

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



**MAKALAH**

**ANALISIS PENGARUH KERJA *INTERCOOLER*  
TERHADAP UDARA BILAS GUNA  
MEMPERTAHANKAN PERFORMA MESIN  
INDUK DI KAPAL KM. NGGAPULU**

Oleh:

**ACHMAD HUSEIN SIAMPA**

**NIS. 01997/T-I**

**PROGRAM PENDIDIKAN DIKLAT PELAUT - 1**

**JAKARTA**

**2023**

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



**MAKALAH**

**ANALISIS PENGARUH KERJA *INTERCOOLER*  
TERHADAP UDARA BILAS GUNA  
MEMPERTAHANKAN PERFORMA MESIN  
INDUK DI KAPAL KM. NGGAPULU**

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

Oleh :

**ACHMAD HUSEIN SIAMPA**

**NIS. 01997/T-I**

**PROGRAM PENDIDIKAN DIKLAT PELAUT - 1**

**JAKARTA**

**2023**

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



**TANDA PERSETUJUAN MAKALAH**

Nama : ACHMAD HUSEIN SIAMPA  
No. Induk Siwa : 01997/T-I  
Program Pendidikan : DIKLAT PELAUT - I  
Jurusan : TEKNIKA  
Judul : ANALISIS PENGARUH KERJA INTERCOOLER  
TERHADAP UDARA BILAS GUNA  
MEMPERTAHANKAN PERFORMA MESIN INDUK DI  
KAPAL KM. NGGAPULU

Pembimbing I,

**Pande Irianto Subandrio Siregar M.M**

Pembina Utama (IV/c)

NIP.19620522 199703 1 001

Jakarta, 13 Oktober 2023

Pembimbing II,

**Ir.Boedojo Wiwoho S J, M.T**

Penata (IV/b)

NIP.19641218 199103 1 003

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 : ACHMAD HUSEIN SIAMPA  
No. Induk Siwa : 01997/T-I  
Program Pendidikan : DIKLAT PELAUT - I  
Jurusan : TEKNIKA  
Judul : ANALISIS PENGARUH KERJA INTERCOOLER  
TERHADAP UDARA BILAS GUNA  
MEMPERTAHANKAN PERFORMA MESIN INDUK DI  
KAPAL NGGAPULU

Penguji I

**Bosin Prabowo, M. M.ar.E**  
Penata Tk I (III/d)  
NIP.19780110 200604 1 001

Penguji II

**Dr. Marihot S, MM**  
Pembina Utama (IV/c)  
NIP.19661110 199803 1 002

Penguji III

**P. Irianto Siregar, MM**  
Pembina Utama (IV/c)  
NIP.19641218 199103 1 003

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

***“ANALISIS PENGARUH KERJA INTERCOOLER TERHADAP UDARA BILAS  
GUNA MEMPERTAHANKAN PERFORMA MESIN INDUK DI KAPAL KM.  
NGGAPULU”***

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 :

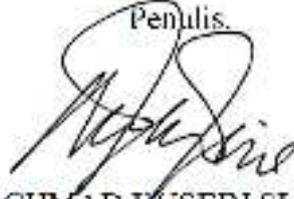
1. H. Ahmad Wahid, S.T., M.T, M.Mar.E , selaku Kepala Sekolah tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta.
2. Capt. Suhartini, S.SiT.,M.M.,M.MTr, selaku Kepala Divisi Pengembangan Usaha Sekolah tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta.
3. Dr. Markus Yando, S.SiT.,M.M, selaku Ketua Jurusan Teknik Sekolah tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta.
4. Bapak Pande Irianto Subandrio Siregar, MM., selaku dosen pembimbing I yang telah meluangkan waktu untuk memberikan saran dan pikirannya mengarahkan penulis pada sistematika materi yang baik dan benar
5. Bapak Ir. Boedjo Wiwoho S J, M.T selaku dosen pembimbing II yang telah meberikan waktunya untuk membimbing proses penulisan makalah ini
6. Seluruh Dosen dan staf pengajar Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta yang telah memberikan bantuan dan dorongan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan tugas makalah ini.
7. Seluruh rekan-rekan yang ikut memberikan sumbangsih pikiran dan saran serta keluarga saya, istri saya (Lulu Restu Walida) dan anak-anak saya yaitu; yang

pertama (Arung Samudra) yang kedua Mishari Hafizh yang ketiga Hafizo kamila yang telah memberikan motivasi selama penyusunan makalah ini.

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

Jakarta, 13 Oktober 2023

Penulis,



ACHMAD HUSEIN SIAMPA

NIS. 01997/T-1

# DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>TANDA PERSETUJUAN MAKALAH</b> .....	ii
<b>TANDA PENGESAHAN MAKALAH</b> .....	iii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	iv
<b>DAFTAR ISI</b> .....	vi
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	vii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	viii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
A. Latar Belakang .....	1
B. Identifikasi, Batasan dan Rumusan Masalah .....	2
C. Tujuan dan Manfaat Penelitian .....	3
D. Metode Penelitian .....	4
E. Waktu dan Tempat Penelitian .....	5
F. Sistematika Penulisan .....	5
<b>BAB II LANDASAN TEORI</b>	
A. Tinjauan Pustaka .....	7
B. Kerangka Pemikiran .....	27
<b>BAB III ANALISIS DAN PEMBAHASAN</b>	
A. Deskripsi Data .....	21
B. Analisis Data .....	23
C. Pemecahan Masalah .....	27
<b>BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
A. Kesimpulan .....	35
B. Saran .....	35
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	36

## **DAFTAR LAMPIRAN**

- Lampiran 1 : Data Sebelum Observasi
- Lampiran 2 : Data Setelah Observasi
- Lampiran 3 : Record temperature tekanan
- Lampiran 4 : *Operating Data and Set Point*
- Lampiran 5 : Diagram Sistem Pendingin Terbuka dan Tertutup
- Lampiran 6 : Gambar sistem aliran udara pada intercooler
- Lampiran 7 : Gambar Bagian-bagian *Intercooler*
- Lampiran 8 : Deskripsi Bagian-bagian *Intercooler*
- Lampiran 9 : *Lifting tool on charge air cooler*
- Lampiran 10 : Foto *Intercooler*
- Lampiran 11 : Gambar *Cover Turbocharge*
- Lampiran 12 : Deskripsi *Cover Turbocharge*
- Lampiran 13 : Gambar *Turbocharge*
- Lampiran 14 : Deskripsi *Turbocharge*
- Lampiran 15 : Gambar *filter Turbocharge*
- Lampiran 16 : Gambar pembersihan HT cooler dan LT cooler
- Lampiran 17 : Test record temperatur dan tekanan
- Lampiran 18 : Ship Particular
- Lampiran 19 : Crew List

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. LATAR BELAKANG**

Persaingan di dunia maritim saat ini sangatlah ketat sehingga perusahaan pelayaran dituntut untuk mengutamakan pelayanan yang baik dan memuaskan. Upaya yang dilakukan diantaranya adalah dengan menjaga keamanan, ketepatan waktu dan penghematan biaya dalam pelayaran.

Untuk menunjang kelancaran pengoperasian mesin induk dalam proses pelayaran dibutuhkan kerja yang optimal dari mesin induk diantaranya adalah *intercooler* yang berfungsi mendinginkan dan memampatkan udara untuk pembakaran sehingga udara yang masuk ke ruang bakar bertemperatur rendah dengan kadar oksigen tinggi dan nantinya pembakaran bahan bakar di ruang bakar bisa sempurna.

*Intercooler* harus memiliki kerja yang baik, karena pada saat mesin induk bekerja, mesin sangat membutuhkan udara bilas yang maksimal dalam proses pembakaran agar tenaga yang dihasilkan mesin induk maksimal. Optimalnya kerja pada *intercooler* terhadap suhu udara bilas merupakan hal yang mutlak bagi kelancaran operasional mesin induk. Pelayaran dan pelayanan dapat terganggu jika kerja *intercooler* terhadap suhu udara bilas di mesin induk bermasalah karena kurangnya pengetahuan cara perawatan yang baik dan benar sehingga kerja *intercooler* mengalami gangguan atau mengalami kerusakan.

*Pentingnya* kerja *intercooler* sangat berpengaruh terhadap suhu udara bilas di mesin induk karena untuk menghasilkan pembakaran yang sempurna dibutuhkan supply dan temperatur udara bilas yang optimal. Namun pada saat penulis melaksanakan tugas menjadi Second Engineer, penulis menemukan masalah dari kerja *intercooler*, yaitu pada saat pelayaran dari Tg. Perak Surabaya menuju Tg. Priok Jakarta, terjadi perubahan suhu pada udara bilas (*scavenging air*) meningkat,

yang sebelumnya 48°C menjadi 65°C yang diikuti naiknya suhu air pendingin *intercooler*, tekanan pada indikator *scavenging air pressure* naik dari 1.2 bar menjadi 1.6 bar dan putaran *turbocharge*-nya adalah 8.800 rpm, dengan suhu udara bilas meninggalkan blower 60 °C pada kecepatan putaran mesin induk 98 rpm. Pada *test record* yang ada seharusnya dengan kecepatan putaran mesin tersebut, temperatur udara bilas (*scavenging air*) yaitu 44 °C sampai 55 °C dengan tekanan pada indikator *scavenging air pressure* antara 0.9 bar sampai 1.4 bar . Pada *intercooler* terjadi proses perpindahan panas, antara suhu dingin dari air tawar yang masuk dan keluar pada *intercooler* yang normal dengan suhu panas dari udara yang berkurang melalui sirip-sirip *intercooler*. Pada keadaan normal suhu air pendingin masuk ke *intercooler* 30°C dan keluar dari *intercooler* 36°C, pada kenyataannya yang masuk ke *intercooler* 30°C dan keluar dari *intercooler* 34°C. Jika kerja *intercooler* tidak optimal, menyebabkan naiknya suhu udara bilas karena proses pendinginan yang tidak maksimal dan supply udara yang masuk kedalam mesin induk menjadi berkurang. Dari keadaan seperti ini akan menyebabkan pembakaran yang tidak berlangsung sempurna dan berdampak pada temperatur gas buang mesin induk menjadi meningkat.

Selain dari itu performa mesin dan juga kualitas temperatur udara bilas bergantung pada kondisi Turbo charger, maka dari itu menjaga kualitas udara bilas, filter dan perawatan daripada Turbo charger merupakan hal penting yang harus diperhatikan, kotornya filter Turbo charger bisa menghambat masuknya udara ke *intercooler* dan kalau dibiarkan terlalu lama bisa mengakibatkan kotoran masuk ke kisi kisi *Intercooler* hal ini bisa menyebabkan bertambahnya biaya perawatan dan memakan waktu sehingga menghambat Operasional kapal, Berdasarkan uraian di atas, maka penulis tertarik mengangkat judul makalah sebagai berikut: **“ANALISIS PENGARUH KERJA *INTERCOOLER* TERHADAP UDARA BILAS GUNA MEMPERTAHANKAN PERFORMA MESIN INDUK DI KAPAL KM. NGGAPULU”**

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

### **1. Identifikasi Masalah**

Berdasarkan uraian pada latar belakang di atas, dapat ditemukan beberapa identifikasi masalah sebagai berikut :

- a. Terjadinya gangguan kerja dari sistem *intercooler* pada mesin induk.
- b. *Kotornya Filter udara pada Turbo Charger.*

## 2. Batasan Masalah

Agar lebih fokus dalam penelitian ini dan mencegah meluasnya masalah yang ada maka penulis membatasi pembahasan makalah ini tentang pengaruh tidak optimalnya kerja *intercooler* terhadap suhu udara bilas sesuai dengan tujuan penelitian sebagai berikut:

- a. Terjadinya gangguan kerja dari sistem *intercooler* pada mesin induk.
- b. Terjadinya penurunan kinerja Mesin.

## 3. Rumusan Masalah

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

- a. Apakah faktor yang dapat mempengaruhi terjadinya gangguan kerja dari sistem *intercooler* pada mesin induk?.
- b. Apakah Dampak dari kotornya Filter Udara Turbo charger?.

## C. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

### 1. Tujuan Penelitian

- a. Untuk mengetahui dan menganalisis serta mencari solusi apakah faktor yang dapat mempengaruhi terjadinya gangguan kerja dari sistem *intercooler* pada mesin induk.
- b. Untuk mengetahui dan menganalisis serta mencari solusi dampak yang terjadi bila filter udara pada Turbo Charger kotor.

### 2. Manfaat Penelitian

#### a. Manfaat bagi Dunia Akademis

- 1) Agar hasil analisis dapat memberikan gambaran pada pembaca tentang sistem *intercooler* di atas kapal.
- 2) Sebagai bahan bacaan di perpustakaan STIP Jakarta bagi perwira siswa

yang ingin mempelajari tentang *intercooler*.

**b. Manfaat bagi Dunia Praktis**

- 1) Sebagai masukan bagi perusahaan pelayaran terkait yang berguna bukan hanya untuk KM.Nggapulu tetapi juga dijadikan acuan untuk diterapkan pada mesin diesel sebagai mesin induk lainnya, terutama yang sejenis.
- 2) Untuk berbagi pengalaman dengan kawan-kawan seprofesi tentang masalah yang dihadapi pada *intercooler* dan cara penanganannya.

**D. METODE PENELITIAN**

**1. Teknik Pendekatan**

Metode pendekatan yang digunakan dalam makalah ini adalah deskriptif kualitatif. Deskriptif kualitatif adalah upaya pengolahan data menjadi sesuatu yang dapat diutarakan secara jelas dan tepat dengan tujuan agar dapat dimengerti oleh orang yang tidak langsung mengalaminya sendiri, yang disajikan dalam uraian kata-kata.

**2. Teknik Pengumpulan Data**

Dalam penyusunan makalah ini, penulis menggunakan beberapa cara untuk membantu dalam menganalisa dan membahas permasalahan yang ada. Adapun teknik pengumpulan data yang digunakan yaitu :

**a. Teknik Observasi**

Teknik ini merupakan suatu metode yang sistematis dan yang dipertimbangkan dengan baik melalui pengamatan, penyelidikan dan penelitian serta pengumpulan data dari kapal secara langsung pada saat penulis masih aktif bekerja di kapal KM.Nggapulu sebagai *Second Engineer*.

**b. Studi Pustaka**

Pengumpulan data melalui data utama dari daftar pustaka, dengan mencari dan mengumpulkan data yang ada hubungannya dengan judul makalah ini untuk dapat mengetahui pemecahan dalam masalah ini.

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

### **1. Waktu Penelitian**

Waktu penelitian dalam menyusun makalah ini dilaksanakan pada saat penulis bekerja di atas kapal KM. Nggapulu sebagai *Second Engineer* selama 3 bulan dari bulan Agustus 2021 sampai Oktober 2022. Selama kurun waktu tersebut penulis menjalankan tugas dan menemukan permasalahan dalam perawatan *intercooler*.

### **2. Tempat Penelitian**

Tempat penelitian dilaksanakan di atas kapal KM. Nggapulu berbendera Indonesia milik PT. PELNI (Pelayaran Nasional Indonesia) yang beroperasi di Perairan pelayaran Indonesia.

## **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**

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**

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

### **BAB III ANALISIS DAN PEMBAHASAN**

Data yang diambil dari lapangan berupa fakta-fakta yang terjadi selama penulis bekerja di atas kapal KM. Nggapulu. 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 di dalam penulisan makalah ini dan merupakan masukan untuk perbaikan yang akan dicapai.

## BAB II

### LANDASAN TEORI

#### A. Tinjauan Pustaka

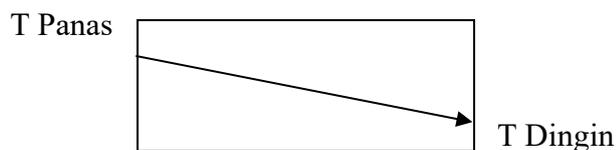
##### 1. Termodinamika perpindahan kalor atau panas

Panas atau kalor adalah salah satu bentuk energi, yaitu energi panas. Jika suatu benda melepaskan kalor pada benda lain maka kalor yang diterima benda lain sama dengan kalor yang dilepas benda itu. Pernyataan ini disebut juga sebagai asas black, yaitu jumlah kalor yang dilepas sama dengan kalor yang diterima. Menurut (J.R.Stott, marine engineering practice vol.1, 2000 : 13). Perpindahan panas ialah proses berpindahnya energi dari suatu tempat ke tempat yang lain dikarenakan adanya perbedaan suhu ditempat-tempat tersebut. Pada dasarnya terdapat tiga macam proses perpindahan energi panas. Proses tersebut adalah perpindahan energi secara konduksi, konveksi dan radiasi.

Berikut pembahasan lebih lanjut mengenai ketiga perpindahan energi panas tersebut, yaitu:

##### a. Perpindahan kalor secara konduksi

Perpindahan kalor secara konduksi adalah proses perpindahan kalor dimana kalor mengalir dari daerah yang bertemperatur tinggi ke daerah yang bertemperatur rendah dalam suatu medium (padat, cair atau gas) atau antara medium-medium yang berlainan yang bersinggungan secara langsung sehingga terjadi pertukaran energi dan momentum.

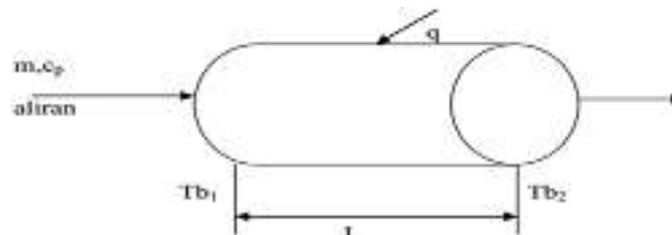


Gambar 2. 1 Perpindahan panas konduksi pada dinding

Laju perpindahan panas yang terjadi pada perpindahan panas konduksi adalah berbanding dengan gradien suhu normal sesuai dengan persamaan

b. Perpindahan kalor secara konveksi

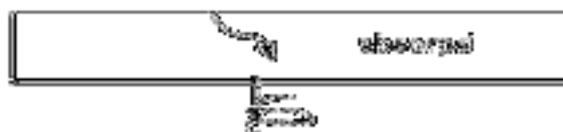
Konveksi adalah perpindahan panas karena adanya gerakan / aliran / pencampuran dari bagian panas ke bagian yang dingin. Contohnya adalah kehilangan panas dari radiator mobil, pendinginan dari secangkir kopi dll. Menurut cara menggerakkan alirannya, perpindahan panas konveksi diklasifikasikan menjadi dua, yakni konveksi bebas (free convection) dan konveksi paksa (forced convection). Bila gerakan fluida disebabkan karena adanya perbedaan kerapatan karena perbedaan suhu, maka perpindahan panasnya disebut sebagai konveksi bebas (free / natural convection). Bila gerakan fluida disebabkan oleh gaya pemaksa / eksitasi dari luar, misalkan dengan pompa atau kipas yang menggerakkan fluida sehingga fluida mengalir di atas permukaan, maka perpindahan panasnya disebut sebagai konveksi paksa (forced convection).



Gambar 2. 2 perpindahan panas konveksi

c. Perpindahan panas radiasi

Perpindahan panas radiasi adalah proses di mana panas mengalir dari benda yang bersuhu tinggi ke benda yang bersuhu rendah bila benda-benda itu terpisah di dalam ruang, bahkan jika terdapat ruang hampa di antara benda - benda tersebut.



Gambar 2. 3 perpindahan panas radiasi

Energi radiasi dikeluarkan oleh benda karena temperatur, yang dipindahkan melalui ruang antara, dalam bentuk gelombang elektromagnetik. Bila energi radiasi menimpa suatu bahan, maka sebagian radiasi dipantulkan, sebagian diserap dan sebagian diteruskan. Sedangkan besarnya energi :

## 2. Pengertian intercooler terhadap udara bilas.

Intercooler adalah bagian dari mesin induk yang berfungsi mendinginkan dan memampatkan udara untuk pembakaran sehingga udara yang masuk ke ruang bakar bertemperatur rendah dengan kadar oksigen tinggi dan nantinya pembakaran bahan bakar di ruang bakar bisa sempurna. Asal mula adanya sistem pendinginan adalah dari teori ilmiah perpindahan panas. Dengan adanya proses pendinginan terhadap charge air, berat udara untuk proses pembakaran dapat dicapai secara maksimal dengan volume silinder yang tetap. Perpindahan kalor pada intercooler menggunakan perpindahan secara konveksi seperti yang dijelaskan sebelumnya. Dimana perpindahan panas karena adanya gerakan, aliran atau pencampuran dari bagian panas ke bagian yang dingin. Berikut penjelasan gambar putaran udara bilas standar dengan intercooler.



Gambar 2. 4 mekanisme siklus udara bilas dan intercooler

Keterangan gambar:

B = Kompresor sentrifugal. T = Turbin radial.

C = Intercooler udara.

Menurut (P.Van Maanen, motor diesel kapal, jilid 1: 3.5). Pada sistem ini udara pembakaran dan udara pembilasan disalurkan oleh sebuah kompresor turbo, digerakan oleh sebuah turbin gas, dimana gas buang dari motor berekspansi. Keuntungan besar dari metode ini terletak pada fakta bahwa kerja kompresi udara dihasilkan dari kerja ekspansi gas pembakaran yang akan hilang untuk sebagian besar, sedangkan motor tidak perlu memberikan kerja pompa mekanis.

### **3. Kerja Intercooler yang optimal**

Menurut (C.C.Pounder, marine diesel engines, 1972: 36-37). Sesuai yang telah disebutkan, kenaikan output tenaga mesin diperoleh dengan pressure charging adalah hasil dari kenaikan berat udara yang terjebak di dalam silinder, menyebabkan lebih besarnya berat bahan bakar yang terbakar.

Kerja intercooler yang optimal adalah tekanan rata-rata efektif, tekanan udara, suhu gas dan udara pada motor induk 4 tak, harga yang dicapai yaitu  $P_e$  5.5 - 6 bar (0.55 - 0.6 Mpa) dengan harga maksimal dari tekanan rata-rata efektif adalah sekitar  $P_e$  hingga 20 bar (2.0 Mpa) pada tekanan lebih pengisian hingga 30 bar (3.0 Mpa) dengan suhu udara dalam kompresor meningkat hingga  $150\text{ }^{\circ}\text{C} - 160\text{ }^{\circ}\text{C}$  pada beban penuh dan suhu udara bilas menurun  $40\text{ }^{\circ}\text{C}$  serta suhu gas buang sewaktu masuk ke dalam turbin berkisar antara  $500\text{ }^{\circ}\text{C} - 525\text{ }^{\circ}\text{C}$ , sedangkan suhu setelah turbin pada saat meninggalkan motor yaitu  $350\text{ }^{\circ}\text{C} - 375\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Jatuh suhu pada turbin adalah sekitar  $500\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Pada udara yang dialirkan ke dalam silinder mendapat proses penyerapan panas di dalam intercooler guna mendapatkan udara yang cukup untuk pembakaran yang sempurna. Pada tekanan udara yang lebih rendah dan temperatur yang lebih tinggi, berat udara yang dihisap akan lebih sedikit. Sedangkan untuk menghasilkan pembakaran yang sempurna dibutuhkan berat udara yang cukup.

Dengan demikian bahwa diperlukan tekanan udara yang lebih tinggi dan temperatur yang lebih rendah untuk menghasilkan daya mesin yang lebih besar. Agar kerja intercooler optimal dibutuhkan:

#### **a. Perawatan yang sesuai dengan manual book**

Seperti tiap 60 - 100 jam kerja diadakan pembersihan saringan

udara pada turbocharger (sisi blower). Setiap 3000 jam kerja pembersihan pada intercooler, baik pada sisi air laut maupun sisi udaranya. Pemeriksaan ruang udara bilas tiap 500-1000 jam kerja mesin induk.

- b. Pemeriksaan secara rutin dalam sistem udara bilas yaitu:
- 1) Memeriksa temperatur udara bilas yang keluar dari intercooler.
  - 2) Memeriksa tekanan udara bilas.
  - 3) Memeriksa sambungan saluran udara turbocharger keruang udara bilas, untuk memastikan tidak adanya kebocoran sambungan tersebut.
  - 4) Mencerat udara bilas pada ruang udara bilas dengan membuka kran ceratnya untuk memastikan tidak adanya air.
  - 5) Memeriksa tekanan minyak lumas, tekanan pendinginan dan penunjuk putaran pada turbo charger.
  - 6) Memeriksa suhu dan tekanan air laut pendingin pada intercooler.

Secara teoritis udara yang dibutuhkan sebanyak 14.0 – 14.5 kg per 1 kg bahan bakar untuk pembakaran sempurna di setiap silinder, jumlah udara tersebut dinamakan jumlah udara teoritis. Untuk menghasilkan penyalaan cepat dan pembakaran cepat maka dalam silinder harus tersedia lebih besar dari pada jumlah udara teoritis. Jumlah udara yang diperlukan sesungguhnya per kg bahan bakar disebut jumlah udara praktis.

#### **4. Kerja intercooler yang tidak optimal**

Menurut (C.C.Pounder, marine diesel engines, 1972:32). Intercooler yang kotor menyebabkan kurangnya jumlah udara murni yang masuk ke dalam ruang silinder. Massa jenis udara menentukan massa bahan bakar yang dapat dibakar pada setiap langkah dalam silinder dan menentukan daya maksimal pada mesin. Jika massa udara dalam setiap langkah meningkat maka besar pula massa bahan bakar pada setiap silinder yang dapat dibakar.

Pada kerja intercooler yang tidak optimal terjadi kenaikan suhu udara bilas, sehingga mengakibatkan penurunan performa atau kondisi mesin induk, dimana jika suhu udara bilas (scavenging air) naik akan berpengaruh pada suhu gas buang karena proses pembakaran yang tidak sempurna.

Intercooler berperan penting untuk menurunkan temperatur udara masuk ke ruang bakar, sehingga temperatur hasil kompresi tidak sangat jauh lebih tinggi dari pada temperatur titik nyala bahan bakar. Akibat dari temperature udara jauh lebih tinggi dari pada titik nyala bahan bakarnya adalah akan terjadi back pressure yang sangat besar, karena bahan bakar disemprotkan sesaat sebelum Top Dead Center (TDC). Sehingga akan mengurangi lifetime dari mesin diesel itu sendiri.

Faktor yang mempengaruhi tidak optimalnya kerja intercooler antara lain:

- a. Pipa-pipa pendingin intercooler tersumbat.
- b. Kotornya intercooler di bagian sisi masuk udara.
- c. Bocornya pipa-pipa pendingin intercooler karena termakan usia bahan.
- d. Tekanan pompa pendingin intercooler yang tidak maksimal.
- e. Central cooler kotor.

## **5. Pompa pendingin intercooler**

Menurut (S.H.Henshall, medium and high speed diesel engines for marine use. 1978:185). Sistem pendingin air tawar pada umumnya sama dengan sistem pendingin air laut kecuali pada air panas yang akan dibuang lewat overboard serta melalui heat exchanger dan dikembalikan kehisapan pompa, heat exchanger yang disirkulasi dengan air laut disediakan dari pompa kedua.

Pada sistem udara bilas, terjadi proses pendinginan udara pada intercooler menggunakan air laut atau air tawar. Air laut atau air tawar pada sistem pendinginan udara bilas merupakan media pendingin udara. Air laut atau air tawar dialirkan menggunakan pompa. Pompa pada sistem pendinginan udara bilas merupakan pesawat yang dipergunakan untuk mengalirkan air laut atau air tawar menuju intercooler pada pendingin udara bilas yang dihasilkan turbochager. Pompa yang digunakan adalah jenis sentrifugal.

## **6. Prinsip kerja Turbocharger.**

Menurut E. Karyanto (2000:148) prinsip kerja turbocharger adalah: proses langkah pembuangan di dalam silinder mesin dilakukan oleh piston

menyebabkan gas asap hasil pembakaran terdorong keluar, dari katup buang melalui manifold buang menekan ke suatu sisi turbin dan keluar lewat saluran pembuangan. Hal ini mengakibatkan sisi blower berputar sehingga menghasilkan tekanan hembusan yang menyebabkan terjadi pemadatan udara masuk dan tekanan di atas satu atmosfer. Selanjutnya udara yang bertekanan disalurkan ke manifold masuk, kemudian masuk ke dalam silinder melalui katup masuk.

Untuk itu mesin diesel dilengkapi dengan turbocharger, dengan tujuan untuk memperbesar tenaga mesin tanpa menambah terlalu banyak berat dan ukuran mesin, Sistem Pembakaran di Dalam Silinder.

Menurut Jusak Johan Handoyo, (2014:138-140) dalam bukunya yang berjudul Mesin Diesel Penggerak Utama Kapal, pembakaran di artikan suatu proses kimia dari pencampuran bahan-bakar dengan zat asam dari udara. Umumnya memakai bahan bakar cair yang mengandung unsur zat arang ( C ), zat cair (H) dengan sebagian kecil zat belerang ( S ), biasa di sebut hydro carbon. Zat asam yang di butuhkan di dapat dari udara sebagaimana di ketahui udara itu mengandung 23% zat asam dan 77% nitrogen bila di hitung dalam volume atau 21% dengan 79% bila di hitung dalam berat udara.

Perlu di ingat bahwa pembakaran di dalam silinder tidak berlangsung sederhana, karena molekul-molekul bahan bakar harus di pecah kecil berbentuk kabut halus agar pembakaran berlangsung tuntas, pembakaran yang tuntas dan sempurna secara kimiawi ini akan menghasilkan panas, proses reaksinya disebut Exterm. Bila sejumlah gas atau udara dikompresi atau diexpansi akan ada perubahan suhu selama proses terjadi, namun bila keadaan suhunya tidak ada perubahan, maka prosesnya disebut isothermis. Keadaan itu hanya mungkin terjadi apabila selama proses kompresi berlangsung panas yang timbul diambil dan bila prosesnya ekspansi, panas yang hilang diganti sehingga suhunya tinggal tetap. Lain halnya bila sejumlah gas itu saat di lakukan kompresi maupun ekspansi tanpa ada tambahan panas atau kehilangan panas, proses yang demikian di sebut adiabatic.

Selain faktor bahan bakar di atas, Sukoco, M.Pd, Zainal Arifin, M.T (2003:97) syarat-syarat proses pembakaran yang sempurna antara lain sebagai berikut :

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

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

Menurut Sukoco dan Zainal Arifin dalam bukunya yang berjudul “Teknologi Motor Diesel”, mengatakan bahwa : Motor diesel adalah merupakan mesin pembangkit tenaga, dengan input bahan bakar. Motor diesel termasuk pada mesin pembakaran dalam (internal combustion engine) artinya proses pembakaran bahan bakar untuk menghasilkan energi panas, dilakukan di dalam mesin itu sendiri.

Dengan demikian tujuan proses pembakaran adalah menghasilkan energi panas dan menaikkan tekanan yang tinggi didalam cylinder, tekanan tersebut untuk dikonversikan menjadi energi mekanik pada poros engkol. Bahan bakar motor diesel dimasukan kedalam cylinder pada akhir langkah kompresi, dengan cara diinjeksikan dengan cara tekanan yang tinggi hingga diperoleh kabutan yang halus. Sementara pada motor bensin bahan bakar dimasukkan pada awal langkah isap bersamaan dengan udara yang masuk ke dalam cylinder. Perbedaan ini berpengaruh pada homogenitas campuran udara dan bahan bakar.



Gambar 2. 5 Skema Proses Pembakaran pada Mesin Diesel

Bahan bakar diinjeksikan kedalam cylinder pada akhir proses kompresi, tidak sekali injeksi namun pada periode tertentu, yang digambarkan mulai dari titik A sampai dengan titik D. Mulai dari proses injeksi dititik A tersebut, kabutan bahan bakar mulai bertemu dengan udara yang dikompresikan dan temperature udara, dan pada titik B bahan bakar mulai terbakar. Mulai dari titik B garis grafik tekanan terus naik sampai berakhirnya injeksi bahan bakar kedalam cylinder pada titik D. Sesudah titik D proses pembakaran bahan bakar masih berlanjut hingga titik E namun tekanan didalam cylinder mulai menurun. Hal ini karena pemuaiian ruang didalam cylinder semakin cepat, sejalan dengan kecepatan piston bergerak menuju TMB untuk melakukan proses usaha.

Apabila diperhatikan secara seksama, persiapan proses pembakaran pada motor diesel hanya diberikan waktu yang sangat singkat, yaitu mulai bahan bakar diinjeksikan dari titik A dan diharapkan mulai terbakar pada titik B. Periode ini diistilahkan sebagai periode Ignition Delay, atau kelambatan penyalaan. Pada periode tersebut terjadi proses pencampuran udara dan bahan bakar yang akan ditentukan oleh dua kondisi yang diberikan yaitu proses penetrasi dan atomisasi. Penetrasi merupakan kemampuan butiran bahan bakar menembus udara bertekanan tinggi untuk menyebar keseluruh ruang pembakaran, dan penyebaran tersebut akan menentukan kondisi homogenitas campuran, sedangkan Atomisasi akan menentukan kecepatan bahan bakar menguap. Periode ignition delay ini akan menentukan kualitas yang terjadi pada titik B, yaitu apakah titik tersebut maju, atau mundur, atau mungkin justru tidak terjadi. Kualitas yang diharapkan terjadi titik B adalah hasil jarak yang pendek dengan titik A. Sebab bila titik B tersebut semakin mundur, maka pada motor diesel akan semakin besar terjadinya fenomena Detonasi. Ignition delay

merupakan proses untuk mempersiapkan reaksi antara bahan bakar dengan udara tersebut. Ignition Delay yang baik adalah yang pendek, hingga tidak perlu terjadi penumpukan jumlah bahan bakar yang diinjeksikan ke dalam cylinder. Semakin panjang ignition delay maka akan semakin terasa terjadinya detonasi didalam cylinder. Detonasi merupakan fenomena meningkatnya tekanan secara mendadak di dalam cylinder. Pada motor diesel tekanan mendadak akan terjadi saat terjadi pembakaran bahan bakar dalam jumlah yang banyak sekaligus. Proses pembakaran motor induk terjadi dalam ruang bakar silinder motor dengan pengabutan sejumlah bahan bakar yang disemprotkan menentang udara bertemperatur tinggi. Pengabut bahan bakar dengan sempurna dimungkinkan oleh suatu “Nozzle”. yang ditempatkan dengan moncongnya menghadap ke ruang bakar silinder motor. Udara bersuhu tinggi dihasilkan oleh gerakan piston dalam langkah pemampatan (kompresi) sehingga pada suatu batas tekanan tertentu, timbul pencetusan pembakaran sendiri dan berlangsunglah pembakaran yang tiba- tiba (mendadak).

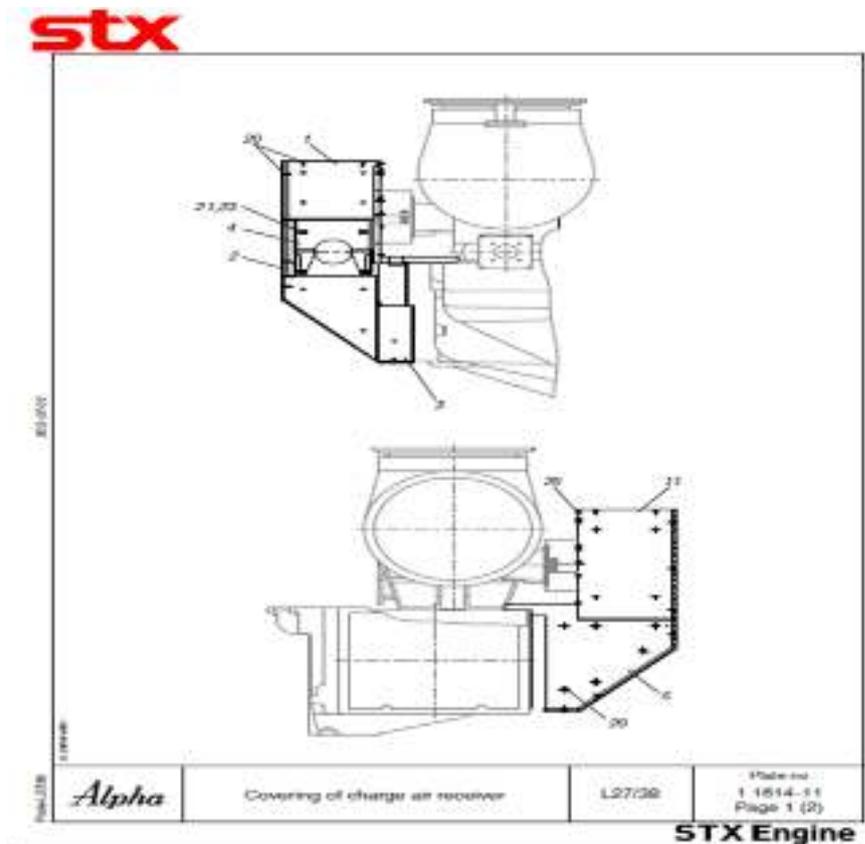


PLATE NO	PROD IDENT	CHARGING AIR RECEIVER AND - ACCESSORIES
1 1814-11	L27/38	
ITEM NO	PART DESCRIPTION	WEIGHT KILOS
1	COVER, TOP	
2	COVER, PUMP SIDE	
3	COVER, EXHAUST SIDE	
4	COVER, BY-PASS FLANGE	
5	COVER, AIT END	
10	COVERING	
11	COVERING	
20	COUNTERSUNK SCREW	
21	HEXAGON SCREW	
22	HEXAGON HEAD SCREW	
23	WASHER	
24	COUNTERSUNK SCREW	
25	HEXAGON HEAD SCREW	

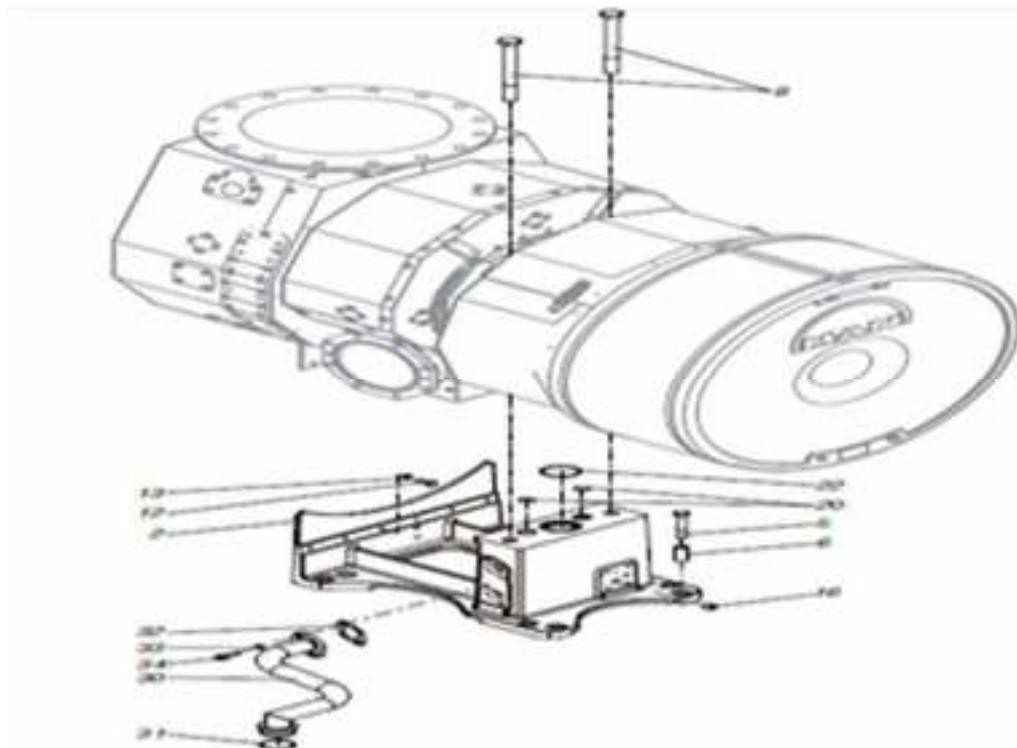


PLATE NO	PROD IDENT		
1 1810-06	L27/38	TURBOCHARGER	
ITEM NO	PART DESCRIPTION		WEIGHT KILOS
2	TURBOCHARGER FOOT FOR TCR20		
5	HEXAGON BOLT		
6	DISTANCE PIECE		
8	HEXAGON BOLT		
12	HEXAGON SCREW		
13	LOCK WASHER(PAIR)		
16	NOZZLE		
20	O-RING		
22	O-RING		
30	LUB.O. PIPING FROM TURBOCHARGER		
31	O-RING		
32	GASKET, OVAL		
33	SPRING WASHER		
34	HEXAGON SOCKET HEAD CAP SCREW		

## 1. Definisi Perawatan

Menurut Supandi (2001:13) dalam bukunya Manajemen Perawatan Industri, perawatan adalah suatu usaha yang dilakukan untuk menjaga atau mempertahankan kualitas peralatan agar tetap berfungsi dengan baik seperti dalam kondisi sebelumnya dan perawatan adalah suatu aktivitas untuk memelihara atau menjaga fasilitas atau peralatan pabrik dan mengadakan perbaikan atau penyesuaian penggantian yang diperlukan agar terdapat suatu keadaan operasi produksi yang memuaskan sesuai dengan apa yang direncanakan.

## 2. Perawatan Terencana (Plan Maintenance)

Menurut Jusak Johan Handoyo (2015:61) dalam bukunya yang berjudul Manajemen Perbaikan Dan Perawatan Kapal, perawatan berencana artinya kita sudah menentukan dan mempercayakan kepada seluruh Prosedur Perawatan yang dibuat oleh maker melalui Manual Instruction Book, untuk dilaksanakan dengan benar, tepat waktu dan berapapun biaya perawatan (maintenance cost) yang akan dikeluarkan tidak menjadi masalah, demi mempertahankan operasi kapal tetap lancar tanpa pernah terlambat dan memperkecil atau mencegah kerusakan•kerusakan yang tetjadi. Perawatan Berencana akan terlaksana dengan baik apabila dapat dipenuhi dengan benar dan rasa tanggung jawab oleh personel- personel yang terkait. Beberapa keuntungan-keuntungan Perawatan Berencana yang dilaksanakan dengan

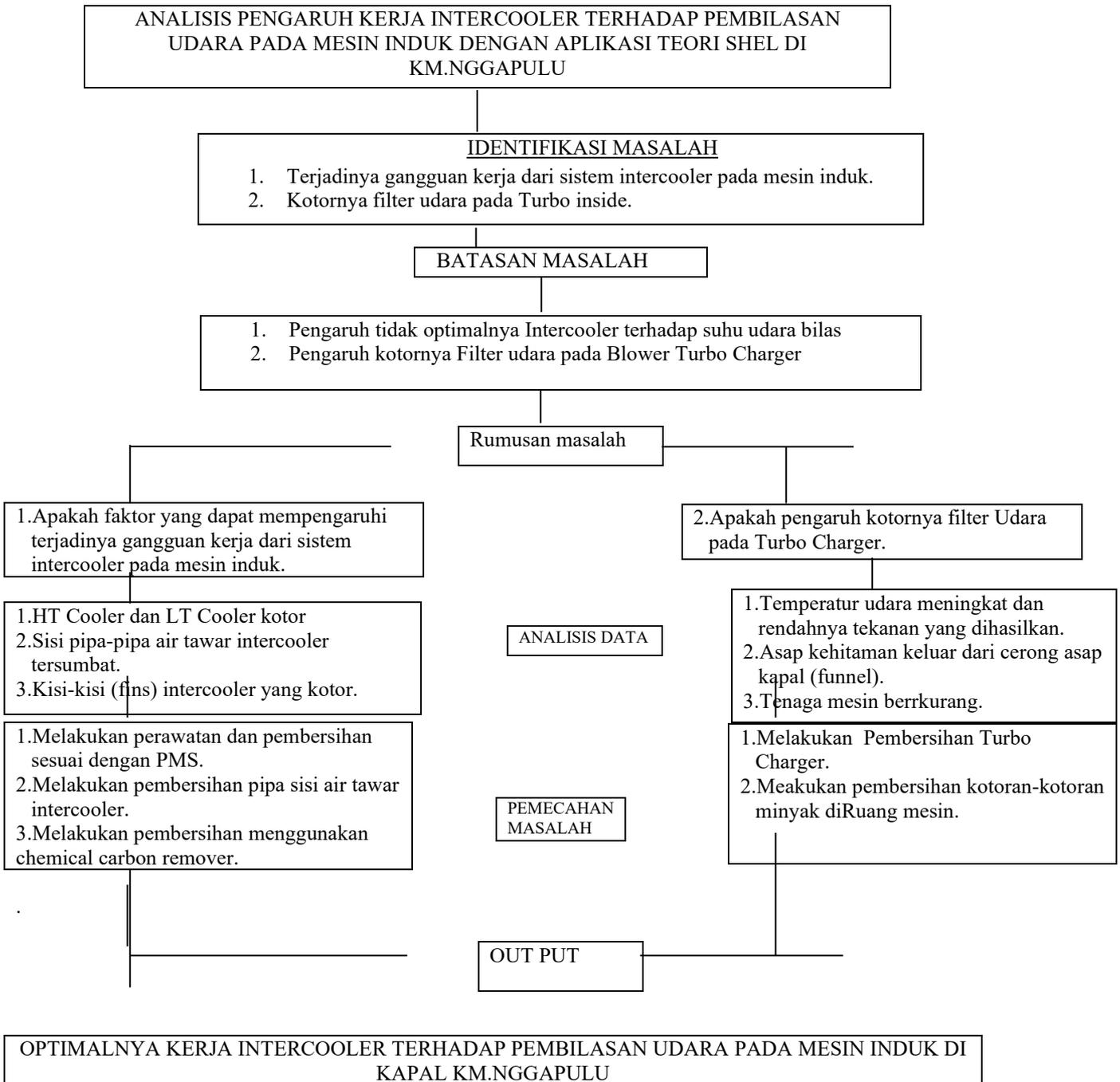
benar dan baik, antara lain:

- a. Memperpanjang waktu kerja unit pesawat atau mesin dan mempertahankan nilai penyusutan pada kapal.
- b. Kondisi material pada pesawat atau mesin dapat dipantau setiap saat oleh pengawas di darat, hanya dengan melihat pelaporan administrasi perawatan.
- c. Dengan tersedianya suku cadang yang cukup, maka pada saat ada perawatan dan perbaikan tidak kehilangan waktu operasi.
- d. Operasi kapal lancar dengan memberikan rasa aman dan tenang kepada semua personil kapal dan manajemen darat bahwa semua permesinan bekerja secara optimal, normal dan terkontrol dengan benar.
- e. Walaupun biaya perawatan sangat besar, namun semuanya dapat diperhitungkan sesuai anggaran biaya perawatan dan diperkirakan paling sedikit ada penghematan biaya sebesar 20%.

### 3. Perawatan Berencana

Perawatan berencana adalah suatu Perawatan yang direncanakan sebelumnya berdasarkan *Manual Instruction Book* dari setiap mesin atau pesawat. Perawatan yang sudah mempersiapkan suku cadang, sehingga kerusakan dapat secepatnya diperbaiki dan mencegah terganggunya operasi kapal. Sistem Perawatan Berencana atau yang lebih populer disebut PMS (*Plan maintenance Sistem*), sebenarnya sudah ada sejak adanya perkembangan munculnya kapal-kapal samudra yang harus mengarungi lautan luas sampai berhari-hari, sehingga dirasa perlu melakukan system perawatan yang berencana. Dengan melaksanakan system perawatan dan perbaikan permesinan sesuai *Manual Instruction Procedure* yang diterbitkan oleh pabriknya, yaitu sesuai *running hours*, walaupun kondisi mesin atau pesawat saat itu masih berjalan dengan baik dan normal, namun waktunya sudah mencapai jadwal perawatan Perawatan dan perbaikan dengan mengacu pada *running hours* memang diperlukan kondisi suku cadang yang cukup atau kondisi *Minimum Stock Level* benar-benar sudah disiapkan.

## B. Kerangka Pemikiran



## **BAB III**

### **ANALISIS DAN PEMBAHASAN**

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

Sebagai pendukung dalam pembahasan makalah, penulis uraikan data kapal KM.NGGAPULU sebagai berikut :

Vessel Name : KM NGGAPULU  
Flag : Indonesia  
Gross Tonnage : 14.739 MT/14.685 GT  
Engine type : 8M20  
Engine Model : 2 KRUPP MAX 8 M 501 C  
Engine Power : 8520 KW,120 RPM  
Owner : PT. PELNI

Fakta dan kondisi yang penulis jadikan temuan selama penulis bekerja di KM. Nggapulu sebagai *Second Engineer* dari 15 September 2022 sampai 20 September 2023 untuk mendasari penyusunan makalah ini yaitu :

#### **1. Terjadinya gangguan kerja dari sistem *intercooler* yang mengakibatkan tingginya temperatur udara bilas dan gas buang pada mesin induk.**

Ketika mesin induk beroperasi, diharapkan seluruh bagian dari mesin induk tersebut bekerja secara normal agar didapatkan tenaga mesin induk yang maksimal. Namun pada kenyataannya temperatur udara meningkat dan tekanan udara masuk menurun, hal ini dapat dipengaruhi beberapa faktor yang terjadi pada kapal KM. Nggapulu tempat Penulis melaksanakan penelitian Saat melakukan perjalanan dari Tg.Perak surabaya menuju ke Tg.Priok Jakarta pada waktu itu alarm berbunyi pada jam jaga masinis 2 setelah dilihat pada layar monitor yang ada di engine room terlihat terjadi perubahan suhu pada udara

bilas (scavenging air) meningkat, yang sebelumnya 48°C menjadi 65°C yang diikuti naiknya suhu air pendingin intercooler, tekanan pada indikator scavenging air pressure naik dari 1.2 bar menjadi 1.6 bar dan putaran turbochargernya adalah 8.800 rpm, dengan suhu udara bilas meninggalkan blower 60°C pada kecepatan putaran mesin induk 98 rpm. Pada test record yang ada seharusnya dengan kecepatan putaran mesin tersebut, temperatur udara bilas (scavenging air) yaitu 44°C sampai 55°C dengan tekanan pada indikator scavenging air pressure antara 0.9 bar sampai 1.4 bar, dan juga temperatur gas buang pada keadaan normal 480°C - 530°C meningkat menjadi 580°C. Setelah mengetahui kondisi Mesin Induk yang seperti itu, Masinis 2 langsung mengambil tindakan menurunkan putaran mesin dengan terlebih dahulu memberitahukan kepada saya dan mualim jaga yang berada di anjungan. Tindakan tersebut dilakukan untuk mencegah pembakaran yang tidak sempurna pada main engine yang bisa mengakibatkan ledakan, agar pembakaran yang besar tidak merusak bagian mesin induk yang lain.

## **2. Terjadinya penurunan tekanan udara bilas yang diakibatkan kotornya fiter udara Turbo Charger.**

Tekanan pada indikator Scavenging air pressure naik dari 1,0 bar menjadi 1,6 bar dan pada putaran Turbo chargernya 8.800 rpm dengan suhu udara bilas tiap-tiap Cylinder 60 °C pada kecepatan putaran mesin 98 rpm, Pada test record suhu temperatur udara bilas menunjukkan Normal yaitu 35 °C, setelah mengetahui kondisi ini, Masinis 2 Langsung mengambil tindakan memeriksa Filter udara Turbo charger dan ternyata ditemukan banyaknya kotoran yang bercampur minyak melekat pada filter, masinis 2 langsung mengambil tindakan menurunkan putaran mesin dengan terlebih dahulu memberitahukan kepada KKM dan Mualim jaga anjungan, tindakan tersebut dilakukan untuk memeriksa saluran udara dan kisi-kisi intercooler dari lolos masuknya minyak kedalam saluran udara bilas.

## B. ANALISIS DATA

Dari kondisi dan fakta kejadian yang dikemukakan pada deskripsi data tersebut di atas, maka dapat diketahui beberapa permasalahan yang menjadi bahan dan analisis penulis, yaitu sebagai berikut :

### 1. Terjadinya gangguan kerja dari system *intercooler* pada mesin induk

Penulis Mencari penyebab masalah yang mengakibatkan terjadinya gangguan kerja dari system *intercooler* pada mesin induk yaitu sebagai berikut:

#### a. HT (*High Temperature*) cooler dan LT (*Low Temperature* cooler kotor

Paling pertama yang mencuri perhatian adalah sistem pendingin, seperti kita ketahui bahwa sistem pendingin *main engine* sebagai penggerak utama kapal bergantung pada sistem pendingin air lautnya. Apabila aliran air laut ke penukar panas tidak lancar, bisa dipastikan panas yang dibawa coolant tidak bisa dibuang dengan baik karena media yang menjadi perpindahan panasnya tidak tersedia dengan cukup. Dengan begitu coolant tidak bisa menurunkan suhu air tawar. Penyebab kotornya HT (*High Temperature*) cooler dan LT (*Low Temperature*) cooler pada bagian sisi air laut adalah ranting-ranting pohon, lumpur, tritip serta kerak yang mengganggu perpindahan panas air tawar. Begitupula di bagian air tawar yang terdapat lumpur dan kerak yang menghambat proses perpindahan panas sehingga pembersihan pada sisi air laut dan air tawar pada cooler sangat penting untuk menunjang kelancaran perpindahan panas air tawar yang diinginkan, Setelah melakukan pembersihan dan perawatan *High temperature cooler* dan *Low temperature cooler* di dapat tidak ada masalah pada kedua sistem komponen HT (*High Temperature*) plate dan LT (*Low Temperature*) plate.



Gambar 3. 1 Perawatan *HT cooler* dan *LT cooler*

b. Sisi pipa air tawar tersumbat atau menyempit

Air tawar yang kurang bersih serta filter yang kurang baik mengakibatkan masuknya lumpur yang berlebihan pada sisi pipa-pipa air tawar. Ion kalsium dan magnesium merupakan penyebab utama pembentukan kerak. Ion kalsium dan magnesium tersebut lama kelamaan akan menjadi kerak sewaktu dipanasi yang akan membentuk kerak keras dibagian permukaan yang didinginkan. Kerak tersebut mengganggu perpindahan panas dan akan membantu saluran air tawar yang sempit. Penyebab lainnya adalah karena banyaknya lumpur pada sisi pipa air tawar, serta adanya majun yang menyumbat pada sisi pipa *High temperature* air tawar yang ikut bersama air tawar. Sebagian Lumpur tertinggal di dalam pipa-pipa dan membentuk gumpalan-gumpalan kecil pada pendinginnya, Gumpalan lumpur tersebut akan mengurangi kapasitas air pendingin yang seharusnya dapat diterima oleh intercooler dan majun yang tertinggal sangat mengganggu jalannya sirkulasi air tawar. Jika kotoran-kotoran tersebut masuk kedalam pipa maka harus diadakan pembersihan karena sumbatan tersebut menyebabkan proses pertukaran

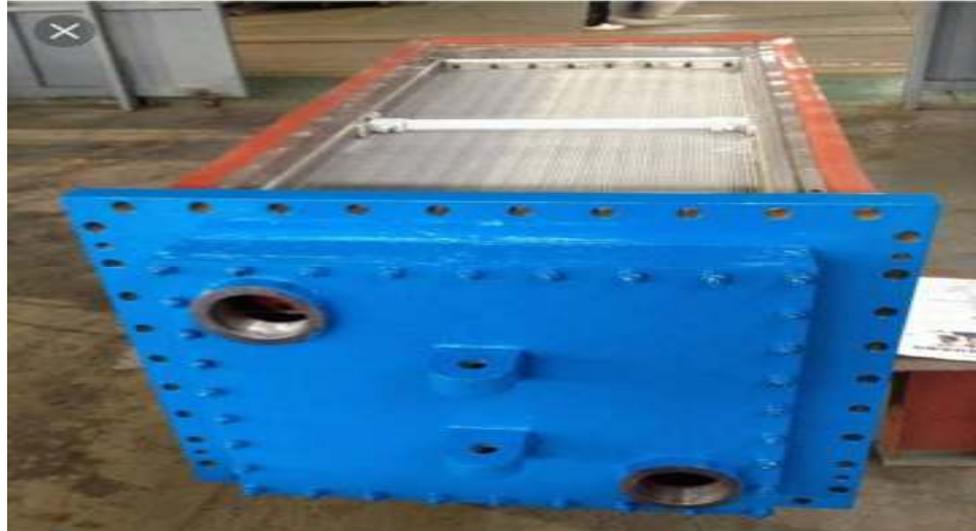
panas (heat exchanging) tidak dapat berlangsung dengan maksimal.



Gambar 3. 2 pembersihan sisi pipa air tawar

c. Kisi-kisi (*fins*) intercooler yang kotor

Karena pengaruh dari lamanya intercooler itu sendiri dan pemakaian kerjanya yang menimbulkan kerak korosi karena kelelahan bahan itu sendiri dan saringan udara masuk pada blower berfungsi untuk menyaring dan membebaskan udara dari kotoran-kotoran sebelum masuk ke ruang pembakaran sudah tidak dapat bekerja secara maksimal, sehingga debu partikel-partikel kecil dan halus berasal dari pakaian atau juga *vaporized oil* yang ada di dalam kamar mesin dapat terhisap blower side dan masuk ke dalam sisi masuk udara pada intercooler karena saringan yang seharusnya diganti sudah memiliki lubang-lubang yang membesar tetap dipakai dan lama-kelamaan kotoran yang masuk akan menyumbat pada sisi masuk udara apabila dibiarkan itu akan dapat mempengaruhi udara yang masuk ke ruang bakar menjadi sedikit. Dengan sedikitnya udara yang masuk ruang bakar udara akan meringan.



Gambar 3. 3. Pembersihan Kisi – kisi (*fins*) intercooler

## 2. Kotornya Filter udara pada Turbo Charger

Tekanan udara pada keadaan normal 1,2 – 1,7 Bar menurun menjadi 0,8 Bar diendukung dalam sistem udara bilas mesin induk yang berfungsi untuk mensuplay udara masuk ke dalam Ruang Pembakaran, Disinilah terjadi proses Penurunan kinerja Mesin karena tidak cukupnya udara yang dibutuhkan untuk proses pembakaran bahan bakar Jadi pada kemungkinan selanjutnya yaitu kurang maksimalnya udara yang masuk pada sisi Blower Turbo charger yaang diakibatkan oleh kotornya filter yang diakibatkan oleh debu atau uap minyak yang ikut terhisap saat Mesin beroperasi.

Setelah saya melakukan observasi kemudian saya melakukan study pustaka dan mencari manual book ataupun arsip-arsip di atas kapal, hasil yang saya dapatkan dari studi pustaka sebagai berikut:

No	Descreption	<i>Indicator</i>
1	<i>Engine speed</i>	110 rpm
2	<i>Exh. Gas temp. inlet TC</i>	80°C
3	<i>Exh. Gas temp. outlet TC</i>	410°C
4	<i>Air press outlet TC</i>	1,8 bar
5	<i>Air temp. after cooler</i>	40°C
6	Rata – rata exh. gas tem. outlet cyl	510°C

Table 3. 1 Exhaust gas and charge air

NO	Description	Normal value	Low	High	Reduced load of engine	Temperature Main Engine
1	Exh. Gas temp. Inlet TC	480 - 530°C		570°C	590°C	580 °C
2	Exh. Gas temp. Outlet cyl	370 - 450°C	Average 50° C	510°C	530°C	560 °C
3	Exh. Gas temp. Outlet TC	300 - 350°C		500°C		380 °C
4	Ch. Air press outlet TC	2.9 – 3.1 bar				1.8 bar
5	Ch. Air temp. After cooler	40 - 55°C	35°C	65°C	70°C	60°C

*Table 3. 2 Exhaust gas and charge air (manual book operatin data and set point)*

Tabel di atas ini menjelaskan perbandingan intruction manual book dan log book kamar mesin (saat kejadian) pengaruh yang terjadi akibat gangguan kurang maksimalnya supply udara yang masuk pada Turbo Charger terhadap Mesin Induk, pengaruh pertama yang terjadi yaitu temperatur exhaust gas naik dan tekanan udara masuk menurun hal ini disebabkan karena kurang optimalnya Filter Udara bila tersumbat.



*Gambar 3.4 Filter Turbo Charger kotor*

### **C. PEMECAHAN MASALAH**

Berdasarkan analisis data yang telah dipaparkan di atas, maka penulis mencoba memberikan beberapa pemecahan masalah yaitu sebagai berikut :

## 1. Alternatif Pemecahan Masalah

Terjadinya gangguan kerja dari system intercooler yang mengakibatkan tingginya temperatur udara bilas dan gas buang pada mesin induk.

### a. Gangguan pada HT (*High Temperature*) cooler dan LT (*Low Temperature*) cooler

Dalam sistem pendinginan utama, mesin yang ada di kapal-kapal yang didinginkan dengan menggunakan sirkulasi air tawar. Sistem ini terdiri dari tiga rangkaian yang berbeda:

#### 1) Sistem Air Laut

Air laut digunakan sebagai media pendingin, di dalam air lautan yang besar mendinginkan exchanger panas yang dapat mendinginkan air tawar dari rangkaian tertutup.

#### 2) Sistem Temperatur rendah

Rangkaian temperatur yang rendah digunakan untuk daerah temperatur mesin yang rendah dan Rangkaian ini secara langsung terhubung ke air lautan utama pada pendingin pusat; maka temperatur rendah dibandingkan dengan temperatur yang tinggi (*HT cooler*). LT (*Low Temperature*) cooler meliputi dari semua sistem bantu.

#### 3) Suhu tinggi pada HT (*High Temperature*) cooler

Rangkaian *high temperature* terutama meliputi dari sistem tabung air pada mesin utama dimana suhu ini cukup tinggi. Suhu air high temperature dijaga oleh air tawar dengan temperatur rendah. Sehingga temperatur yang diinginkan dapat tercapai sesuai yang diinginkan.

#### 4) Tangki Ekspansi

Kerugian pada rangkaian tertutup yaitu air tawar terus dikompensasi oleh tangki ekspansi yang juga menyerap peningkatan

tekanan karena ekspansi panas, Adapun masalah biasanya cepat teratasi dan ditangani, sehingga memastikan adanya masalah pada suhu udara bilas pada mesin induk diakibatkan di bagian intercooler yang tidak pernah dirawat.

NO	Descreption	Data log book	Normal value at full load Iso conditions
1	<i>Press LT system, inlet engine</i>	3.0 bar	2.0-3.0 bar
2	<i>Press. HT system, outlet engine</i>	3.0 bar	2.0-3.0 bar
3	<i>Temp. HT system, outlet engine</i>	76°C	75-85°C
4	<i>Temp. HT system, inlet engine</i>	65°C	65-70°C
5	<i>Temp. LT system, inle engine</i>	28°C	25-40°C
6	<i>Temp. HT system, outlet engine</i>	37°C	35-45°C

Table 3. 3. Cooling water system Source : log book kamar mesin dan manual book operating data 2021

b. Sisi pipa air tawar tersumbat atau menyempit

Intercooler berfungsi untuk mendinginkan udara yang keluar dari sisi blower sebelum digunakan lebih lanjut. Apabila proses pendinginan ini tidak terjadi secara optimal maka akan menyebabkan naiknya temperatur udara bilas. Kenaikan temperatur berakibat pada berkurangnya jumlah udara atau kepadatannya. Keadaan yang demikian ini salah satunya disebabkan oleh kotornya intercooler. Beberapa indicator atau gejalanya adalah peningkatan temperatur udara bilas dari sisi blower menuju ke intercooler dan perbedaan tekanan udara bilas antara sebelum dan sesudah intercooler, Intercooler tersusun dari pipa kecil (finned tubes) yang di dalamnya mengalirkan media pendingin yaitu air tawar. Di dalam air tawar mengandung bakteri anaerob, misalnya bakteri *sporovibrio-desulfuricans* menyebabkan sel karat yang berperan dalam sebagian penyebab kerak dan korosi. Pipa kecil ini sering tersumbat oleh adanya kotoran sehingga

menyebabkan proses pertukaran panas (*heat exchanging*) tidak dapat berlangsung dengan maksimal. Ada dua masalah yang mungkin dapat terjadi sehubungan dengan intercooler. Pertama, bahwa thermometer air pendingin rusak dan kedua adalah terhalangnya aliran air tawar yang masuk menuju ke intercooler. Kerusakan yang terjadi pada thermometer dapat berupa patah atau ketidaksesuaian skala dengan ketinggian cairan penunjuk (air raksa). Dapat dikatakan bahwa tidak semua air tawar dapat masuk ke bagian pipa intercooler. Penyebabnya adalah didalam air tawar mengandung bakteri anaerob, misalnya bakteri *sporovibriodesulfuricans* menyebabkan sel karat yang berperan dalam sebagian korosi terhalangnya air tawar karena banyak lumpur yang ikut bersama air tawar dan menyempitnya pipa akibat kerak. Pendinginan udara dengan intercooler diharapkan dapat menurunkan rendemen thermis mesin induk. *Intercooler* yang kotor akan menghambat proses pertukaran panas (*heat exchanging*) antara air tawar dengan udara.

c. Kisi-Kisi (*fins*) intercooler yang kotor

Fins *intercooler* yang kotor salah satu penyebabnya adalah menempelnya kotoran udara bilas yang dihasilkan oleh turbocharge sehingga bila terus menerus maka akan menyebabkan udara bilas akan tersumbat dan suplai udara bilas ke ruang silinder akan lambat. Kotoran yang menempel pada fins intercooler yang dilalui udara juga menghambat proses penyerapan panas dari udara kepada air tawar dalam pipa air tawar sebagai media pendinginnya. Sehingga udara yang masuk ke ruang silinder adalah udara dengan suhu tinggi dan bertekanan rendah sehingga akan mengakibatkan suhu temperatur gas buang sangat tinggi dan tidak akan sempurna hasil pembakaran dalam ruang silinder.

d. Filter turbocharge kotor

Pada sisi turbocharger menggunakan filter guna mencegah kotoran masuk ke *scavenging* air system. Filter yang digunakan adalah fildon filter/dacron filter. Saat filter tersebut kotor atau sudah mulai rusak, maka udara yang akan diisap oleh turbocharger akan susah masuk karena celah-

celah filter tertutup oleh kotoran. Saat udara yang akan dihisap susah masuk, maka tekanan udara yang akan ditekan turbin akan lebih rendah dibandingkan saat filter dalam keadaan bersih sehingga udara mudah masuk ke sisi Blower turbocharger.

Setelah saya melakukan observasi di atas kapal kemudian saya melakukan study pustaka dengan mencari manual book maupun arsip-arsip yang terdapat di atas kapal. Hasil yang diperoleh dari study pustaka yang saya lakukan adalah sebagai berikut:

Tanggal dan lokasi	Kegiatan	Uraian perbaikan
Tg.Perak 16 Sep 2021	<i>Overhaul Silincer (Filter Udara)</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bersihkan Silincer dari kotoran minyak yang melekat dengan sisikat kawat</li> <li>- Bersihkan dengan sabun atau deterjen.</li> <li>- Semprot dengan menggunakan Angin dan keringkan.</li> </ul>
Tg. Priok 18 Sep 2021	<i>Over haul Filter Dacron</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rendam dengan air sabun dan di cuci sampai bersih.</li> <li>- Semprot dengan angin dan jemur sampai kering.</li> </ul>
Tg. Perak 19 Sep 2021	<i>Over haul Ruang sisi Blower</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Melakukan pengecekan Ruang sisi Blower dari masuknya benda-benda keras</li> <li>- Bersihkan kotoran dan minyak yang melekat pada dinding dan Blower</li> <li>- Semprot dengan angin dan keringkan.</li> </ul>

*Table 3. 4 Perawatan dan perbaikan mesin induk di KM.NGGAPULU*

Melihat table di atas menjelaskan bahwa faktor kebersihan Filter Udara juga berpengaruh terhadap kelancaran supply udara bilas, Apabila Filter udara kotor dan tumpukan lemak-lemak minyak banyak melekat pada silencer maka itu akan menghambat masuknya udara yang dihisap oleh Blower Turbo Chargere.

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

Terjadinya gangguan kerja dari sistem intercooler pada mesin induk,

Evaluasi pemecahan masalahnya yaitu :

a. Memaksimalkan Perawatan Terhadap *intercooler*

1) Keuntungannya.

- a) *Intercooler* bekerja dengan normal.
- b) Normalnya temperatur dan tekanan udara pada *intercooler*.

2) Kerugiannya.

- a) Membutuhkan kedisiplinan Masinis yang bertanggung jawab dalam hal perawatan *intercooler*.
- b) Membutuhkan pemahaman tentang prosedur perawatan yang benar.

b. Melakukan Overhaul / Cleaning Pada *intercooler*

1) Keuntungannya.

- a) *Intercooler* dapat berfungsi dengan baik.
- b) Dapat diketahui kondisi dari semua komponen-komponen *Intercooler*.

2) Kerugiannya.

- a) *Overhaul* membutuhkan waktu yang cukup lama.
- b) Membutuhkan *special tools dan chemical* yg cukup untuk proses *overhaul dan cleaning*.

c. Tingginya temperatur udara bilas Mesin induk

1) Keuntungan.

- a) Pembersihan pipa-pipa sisi air tawar dari *intercooler*.
- b) Pipa-pipa sisi air tawar dari *intercooler* bersih dari kotoran sehingga dapat berfungsi dengan baik.

2) Kerugiannya.

- a) Membutuhkan pemahaman dan ketelitian dalam pelaksanaannya.

- d. Pembersihan kotoran pada kisi-kisi udara *intercooler*
  - 1) Keuntungannya.
    - a) *Supply* udara yang masuk ke dalam ruang bakar maksimal tidak terhambat oleh kerak-kerak yang menempel pada kisi-kisi *intercooler*.
  - 2) Kerugiannya .
    - a) Membutuhkan pemahaman dan ketelitian dalam pelaksanaannya.
- e. Pembersihan / penggantian pada *dacron filter* blowerside *turbocharge*
  - 1) Keuntungannya.
    - a) *Supply* udara yang masuk ke *intercooler* dari *turbocharger* maksimal.
    - b) Udara yang masuk bersih dan tidak terkontaminasi debu dan oli yang menguap.
  - 2) Kerugiannya.
    - a) Membutuhkan suku cadang baru atau layak pakai.

### **3. Pemecahan masalah yang dipilih**

#### **a. Terjadinya gangguan kerja dari sistem *intercooler* pada mesin induk**

Pemecahan masalah yang dipilih untuk mengatasi terjadinya gangguan kerja sistem *intercooler* yang tidak normal yaitu dengan cara memaksimalkan perawatan terhadap *intercooler*.

#### **b. Tingginya temperatur udara bilas mesin induk**

Pemecahan masalah yang dipilih untuk mengatasi tingginya temperatur udara bilas yaitu penggantian *dacron filter* blower side *turbocharge* dan membersihkan Blower serta saluran udara secara berkala sesuai manual book.

## **BAB IV**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **A. Kesimpulan**

Berdasarkan pembahasan pada bab-bab sebelumnya, tentang pengaruh kerja *intercooler* terhadap pembilasan udara guna mempertahankan performa mesin induk di kapal KM Nggapulu. Sebagai bagian akhir dari makalah ini penulis memberikan kesimpulan dan saran dengan harapan dapat memberikan pedoman atau penyelesaian yang sama kepada para pembaca yang berkaitan dengan masalah dalam makalah ini, yaitu :

1. Sisi pipa-pipa air tawar tersumbat, banyaknya kerak pada sisi masuk udara, dan *filter turbocharge* kotor sehingga perlu dilakukan pembersihan sesuai *Plan Maintenance System (PMS)*.
2. Meningkatnya suhu udara bilas, dan suhu gas buang terlalu tinggi, maka perlu dilakukannya pengecekan serta penggantian *filter turbocharge* secara berkala, udara yang masuk ke dalam *intercooler* melalui filter *turbocharger* maksimal.

#### **B. Saran**

Setelah memperhatikan kesimpulan tersebut diatas, maka penulis memberikan saran yang sekiranya dapat bermanfaat:

1. Mengatasi gangguan kerja *intercooler* sebaiknya dengan melakukan pengecekan *runing hours*, serta pembersihan secara maksimal pada sisi pipa-pipa air tawar, kisi- kisi udara masuk dan *filter turbocharger*.
2. Yang perlu diperhatikan bagi Masinis 1 atau KKM (Kepala Kamar Mesin) untuk memperhatikan *Running hour* dari *Intercooler*, Apabila telah mendekati *Running hour* segera mendesak pihak *owner* untuk dimasukkan ke dalam Daftar Reparasi Docking Tahunan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Karyanto, E. (2001); *Teknik Motor Diesel*. Jakarta: Pedoman Ilmu Jaya
- Arismunandar, Wiranto, (2008); *Motor Diesel Putaran Tinggi*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Henshall, (1996), *Medium and High Speed Diesel Engine for Marine Use*, The Institute of Marine Engineer. London.
- Hawkins, (1987); *Shel Metode*
- Maulida, M (2012); *Faktor Yang Mempengaruhi Kecelakaan di Tempat kerja*, <http://lib.ui.ac.id/file?file=digital/20319623-S- Maulida%20Miranti-%20K.pdf>. Tahun 2012.
- Pounder, C, (1972); *Marine Diesel Engines*. Great Britain butterworth &Co9publisher
- Purwanto, Herry Gianto, (1978); *Macam-macam pompa dan penggunaannya*.
- Priyanta, Dwi, (2000); *Keandalan Dan Perawatan*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November.
- Van Maanen, p, (2000); *motor diesel kapal Jilid 1*, Nautech. E, Karyanto. 2000 *Prinsip kerja turbocharger*
- Jusak Johan, Handoyo (2014); *Mesin Diesel Penggerak Utama Kapal*

*Lampiran 1*  
*Sebelum observasi*

No	Description	Normal Value	Low	High	Data Log Book
1	<i>Exh. Gas temp. Inlet TC</i>	480 - 530°C		570°C	580°C
2	<i>Exh. Gas temp. Outlet cyl</i>	370 - 450°C	Average 50°C	510°C	410°C
3	<i>Exh. Gas temp. Outlet TC</i>	300 - 350°C		500°C	380°C
4	<i>Ch. Air press outlet TC</i>	2.9 - 3.1 bar			1.8 bar
5	<i>Ch. Air temp. After cooler</i>	40 - 55°C		65°C	65°C

No	Description	Normal Value	Low	High	Data Log Book
1	Cyl No. 1	370 - 450°C	Average -50°C	510°C	410°C
2	Cyl No. 2				390°C
3	Cyl No. 3				390°C
4	Cyl No. 4				400°C
5	Cyl No. 5				380°C
6	Cyl No. 6				410°C

Lampiran 2  
Setelah Observasi

No	Description	Normal Value	Low	High	Data Log Book
1	<i>Exh. Gas temp. Inlet TC</i>	480 - 530°C		570°C	450°C
2	<i>Exh. Gas temp. Outlet cyl</i>	370 - 450°C	Avarege 50° C	510°C	376 °C
3	<i>Exh. Gas temp. Outlet TC</i>	300 - 350°C		500°C	340°C
4	<i>Ch. Air press outlet TC</i>	2.9 – 3.1 bar			2.7 bar
5	<i>Ch. Air temp. After cooler</i>	40 - 55°C		65°C	49°C

No	Description	Normal Value	Low	High	Data Log Book
1	Cyl No. 1	370 - 450°C	Avarege -50°C	510°C	390 °C
2	Cyl No. 2				370 °C
3	Cyl No. 3				375 °C
4	Cyl No. 4				380 °C
5	Cyl No. 5				365 °C
6	Cyl No. 6				380 °C



Lampiran 4  
(Operating data and set point)



L27/38

Operating data and set points

	Normal value at full load at ISO conditions	Alarm set points		Reduced load of engine	Shutdown of engine
		Low	High		
<b>Lubricating oil system</b>					
Temp. after cooler (inlet engine)	66 - 73° C		70° C	85° C	
Pressure after filter (inlet engine)	4.0 - 4.8 bar	2.0 bar 2.8 bar		1.9 bar 2.6 bar	1.8 bar 2.5 bar
Pressure before filter	4.2 - 5.0 bar				
Pressure drop across filter	0.1 - 0.3 bar		1.0 bar	1.3 bar	
Pressure inlet turbocharger	1.4 - 1.8 bar	1.1 bar			
Lub oil level		low level			
Temperature main bearing	80 - 95° C		103° C	105° C	
<b>Fuel oil system</b>					
Pressure after filter - MDO	3.0 - 3.5 bar	1 bar			
Pressure after filter - HFO	4 - 10 bar	3 bar			
Leaking oil			high leakage level		
Temperature inlet engine - MDO	20 - 40° C		50° C		
Temperature inlet engine - HFO	80 - 140° C				
Fuel oil viscosity - HFO	11 - 13 cSt	10 cSt	14 cSt		
<b>Cooling water system</b>					
Press. LT system, inlet engine	2.0 - 3.0 bar	1.3 bar			
Press. HT system, inlet engine	2.0 - 3.0 bar	1.9 bar 2.6 bar		1.3 bar 1.5 bar	1.2 bar 1.5 bar
Temp. HT system, outlet engine	75 - 85° C		95° C	97° C	98° C
Temp. HT system, inlet engine	65 - 70° C				
Temp. LT system, inlet engine	25 - 40° C				
Temp. LT system, outlet engine	35 - 45° C				
<b>Exhaust gas and charge air</b>					
Exh. gas temp. inlet TC	480 - 530° C		570° C	590° C	
Exh. gas temp. outlet cyl	370 - 450° C	average -50° C	510° C average +50° C	530° C average ±70° C	
Exh. gas temp. outlet TC	300 - 350° C		500° C		
Ch. air press. after cooler	2.9 - 3.1 bar				
Ch. air temp. after cooler	40 - 55° C	35° C	65° C	70° C	
<b>Starting air system</b>					
Press. inlet engine	30 bar	15 bar			
<b>Speed control system</b>					
Engine speed	800 rpm		880 rpm		920 rpm
Safety control air pressure	8 bar	6 bar			

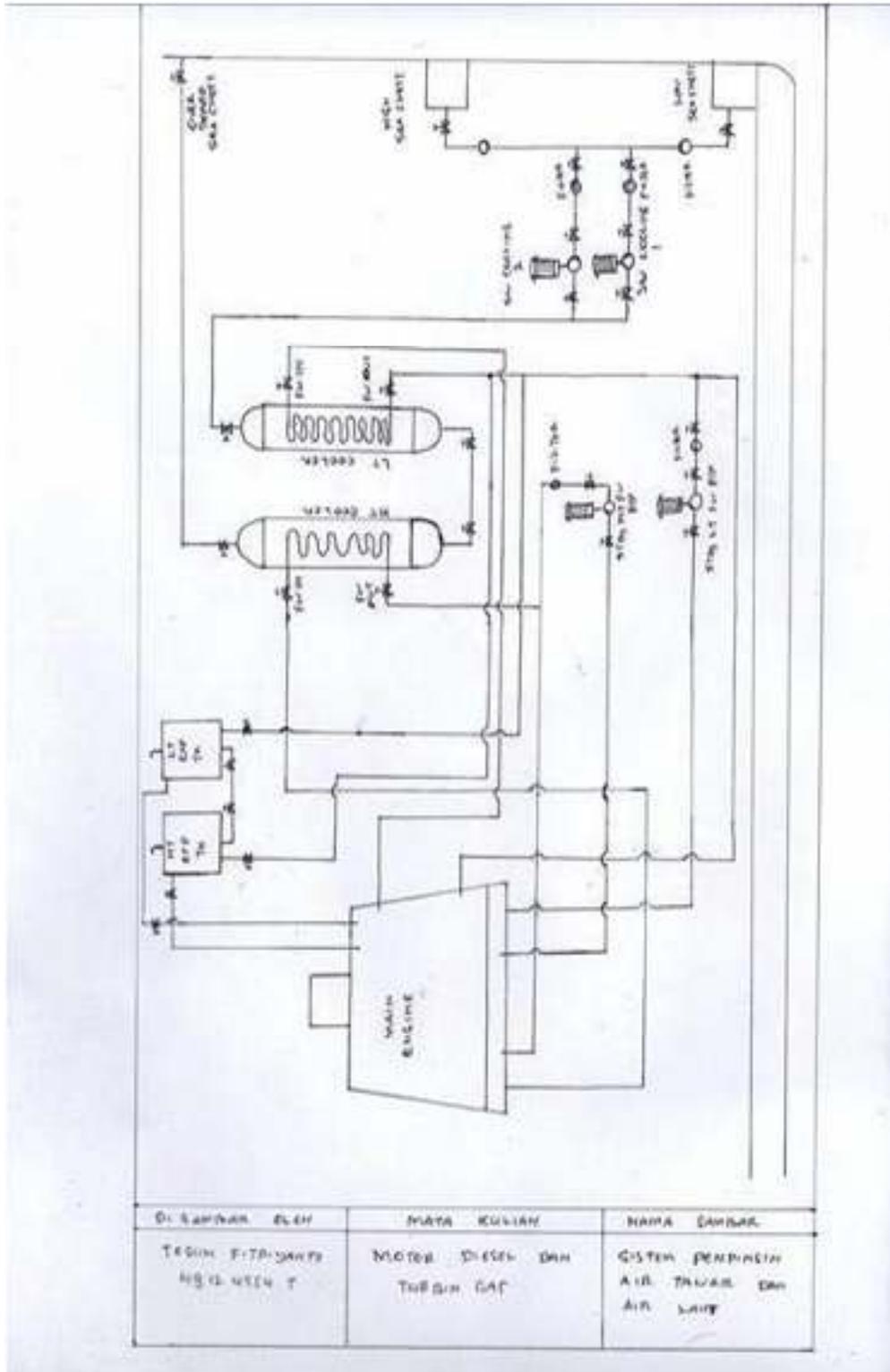
2011-06-08

L27/38 - Tier 1

Release 1 00F1-02

**STX Engine**

Lampiran 5  
(Sistem pendinginan tertutup dan terbuka)



Lampiran 6

(Gambar sistem aliran udara pada *intercooler*)

Keterangan:

A : udara luar

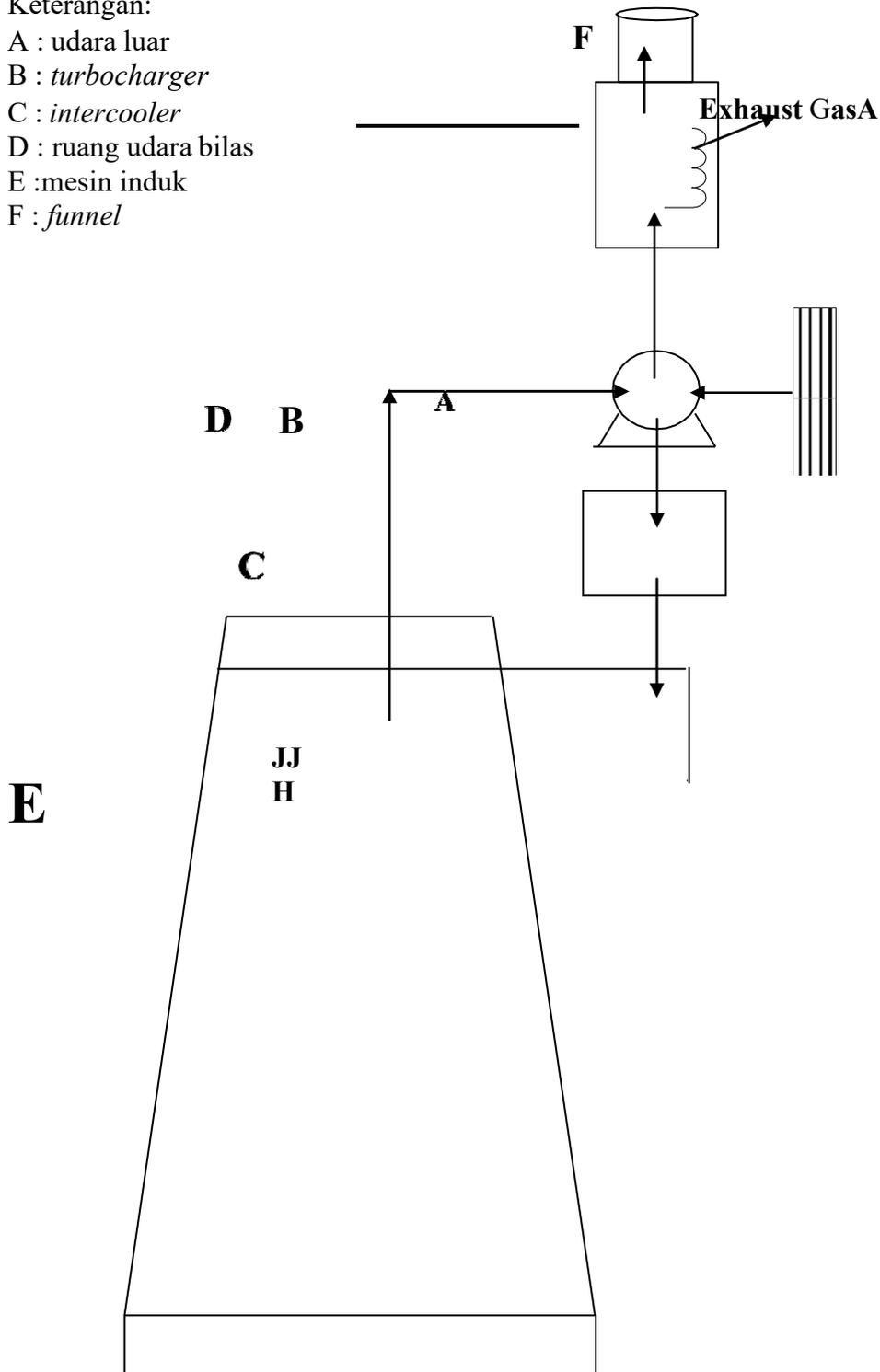
B : *turbocharger*

C : *intercooler*

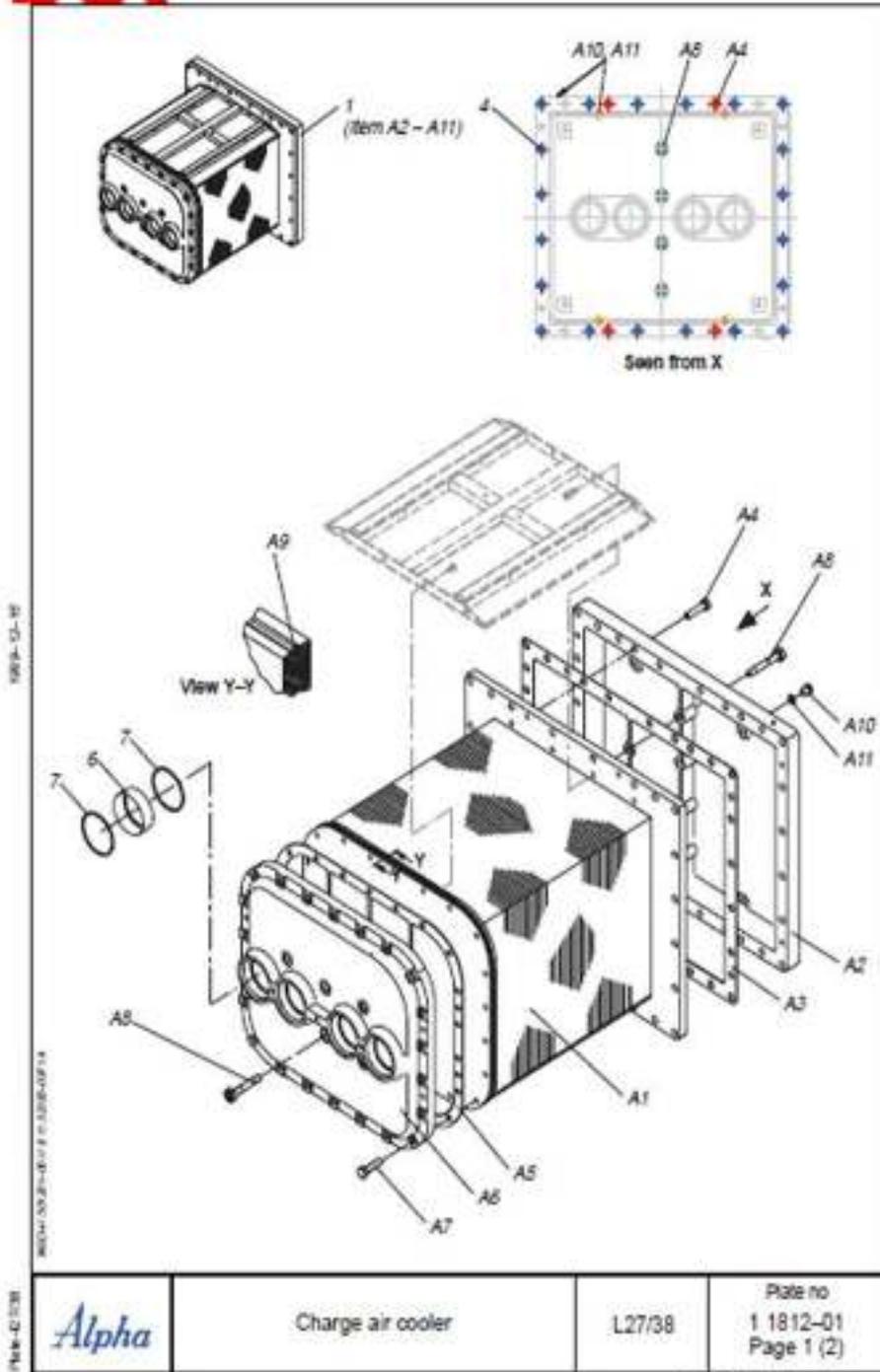
D : ruang udara bilas

E : mesin induk

F : *funnel*



Lampiran 7  
 ( Gambar *intercooler* )



1812-01-01

	Charge air cooler	L27/38	Plate no 1 1812-01 Page 1 (2)
--	-------------------	--------	-------------------------------------

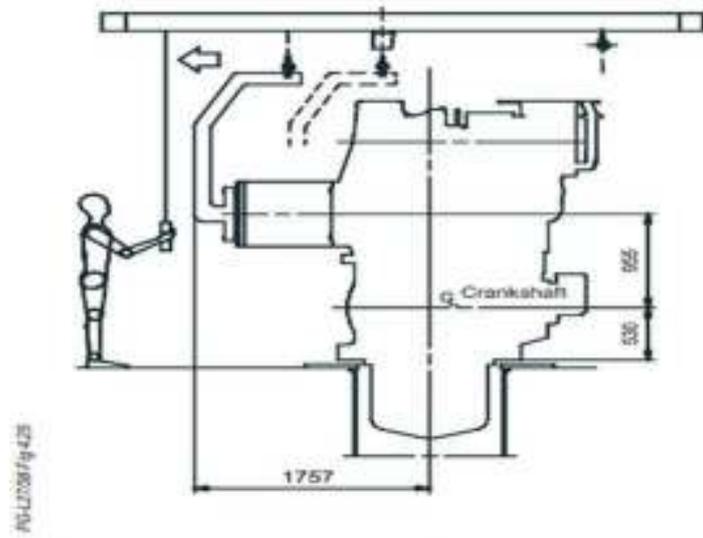
**STX Engine**

Lampiran 8  
(Description)



PLATE NO	PROD IDENT	05.10.17 / PSP	
1 1812-01	L27/38	CHARGING AIR COOLER	
ITEM NO	PART DESCRIPTION		WEIGHT KILOS
1	CHARGE AIR COOLER, MBD58/58		
4	HEXAGON SOCKET HEAD CAP SCREW		
6	INTERMEDIATE PIECE		
7	O-RING		
A1	COOLING BLOCK ***DELETED***		
A2	COVER ***DELETED**		
A3	GASKET		
A4	HEXAGON BOLT		
A5	GASKET		
A6	COVER ***DELETED***		
A7	HEXAGON BOLT		
A8	HEXAGON SOCKET HEAD CAP SCREW		
A9	O-RING		
A10	PLUG SCREW, BSP 1/4"		
A11	SEALING RING		
B10	COVER (NO LT-CONTROL)		
B12	O-RING		
B13	HEXAGON SOCKET HEAD CAP SCREW		
B14	SPRING WASHER		
B16	CONNECTING PIPE, DUMMY		
B17	HANDLE		

Lampiran 9  
( Lifting tool on charge air cooler )



AG-L2006/Ag 425

*Lifting tool mounted on charge air cooler*

Lampiran 10  
( gambar *intercooler* )



Sisi masuk air pendingin kotor

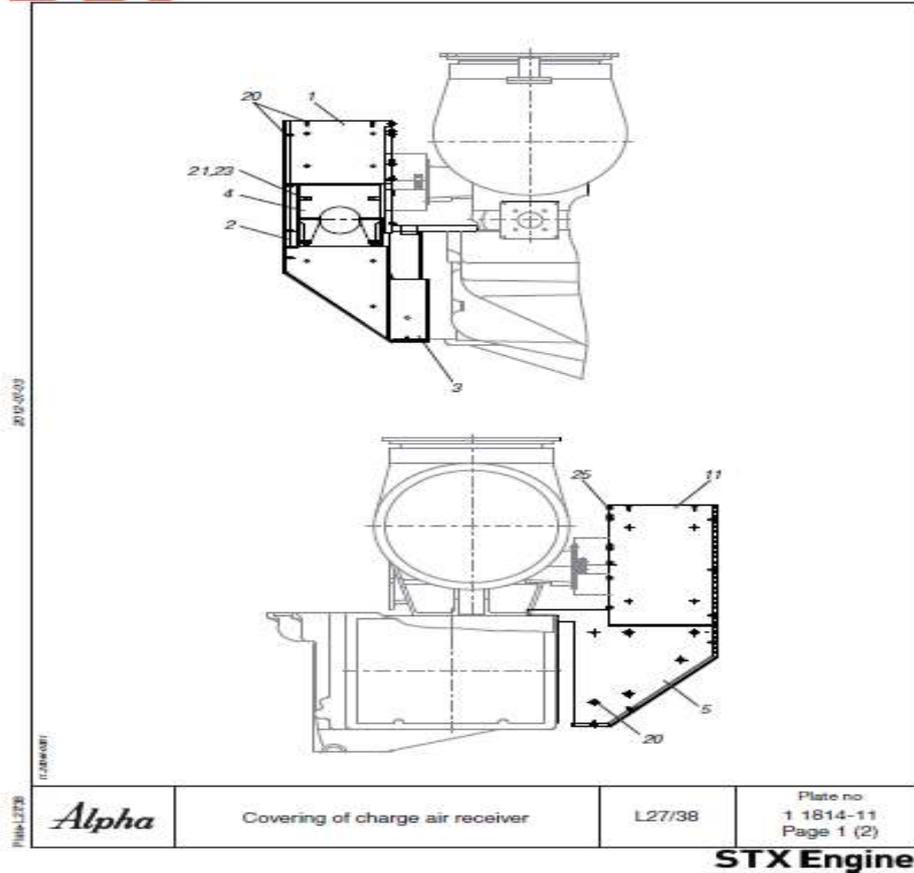


Sisi masuk udara kotor



Lampiran 11  
Turbo Charger

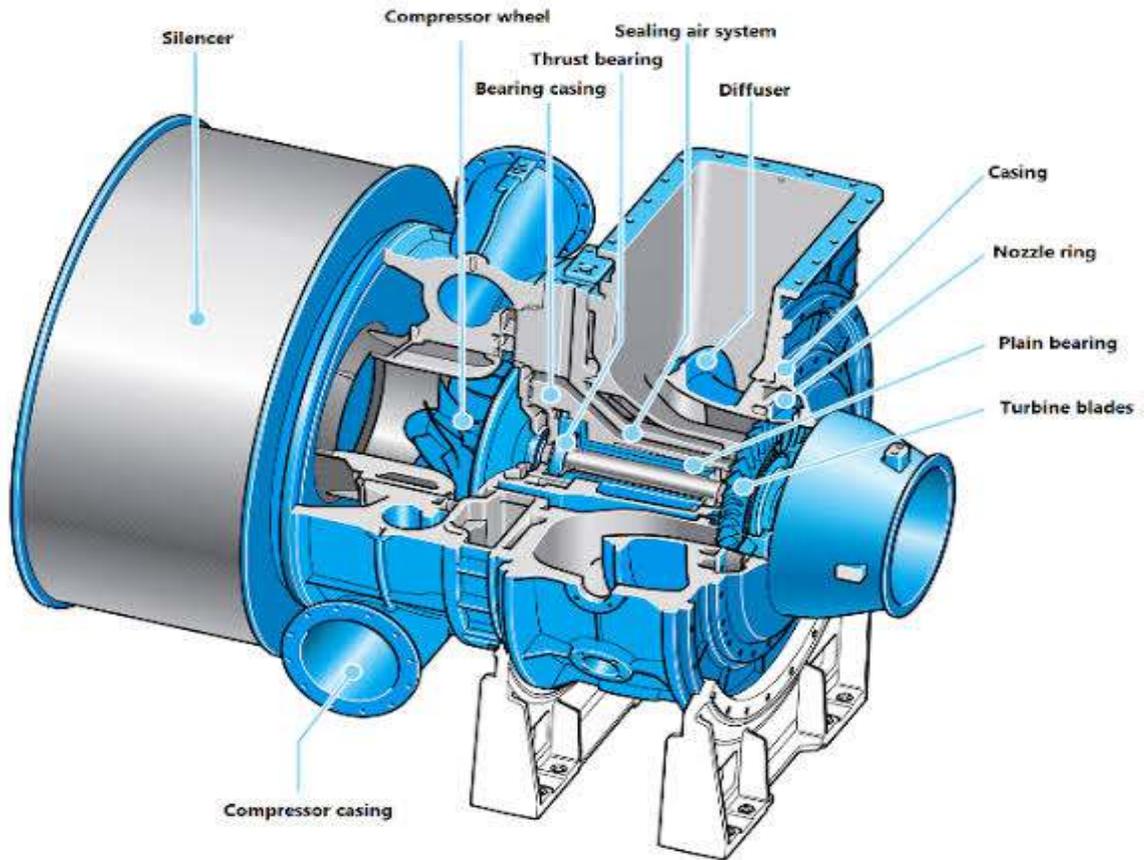
**stx**



( part Description )

ITEM NO	PART DESCRIPTION	WEIGHT KILOS
1	COVER, TOP	
2	COVER, PUMP SIDE	
3	COVER, EX-HAUST SIDE	
4	COVER, BY-PASS FLANGE	
5	COVER, AFT END	
10	COVERING	
11	COVERING	
20	COUNTERSUNK SCREW	
21	HEXAGON SCREW	
22	HEXAGON HEAD SCREW	
23	WASHER	
24	COUNTERSUNK SCREW	
25	HEXAGON HEAD SCEW	

Lampiran 13  
Turbo Charger



( Part description )

PLATE NO	PROD IDENT	TURBOCHARGER	
1 1810-06	L27/38		
ITEM NO	PART DESCRIPTION		WEIGHT KILOS
2	TURBOCHARGER FOOT FOR TCR20		
5	HEXAGON BOLT		
6	DISTANCE PIECE		
8	HEXAGON BOLT		
12	HEXAGON SCREW		
13	LOCK WASHER(PAIR)		
16	NOZZLE		
20	O-RING		
22	O-RING		
30	LUB.O. PIPING FROM TURBOCHARGER		
31	O-RING		
32	GASKET, OVAL		
33	SPRING WASHER		
34	HEXAGON SOCKET HEAD CAP SCREW		

Lampiran 14

( Gambar *filter Turbocharge* )



Lampiran 16

(Gambar pembersihan HT *cooler* dan LT *cooler*)



Lampiran 17

Test record (record temperatur dan tekanan)

**MAIN ENGINE ENDURANCE TEST RECORD**

Date : 17-09-2021

Load point	%	30	30	73	73	90	90
Engine speed	Rpm	720	720	815	814	824	860
Governor indicator position	%	3.3	3.3	3.4	3.9	4.3	4.3
Turbocharger speed	Rpm	26010	27000	32500	32700	33360	34230
H.T. water temp. inlet engine	°C	72	74	76	76	76	76
H.T. water temp. outlet engine	°C	73	76	72	71	71	72
H.T. water press. Inlet engine	Bar	1.8	1.8	2.1	2.1	2.3	2.4
L.T. water temp. inlet air cooler	°C	30	30	30	30	30	30
L.T. water temp. outlet air cooler	°C	33	32	36	33	36	33
L.T. water press. inlet air cooler	Bar	1.8	1.9	1.8	1.8	1.8	1.7
L.O. temp. inlet engine	°C	64	64	63	63	63	64
L.O. press. Inlet filter	Bar	4.7	4.7	5.3	5.3	5.3	5.3
L.O. press. Inlet engine	Bar	3.6	3.5	4.4	4.4	4.5	4.5
L.O. press. Inlet turbocharger	Bar	2.2	2.2	2.6	2.6	2.7	2.8
F.O. temp. inlet engine	°C	110	110	110	110	110	110
F.O. press. inlet engine	Bar	9.3	9.4	9.2	9.2	9.1	9.0
Charge air temp. before A.C	°C	130	133	183	180	193	200
Charge air temp. after A.C	°C	42	43	44	43	44	44
Charge air press. after A.C	Bar	0.9	0.9	1.9	2.0	2.2	2.3
Exhaust gas temp. outlet T.C	°C	420	350	350	345	340	340
Exhaust gas temp. inlet T.C	°C	430-440	460-480	440-460	440-460	440-450	440-460
Shaft rpm	Rpm	193.1	194.1	220.6	220.5	233.3	233.3
Shaft power	kw	695.4	705.8	1035.8	1041.6	1107.8	1232.3
Time		06:00-07:00		10:00-09:00		13:00-14:00	

## MAIN ENGINE ENDURANCE TEST RECORD

Date : 17-09-2021

32%	Cyl. No.	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6	No.7	No.8	No.9	main
Exh. Gas temp. ( °C )		410	405	400	397	390	395	382	400		
Oil pump index (mm)		26	26	14	14	14	26	26	26		
Firing press. (bar)		120	128	132	130	132	111	112	132		
32%	Cyl. No.	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6	No.7	No.8	No.9	main
Exh. Gas temp. ( °C )		410	405	410	397	390	400	382	400		
Oil pump index (mm)		26	26	14	14	14	26	26	26		
Firing press. (bar)		112	113	132	132	134	134	113	133		
17%	Cyl. No.	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6	No.7	No.8	No.9	main
Exh. Gas temp. ( °C )		390	408	390	390	370	382	372	380		
Oil pump index (mm)		29	29	18	18	19	29	29	29		
Firing press. (bar)		110	118	119	118	140	117	114	119		
7%	Cyl. No.	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6	No.7	No.8	No.9	main
Exh. Gas temp. ( °C )		490	408	400	390	370	390	378	380		
Oil pump index (mm)		29	29	18	18	19	29	29	29		
Firing press. (bar)		118	114	119	117	138	118	114	119		
90%	Cyl. No.	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6	No.7	No.8	No.9	main
Exh. Gas temp. ( °C )		512	408	390	397	390	370	390	380		
Oil pump index (mm)		21	21	11	11	21	21	21	21		
Firing press. (bar)		144	164	164	164	140	144	143	162		
90%	Cyl. No.	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6	No.7	No.8	No.9	main
Exh. Gas temp. ( °C )		510	422	387	397	390	372	382	372		
Oil pump index (mm)		21	21	11	11	21	21	21	21		
Firing press. (bar)		143	162	162	162	140	143	142	163		

## MAIN ENGINE ENDURANCE TEST RECORD

Date : 17-09-2021

Load point	ts	90	90	300	300		
Engine speed	Rpm	832	844	900	900		
Governor indicator position	ts	4.9	4.9	4.9	4.9		
Turbocharger speed	Rpm	17750	18750	17100	30040		
H.T. water temp. inlet engine	C	74	74	74	74		
H.T. water temp. outlet engine	C	71	71	70	70		
H.T. water press. inlet engine	Bar	2.4	2.4	2.4	2.7		
L.T. water temp. inlet air cooler	C	10	10	10	10		
L.T. water temp. outlet air cooler	C	14	14	13	13		
L.T. water press. inlet air cooler	Bar	1.7	1.7	1.8	1.8		
L.O. temp. inlet engine	C	65	65	64	65		
L.O. press. inlet GHW	Bar	3.1	3.1	3.1	3.1		
L.O. press. inlet engine	Bar	4.5	4.5	4.5	4.4		
L.O. press. inlet turbocharger	Bar	2.7	2.7	2.8	2.8		
F.O. temp. inlet engine	C	110	110	110	110		
F.O. press. inlet engine	Bar	9	9	9	9		
Charge air temp. before A/C	C	210	210	220	220		
Charge air temp. after A/C	C	64	64	64	60		
Charge air press. after A/C	Bar	2.3	2.3	2.3	2.4		
Exhaust gas temp. outlet T/C	C	340	350	350	350		
Exhaust gas temp. inlet T/C	C	400-480	421-430	400-470	420-480		
Stair rpm	Rpm	235.2	235.4	243.2	243.2		
Stair power	kw	1110.7	1204.0	1208.2	1248.8		

## MAIN ENGINE ENDURANCE TEST RECORD

Date : 17-09-2021

90%	Cyl. No.	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6	No.7	No.8	No.9	main
Exh. Gas temp. ( °C )		460	465	470	480	480	480	450	420		
Oil pump inlet/exit		11	13	13	13	13	13	11	13		
Firing press. (bar)		164	164	164	164	162	164	163	162		
90%	Cyl. No.	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6	No.7	No.8	No.9	main
Exh. Gas temp. ( °C )		390	435	460	390	380	400	380	380		
Oil pump inlet/exit		12	13	13	13	12	12	11	13		
Firing press. (bar)		163	163	163	163	161	163	162	163		
100%	Cyl. No.	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6	No.7	No.8	No.9	main
Exh. Gas temp. ( °C )		410	430	420	410	400	410	400	395		
Oil pump inlet/exit		24	24	24	24	24	24	24	24		
Firing press. (bar)		172	172	172	173	172	172	171	174		
100%	Cyl. No.	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6	No.7	No.8	No.9	main
Exh. Gas temp. ( °C )		405	445	420	410	395	410	400	395		
Oil pump inlet/exit		24	24	24	24	24	24	24	24		
Firing press. (bar)		172	172	172	173	172	172	171	174		

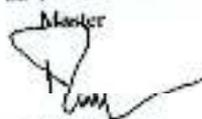
## Lampiran 18

### Ship Particular

#### **SHIP PARTICULARS**

Name of ship	: NGGAPULU
Call sign	: YGRG
Kind of Ship	: Passenger Ship
National	: Indonesia
Port Of Registry	: Jakarta
IMO Number	: 9226499
MMSI	: 525005047
Registry Number	: GT.14.739 No.1218/Bd
Owner	: Directorate General of Sea Communication
Operator	: PT. PELNI
Class	: GL - K1
Date Keel Laid	: 15-Aug-2000
Ship Launching	: Joes L Meyer Werft, Peperburg German
Gross Tonnage (GRT)	: 14.739 MT/14.685 GT
Netto Tonnage	: 4.644 NT
DWT	: 3.175 MT = 3.559 TDW
Length Over All (LOA)	: 146.50 Mtr
Breadth Moulded	: 23.40 Mtr
Number of Deck	: 10 Deck
Design of Draft	: 5.90 Mtr
Year of Build	: 2002
Fresh Water Capacity	: 1131.81 M3
Ballast Water Capacity	: 2267.62 M3
Fuel Oil Capacity	: 1139.38 M3
Lub Oil Capacity	: 2267.62 M3
Passenger	: 2.170 Persons (Economy Class)
Crew,Owner,Pilot	: 154 Persons
Total Max at The Vessel	: 2.324 Persons
Main Engine	: 2 KRUPP MAX 8 M 501 C Out put : 8520 KW,428 Rpm 2 ABB TURBO CHARGER TYPE VTR564-11
AUX Machinery	: 4 Daihatsu Engine type : 6 DL-24
Speed Cruising	: 16.0 Knot

KM. Nggapulu, 14 Juli 2021

Master  


Capt. Moh Diahuri  
Nrp. N14244

## Lampiran 19

## Crew List

**CREW LIST  
KM. NGGAPULU**

NO	NAMA AWAK KAPAL	JABATAN	BUKU PELAUT - EXP		IJAZAH	NO IJAZAH
1	AWAN SETIAWAN	NAKHODA	F 091233	19-FEB-2021	ANT-I	6200115595N10214
2	ADE RUDIANA	MUALIM I	D 067103	09-APR-2020	ANT-I	6200509944N10216
3	ALIF EKO SANTOSO	MUALIM II	A 007567	12-JAN-2019	ANT-III	6200270537M30416
4	NURHADI ANUGRAH	MUALIM III	C 073034	14-FEB-2019	ANT-III	6201461163M30316
5	EDY SUBIYANTORO	K K M	E 144203	26-JAN-2020	ATT-I	6200060301T10215
6	ACHMAD HUSEIN SIAMPA	MASINIS II	E 144112	18-JAN-2020	ATT-II	6200037794T20316
7	DYAN CICA HANA	MASINIS III	F 015689	12-MAY-2020	ATT-III	6201658165S30316
8	GHOZALI	MASINIS IV	C 040764	12-FEB-2019	ATT-III	6202079228T30515
9	AKHMAD KHOIRI	MASINIS V	E 144204	26-JAN-2020	ATT-V	6200506114S50117
10	CELSIUS LEFULEFU	SERANG	F 031746	22-JUN-2020	RAASD	6200253833340520
11	DONI SAPUTRA	JURU MUDI	C084550	01-SEP-2019	RAASD	6201574342340720
12	ABDUL HALIM	JURU MUDI	B 013619	29-OCT-2019	RAASD	6201394256990710
13	NGADIMIN	JURU MUDI	E 124726	01-DES-2019	RAASD	6201110905340720
14	SUYANTO	ELEKTRISEN	E 144205	26-JAN-2020	BST	6201506541010715
15	NGGADI	MANDOR MSN	E 124113	13-OCT-2019	RAASE	6200318329420220
16	ALEX SETIAWAN	JURU MINYAK	E 080937	16-MEI-2019	RAASE	6201498368420720
17	ARDI KOMARUDIN	JURU MINYAK	B 011113	04-OCT-2019	RAASE	6200274681420720
18	MJAFAR SHODIK	JURU MINYAK	D 032722	11-JAN-2020	RAASE	6211408930420517
19	AHMAD SOFIAN	JURU MASAK	Y 094525	13-DES-2018	BST	6201319851010120
20	MOH.ZAKARIA ANSORI	PELAYAN	F 006815	06-APR-2020	BST	6211706480010520
21	AJI KACA WIGUNA	CADET DEK	F 076054	13-OCT-2020	BST	SPIL/SPM/2018/02/0164
22	SYAUQI AZIZ	CADET DEK	F 028592	03-JUL-2020	BST	SPIL/SPM/2017/07/0496
23	DANU KUNCORO	CADET MESIN	F 028456	12-JUN-2020	BST	SPIL/SPM/2017/08/0318
24	MOH.HARDI HANTORO	CADET MESIN	F 082551	27-DES-2020	BST	SPIL/SPM/2018/04/0259

JUMLAH KESELURUHAN ABK = 24 ORANG TERMASUK NAKHODA



**PENGAJUAN SINOPSIS MAKALAH**

NAMA : ACHMAD HUSEIN SIAMPA  
NIS : 01997/T-I  
BIDANG KEAHLIAN : TEKNIKA  
PROGRAM DIKLAT : DIKLAT PELAUT- I

**Mengajukan Sinopsis Makalah sebagai berikut**

**A. Judul**

ANALISIS PENGARUH KERJA *INTERCOOLER* TERHADAP PEMBILASAN UDARA GUNA MEMPERTAHANKAN PERFORMA MESIN INDUK DIKAPAL KM.NGGAPULU

**B. Masalah Pokok**

1. Terjadinya gangguan kerja dari sistem intercooler pada mesin induk
2. Kotornya filter udara pada Turbo inside

**C. Pendekatan Pemecahan Masalah**

1. Melakukan perawatan pembersihan sesuai dengan PMS (Plan Management System)
2. Melakukan perawatan Turbo Charger

Menyetujui :  
Dosen Pembimbing I

**Pande Irianto Subandrio Siregar M.M**  
Pembina Utama (IV/c)  
NIP.19620522 199703 1 001

Dosen Pembimbing II

**Ir. Boedojo Wiwoho S.J, M.T**  
Penata (IV/b)  
NIP.19641218 199103 1 003

Jakarta, 13 Oktober 2023  
Penulis

**Achmad Husein Siampa**  
NIS : 01997/T-I

Ka. Div. Pengembangan Usaha

**Capt. Suhartini, S.SIT., M.M., M.MTr**  
Penata TK. I (III/d)  
NIP. 19800307 200502 2 002

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

Judul Makalah : ANALISIS PENGARUH KERJA INTERCOOLER TERHADAP PEMBILASAN UDARA GUNA MEMPERTAHANKAN PERFORMA MESIN INDUK DIKAPAL KM.NGGAPULU

Dosen Pembimbing I : Pande Irianto Subandrio Siregar M.M

Bimbingan I :

No.	Tanggal	Uraian	Tanda Tangan Pembimbing
1.	13/10-23.	Pengajian Insipri	
		Revisi masalah pokok & fundamental pemecahan masalah.	
		Pengajian Bab I (Latar Belakang) Revisi paragrafnya dan masalahnya	
	15/10-23.	Pengajian Bab II Revisi uraian teori -	
	18/10-23	Revisi Lembar Bab II, Pengajian Bab III	
	03-11-23	Prelija Bab III (de)	
	03-11-23	Pengajian Bab IV (de)	

Catatan : Makalah siap d'giri .....

.....

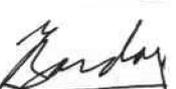
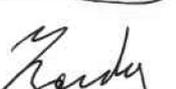
.....

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

Judul Makalah : ANALISIS PENGARUH KERJA *INTERCOOLER* TERHADAP PEMBILASAN UDARA GUNA MEMPERTAHANKAN PERFORMA MESIN INDUK DIKAPAL KM.NGGAPULU

Dosen Pembimbing II : **Ir. Boedojo Wiwoho S J, M.T**

Bimbingan II :

No.	Tanggal	Uraian	Tanda Tangan Pembimbing
1	13-10-2023	Sinopsis ok	
2	18-10-2023	Perbaik Bab I	
3	1-11-2023	Bab I ok Perbaik Bab II	
4	2-11-2023	Perbaik Bab II, Bab III Penulisan & Lata Bahasa	
5	3-11-2023	Bab II ok, Bab III Perbaik	
6	8-11-2023	Bab III ok lanjut Bab IV, Daftar Pustaka, Lampiran	
7	9-11-2023	Bab IV ok Perbaik hi Daftar Pustaka	
8	10-11-2023	Daftar Pustaka & Lampiran OK	

Catatan : .....

.....

.....