

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



MAKALAH

**OPTIMALISASI PERAWATAN *INTERCOOLER* UNTUK
MENUNJANG KENERJA MESIN INDUK
DI KM FAJAR BAHARI 3**

Oleh :

MUHAMMAD ZAKIR
NIS. 01981/T-I

**PROGRAM PENDIDIKAN DIKLAT PELAUT - 1
JAKARTA
2023**

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



MAKALAH

**OPTIMALISASI PERAWATAN *INTERCOOLER* UNTUK
MENUNJANG KENERJA MESIN INDUK
DI KM FAJAR BAHARI 3**

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

Oleh :

MUHAMMAD ZAKIR

NIS. 01981/T-I

PROGRAM PENDIDIKAN DIKLAT PELAUT - 1

JAKARTA

2023

KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
BADAN PENGEMBANGAN SDM PERHUBUNGAN
SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN



TANDA PERSETUJUAN MAKALAH

Nama : MUHAMMAD ZAKIR
No. Induk Siwa : 01981/T-I
Program Pendidikan : DIKLAT PELAUT - I
Jurusan : TEKNIKA
Judul : OPTIMALISASI PERAWATAN *INTERCOOLER*
UNTUK MENUNJANG KENERJA MESIN INDUK DI
KM FAJAR BAHARI 3

Pembimbing I,

Jakarta, Agustus 2023
Pembimbing II,

Dr.Rr. Retno Sawitri, M.MTr
Penata Tk.I (III/d)
NIP. 19820306 200502 2 001

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 : MUHAMMAD ZAKIR
No. Induk Siwa : 01981/T-I
Program Pendidikan : DIKLAT PELAUT - I
Jurusan : TEKNIKA
Judul : OPTIMALISASI PERAWATAN INTERCOOLER
UNTUK MENUNJANG KENERJA MESIN INDUK DI
KM FAJAR BAHARI 3

Penguji I

Dr. Abdul Rachman, M.M.

Penata Tk.I (III/d)
NIP. 19720103 199809 1 001

Penguji II

Erika Dwi Sulistyorini

Golongan (III/d)
NIP. 19791103 200912 2 003

Penguji III

Dr. Rr. Retno Sawitri,
M.MTr

Penata Tk.I (III/d)
NIP. 19820306 200502 2 001

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 kehadiran **Allah SWT** karena atas berkah dan rahmat serta karunia-nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan makalah dengan judul :

“OPTIMALISASI PERAWATAN INTERCOOLER UNTUK MENUNJANG KENERJA MESIN INDUK DI KM FAJAR BAHARI 3”

Makalah 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, penulis sepenuhnya merasa bahwa masih banyak kekurangan baik dalam teknik penulisan makalah maupun kualitas materi yang disajikan. Untuk saran dan kritik yang bersifat membangun sangat penulis harapkan.

Dalam penyusunan makalah juga tidak lepas dari keterlibatan banyak pihak yang telah membantu, sehingga dalam kesempatan 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. Suhart, S.SiT.,M.M.,M.MTr,** selaku Kepala Divisi Pengembangan Usaha Sekolah tinggi Ilmu Pelayaran (**STIP**) Jakarta.
3. **Dr. Markus Yando, S.SiT.,M.M,** selaku Ketua Jurusan Teknik Sekolah tinggi Ilmu Pelayaran (**STIP**) Jakarta.
4. Ibu **Dr.Rr.Retno Sawitri, M.MTr.,** 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
6. Ucapan terimakasih juga penulis sampaikan buat istri tersayang Heni Puandari Muhammad dirga Haizak anak ku yang tersayang yang telah memberikan semangat/ motivasi tersendiri dalam penyelesaian skripsi ini.
7. Seluruh Dosen dan staf pengajar Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran (**STIP**) Jakarta

yang telah memberikan bantuan dan dorongan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan tugas makalah .

8. Seluruh rekan-rekan Pasis Ahli Teknik Tingkat I angkatan LXVII tahun ajaran 2023 yang ikut memberikan bimbingan, sumbangsih, pikiran dan saran yang baik secara material maupun moril sehingga makalah akhirnya dapat terselesaikan.

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

Jakarta, Agustus 2023

Penulis,

MUHAMMAD ZAKIR

NIS. 01981/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	5
F. Sistematika Penulisan	6
 BAB II LANDASAN TEORI	
A. Tinjauan Pustaka	7
B. Kerangka Pemikiran	17
 BAB III ANALISIS DAN PEMBAHASAN	
A. Deskripsi Data	18
B. Analisis Data	20
C. Pemecahan Masalah	25
 BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN	
A. Kesimpulan	37
B. Saran	37
 DAFTAR PUSTAKA	39
LAMPIRAN	
DAFTAR ISTILAH	

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Ship Particular
- Lampiran 2. Langkah kerja turbocharger
- Lampiran 3. Kebocoran kisi- kisi intercooler bagian air laut
- Lampiran 4. Kebocoran kisi- kisi intercooler bagian udara bilas
- Lampiran 5. Intercooler jalur udara sebelum dan sesudah di bersihkan
- Lampiran 6. Intercooler sebelum dan sesudah dibersiha
- Lampiran 7. Penjelasan tentang inter cooler
- Lampiran 8. Asap corobong
- Lampiran 9. Rpm turun dari 1000-500

BAB I

PENDAHULUAN

A. LATAR BELAKANG

Dalam era global sarana angkutan laut terutama kapal laut merupakan alat pengangkut yang masih sangat dibutuhkan, selain memiliki kapasitas angkut yang besar juga efisien untuk digunakan sebagai alat distribusi barang yang memperlancar perekonomian rakyat antar pulau ataupun antar Negara. Dalam memperlancar pengoperasian kapal sangat diperlukan suatu cara perawatan pesawat-pesawat yang berada di kapal terutama mesin induk sebagai mesin penggerak utama.

Pada umumnya kapal-kapal menggunakan tenaga mesin *diesel* sebagai tenaga penggerak utama. Salah satu bagian penting dari mesin induk adalah *Intercooler* yang gunanya adalah untuk mendinginkan udara sebelum udara tersebut masuk kedalam *celinder*. Apabila *Intercooler* kurang berfungsi dengan baik maka akan terlihat suhu udara akan naik, akibatnya jumlah atau massa udara yang masuk kedalam *celinder* akan berkurang.

Disini para perwira mesin dituntut untuk harus mengetahui dan memahami betapa pentingnya melakukan perawatan yang terencana terhadap *Intercooler* yang berkaitan langsung dengan mesin induk, karena mengingat *Intercooler* tersebut bekerja secara terus menerus dan bisa terjadi gangguan atau kerusakan yang dapat mempengaruhi kelancaran pengoperasian kapal. maka perawatan harus dilaksanakan dengan baik sesuai dengan sistem perawatan secara terencana (*Planned Maintenance System*) sehingga mendapatkan kinerja mesin induk secara optimal.

Permasalahan pada mesin diesel sebagai mesin induk pada suatu kapal merupakan hal yang sering terjadi. Tindakan dalam mencegah dan menanggulangi

permasalahan tersebut diselesaikan dengan cara yang berbeda-beda. Tetapi pada prinsipnya perawatan mesin diesel sebagai mesin induk harus tetap dilaksanakan.

Dalam pelaksanaan perawatan mesin induk beserta *Intercooler* sebagai alat penunjang masih kurang efektif, karena kurangnya koordinasi antara awak kapal dengan management perusahaan di darat juga dengan pencarter sehingga timbul permasalahan mengenai waktu pelaksanaan dalam melakukan perawatan.

Pada saat pelayaran di selat Bangka Belitung pada tanggal 03 Februari 2022, KM. Fajar Bahari 3 berlayar dari Kalimantan - Jakarta, terjadi gangguan pada mesin induk. Suhu gas buang melebihi batas maksimal 400°C yang tertera pada thermometer gas buang pada display monitor di KM Fajar Bahari 3 510°C. Hal tersebut terjadi pada mesin induk di setiap *celinder* dari *celinder* nomor 1 sampai *celinder* nomor 6 sehingga mengakibatkan temperatur kamar mesin naik. Penulis langsung mengadakan pemeriksaan melalui data yang ada pada monitoring sistem dan secara kasat mata

Tabel 1.1 *Engine Performance Report*

Description	Unit	M/E	Remark
Engine Speed	Rpm	1000	
Turbocharger	Rpm	12000	
Charge Air Pressure	Bar	1.5	
Charge Air Bef.Cooler	°C	50	
Charge Air Aft.Cooler	°C	36	
Cyl. No 1	°C	400	
Cyl. No 2	°C	400	
Cyl. No 3	°C	350	
Cyl. No 4	°C	380	
Cyl. No 5	°C	400	
Cyl. No 6	°C	510	Temp. Exh. Gas Tinggi
Exh.Temp.After T/C	°C	500	
Exh. Temp. Bef. T/C	°C	480	
Intercooler Temp.	°C	50	Temp. Tinggi
Air Pressure	Bar	0,3	Tekanan udara masuk rendah
L.O Pressure	Bar	4.4	
L.O Temperature	°C	67	
S.W.C Pressure	Bar	1.2	
S.W.C Temperature	°C	30	
J.C.W Pressure	Bar	1.4	
J.C.W Engine Inlet Temp	°C	58	
Engine Load in ±	KW	551	
Engine Load in ±	%	75	

Penulis menemukan gangguan pada *Intercooler*, terjadi kebuntuan pada sistem laluan udara masuk pada sisi udara ditandai dengan kenaikan suhu udara masuk ke dalam *celinder* dan penurunan tekanan udara bilasnya. Dalam kondisi normal yang sesuai dengan manual book mesin induk suhu udara masuk *celinder* berkisar antara 35°C - 40°C dengan tekanan 0,6 bar tetapi pada saat kejadian, suhu udara masuk *celinder* tercatat 50°C dengan tekanan 0,3 bar, untuk mencegah terjadinya kerusakan lebih lanjut penulis memberitahu Anjungan bahwa putaran mesin induk akan diturunkan dan putaran mesin induk diturunkan dari putaran awal 1000 rpm menjadi 500 rpm dengan suhu gas buang menjadi 400°C.

Berdasarkan uraian di atas, maka penulis tertarik mengangkat judul makalah sebagai berikut: **“OPTIMALISASI PERAWATAN *INTERCOOLER* UNTUK MENUNJANG KINERJA MESIN INDUK DI KM FAJAR BAHARI 3”**.

B. IDENTIFIKASI, BATASAN DAN RUMUSAN MASALAH

1. Identifikasi Masalah

Berdasarkan pengalaman penulis selama bekerja di atas KM Fajar Ba hari 3, mesin induk mengalami kenaikan suhu gas buang ditandai dengan bunyi alarm dan *RPM* mesin mengalami penurunan. Setelah dilakukan pemeriksaan dapat diidentifikasi beberapa permasalahan yang menyebabkan kendala tersebut :

- a. Kurang optimal pengoperasian perawatan *Intercooler* yang mengakibatkan Penumpukan *carbon* di sirip-sirip *Intercooler*
- b. Kurangnya pelatihan dan monitoring dari *PMS* dalam peroperasian *Intercooler*.
- c. Besarnya lubang filter udara In. *Inlet blower Turbo charger*
- d. Kurangnya perhatian dalam pemeliharaan *Intercooler*

2. Batasan Masalah

Mengingat luasnya permasalahan yang terjadi pada *Intercooler*, maka penulis membatasi pembahasan makalah pada permasalahan yang terjadi di atas KM Fajar Bahari 3 selama bekerja di atas kapal tersebut. Pembahasan makalah hanya berkisar tentang :

- a. Kurang optimal pengoperasian perawatan *Intercooler* yang mengakibatkan penumpukan *carbon* di sirip-sirip *Intercooler*
- b. Kurangnya pelatihan dan monitoring dari *PMS* dalam peroperasian *Intercooler*.

3. Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah dan batasan masalah diatas, maka penulis dapat merumuskan pembahasan masalah yang akan dibahas pada bab selanjutnya sebagai berikut :

- a. Apa yang menyebabkan. Kurang optimal pengoperasian perawatan *Intercooler* yang mengakibatkan penumpukan *carbon* di sirip-sirip *Intercooler*
- b. Mengapa terjadi. Kurangnya pelatihan dan monitoring dari *PMS* dalam peroperasian *Intercooler*.

C. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

1. Tujuan Penelitian

- a Untuk menganalisis penyebab, kurang optimal pengoperasian perawatan *Intercooler* yang mengakibatkan penumpukan *carbon* di sirip-sirip *Intercooler*
- b Untuk menganalisis penyebab, kurangnya pelatihan dan monitoring dari *PMS* dalam peroperasian *Intercooler*.

2. Manfaat Penelitian

a. Manfaat secara teoritis

Agar hasil analisis dalam makalah dapat menambah pengetahuan untuk penulis maupun berbagi pengalaman dengan kawan seprofesi khususnya terkait permasalahan yang terjadi pada *Intercooler* dan cara mengatasinya.

b. Manfaat secara praktis

Agar menjadi masukan sehingga berguna bukan hanya untuk KM Fajar Bahari 3 tetapi juga dijadikan acuan untuk diterapkan pada mesin diesel sebagai mesin induk lainnya, terutama yang sejenis.

D. METODE PENELITIAN

1. Metode Pendekatan

a. Deskriptif Kualitatif

mendeskripsikan bagaimana pengaruh *Intercooler* terhadap kinerja mesin induk dan mengatasi masalah tersebut sehubungan dengan kondisi yang terjadi sehingga mesin induk dapat bekerja secara maksimal.

b. Study Kasus

Pengaruh *Intercooler* terhadap kinerja mesin induk dapat disesuaikan dengan keadaan yang sebenarnya dan dibandingkan dengan teori yang menunjang serta prosedur-prosedur perawatan yang dibuat oleh perusahaan sehingga mendapatkan sesuatu yang lebih di dalam meningkatkan kinerja mesin induk di atas kapal di masa yang akan datang.

2. Teknik Pengumpulan Data

Dalam mengumpulkan data-data penulis didalam pembuatan makalah menggunakan teknik-teknik pengumpulan data antara lain sebagai berikut:

a. Observasi

Penulis menggunakan pengamatan secara langsung di atas KM Fajar Bahari 3 terutama terhadap kendala-kendala yang ada pada yang bisa menyebabkan penurunan kinerja mesin induk yang berakibat pada terganggunya operasional kapal.

b. Studi Kepustakaan

Penulis mengambil referensi dan buku-buku serta artikel tentang perawatan sistem *Intercooler*.

3. Subjek Penelitian

Subjek penelitian dalam penulisan makalah adalah *Intercooler* di atas KM Fajar Bahari 3.

4. Teknik Analisis Data

Dalam penelitian, data yang ditampilkan bersifat deskriptif kualitatif menggambarkan data yang ditemukan di lapangan dan membandingkan dengan teori / aturan yang ada.

E. WAKTU DAN TEMPAT PENELITIAN

1. Waktu Penelitian

Waktu dan tempat penelitian dalam penyusunan makalah dilakukan selama penulis bekerja sebagai *Chief Engineer* di atas KM Fajar Bahari 3 sejak tanggal 01 Januari 2022 sampai dengan 02 Januari 2023.

2. Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan di atas KM Fajar Bahari 3, salah satu kapal Ro-Ro milik perusahaan PT. Fajar Bahari Nusantara yang beroperasi di alur pelayaran Kalimantan - Jakarta.

F. SISTEMATIKA PENULISAN

Penulisan makalah 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 secara benar dan terperinci. Makalah terbagi dalam 4 (empat) bab sesuai dengan urutan penelitian. Adapun sistematika penulisan makalah adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Dalam bab I menjelaskan pendahuluan yang mengutarakan latar belakang, identifikasi, batasan dan rumusan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, metode penelitian, waktu dan tempat penelitian, serta sistematika penulisan.

BAB II LANDASAN TEORI

Pada bab dijelaskan teori-teori yang digunakan untuk menganalisa data-data yang didapat melalui buku-buku sebagai referensi untuk mendapatkan informasi dan juga sebagai tinjauan pustaka. Pada landasan teori juga terdapat kerangka pemikiran yang merupakan model konseptual tentang bagaimana teori berhubungan dengan berbagai faktor yang telah diidentifikasi sebagai masalah yang penting.

BAB III ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Pada bab III dijelaskan tentang data yang diambil dari lapangan berupa fakta-fakta yang terjadi selama penulis bekerja di atas KM Fajar Bahari 3 sebagai *Chief Engineer*. 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

Menjelaskan penutup yang mengemukakan kesimpulan dari perumusan masalah yang dibahas dan saran yang berasal dari evaluasi pemecahan masalah yang dibahas didalam penulisan makalah dan merupakan masukan untuk perbaikan yang akan dicapai.

BAB II

LANDASAN TEORI

A. TINJAUAN PUSTAKA

Berikut penulis uraikan beberapa landasan teori yang menjadi acuan dalam penyusunan makalah ini, diantaranya :

1. Optimalisasi

Menurut Winardi (2019:363) Optimalisasi adalah ukuran yang menyebabkan tercapain tujuan sedangkan jika dipandang dari sudut usaha, Optimalisasi adalah usaha memaksimalkan kegiatan sehingga mewujudkan keuntungan yang diinginkan atau dikehendaki. Menurut W.J.S Poerwadarminta (2020:178). Sesuai kamus umum Bahasa Indonesia (1997:753) mentakan optimalisasi adalah hasil yang dicapai sesuai dengan keinginan, jadi optimalisasi merupakan pencapaian hasil sesuai dengan harapan secara efisien dan efektif.

2. Perawatan

Menurut teori Goenawan Danoeasmoro, (2013:5) dalam buku “Manajemen Perawatan” menjelaskan bahwa perawatan adalah faktor paling penting dalam mempertahankan keandalan suatu peralatan, semua tahu bahwa perawatan memerlukan bia yang besar dan adalah sangat menggoda untuk selalu mencoba menunda pekerjaan perawatan agar dapat menghemat bia. Apa bila tidak menjalankan sesuwai sesuai prosudur maka, akan segera disadari bahwa sebenarn penundaan akan mengakibatkan kerusakan dan justru membutuhkan bia perbaikan yang lebih besar dari bia perawatan yang seharusn dikeluarkan.

Dengan perawatan pencegahan kita mencoba untuk mencegah terjadi kerusakan atau bertambahn kerusakan, atau untuk menemukan kerusakan dalam tahap ini. Hal tersebut dapat dilakukan dengan menggunakan metode tertentu untuk menelusuri perkembangan yang terjadi. Perencanaan dan

persiapan perbaikan merupakan kaitan bersama. Hal telah dibuktikan melalui diskusi dan tukar-menukar pengalaman, para peserta dapat menyetujui hal-hal yang praktis dan langkah-langkah organisasi yang akan di jalankan oleh masing-masing pihak harus siap. Oleh karena di dalam perawatan di kamar mesin agar selalu diperhatikan perencanaan dalam melakukan pelaksanaan kerja. Disng perlu diperhatikan meliputi lantai kamar mesin, instalasi pipa-pipa, peralatan kerja di ruang bengkel dan peralatan keselamatan kerja, karena instalasi dan peralatan-peralatan tersebut sangat menunjang pekerjaan perawatan dan keselamatan kerja di kamar mesin.

Menurut teori Goenawan Danoeasmoro, (2013:5) Perawatan dapat diklasifikasikan menjadi empat kelompok.

a. Perawatan Insidentil

Perawatan insidentil perawatan yang membiarkan mesin bekerja sampai rusak, baru kemudian dilakukan perawatan atau perbaikan. Pada umumn metode sangat mahal, oleh karena beberapa bentuk sistem perencanaan diterapkan dengan mempergunakan sistem perawatan berencana, tujuann untuk memperkecil kerusakan, dan beban kerja dari suatu pekerjaan perawatan yang diperlukan.

b. Perawatan Terencana

Perawatan berencana adalah perawatan yang dilakukan secara terencana pada mesin untuk dioperasikan setiap saat dibutuhkan. Perawatan berencana dibagi menjadi dua jenis.

1) Perawatan korektif

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

2) Perawatan pencegahan

Perawatan pencegahan adalah perawatan yang ditujukan untuk mencegah kegagalan atau berkembang kerusakan, atau menemukan

kegagalan. Dapat dilakukan melalui penyetelan secara berkala, rekondisi atau penggantian alat-alat atau berdasarkan pemantauan kondisi.

c. Perawatan Berkala

Perawatan berkala biasan melibatkan pembongkaran, penggantian *sparepart* secara berkala terhadap mesin berdasarkan waktu pengoperasian atau jam kerja.

d. Perawatan Berdasarkan Pantauan Kondisi (Pemeliharaan Prediktif)

Perawatan berdasarkan kondisi dilakukan berdasarkan hasil pengamatan (*monitoring*) dan analisa untuk menentukan kondisi dan kapan pemeliharaan akan dilaksanakan.

3. Intercooler

a. Definisi Intercooler

Menurut P. Van Maanen, (2018:25) bahwa *Intercooler* adalah pesawat bantu yang berfungsi untuk mendinginkan udara yang akan dipergunakan untuk pembilasan dan pembakaran. Apabila bagian bekerja tidak baik maka pembakaran di dalam silinder dapat berlangsung tidak baik. Seperti yang penulis alami dimana *Intercooler* sangat kotor karena tersumbat oleh debu dan gas pembakaran yang tercampur dengan uap minyak sehingga terjadi penyumbatan pada kisi-kisi bagian udara. Udara yang dimasukkan ke dalam ruang bakar pada tiap silinder sangat kurang, karena tekanan udara yang masuk sangat rendah. Hal tersebut mengakibatkan pembakaran tidak sempurna sehingga kinerja mesin berkurang. Hal dikarenakan udara yang dibutuhkan untuk pembakaran dan pembilasan tidak cukup.

b. Pembakaran yang Sempurna

Menurut P. Van Maanen, (2018:25) bahwa dalam proses pembakaran bahan bakar di dalam silinder dikatakan sempurna apabila memenuhi persyaratan sebagai berikut

- 1) Bahan bakar yang disemprotkan ke dalam silinder berbentuk kabut

Semakin halus pengabutan bahan bakar maka pembakaran akan semakin bagus, untuk kinerja alat pengabut bahan bakar harus optimal.

2) Perbandingan bahan bakar dengan udara harus seimbang

Perbandingan bahan bakar dengan udara seimbang, dimana 1 kg bahan bakar membutuhkan 15 kg udara teoritis.

3) Temperatur bahan bakar mendekati *flash point*.

Hal merupakan suhu terendah dalam carbon (C) yang mengakibatkan suatu campuran bahan bakar dan udara dalam bejana tertutup menyala dengan sebuah nyata api. *Flash point* pada bahan bakar minimal 60°C.

4) Kekentalan bahan bakar tepat

Kekentalan (*viscositas*) merupakan suatu ukuran untuk kekentalan bahan bakar. Ditentukan dengan cara sejumlah bahan bakar tertentu dialirkan melalui lubang yang telah dikalibrasi dan menghitung waktu mengalir bahan bakar tersebut. *viscositas* sangat dipengaruhi suhu.

5) Ketepatan penghembusan.

Kelambatan penlaan (*ignition delay*) harus tepat, artin apabila terlalu cepat akan terjadi ketukan atau *knocking*, tetapi bila terlambat maka pembakaran pun terlambat sehingga gas buang akan tinggi.

c. Prinsip Kerja Intercooler

Keseimbangan antara jumlah bahan bakar dengan bankn udara yang masuk ke dalam silinder harus selalu dijaga. Perbandingan jumlah udara dan bahan bakar untuk pembakaran mesin diesel berkisar 14 (gram udara): 1 (gram bahan bakar) sampai 23 (gram udara). 1 (gram bahan bakar) tergantung pada jenis mesin. Karena udara yang dihasilkan oleh *blower turbocharger* suhunya mencapai 120 °C – 125 °C yang semestinya berkisar 80 °C maka harus didinginkan sekitar 40°C hingga 45°C atau 20 % maka dapat menaikkan daya mesin 6 % sampai 7 %. Demikian yang diharapkan bisa diperoleh *massa* udara yang lebih banyak dan kualitas udara meningkat. Jika keseimbangan campuran antara udara dan bahan bakar dapat selalu

dipelihara maka dengan demikian akan dapat menghasilkan pembakaran yang sempurna. Menurut P. Van Maanen, (2018:25)

Adapun jenis mesin di kapal penulis adalah jenis mesin putaran menengah, sehingga apabila mesin induk bekerja pada Rpm 430 dengan *turbocharger* 17.500 putaran per menit dan suhu udara masuk kedalam silinder 38⁰C, maka performa mesin akan normal sesuai dengan *manual book* suhu gas buang pada *exhaust manifold* kurang dari 400⁰C. Jika udara yang masuk ke dalam silinder bertambah karena *Intercooler* dalam kondisi baik dan selalu bersih, maka tenaga mesin induk akan kembali normal pada putaran yang sama. Pada mesin dengan *turbocharger* terdapat kelengkapan yang disebut *Intercooler* berfungsi untuk mendinginkan udara yang masuk ke dalam silinder dari *blower* yang panas karena diputar oleh turbin yang digerakan oleh gas buang mesin tersebut.

Menurut Sukoco, M.Pd dan Zainal Arifin, M.T (2018:123), prinsip kerja dari *Intercooler* udara yang bersinggungan panas dengan pipa-pipa air pendingin, sehingga panas terserap oleh air pendingin. Bentuk *Intercooler* kotak persegi panjang yang terletak di bawah *turbocharger*, yang di bagian dalam berisi pipa-pipa kuningan yang tahan panas dan tahan korosi serta dilengkapi dengan sirip-sirip campuran alumunium, sehingga ada perbedaan - perbedaan dalam hal sehubungan dengan jumlah aliran udara dan air pendingin yang dipergunakan. Pada umumnya udara yang keluar dari *Intercooler* dapat di turunkan suhunya 5°C sampai 10°C untuk memperoleh tekanan efektif rata-rata sekitar 10 bar Maka diperlukan kenaikan udara masuk sedikit-dikitn 0,5 bar. Untuk diperlukan pembersihan sistem udara tekan dari saringan *turbocharger* hingga *Intercooler* pada saluran masuk ke dalam silinder. Secara keseluruhan dapat dilaksanakan dalam pekerjaan pada waktu *docking* atau laman waktu *drop anchor*.

menurut Drs. Darnto, (1998:39). Mengenai pembersihan sistem udara tekan, meskipun setelah berkonsultasi dengan mekanik dikantor hal tersebut tidak dapat diterapkan pada mesin induk dikapal tempat penulis berdinass, namun untuk melengkapi dan memperka wawasan maka penulis menyertakan dalam makalah ini. Adapun pembersihan system udara tekan

dengan cara menggunakan tabung yang sudah tersedia, menginjeksi cairan chemical ng dicampur dengan air tawar kedalam saluran udara tekan pada bagian *blower side turbochargerr*. Dalam keadaan mesin berjalan dengan putaran pelan atau gas buang suhu di bawah 175°C digunakan peralatan *injector* khusus agar cairan yang masuk ke dalam saluran udara tekan atau *turbocharge* berupa kabut.

Sesuai apa yang ditulis diatas pada ruang lingkup han difokuskan pada *Intercooler* atau pendingin udara pengisi (*Intercooler*), maka penulis akan menguraikan fungsi dan objek pembersihan berupa

- 1) yang melekat pada kisi-kisi dan bagian luar pipa-pipa pendingin kotoran menghambat kelancaran aliran udara pengisi.
- 2) Cairan pembersih mengikis pengotoran tersebut lapisan demi lapisan sehingga bersih bebas dari penyumbatan.
- 3) Indikasi bersihn sisi udara pada *Intercooler* dapat dilihat dari menurun perbedaan tekanan atau tinggin perbedaan suhu udara pengisi antara sebelum dan sesudah *Intercooler*.

4. Sistem Pemasukan Udara dan Peningkatan Tekanan Udara Pembilasan

Masalah yang sering timbul pada pengoperasian mesin diesel adalah kurangn suplai udara pembakaran. Untuk mengetahui cukup atau tidakn 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 kurangn udara untuk pembakaran, atau yang disebut batas asap. Warna gelap / hitam tersebut disebabkan sebagian bahan bakar tidak terbakar dan menjadi CO (carbon monoksida) g berbentuk padat. Untuk pada mesin diesel besar, misaln untuk penggerak kapal, baik penggerak utama maupun mesin bantu, selalu dilengkapi dengan sistem pemasukan udara pembakaran dengan menggunakan *turbocharger*.

Menurut Wiranto Arismunandar, Koichi Tsuda (2018:31), da yang dihasilkan oleh mesin diesel tergantung pada jumlah bahan bakar yang terbakar dengan sempurna. yang dikatakan sempurna adalah sudah tidak ada lagi unsur bahan bakar yang bisa terbakar akan tetapi belum terbakar. Sedangkan jumlah bahan

bakar yang bisa terbakar dengan sempurna tergantung pada jumlah udara pembakaran. Sehingga peningkatan massa aliran udara pembakaran berpengaruh pada da keluaran sebuah mesin. Untuk menaikkan tekanan udara bilas agar memiliki massa yang besar, maka pada mesin-mesin diesel besar sistem pemasukan udara pembakaran dilengkapi dengan *turbocharger*.

Menurut Zainal Arifin, M.T (2018:123) *Turbocharger* adalah sebuah alat yang dipasang pada sistem pemasukan udara pembakaran yang tujuann untuk memberikan tekanan pada udara bilas dengan cara memanfaatkan tekanan yang terkandung dalam gas buang untuk menggerakkan poros turbin sebagai penggerak poros kompresor.

Menurut Darnto (2008) Sistem pemasukan udara pembakaran dibedakan menjadi 2(dua).

a. Pemasukan udara secara alamiah (*Aspirated naturaly*)

Pemasukan udara secara alamiah, adalah memasukkan udara pembakaran han dengan mengandalkan kevakuman di dalam silinder. Oleh karenapada saat piston bergerak dari TMA ke TMB, maka tekanan di dalam silinder lebih rendah dibandingkan tekanan atmosfir, maka udara di luar akan terhisap masuk kedalam silinder. Sistem biasan han untuk mesin-mesin kecil.

b. Pemasukan udara dengan *Turbocharger*

Pemasukan udara pada sistem adalah dengan cara mengkompresi udara atmosfir dengan menggunakan kompresor agar memiliki tekanan yang tinggi. Tekanan tinggi akan diikuti naikn temperatur. Selain akibat kenaikan tekanan, kenaikan temperatur juga disebabkan oleh adan rambatan panas dari gas buangmelalui dinding kompresor. Tekanan tinggi akan tetapi temperaturn juga tinggi maka tujuan menaikkan massa udara menjadi tidak tercapai/kurang optimal. Untuk setelah keluar dari kompresor udara kemudian didinginkan di dalam *Intercooler*, kemudian baru dialirkan ke dalam ruang bakar.

Akibatn kenaikan tekanan indikasi di dalam ruang bakar, maka akan meningkatkan da dari mesin tersebut. Sumber energi yang dipergunakan

untuk memutar sudu turbin adalah energi kinetik gas sisa pembakaran dari mesin diesel sendiri.

5. Kinerja

Kinerja yang dimaksud dalam makalah ini itu kinerja mesin (*engine performance*). Menurut Wiranto Arismunandar, Koichi Tsuda (2018:34) bahwa Kinerja mesin (*engine performance*) adalah prestasi KINERJA suatu mesin, dimana prestasi tersebut hubungann dengan da mesin yang dihasilkan serta da dari mesin tersebut. Kinerja dari suatu mesin kendaraan umumn ditunjukkan dalam tiga besaran, itu tenaga yang dapat dihasilkan, *torsi* yang dihasilkan, dan jumlah bahan bakar yang dikonsumsi. Tenaga bersih yang dihasilkan dari poros keluar mesin disebut “*brake horse power*. Tenaga total yang dapat dihasilkan dari *piston* mesin disebut “*indicated horse power*. Sebagian dari *indicated horsee power* ini hilang akibat gesekan dan *energi* kelembaban dari massa yang bergerak yang disebut “*friction horse power*.

6. Mesin Induk

a. Definisi Mesin Induk

Menurut Jusak Johan Handoyo (2016:41) dalam bukun yang berjudul Mesin Diesel Penggerak Utama Kapal, mesin induk adalah suatu instalasi mesin yang terdiri dari berbagai unit/sistem pendukung dan berfungsi untuk menghasilkan da dorong terhadap kapal, sehingga kapal dapat berjalan maju atau mundur. Mesin induk di KM Fajar Bahari 3 adalah tipe mesin diesel dimana proses pembakaran bahan bakar terjadi akibat proses kompresi/penekanan udara di dalam silinder untuk kemudian bahan bakar disemprotkan dalam bentuk kabut kepada udara yang bersuhu dan bertekanan tinggi tersebut.

Sebagai mesin penggerak utama kapal, mesin diesel lebih menonjol dibandingkan jenis mesin penggerak utama kapal lainn seperi turbin gas:

- 1) Untuk rute pelayaran antar pulau, rute pelayaran yang sempit (sungai) dan ramai, karena pada saat olah gerak mesin kapal, mesin mudah dimatikan dan mudah dijalankan kembali.
- 2) Konsumsi bahan bakar lebih hemat.

3) Lebih mudah dalam mengoperasikan

Mesin diesel adalah mesin pembakaran dalam (*internal combustion engine*) dimana proses pembakaran terjadi di dalam *cylinder* sendiri. Proses pembakaran dimulai saat udara yang masuk ke dalam *cylinder* dimampatkan (dikompresikan) sehingga tekanan dan suhu naik dimana pada saat akhir kompresi suhu mencapai suhu titik nla bahan bakar dan pada saat itulah dikabutkan bahan bakar ke dalam *cylinder* (ke dalam ruang kompresi) melalui alat pengabut (*injector*) yang bahan bakarn didorong oleh pompa bahan bakar tekanan tinggi antara 270 bar sampai 300 bar.

Mesin induk 4 tak mesin cara kerja membutuhkan 4 kali langkah torak langkah hisap, langkah kompresi, langkah usaha dan langkah buang dari *TMA* (Titik Mati Atas) ke *TMB* (Titik Mati Bawah) untuk dapat menghasilkan 1 langkah usaha dalam 2 kali poros engkol. Penjelasan secara rinci sebagai berikut :

1) Langkah hisap

Langkah hisap adalah proses masukn udara kedalam ruang *silinder*. Pemasukan udara terjadi ketika piston bergerak dari *TMA* ke *TMB*. Gerakan akan memperbesar volume didalam *silinder* mesin, sehingga udara dari luar masuk melewati *Intake valve*.

2) Langkah Kompresi

Langkah kompresi adalah proses pemampatan udara didalam ruang silinder. Langkah kompresi berlangsung seusai langkah hisap, ketika piston sudah sampai ke *TMB* diakhir langkah hisap, piston akan kembali naik ke *TMA*. Akibatn ada penyempitan volume silinder. Pada kondisi baik *intake valve* maupun *exhaust valve* tertutup, sehingga penyempitan ruang silinder akan mengkompresi udara yang ada didalamn.

3) Langkah usaha

Langkah usaha atau langkah pembakaran adalah proses terjadinya pembakaran didalam mesin. Pada proses inilah solar dimasukan melalui injektor kedalam ruang bakar.

4) Langkah buang

Langkah buang adalah proses pengeluaran gas sisa pembakaran dari dalam ruang bakar. Proses terjadi saat piston kembali naik ke *TMA* sesuai terkena dan ekspansi pembakaran. Saat langkah ini, *exhaust valve* terbuka sehingga gerakan naik piston akan mendorong gas sisa pembakaran untuk keluar.

b. Da Mesin Induk

Menurut Jusak Johan Handoyo Da atau tenaga dihasilkan oleh pengabutan sempurna menghasilkan suatu pembakaran sempurna sebagai pendorong torak ke bawah untuk melakukan usaha mekanik sebagai penghasil da motor maksimum.

1) Da motor maximum dipengaruhi oleh :

- a) Bank sedikitn bahan bakar yang disemprotkan oleh *injector*
- b) Tidak terjadi kebocoran pada ruang pembakaran (kebocoran klep).
- c) Kompresi motor induk yang tinggi, *ring torak*, *cylinder liner* masih standar normal.
- d) Mutu bahan bakar bagus.
- e) Jumlah udara pembakaran per kg bahan bakar memenuhi standar.
- f) Intercooler berfungsi dengan baik

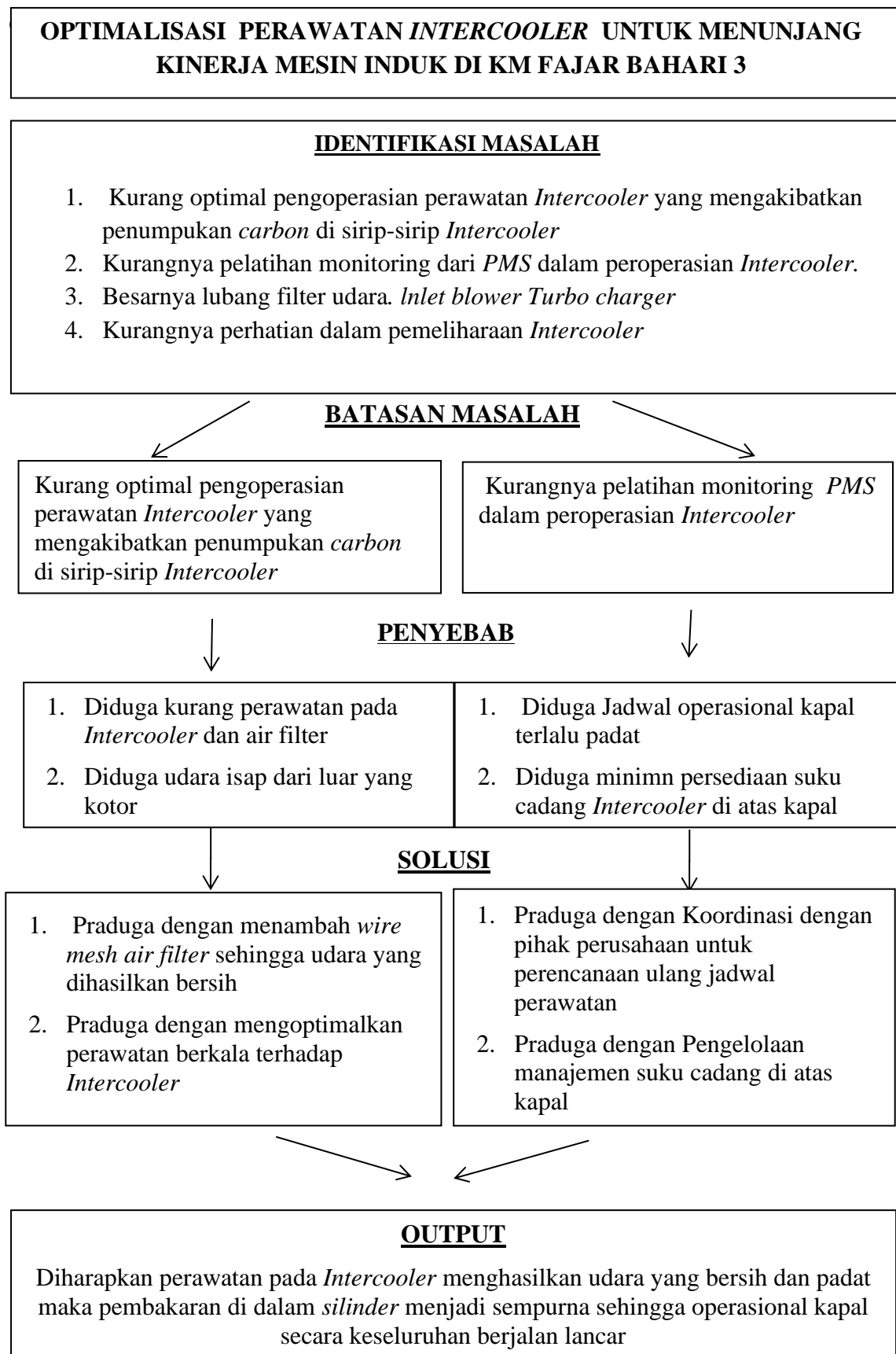
2) Penyebab da motor rendah adalah:

- a) Terjadi kebocoran klep
- b) Mutu bahan bakar jelek
- c) Kompresi motor induk rendah
- d) *Ring piston* lemah sehingga terjadi pelolosan udara kompresi
- e) Kekurangan oxygen
- f) Pengabutan bahan bakar jelek

g) Adan ganggun pada *Intercooler*

Pada kondisi penurunan da motor maka kapal akan turun putaran poros engkol dan tenaga motor induk menurun yang mempengaruhi putaran baling-baling sehingga kapal kecepatann minimal. Dan juga memperngaruhi pemakaian bahan bakar boros.

B. KERANGKA PEMIKIRAN



BAB III

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

A. DESKRIPSI DATA

Yang menjadi objek penelitian pada makalah adalah *Intercooler* pada mesin induk pada KM Fajar Bahari 3. Adapaun fakta yang penulis temui sebagai berikut:

1. Kurang optimal pengoperasian perawatan *Intercooler* yang mengakibatkan penumpukan *carbon* di sirip-sirip *Intercooler* .

pada tanggal 03 Februari (2022, (03'05. 867's 107' 19.294'E) saat KM Fajar Bahari 3 berlayar dari Kalimantan - Jakarta, ditemukan gas buang yang keluar dari cerobong berwarna hitam pekat dan tebal. Setelah dianalisis ternyata karena tidak normalnya udara bilas pada Mesin Induk (tekanan udara bilas rendah dan temperatur udara bilas masuk *silinder* tinggi), akibat pengaruh kotornya pesawat *Intercooler* (pendingin udara). Berdasarkan fakta di lapangan putaran poros engkol yang seharusnya 1000 rpm turun menjadi 500 rpm.(lampiran Gambar NO. 8.)

Dari indikator temperatur gas buang diperoleh bahwa temperaturnya mencapai 510°C. Temperatur gas buang tersebut sudah melewati batas optimal yang diizinkan, dimana batas optimal temperatur gas buang adalah 400°C berdasarkan *standard of pressure and temperature*. Keadaan mesin seperti tidak boleh dibiarkan secara berterusan. Karena akibatnya akan menimbulkan masalah yang besar pada mesin. Selain temperatur gas buang tinggi, dari pengamatan visual diperoleh bahwa gas buang keluar cerobong warnanya hitam,seharusnya gas buang berwarna abu-abu. (lampiran Gambar NO. 8.) Gas buang yang berwarna hitam menunjukkan bahwa proses pembakaran di dalam *silinder* tidak berjalan dengan sempurna. Artinya ada bahan bakar yang bisa terbakar tetapi tidak terbakar dikarenakan tidak cukupnya udara pembakaran, sehingga menjadi *carbon* monoksida yang berwarna hitam dan keluar bersama gas buang.

Kondisi tersebut kalau tidak segera ditangani akan menimbulkan *deposit carbon* pada ring *piston* maupun pada lorong gas buang, yang bisa menimbulkan terjadinya kebakaran. Kesempurnaan pembakaran di dalam *silinder* dipengaruhi beberapa hal, yang diantaranya adalah menurut Gunawan Danoeasmoro. (2013):

- a. Bahan bakar yang disemprotkan ke dalam *silinder* berbentuk kabut yang halus. Hal tersebut agar perpindahan panas dari udara ke bahan bakar berjalan dengan optimal.
- b. Ratio bahan bakar dengan udara seimbang.
- c. Campuran bahan bakar dengan udara homogen.

Dari kejadian tersebut dapat disimpulkan bahwa proses pembakaran di dalam *silinder* tidak sempurna. Salah satu penyebabnya adalah ratio bahan bakar dengan udara yang tidak seimbang, sehingga tidak sebanding dengan bahan bakar yang akan dibakar di dalam setiap *silinder* mesin induk untuk menghasilkan daya yang maksimal. Jika temperatur udara pembakaran tinggi, maka massa aliran udaranya turun. Kondisi tersebut disebabkan terganggunya perpindahan dari udara kompresi ke air pendingin di dalam *Intercooler*. Sehingga pada saat udara masuk ke dalam ruang bakar temperaturnya masih tinggi.

Dalam keadaan normal pada saat kapal berjalan dengan kecepatan penuh, tekanan udara bilas setelah *Intercooler* pada *manometer* seharusnya antara 1,2 bar - 2,0 bar dengan temperatur berkisar antara 40°C sampai dengan 50°C. Akan tetapi pada saat kejadian tekanan udara setelah *Intercooler* hanya 1,0 bar-1,1 bar. Pada akhirnya kondisi lah yang menyebabkan daya mesin induk menurun karena massa aliran udara pembakaran rendah.

2. Lubang filter udara inlet blower turbo charger.

Pada tanggal 03 Februari 2022 sewaktu kapal berlayar dari Kalimantan menuju Jakarta 03°05. 867's 107° 19.294'E putaran mesin 1000 rpm dan temperatur gas buang rata-rata 360°C, temperatur udara bilas 48°C dengan tekanan 1,3 kg/cm². Tetapi setelah 2 (dua) hari perjalanan, tekanan udara bilas jatuh mencapai 1,05 kg/cm², temperatur udara bilas sudah mencapai 53°C sehingga

temperatur gas buang rata-rata ikut naik menjadi 510°C melewati batas maksimal 400°C, menyebabkan putaran mesin juga turun karena daya yang dihasilkan mesin turun. (Di lampiran Gambar No.9.).

P. Van Maanen (2018): Daya yang dihasilkan oleh sebuah mesin *diesel* ditentukan oleh banyaknya / jumlah bahan bakar yang dapat terbakar dengan sempurna. Akan tetapi banyaknya bahan bakar yang dapat terbakar sangat tergantung pada kecukupan udara pembakaran. Sehingga kalau udara pembakaran tidak cukup, maka tekanan udara di dalam *silinder* setelah pembakaran tidak optimal. Gaya dorong udara hasil pembakaran terhadap *piston* menjadi berkurang. Akibatnya gaya translasi *piston* yang dikonversi menjadi gaya putar pada *piston* menjadi berkurang, dan kecepatan putar poros engkol menjadi menurun.

B. ANALISIS DATA

Dari kondisi dan fakta kejadian yang dikemukakan dalam deskripsi data tersebut di atas, maka dapat diketahui beberapa penyebab timbulnya permasalahan yang menjadi bahan analisa penulis, sebagai berikut :

1. Kurang optimal pengoperasian perawatan Intercooler yang mengakibatkan penumpukan *carbon* di sirip-sirip Intercooler

Adapun penyebab banyaknya *carbon* pada kisi-kisi *Intercooler* mesin induk KM FAJAR BAHARI 3 diantaranya sebagai berikut :

a. Kurangnya pelatihan dan monitoring dari PMS dalam peroperasian Intercooler.

Intercooler atau pendingin udara adalah bejana yang berupa pipa-pipa dari bahan kuningan yang dilapisi dengan kisi-kisi memenuhi persyaratan khusus, seperti perlengkapan operasional dan perlengkapan alat-alat pengamannya serta fasilitas untuk perawatan dan pemeriksaan terutama terhadap katup-katup air laut, kedua sisi masuk dan keluar. Endapan maupun air yang berkumpul di dasar ruang *Intercooler* harus bisa dikeluarkan atau dicerat. *Kondensat* terjadi karena perubahan temperatur udara yang lembab. Bila dibiarkan akan menimbulkan *korosi* di sekitar ruangan udara bilas.

Pentingnya perawatan bagian merupakan hal yang sering tidak sesuai dengan rencana perawatan. Pada sisi air laut pipa-pipa kebanyakan buntu oleh kerak-kerak dan kotoran yang terisap oleh pompa air laut pendingin mesin induk. Hal terjadi pada laut di daerah tropis. Di samping masih ada sisi lain, yakni sisi udara yang ditekan dari *turbochargerr*, dimana bagian sisi udara terdapat kisi-kisi dari plat tembaga yang halus. Plat berfungsi untuk penyerapan panas dari temperatur masuk 100°C akan diserap oleh sebuah media pendingin air laut menjadi turun sampai dengan temperatur 36°C-40°C sesuai suhu udara yang diharapkan untuk pembilasan yang sempurna.

Walaupun terjadinya kotoran pada *Intercooler* seperti terlihat pada saat sekarang tidak sampai menyebabkan kapal berhenti beroperasi. dikarenakan KM FAJAR BAHARI 3 beroperasi di perairan yang aman, ya antar pulau Indonesia. Tetapi apabila kapal berlayar atau beroperasi di daerah yang keadaan cuacanya sering mengalami cuaca yang buruk atau ombak dan waktu perjalanan yang masih lama. Kerusakan tersebut di atas akan membawa akibat keterlambatan juga. Apabila kapal dipaksakan harus meneruskan berlayar dengan kondisi mesin yang demikian maka akan menimbulkan kerusakan yang lebih parah terhadap bagian-bagian lain dari mesin tersebut.

Intercooler dapat bekerja secara sempurna, bila *Intercooler* mampu bekerja dengan tekanan dan suhu yang normal pada beban penuh (*full speed*). Ditinjau dari pemeliharaan atau perawatan pada *Intercooler* kelihatannya cukup mudah tetapi dalam pelaksanaan perawatan dibutuhkan perencanaan yang baik dan teratur untuk menjaga dan mempertahankan mesin atau pesawat agar tidak mengganggu kelancaran operasional kapal.

Pada kenyataannya dalam pemeliharaan atau perawatan *Intercooler* yang kurang teratur akan menimbulkan ketidaklancaran operasional kapal. Seperti contoh yang penulis alami selama berlayar di KM FAJAR BAHARI 3, dengan rute pelayaran dari Kalimantan ke Jakarta dapat ditempuh kurang lebih 3 hari (tujuh puluh dua jam)

Seperti pada kebanyakan perusahaan pelayaran, sistem rencana kerja (*Planned Maintenance System*) yang kita laksanakan tidak menyimpang dari *manual book* yang ada akan tetapi ada beberapa perawatan tidak terlaksana dengan baik bukan dikarenakan ketidak pahaman Anak Buah Kapal (ABK) akan tetapi penerapannya tidak dapat terlaksana dengan baik karena tertundanya sistem perawatan dikarenakan tidak adanya suku cadang *Intercooler* di atas kapal, bila ada pemeriksaan dari pihak otoritas pelabuhan maka kita membuat rencana kerja dan isian untuk laporan pada *Planned Maintenance System* dengan cara memanipulasi laporan dan tidak sesuai dengan kenyataannya, dalam hal pihak perusahaan menyuruh untuk berbuat demikian akan tetapi jika hal berjalan terus menerus yang sangat dirugikan adalah pihak ABK karena bagaimana kita dapat mengoperasikan kapal dengan baik dan aman dari sisi, ABK, muatan, kapal dan lingkungannya sementara melaksanakan rencana kerja dan *Planned Maintenance System* berjalan tidak baik apabila, hal lah yang penulis alami.

Penyebabnya adalah dalam suatu sistematika perencanaan kerja ada beberapa persyaratan /kebutuhan yang harus dipenuhi, ya informasi teknik, perawatan, waktu untuk pelaksanaan dan fasilitas rencana pekerjaan. Kesemuanya harus saling berkaitan antara yang satu dengan lainnya sehingga perawatan dapat dilakukan dengan baik dan sistematis sesuai dengan *Planned Maintenance System* (PMS). (lampiran Gambar No. 4.)

b. Udara Isap Dari Luar yang Kotor

Udara yang bersih sangatlah penting di dalam kelancaran pengoperasian *turbocharge* karena kalau udara tidak bersih dari luar akan mempengaruhi daya mesin induk sebaliknya. Udara yang bercampur debu-debu dan partikel-partikel kecil lainnya akan mengganggu operasi *turbocharge*. Walaupun kecil, tetapi kalau tidak mendapatkan perhatian maka debu-debu akan bertambah banyak dan pada akhirnya akan menyebabkan kemacetan *turbocharger*.

Cara kerja turbocharger ya pada saat motor diesel dihidupkan/distart maka gas buang mengalir keluar melalui exhaust manifold akan dialirkan ke turbin blade sebelum ke udara luar. Gas buang yang masih memiliki tekanan akan memutar sudu-sudu dari *turbin blade* sehingga pada satu sisinya atau sisi *blower* akan menghisap udara dan menekan kesaringan *intecooler* dan diarahkan ke *intake manifold*. Sehingga pada waktu langkah hisap udara yang di *intake manifold* masuk ke *silinder*. Mengingat kondisi di lingkungan sekitar sangat kotor, maka udara yang masuk ke kamar mesin menjadi terpolusi. Udara yang kotor tersebut akan terhisap langsung oleh saringan udara *turbochargerr*. terjadi karena udara tersebut mengandung banyak uap minyak dan partikel debu yang sangat kecil.

Berdasarkan *manual instruction book* temperatur udara bilas masuk *silinder* idealnya adalah 35°C - 50°C tetapi penulis pernah mengalami temperaturnya naik sampai 70°C yang pada akhirnya mengakibatkan temperatur gas buang pada tiap-tiap *silinder* juga naik. Bilamana udara pembakaran masuk *silinder* tidak memadai dengan volume udara yang dihasilkan oleh *Turbocharger* mengakibatkan udara yang masuk ke dalam ***silinder*** berkurang. Disamping putaran *turbocharger* tidak stabil karena sudu-sudu *blower turbo* sudah kotor oleh jelaga sehingga rotor berputar berat atau tersendat-sendat dan menimbulkan *surging*.

Yang dimaksud “*surging*” pada *turbocharger* adalah suatu keadaan dimana secara tiba-tiba aliran udara pembilas ke mesin menjadi tersendat-sendat. Kondisi biasanya disertai dengan bunyi suara yang tidak biasanya. Pemasukan udara yang tersendat adalah akibat dari aliran udara membalik sehingga menyebabkan gelombang balik kesisi isap *blower*, aliran udara yang membalik tersebut disebabkan oleh jatuhnya tekanan udara pada sisi tekan, sehingga tidak mampu mendorong udara keluar dari blower, penyebab dari *surging* umumnya karena tidak adanya keseimbangan antara udara yang dibutuhkan dengan udara yang disuplai ke dalam *silinder*. Pengisian tekan (*super charging*) menyebabkan keterlambatan pembakaran (*Ignition Delay*). (lampiran Gambar No.2.)

2. Kurangnya pelatihan dan monitoring dari *PMS* dalam peroperasian Intercooler.

Masaah disebabkan terjadi korosi pada pipa air laut pendingin *Intercooler*

Pada pipa-pipa air laut selain memiliki kelemahan-kelemahan oleh karena kondisi material pipa sendiri yang cacat produksi faktor lain yang

menyebabkan pipa bocor adalah terjadinya proses *korosi* pada pipa. Untuk memahami lebih jauh tentang jenis-jenis *korosi*, mekanisme terjadinya proses *korosi* suatu logam dapat di pelajari di ilmu-ilmu kimia dan metalurgi.

Pada analisa secara garis besarnya atau umum yang dikenal mengenai *korosi* ya dimana terjadi peristiwa kerusakan atau degradasi material logam akibat bereaksi secara kimia dengan lingkungan. Sesuai pengamatan di lapangan dimana *korosi* terjadi pada bagian dalam pipa pendingin air laut, maka dari beberapa jenis *korosi* yang diklasifikasi menurut bentuknya yang perlu dipahami dan yang terjadi di pipa-pipa pendingin air laut antara lain;

- 1) *Korosi* merata (*uniform corrosion*) ya *korosi* yang terjadi pada suatu permukaan logam yang bersentuhan dengan *elektrolit* dengan intensitas sama.
- 2) *Erosion corrosion* ya *korosi* yang ditimbulkan gerakan cairan atau paduan antara bahan kimia yang terkandung pada air laut dan gesekan mekanis.
- 3) *Galvanic corrosion* terjadi bila dua logam yang berbeda berada dalam satu larutan elektrolit.
- 4) *Crevice corrosion* adalah *korosi* yang terjadi pada celah-celah yang sempit.
- 5) *Pitting corrosion* merupakan *korosi* yang terlokalisir pada suatu atau beberapa titik dan mengakibatkan lubang kecil yang dalam .

Kebocoran akibat *erosion corrosion* sering ditemukan pada pipa-pipa setelah pompa air laut sedangkan kebocoran pada pipa isapan pompa air laut adalah karat bakteri atau karat yang disebabkan adanya bakteri di dalam rongga-rongga pipa. Karat bakteri atau karat akibat mikroorganisme laut yang terdapat pada pipa ya keberadaan bakteri tertentu yang hidup dalam kondisi tanpa zat asam akan mengubah garam

sulfat menjadi asam yang reaktif dan menyebabkan karat. Secara umum jika terdapat zat asam maka laju pengkaratan pada besi relatif lambat namun pada kondisi seperti di atas pengkaratan masih terjadi dan dalam kasus sering terjadi pada pipa- pipa air laut khususnya pipa air laut pendingin *Intercooler*. Kejadian sesuai dengan penulis alami ya apabila rongga-rongga pipa dibersihkan dari karat dan kotoran yang ada di dalam maka timbul bau busuk dari pipa sehingga disimpulkan bahwa karat dan kotoran yang menyatu pada b

dalam pipa mengandung bakteri yang merusak pipa, sebab setelah pipa bersih maka kondisi pipa semakin menipis dan kadang-kadang kalau membersihkannya dengan benda tajam seperti *wire brush* maka pipa dapat bocor dengan mudah tanpa ada tekanan pada permukaan yang dibersihkan.(lampiran Gambar No. 3.

C. PEMECAHAN MASALAH

1. Alternatif Pemecahan Masalah

Kurang optimal pengoperasian perawatan *Intercooler* yang mengakibatkan penumpukan *carbon* di sirip-sirip *Intercooler*

Permasalahan kotornya kisi-kisi *Intercooler* pada mesin induk KM FAJAR BAHARI 3 dapat diatasi dengan cara sebagai berikut :

1) Mengoptimalkan Perawatan Berkala Terhadap *Intercooler*

Berdasarkan pengalaman penulis selama bekerja di KM FAJAR BAHARI 3, ketika kapal beroperasi di sekitar perairan Indonesia Barat banyak sekali kotoran seperti ranting kecil, laut, plastik dan lain sebagainya, hal yang sangat mempengaruhi terhadap saringan air laut pendingin sering kotor.

Kotoran-kotoran serta rontoknya lumpur akan terhisap oleh pompa dan akan ikut masuk ke dalam sisi pendingin *Intercooler* pada bagian air lautnya. Jika dibiarkan dalam waktu yang lama akan menyumbat pada lubang – lubang *tube* pendingin sehingga akan menghambat proses pendinginan. Air laut yang masuk ke dalam *Intercooler* tersebut

Maka perlu dilakukan pembersihan *Intercooler* pada sisi udara dan pembersihan *Intercooler* sisi air pendingin juga perlu dibersihkan agar air laut yang mendinginkan udara bisa maksimal dan udara yang masuk *silinder* juga tidak panas sehingga udara yang dibutuhkan untuk proses pembakaran di dalam *silinder* akan sempurna dan suhu buang juga akan normal.

Adapun langkah-langkah yang dapat dilakukan guna perawatan *Intercooler* :

a) Perawatan *Intercooler* pada sisi air pendingin

Untuk memperoleh hasil pendinginan yang baik pada *Intercooler* di KM FAJAR BAHARI 3 digunakan alat pembersih pipa yang berupa sikat kawat bulat berdiameter 10 mm. Cara membersihkannya

dengan cara :

- (1) Menggosokkan sikat kawat tersebut ke dalam lubang pipa air pendingin sampai bersih
- (2) Setelah semua lubang selesai dibersihkan dengan menggunakan sikat kawat tersebut barulah disemprotkan dengan air tawar.

Untuk mengetahui apakah saringan air laut kotor, dapat diketahui dengan melihat *termometer* yang terpasang pada *Intercooler* suhunya akan mengalami peningkatan secara bersamaan. Pembersihan saringan biasanya dilakukan pada saat kapal sedang berlabuh atau sandar. Kegiatan juga bisa dilakukan pada saat kapal berlayar karena terdapat 2 (dua) buah saringan air laut, ya isapan rendah (*sea chest low suction*) dan isapan tinggi (*sea chest high suction*). Dilakukan pembersihan satu demi satu secara bergantian agar tidak mengganggu kinerja mesin induk maupun generator. Agar pipa-pipa pendingin *Intercooler* selalu bersih perlu dicek apakah saringan air laut tersebut kondisinya sudah rusak. karena kotoran dapat masuk ke pipa *cooler* air tawar dan menyumbat aliran air yang masuk.

Perawatan tersebut diatas merupakan salah satu faktor yang sangat penting guna mengusahakan hasil kerja yang maksimal secara terus menerus. Dengan sistem perencanaan perawatan permesinan di kapal khususnya *Intercooler* dilaksanakan sebaik mungkin sesuai dengan petunjuk yang telah ditentukan oleh pabrik pembuatnya.

b) Perawatan *Intercooler* pada sisi udara

Dalam perawatan *Intercooler* pemeriksaan dan pembersihan sisi air pendingin maupun bagian sisi udara dianjurkan setelah berjalan 3.500 jam kerja mesin induk. Untuk memastikan bahwa *Intercooler* sudah kotor dapat dilakukan dengan cara melihat pada manometer yang menunjukkan perbedaan tekanan udara yang masuk dengan keluar *Intercooler*, apabila sisi udara *Intercooler* kotor maka udara yang masuk ke *Intercooler* berkurang dan *Intercooler* pada sisi udara perlu dibersihkan dengan cara menggunakan cairan kimia pencuci selama 24 jam.

Dengan menggunakan pompa sirkulasi (*Intercooler clear circulation pump*), cairan kimia dihisap oleh pompa, kemudian masuk ke *nozzle* penyemprot di dalam *Intercooler* untuk membersihkan sisi udara. Kemudian cairan kimia akan kembali ke tangki penampungan lagi dan beg seterusnya. Di KM FAJAR BAHARI 3 untuk membersihkan *Intercooler* digunakan cairan kimia khusus untuk mencuci ya *Carbon Remover – CC120*. Pekerjaan secara detail harus mengikuti instruksi yang telah ditetapkan untuk mendapatkan hasil yang optimal.

Adapun prosedur langkah-langkah pelaksanaan pembersihan adalah sebagai berikut :

- (1) *Intercooler* dapat mulai dikerjakan pembersihannya setelah mesin induk berhenti dalam kurun waktu kurang lebih 1 jam.
- (2) Buka *Intercooler* sisi udara dan pastikan *nozzle* penyemprot tersebut tidak buntu. Apabila buntu harus melepasnya dan kita bersihkan kotoran yang menyumbatnya.

- (3) Setelah kita siapkan air tawar dicampuri dengan CC120 di dalam tangki. Semua kran-kran siapkan, mulai dari kran masuk dan keluar di *Intercooler* serta kran di pompa sirkulasi. Setelah semuanya siap kemudian jalankan pompa. Setelah *nozzle* penyemprot betul-betul keluar air dan menyemprot atau membersihkan sisi udara dari *Intercooler*, pompa sirkulasi dijalankan selama 24 jam.
- (4) Setelah yakin sisi udara *Intercooler* bersih, kemudian *flushing* dengan menggunakan air tawar dengan cara menjalankan pompa sirkulasi selama 15 menit, lalu pasang kembali *cover Intercooler*.

2) Menimalisir Kebocoran Gas Buang Dari Ruang Kamar Mesin

Terbentuknya *carbon* pada sirip-sirip *Intercooler* pada dasarnya terkait dengan kualitas udara isap yang masuk ke mesin. Udara isap yang kotor atau mengandung partikel-partikel berpotensi menyebabkan *carbon* terbentuk pada permukaan *Intercooler*. Kebocoran gas buang dari ruang kamar mesin dapat memperburuk masalah dengan membawa partikel-partikel *carbon* dan kotoran ke dalam sistem udara.

Meminimalisir kebocoran gas buang dari ruang kamar mesin adalah langkah penting untuk menjaga efisiensi mesin, keselamatan, dan perlindungan lingkungan. Berikut adalah beberapa langkah untuk mengurangi risiko kebocoran gas buang:

a) Perawatan Rutin dan Inspeksi Berkala

Melakukan perawatan rutin dan inspeksi berkala pada sistem knalpot dan sistem pembuangan gas buang untuk mendeteksi dan memperbaiki potensi kebocoran. Pemeriksaan secara rutin dapat mencegah masalah yang lebih besar.

b) Pemeriksaan Sambungan dan Konektor

Periksa secara khusus sambungan dan konektor di seluruh sistem pembuangan gas buang. Pastikan semua sambungan rapat dan tidak ada retakan atau lubang.

c) Penggunaan Seal dan *Gasket* yang Baik

Periksa dan ganti seal atau *gasket* yang aus atau rusak. *Seal* dan *gasket* yang baik akan mencegah gas buang bocor melalui celah-celah kecil.

d) Pemantauan *Emisi* Gas Buang

Gunakan alat pemantau *emisi* gas buang untuk mengukur dan memantau konsentrasi gas buang. Pemantauan dapat memberi peringatan jika ada peningkatan yang signifikan dalam *emisi* gas buang.

e) Pemeriksaan Sistem Pendingin Mesin

f) Sistem pendingin mesin yang tidak berfungsi dengan baik dapat menyebabkan suhu mesin meningkat dan mengakibatkan ekspansi yang dapat menyebabkan kebocoran. Pastikan sistem pendingin mesin berfungsi optimal.

g) Pelatihan dan Kesadaran ABK

Berikan pelatihan kepada ABK tentang pentingnya pemeriksaan dan pemeliharaan sistem Exhaust Gas. Tingkatkan kesadaran mereka terhadap risiko kebocoran gas buang dan tindakan pencegahan.

h) Penggantian Komponen yang Rusak

Jika ada komponen yang sudah aus, rusak, atau *korosi*, segera ganti dengan yang baru. Komponen yang rusak dapat menjadi penyebab utama kebocoran gas buang.

Dengan mengambil langkah-langkah secara konsisten dan melakukan perawatan preventif yang baik, dapat membantu Meminimalisir risiko kebocoran gas buang dari ruang kamar mesin dan menjaga kinerja mesin serta lingkungan tetap aman.

Dengan kondisi *blower* udara yang bersih pada *turbocharger* maka jumlah udara yang masuk melewati *Intercooler* akan lebih banyak dan proses pembakaran akan lebih sempurna. Untuk perlu diadakan perawatan sesuai dengan buku petunjuk yang ada di atas kapal ya :

(a) Perawatan *blower* udara pada *turbocharger*

Adanya kebocoran pada *flexible joint*, maka perlu diadakan pembersihan pada sudut-sudut sisi *blower* karena kotor oleh partikel-partikel *carbon* yang disebabkan bocornya *flexible joint* pada pipa gas buang. Pembersihan dilakukan dengan cara :

- (1) Menggosok sudut-sudut *blower* tersebut secara perlahan dengan kain yang telah dibasahi oleh minyak yang dicampur dengan air sabun sampai bersih.
- (2) Setelah dilakukan pembersihan dengan kain bersih dan kering.

(B) Perawatan *filter* udara pada *turbocharger*

Mengingat pentingnya jumlah dan kualitas udara yang masuk perlu diadakan perawatan berkala pada saringan udara *turbocharger* di KM FAJAR BAHARI 3, setiap penunjukan indikator udara pada monitor menurun saringan udara harus dibersihkan. Dibagian luar saringan udara tersebut dilapisi dengan spon yang gunanya untuk menyaring kotoran dari luar supaya kotoran tidak langsung melekat pada saringan udara sehingga udara yang masuk akan lebih bersih dan saringan udara akan lebih tahan lama.

Perawatan *filter* udara pada *turbocharger* diantaranya sebagai berikut :

1) Mencuci dengan *chemical*

Proses pembersihan saringan udara dengan cara mencuci menggunakan *chemical* ya :

- a Lepas saringan udara dari *housing*
- b. Masukkan saringan udara ke dalam wadah berisi *chemical* sekitar 3-5 jam
- c Keluarkan dari wadah lalu cuci saringan udara menggunakan air deterjen
- d Setelah bersih lalu keringkan saringan udara

(2) Menyemprot dengan angin

Proses membersihkan saringan udara pada *turbocharger* dengan angin adalah sebagai berikut :

- a Lepas saringan udara dari *housing*.
- b Semprot dengan udara bertekanan 3 – 7 kg/cm² dari bagian dalam dengan jarak dekat.
- c Kemudian semprot dari luar untuk membersihkan debu yang menempel pada dinding saringan udara sebelah luar dengan jarak 20–30 cm.
- d Semprot kembali dari sebelah dalam .

a. Kurangnya pelatihan dan monitoring dari *PMS* dalam peroperasian Intercooler.

Alternatif pemecahan masalahnya ya:

Monitoring *PMS* (*planned maintenance system*, sistem perawatan terencana termasuk *running hours*) terhadap *zinc anode* pada *Intercooler main engine*

Monitoring PMS (*Planned Maintenance System*) terhadap *zinc anode* pada *Intercooler main engine* adalah proses penting dalam menjaga kinerja dan perlindungan komponen *Intercooler* pada mesin utama kapal. *Zinc anode*, juga dikenal sebagai *Zinc anode*, adalah sebuah komponen yang terbuat dari alumunium yang dipasang di dekat permukaan logam yang rentan terhadap *korosi*. Fungsi utama *zinc anode* adalah untuk menarik reaksi *korosi* sehingga melindungi logam yang lebih penting (seperti logam *Intercooler*) dari kerusakan.

Langkah-langkah yang terlibat dalam monitoring PMS terhadap *zinc anode* pada *Intercooler main engine* adalah sebagai berikut:

1) Identifikasi komponen *zinc anode*

Pertama-tama, *zinc anode* yang terpasang pada *Intercooler main engine* diidentifikasi dan ditempatkan dengan jelas dalam dokumen PMS . mencakup lokasi *zinc anode*, spesifikasi yang diperlukan, serta *frekuensi* pemeriksaan dan penggantian yang direkomendasikan.

2) Pengaturan Jadwal Pemeriksaan

PMS akan memiliki jadwal pemeriksaan yang terencana untuk *zinc anode* pada *Intercooler*. termasuk waktu atau jam kerja tertentu di mana *zinc anode* harus diperiksa atau diganti.

3) Pengukuran Kebutuhan Penggantian

Selama pemeriksaan rutin, *zinc anode* dievaluasi untuk menentukan sejauh mana tingkat *korosi* nya. Ukuran *zinc anode* yang diukur sebelumnya akan dibandingkan dengan ukuran saat pemeriksaan, dan jika terjadi pengurangan ukuran yang signifikan, menunjukkan bahwa *zinc anode* telah 'berkorban' dan perlu diganti.

4) Penggantian *Zinc anode*

Jika *zinc anode* sudah mencapai tingkat *korosi* tertentu atau ukurannya telah berkurang signifikan, maka *zinc anode* perlu diganti dengan yang baru. Penggantian *zinc anode* dilakukan sesuai dengan rekomendasi produsen dan petunjuk PMS .

5) Pencatatan dan Pelaporan

Setiap pemeriksaan dan penggantian *zinc anode* dicatat dalam sistem PMS . melibatkan catatan tanggal, jam kerja, ukuran *zinc anode* yang diukur, dan tindakan yang diambil. Pelaporan penting untuk melacak sejarah perawatan *zinc anode* dan memastikan bahwa perawatan terencana dilakukan secara efektif.

6) Analisis Kinerja

Data yang terkumpul dari pemeriksaan dan penggantian *zinc anode* dapat digunakan untuk menganalisis kinerja komponen. Jika ada kecenderungan *korosi* yang tidak normal atau perubahan dalam tingkat *korosi*, tindakan perbaikan atau peningkatan bisa diambil.

Dengan melakukan monitoring PMS terhadap *zinc anode* pada *Intercooler main engine*, kapal dapat memastikan bahwa perlindungan terhadap komponen kritis tetap optimal dan mencegah kerusakan akibat *korosi* yang tidak terkendali. Hal juga membantu memastikan keandalan mesin dan menjaga *efisiensi* kerja sistem pendinginan.

Perawatan berencana adalah sistem perawatan permesinan kapal yang direncanakan, secara teratur, dan memenuhi laporan secara berkesinambungan kepada manajemen dengan baik. Perawatan sangat menunjang kelancaran pengoperasian kapal selanjutnya untuk menghindari setiap kendala dan masalah yang menghambat, dilakukan penyusunan perencanaan kerja berdasarkan buku petunjuk perawatan (*instruction book*). Untuk pada kondisi tertentu tertentu terkadang kapal dapat berlabuh jangkar cukup lama dilakukanlah perawatan utamanya jadwal perawatan permesinan yang telah melampaui batas maksimal sehingga dapat mencegah timbulnya masalah di masa mendatang.

Perbaikan pada pipa–pipa yang bocor dilakukan pengecekan dilihat dari sisi yang bocor, apabila pipa yang bocor masih dalam batas aman dan kapal dalam keadaan operasi, maka hanya dilakukan pembalutan (*Bleeding*) pada pipa yang bocor untuk melakukan pengelasan atau penggantian pada pipa air laut yang bocor.

Seperti diketahui bahwa pipa air laut bocor dapat di akibatkan oleh *korosi*. Untuk mengurangi laju *korosi* pada pipa-pipa pendingin air laut adalah dengan rnenggunakan metode-metode pengendalian *korosi* antara lain :

a) Perlindungan mekanis

Perlindungan mekanis atau pengendalian *korosi* dengan lapisan penghalang dengan di cat menggunakan cat *anti fouling (anti foulant paint)* pada pipa yang baru di ganti, untuk mencegah agar permukaan logam tidak bersentuhan dengan udara dan air laut sehingga reaksi *kimia* reduksi untuk terjadinya pernentukan *korosi* dapat dihindari.

b) Menggunakan *sacrificial zink anode* yang ada sertifikatnya

Telah disebutkan juga sebelumnya fungsi penggunaan *zink anode* korban. Penggunaan logam *aluminium* yang lebih aktif akan bertindak sebagai *zink anode* yang teroksidasi dan besi pipa akan menjadi katode (*cathode*) dimana reduksi *oksigen* berlangsung, bahan sengaja dikorbankan (habis termakan *korosi*) untuk melindungi besi pipa yang dilalui air laut yang *korosif*.

Selain kedua metode tersebut masih banyak metode-metode lain seperti penggunaan *chemical anti foulant* perlindungan terhadap bahan logam. Salah satunya telah disebutkan juga bahwa *Marine Growth Prevention System (MGPS)* juga dapat mengurangi laju *korosi* pada pipa-pipa air laut.

2. Evaluasi Terhadap Alternatif Pemecahan Masalah

a. Kurang optimal pengoperasian peralatan Intercooler yang mengakibatkan penumpukan Carbon pada Sirip-Sirip *Intercooler*

1) Mengoptimalkan Perawatan Berkala Terhadap *Intercooler*

Keuntungan:

- a. Mengoptimalkan perawatan berkala terhadap *Intercooler* dapat membantu mencegah, Kurang optimal pengoperasian perawatan *Intercooler* yang mengakibatkan penumpukan *carbon* di sirip-sirip *Intercooler*
 - a) Perawatan yang teratur dapat membantu menjaga kebersihan dan kinerja *Intercooler*.
 - b) Meningkatkan umur pakai *Intercooler*, karena perawatan berkala dapat mengidentifikasi masalah atau potensi masalah sebelum menjadi lebih serius, sehingga dapat menghindari kerusakan yang lebih parah.
 - c) Dapat meningkatkan *efisiensi* mesin dan kinerja kendaraan, karena *Intercooler* yang bersih dan bekerja optimal akan membantu mendinginkan udara yang masuk ke mesin, sehingga meningkatkan kinerja mesin.

Kerugian:

- a) Memerlukan biaya tambahan untuk perawatan berkala, termasuk biaya bahan dan tenaga kerja untuk melakukan pembersihan dan *inspeksi Intercooler* secara rutin.
- b) Dapat mengganggu jadwal operasional jika perawatan berkala harus dilakukan di tengah operasional kendaraan atau mesin.

2) Meminimalisir Kebocoran Gas Buang Dari Ruang Kamar Mesin

Keuntungan:

- a) Meminimalisir kebocoran gas buang dapat mengurangi potensi terbentuknya *carbon* pada sirip-sirip *Intercooler*, karena gas buang yang bocor dapat mengandung partikel-partikel yang berkontribusi terhadap pembentukan *carbon*.
- b) Meningkatkan *efisiensi* pembakaran, karena kebocoran gas buang dapat mengurangi *efisiensi* pembakaran mesin, sehingga usaha

Meminimalisir dapat meningkatkan *efisiensi* bahan bakar dan kinerja mesin.

- c) Meningkatkan *efisiensi* pembakaran, karena kebocoran gas buang dapat mengurangi *efisiensi* pembakaran mesin, sehingga usaha meminimalisirnya dapat meningkatkan *efisiensi* bahan bakar dan kinerja mesin.

Kerugian:

- a) Memerlukan pemantauan dan *inspeksi* yang cermat terhadap sistem knalpot dan gas buang, yang mungkin memerlukan biaya dan upaya tambahan.
- b) Memperbaiki kebocoran gas buang bisa memerlukan biaya dan waktu, tergantung pada tingkat kerusakan dan kompleksitas sistem knalpot.

b. Kurangnya pelatihan dan monitoring dari *PMS* dalam peroprasian Intercooler.

Evaluasi pemecahan masalahnya ya:

Monitoring *PMS* (*planned maintenance system*, sistem perawatan terencana termasuk *running hours*) terhadap *zinc anode* pada *Intercooler main engine*

Keuntungan:

- a) *Zinc anode* berfungsi sebagai sacrificial anode yang melindungi logam *Intercooler* dari *korosi*. Monitoring terhadap *zinc anode* dapat membantu memastikan perlindungan *korosi* tetap efektif.
- b) Meningkatkan umur pakai *Intercooler* dengan mengurangi risiko kerusakan akibat *korosi*.
- c) Memungkinkan penggantian *zinc anode* tepat waktu, sebelum habis atau tidak berfungsi lagi.

Kerugian:

- a) Memerlukan pemantauan dan inspeksi rutin terhadap *zinc anode*, yang mungkin memerlukan biaya dan tenaga kerja.
- b) Kesalahan dalam pemantauan atau penggantian *zinc anode* dapat mengurangi *efektivitas* perlindungan terhadap *korosi*.

3. Pemecahan Masalah yang Dipilih

a Kurang optimal pengoperasian perawatan *Intercooler* yang mengakibatkan penumpukan *carbon* di sirip-sirip *Intercooler*

Berdasarkan evaluasi terhadap alternatif pemecahan masalah diatas, maka solusi yang dipilih untuk mengatasinya mengoptimalkan perawatan berkala terhadap *Intercooler*.

b Kurangnya pelatihan dan monitoring dari *PMS* dalam peroperasian *Intercooler*.

Berdasarkan evaluasi terhadap alternatif pemecahan masalah diatas, maka solusi yang dipilih untuk mengatasi kebocoran air laut di kisi-kisi *Intercooler*. Kurangnya jadwal pelatihannya *PMS* . Dalam pengoperasian *Intercooler*. monitoring *PMS* (*planned maintenance system*, sistem perawatan terencana termasuk *running hours*) terhadap *zinc anode* pada *Intercooler main engine*.

BAB IV

KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

Dalam upaya mengoptimalkan perawatan *Intercooler* untuk meningkatkan kinerja mesin induk mengalami berbagai kendala. Sesuai uraian dan penjelasan pada bab sebelumnya, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil dari pemecahan masalah yang dipilih, maka masalah Kurang optimalnya pengoperasian perawatan *Intercooler* yang mengakibatkan penumpukan *carbon* pada sirip-sirip *Intercooler*. dapat diatasi dengan cara mengoptimalkan perawatan berkala terhadap *Intercooler*.
2. Berdasarkan hasil dari pemecahan masalah yang dipilih, maka kebocoran air laut di kisi-kisi *Intercooler*. Kurangnya pelatihan dan monitoring dari *PMS* dalam peroperasian *Intercooler*. *monitoring PMS (planned maintenance system*, sistem perawatan terencana termasuk *running hours*) terhadap *zinc anode* pada *Intercooler main engine*.

B. SARAN-SARAN

Berdasarkan uraian pembahasan pada Bab III mengenai kurangnya perawatan pada *Intercooler* di KM FAJAR BAHARI 3, maka penulis menyarankan :

1. Sebaiknya ABK Mesin mengoptimalkan perawatan berkala terhadap *Intercooler* untuk membersihkan kotoran dan endapan yang terdapat di *Intercooler* sehingga mencegah timbulnya gangguan atau hambatan pada saat operasional kapal.
2. Seharusnya ABK Mesin meminimalisir kebocoran gas buang dari ruang kamar mesin dan melaksanakan perawatan sisi *blower* udara kamar mesin dari luar KKM hendaknya melakukan monitoring *PMS (planned maintenance system*,

sistem perawatan terencana termasuk *running hours*) terhadap *zinc anode* pada *Intercooler main engine*.

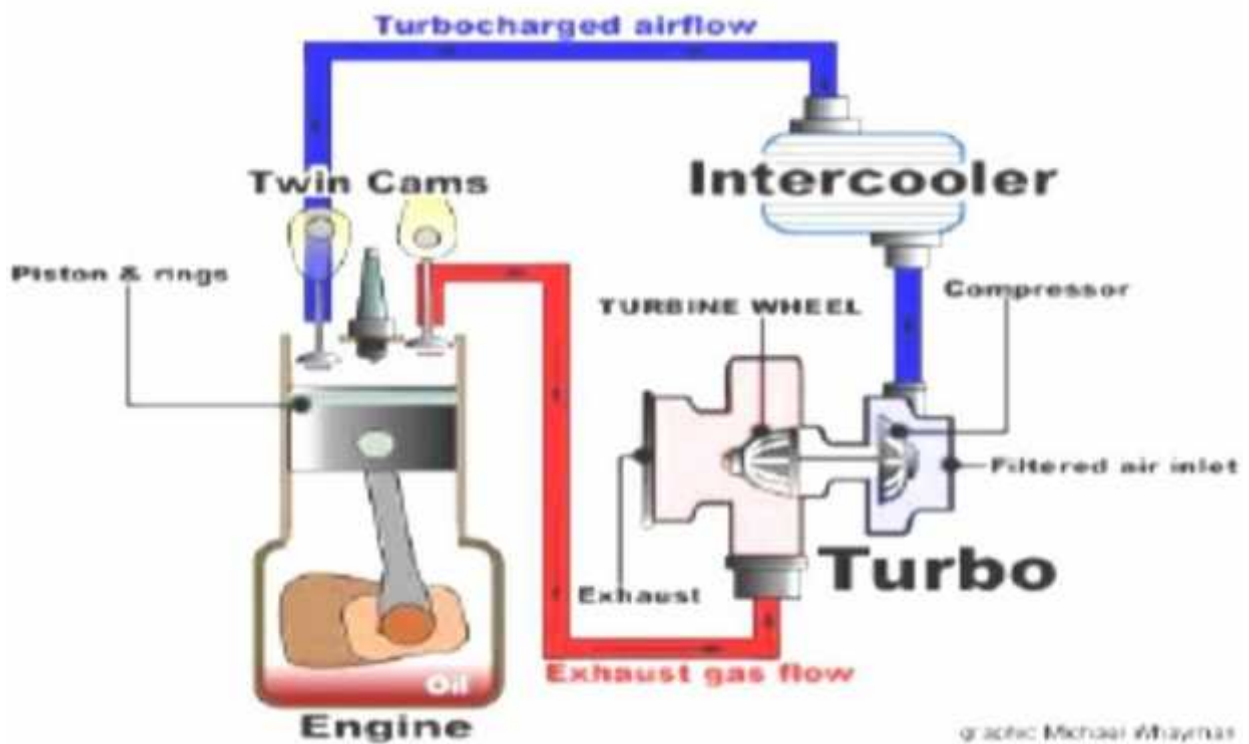
3. sesuai dengan buku petunjuk seperti melakukan perawatan *blower* udara kamar mesin dan perawatan saringan udara pada *turbocharger*.

DAFTAR PUSTAKA

- Aris Munandar, Wiranto, Tsuda Koichi. (2018). *Motor Diesel Putaran Tinggi*, Cetakan Sembilan. Jakarta : PT Pradya Paramitra
- Daryanto. (2008). *Motor Diesel Kapal*, jilid 1; Pusdiklat Perhubungan Laut Jakarta.
- Goenawan Danoeasmoro. (2013). *Manajemen Perawatan*. Jakarta : Yayasan Bina Citra Samudera
- Jusak Johan Handoyo. (2016). *Mesin Diesel Penggerak Utama Kapal*, Jakarta: Djangkar
- P. Van Maanen. (2018). *Motor Diesel Kapal*, Jilid :1, Nautech
- Sukoco, dan Zainal Arifin. (2018). *Teknologi Motor Diesel*. Bandung : Alfabeta
- Winardi. (2019). *Motivasi dan Pemasalahan dalam Manajemen Sumber Daya Manusia*. Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada

lampiran. 2

langkah kerja turbo charger



lampiran 3

kebocoran kisi - kisi *Intercoor* bagian air laut



lampiran 4

kebocoran kisi - kisi *Intercooler* bagian
udara bilas



lampiran 5

intercooler Jalur Udara sebelum di bersikan



Sesudah Di Bersihkan



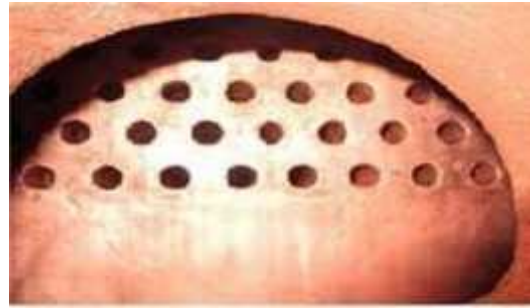
lampiran 6

intercooler sebelum dan sesudah dibersihkan

sebelum di bersihkan

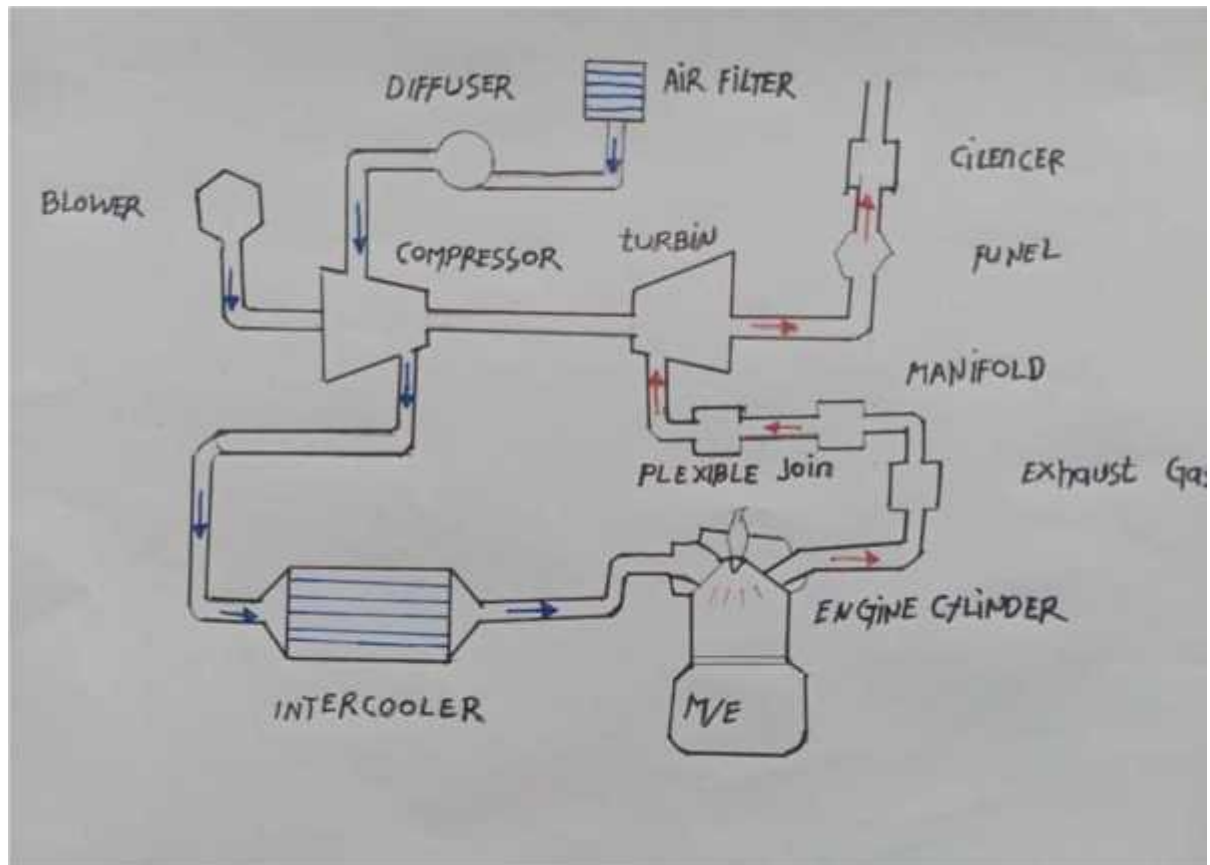


sesudah di bersihkan



lampiran. 7

penjelasan tentang inter cooler



lampiran 8

asap corobong normal



asap corobong tidak normal



lampiran 9

monitor main engine



DAFTAR ISTILAH

- Bearing* : Bantalan yang berfungsi sebagai penyangga *rotor* sehingga membuat *rotor* dapat stabil/lurus pada posisinya di dalam kesing dan *rotor* dapat berputar dengan aman dan bebas.
- Blower* : Bagian dari komponen *turbocharger* yang bersebelahan atau dipasang satu as dengan turbin, dan berfungsi menghasilkan udara bilas yang ditekan ke dalam silinder mesin.
- Casing* : Suatu wadah berbentuk menyerupai sebuah tabung dimana rotor ditempatkan. Pada ujung kesing terdapat ruang besar mengelilingi poros turbin disebut *exhaust hood*, dan diluar casing dipasang bantalan yang berfungsi untuk menyangga *rotor*.
- Cylinder* : Bagian dari komponen mesin untuk tempat bergerakanya torak dan *piston* di dalamnya, dan merupakan tempat berlangsungnya pembakaran.
- Exhaust Manifold* : Saluran pipa gas buang tiap-tiap *silinder* dan diproses untuk menghasilkan udara bilas melalui *turbocharger*.
- Ignition Delay* : Keterlambatan pembakaran didalam ruang pembakaran mesin.
- Injector* : Bagian dari komponen mesin yang berfungsi untuk pengabutan bahan bakar sehingga terjadinya ledakan atau pembakaran yang terjadi di dalam *silinder* mesin.
- Intercooler* : Suatu alat khusus dengan bahan anti karat, dilengkapi dengan sirip-sirip campuran **aluminium** yang berfungsi mendinginkan gas buang yang akan diproses oleh *turbocharger*.
- Moving Blade* : Sudu-sudu yang dipasang di sekeliling *rotor* membentuk suatu piringan. Dalam suatu *rotor turbin* terdiri dari beberapa baris piringan dengan diameter yang berbeda-beda,

banyaknya baris sudu gerak biasanya banyaknya tingkat.

- Nozzle Ring* : Bagian komponen dari *turbocharger* yang berbentuk saluran untuk mengatur kecepatan gas buang yang disalurkan untuk memutar *turbin blade*.
- Overhaul* : Melakukan pengecekan secara menyeluruh dan melakukan perbaikan atau mengganti jika ada yang rusak.
- Piston* : Bagian dari komponen mesin yang berpungsi untuk menghasilkan *kompresi* hingga terjadi ledakan.
- 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*).
- Rotor* : Bagian yang berputar terdiri dari poros dan sudu-sudu gerak yang terpasang mengelilingi *rotor*. Jumlah baris sudu-sudu gerak pada *rotor* sama dengan jumlah baris sudu diam pada casing. Pasangan antara sudu diam dan sudu gerak disebut tingkat (*Stage*).
- Surging* : Suatu titik operasi dimana *compressor* tidak mampu mempertahankan kestabilan aliran untuk memberikan udara tekanan lebih, dan terjadilah pembalikan arah aliran, ditandai dengan suara denyat bergemuruh atau suara hentakan.
- Turbine* : Merupakan mesin *turbo* yang berfungsi mengubah energi potensial (energi kinetik) menjadi *energi* mekanik untuk menghasilkan kerja berupa putaran *poros engkol*.
- Turbocharger* : Suatu bagian dari komponen mesin untuk meningkatkan tenaga mesin dengan memanfaatkan dari gas buang.



PENGAJUAN SINOPSIS MAKALAH

NAMA : MUHAMMAD ZAKIR
NIS : 01981/T-I
BIDANG KEAHLIAN : TEKNIKA
PROGRAM DIKLAT : DIKLAT PELAUT-I

Mengajukan Sinopsis Makalah sebagai berikut

A. Judul

OPTIMALISASI PERAWATAN *INTERCOOLER* UNTUK MENUNJANG KINERJA MESIN INDUK DI KM FAJAR BAHARI 3

B. Masalah Pokok

1. Terbentuknya Penempukan *carbon* di sirip-sirip *intercooler*.
2. Kebocoran air laut di kisi-kisi *intercooler*

C. Pendekatan Pemecahan Masalah

1. Besarnya lubang filter udara In. *Inlet blower Turbo charger*
2. Monitoring PMS (*planned maintenance system*, sistem perawatan terencana termasuk *Running Hours*) terhadap *zinc anode* pada *intercooler main engine*

Menyetujui :

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Jakarta, Juli 2023

Penulis

Dr.Rr. Retno Sawitri, M.MTr
Penata Tk.I (III/d)

NIP. 19820306 200502 2 001

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

NIP.19660726 199808 1 001

Muhammad Zakir
NIS : 01981/T-I

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 : OPTIMALISASI DAN PERAWATAN INTERCOOLER UNTUK
 MENUNJANG PERFORMA MESIN INDUK DI KM FAJAR BAHARI 3

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

Bimbingan II :

No.	Tanggal	Uraian	Tanda Tangan Pembimbing
1	27-JULI-2023	PENGGAJUAN SINOPSIS	<i>Edi</i>
2	04-AUGUSTUS 2023	REVISI SINOPSIS DAN PENGGAJUAN BAB 1	<i>Edi</i>
3	07-AUGUSTUS 2023	KOREKSI BAB 1, DAN LANJUT BAB.2	<i>Edi</i>
4	11-AUGUSTUS 2023	PENGGAJUAN BAB 3 DAN KOREKSI BAB.2	<i>Edi</i>
5	14-AUGUSTUS 2023	REVISI BAB 3 DAN PENGGAJUAN BAB 4.	<i>Edi</i>
6	18-AUGUSTUS 2023	REVISI BAB 3 DAN PELengkapAN LAPIRAN-LAPIRAN	<i>Edi</i>
7	21-AUGUSTUS 2023	PENISING SINOPSIS BAB 1 BAB.2 BAB.3 DAN BAB 4.	<i>Edi</i>
8	25-AUGUSTUS 2023	Makalah SIAP UNTUK DI PREJANTASI Kan	<i>Edi</i>

Catatan : *Maafkan jika terburuk dari peng/Att-1/67*
Sign u/ wakil Sidang peng/Edi

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

Judul Makalah :

.....

.....

Dosen Pembimbing I : RR. Retno Sawitri, M.MTr

Bimbingan I :

No.	Tanggal	Uraian	Tanda Tangan Pembimbing
1.	18 Juli 2023	Acc Judul Makalah	
2.	20 August 2023	BAB I , revisi	
3.	23 August 2023	Acc BAB I , Revisi BAB II	
4.	24 August 2023	Acc BAB II , Revisi BAB III	
5.	28 August 2023	Acc BAB III , Revisi BAB IV	
6.	30 August 2023	Acc BAB IV	
		Siap untuk sidang Makalah	

Catatan : Siap untuk sidang Makalah !

.....

.....