAN PERLENGKAPAN LAMPIRAN	
7	21/08/2023	FINISHING SIMOPSIS BAB I, BAB II, BAB III, IV	
8	25/08/2023	MAKALAH SIAP UNTUK DIPRESENTASIKAN	

Catatan : Mabaleh aju. Basololo Syahrudin Zainol
fasis AH. 1/67. Siap v/ mail sidang
vji Mabaleh. Subses mulis selalu