

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



**MAKALAH  
PENGARUH UDARA BILAS TERHADAP PEMBAKARAN  
MOTOR INDUK DI KAPAL LPG/C GAS PATRA**

Oleh :

**ABDI SEMBIRING**

**NIS. 01920/T-I**

**PROGRAM PENDIDIKAN DIKLAT PELAUT - 1**

**JAKARTA**

**2023**

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



**MAKALAH**

**PENGARUH UDARA BILAS TERHADAP PEMBAKARAN  
MOTOR INDUK DI KAPAL LPG/C GAS PATRA**

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

**Oleh :**

**ABDI SEMBIRING**

**NIS. 01920/T-I**

**PROGRAM PENDIDIKAN DIKLAT PELAUT - 1**

**JAKARTA**

**2023**


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




**TANDA PERSETUJUAN MAKALAH**

Nama : ABDI SEMBIRING  
No. Induk Siwa : 01920/T-I  
Program Pendidikan : DIKLAT PELAUT - I  
Jurusan : TEKNIKA  
Judul : PENGARUH UDARA BILAS TERHADAP  
PEMBAKARAN MOTOR INDUK DI KAPAL LPG/C  
GAS PATRA

Pembimbing I,


  
**Muhamad Nurdin, SAP, MA, M.Mar.E**  
Pembina utama muda ( IV/c )  
NIP.19660217 199808 1 001

Jakarta, Juni 2023  
Pembimbing II,

  
**Drs. Sugiyanto, MM**  
Penata Tk.I (III/d)  
NIP. 19620715 198411 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 : ABDI SEMBIRING  
No. Induk Siwa : 01920/T-I  
Program Pendidikan : DIKLAT PELAUT - I  
Jurusan : TEKNIKA  
Judul : PENGARUH UDARA BILAS TERHADAP  
PEMBAKARAN MOTOR INDUK DI KAPAL LPG/C  
GAS PATRA

Penguji I

**M.Hasan Habli,MM**  
Pembina utama muda (IV/c)  
NIP.19581008 199808 1 001

Penguji II

**M.Nurdin,SAP,MA,M.Mar.E.**  
Pembina utama muda (IV/c)  
NIP.19660217 199808 1 001

Penguji III

**Sari Kusuma Ningrum SS.M Hum**  
Penata ( III/c)  
NIP.19810106 201503 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 karena atas berkah dan rahmat serta karunia-nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan makalah ini dengan judul :

## **“PENGARUH UDARA BILAS TERHADAP PEMBAKARAN MOTOR INDUK DI KAPAL LPG/C GAS PATRA”**

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. Bapak H.Ahmad Wahid,S.T,M.T,M.Mar E, selaku Ketua Sekolah tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta.
2. Capt. Suhartini, S.SiT.,M.M.,M.MTr, selaku Ketua 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 Muhamad Nurdin, SAP, MA, M.Mar.E., selaku dosen pembimbing I yang telah meluangkan waktu untuk memberikan saran dan pikirannya mengarahkan penulis pada sistematika materi yang baik dan benar
5. Bapak Drs. Sugiyanto, MM., selaku dosen pembimbing II yang telah meberikan waktunya untuk membimbing proses penulisan makalah ini
6. Bapak Muhamad Hasan Habli,MM.Bapak Muhamad Nurdin SAP,MA,MMar E , dan Ibu Sari Kusuma Ningrum SS,M Hum.Selaku dewan penguji yang telah meluangkan waktu untuk menyumbangkan pemikiran,masakan dan saran materi yang baik dan benar.

meluangkan waktu untuk menyumbangkan pemikiran, masukan dan saran materi yang baik dan benar.

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 ini.
8. Istri saya, anak-anak dan orang tua saya beserta keluarga besar dan seluruh rekan-rekan yang telah memberikan motivasi dan memberikan sumbangsih pikiran dan saran.

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

Jakarta, 26 Juni 2023

Penulis,



ABDI SEMBIRING

NIS. 01920/T-I

# DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>TANDA PERSETUJUAN MAKALAH</b> .....	iii
<b>TANDA PENGESAHAN MAKALAH</b> .....	iv
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	v
<b>DAFTAR ISI</b> .....	vii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	viii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	viii
 <b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
A. Latar Belakang .....	1
B. Identifikasi, Batasan dan Rumusan Masalah .....	3
C. Tujuan dan Manfaat Penelitian .....	4
D. Metode Penelitian .....	5
E. Waktu dan Ternpat Penelitian .....	6
F. Sistematika Penulisan .....	6
 <b>BAB II LANDASAN TEORI</b>	
A. Tinjauan Pustaka .....	8
B. Kerangka Pemikiran .....	20
 <b>BAB III ANALISIS DAN PEMBAHASAN</b>	
A. Deskripsi Data .....	21
B. Analisis Data .....	23
C. Pemecahan Masalah .....	29
 <b>BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
A. Kesimpulan .....	39
B. Saran .....	39
 <b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	41

## DAFTAR GAMBAR

	<b>Halaman</b>
Gambar 2.1 <i>Sistem Udara Bilas</i> .....	8
Gambar 2.2 <i>Turbocharger Works</i> .....	10
Gambar 2.3 <i>Intercooler</i> .....	14
Gambar 2.4 <i>Air Scaving Trunk</i> (Pembakaran Tidak Sempurna) .....	15
Gambar 2.5 <i>Air Scaving Trunk</i> (Pembakaran Tidak Sempurna) .....	16
Gambar 2.6 <i>Air Scaving Trunk</i> (Pembakaran Sempurna) .....	17
Gambar 2.7 <i>Air Scaving Trunk</i> (Pembakaran Sempurna) .....	17
Gambar 2.8 <i>Intercooler Kotor</i> (Buntu).....	22

## LAMPIRAN

Lampiran 1 <i>Ship's Particular LPG/c.GAS PATRA</i> .....	42
Lampiran 2 <i>Crew List</i> .....	43
DAFTAR ISTILAH.....	44



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. LATAR BELAKANG**

Saat perkembangan transportasi laut berkembang sangat pesat. Hal merupakan faktor yang sangat penting sebagai sarana untuk mengangkut barang-barang yang dibutuhkan manusia yang semakin bervariasi. Untuk pengangkutan barang dengan jumlah yang banyak serta jarak yang terpisahkan oleh laut maka pengangkutan dengan kapal laut merupakan sarana yang paling efektif dengan tetap selalu memperhatikan keselamatan pelayaran.

Sebagai transportasi laut, kapal merupakan moda transportasi yang dapat diandalkan untuk memenuhi kebutuhan orang banyak, baik itu untuk kebutuhan transportasi manusia, angkutan barang maupun untuk menunjang operasional-operasional lainnya yang berhubungan dengan kelautan. Pengoperasian kapal sebagai transportasi laut haruslah memenuhi syarat-syarat tertentu terutama keselamatan, baik keselamatan jiwa manusia yang bekerja di atas kapal sebagai crew, keselamatan barang atau penumpang, keselamatan kapal sendiri, serta keselamatan dan keseimbangan lingkungan. Agar kapal dapat dioperasikan dengan baik sesuai dengan persyaratan tersebut, maka kapal harus dirawat dengan sempurna, baik secara berkala maupun secara rutin dengan menggunakan Sistem Manajemen Perawatan yang terencana.

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. Mesin induk dapat dioperasikan secara maksimal apabila dalam kondisi baik / tidak mengalami gangguan. Oleh karena itu perlu diadakan perawatan secara teratur dan terencana sesuai dengan *Planned Maintenance System (PMS)* yang dilaksanakan berdasarkan buku petunjuk operasi mesin dari maker (*Instruction Manual Book*).

Dengan pelaksanaan PMS terhadap mesin induk maka gangguan kerusakan dapat dihindari, sehingga pengoperasian kapal berjalan lancar.

Dalam kenyataannya pelaksanaan perawatan mesin induk masih kurang efektif, karena kurangnya koordinasi antara awak kapal dengan manajemen perusahaan di darat juga dengan *pencarter* sehingga timbul permasalahan mengenai waktu pelaksanaan dalam melakukan perawatan. Dalam pengoperasiannya motor diesel sebagai tenaga penggerak utama, seperti pada kapal LPG/C Gas Patra tempat penulis bekerja, perlu memperhatikan kualitas bahan bakar, minyak pelumas, air pendingin dan tekanan udara bilas dan lain-lain. Untuk menjaga agar motor penggerak dapat bekerja / beroperasi secara baik dan terus menerus dengan daya (tenaga) yang tinggi, maka semua sistem yang terdapat pada mesin penggerak harus benar-benar dapat bekerja sesuai fungsi dan kegunaannya masing-masing. Apabila dari salah satu sistem pada mesin penggerak tidak bekerja dengan baik akan mempengaruhi daya kerja mesin penggerak tersebut.

LPG/C Gas Patra adalah kapal tipe *Gas Carrier tanker* milik perusahaan pelayaran *Pertamina Trans Kontinental*. Permasalahan yang penulis temui saat bekerja di atas kapal LPG/C Gas Patra diantaranya yaitu terjadinya penyumbatan pada saringan udara /air side intercooler, dimana tekanan udara bilas menurun, temperatur udara bilas lebih tinggi dari yang seharusnya. terbatasnya waktu untuk perawatan secara berkala dan pendinginan pada *cooler* tidak maksimal, maka dengan adanya permasalahan tersebut menyebabkan daya kerja mesin induk menurun.

Pada saat LPG/C Gas Patra dalam pelayaran, suhu gas buang melebihi batas yang seharusnya yaitu 450°C (normalnya 350-400°C), hal ini terjadi pada mesin induk di salah satu cylinder no 6 sehingga mengakibatkan temperatur mesin naik. Penulis langsung mengadakan pemeriksaan melalui data yang ada pada *monitoring* sistem secara visual. Penulis menemukan gangguan pada sistem udara bilas, yaitu terjadi kebuntuan pada sistem laluan udara yang masuk pada sisi udara ditandai dengan kenaikan suhu udara masuk naik 65°C ke dalam silinder dimana temperature normalnya sesuai dengan manual book motor induk adalah 40°C - 50°C , dan juga penurunan tekanan udara bilasnya menjadi 0,46 bar dari tekanan normal 1,5 bar, sehingga mengakibatkan putaran mesin induk turun. Selanjutnya dilakukan pengecekan melalui data *monitoring* sistem dimana tekanan udara bilas menurun dan melakukan pengecekan pada mesin Induk mengambil kesimpulan terjadi

permasalahan dengan *intercooler* ( *air side dan water side* ), maka penulis melaporkan hal tersebut kepada Chief Engineer dan Nakhoda di anjungan untuk *stop main engine* guna melakukan perbaikan *intercooler* yang bermasalah tersebut.

Berdasarkan uraian di atas, maka penulis tertarik untuk mengadakan penelitian melalui makalah yang berjudul : **“PENGARUH UDARA BILAS TERHADAP PEMBAKARAN MOTOR INDUK DI KAPAL LPG/C GAS PATRA”**.

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

### **1. Identifikasi Masalah**

Berdasarkan pengalaman penulis selama bekerja di LPG/C Gas Patra, Mesin induk mengalami kenaikan suhu gas buang pada salah satu cylinder nomor 6 yang mencapai batas maximum temperature alarm 450°C, dan *rpm* mesin diturunkan sampai batas aman. Setelah dilakukan pemeriksaan dapat diidentifikasi beberapa permasalahan yang menyebabkan kendala tersebut yaitu :

- a. Terjadinya penyumbatan pada saringan udara
- b. Tekanan udara bilas menurun
- c. Temperatur udara bilas lebih tinggi dari yang seharusnya
- d. Terbatasnya waktu untuk perawatan secara berkala
- e. Pendinginan pada *cooler* tidak maksimal.

### **2. Batasan Masalah**

Mengingat luasnya permasalahan sistem udara bilas mesin induk, maka penulis membatasi pembahasan pada makalah pada permasalahan yang terjadi di atas kapal LPG/C Gas Patra selama bekerja di atas kapal tersebut. Pembahasan makalah hanya berkisar tentang :

- a. Terjadinya penyumbatan pada saringan udara.
- b. Tekanan udara bilas menurun.

### **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. Mengapa terjadi penyumbatan pada saringan udara ?
- b. Mengapa tekanan udara bilas turun dan bagaimana cara mengatasinya ?

## **C. TUJUAN DAN MANFAAT PENULISAN**

### **1. Tujuan Penulisan**

Adapun tujuan penulisan makalah adalah untuk :

- a. Mengetahui penyebab dari masalah yang terjadi di LPG/C Gas Patra, khususnya pada permasalahan terjadi penyumbatan pada saringan udara dan turunnya tekanan udara bilas pada mesin induk.
- b. Untuk mencari alternatif pemecahan masalah dalam mengatasi masalah tersebut sehingga performa mesin induk dapat dipertahankan.

### **2. Manfaat Penulisan**

#### **a. Manfaat bagi Dunia Akademis**

- 1) Untuk mengembangkan pengetahuan dan wawasan peserta diklat khususnya pengetahuan tentang sistem udara bilas mesin induk.
- 2) Berbagi pengetahuan pada kawan seprofesi, terutama bagi pasis di STIP maupun di jenjang pendidikan lainnya.

#### **b. Manfaat bagi Dunia Praktis**

Agar menjadi masukan yang berguna, bukan hanya untuk awak kapal di LPG/C Gas Patra, tetapi juga dapat dijadikan sebagai bahan acuan dalam penyelesaian masalah/troubleshooting untuk diterapkan pada mesin diesel, mesin induk lainnya terutama yang sejenis.

## **D. METODE PENELITIAN**

### **1. Metode Pendekatan**

Metode pendekatan yang digunakan oleh Penulis yaitu studi kasus yang dibahas secara deskriptif kualitatif.

### **2. Teknik Pengumpulan Data**

Dalam mengumpulkan data-data dalam pembuatan makalah, penulis menggunakan teknik-teknik pengumpulan data antara lain:

#### **a. Teknik Observasi (Berupa Pengamatan)**

Data-data diperoleh dari pengamatan langsung di lapangan sehingga ditemukan masalah-masalah yang terjadi sehubungan dengan perawatan sistem udara bilas di atas LPG/C Gas Patra.

#### **b. Teknik Komunikasi Langsung**

Data-data tambahan diperoleh berdasarkan tanya jawab dengan para Masinis berkaitan tentang perawatan sistem udara bilas di atas LPG/C Gas Patra.

#### **c. Studi Dokumentasi**

Data-data diambil dari dokumen-dokumen yang ada di atas kapal seperti *maintenance record*, *manual book*, *log book* dan lain-lain.

#### **d. Studi Kepustakaan**

Dilakukan dengan mengkaji teori-teori, prosedur-prosedur, petunjuk-petunjuk yang relevan dengan judul makalah yang diangkat.

### **3. Teknik Analisa Data**

Teknik analisis data yang digunakan dalam pembuatan makalah adalah teknik analisis deskriptif kualitatif yaitu dengan cara penulis menggambarkan data-data yang telah penulis dapatkan sebelumnya kemudian penulis analisis berdasarkan landasan teori yang akan dipaparkan di Bab II.

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

### **1. Waktu Penelitian**

Penelitian dilakukan selama Penulis bekerja di LPG/C Gas Patra sebagai *2nd Engineer* dalam kurun waktu 03 September 2021 sampai dengan 27 Mei 2022.

### **2. Tempat penelitian**

Penelitian dilakukan di atas LPG/C Gas Patra, berbendera Indonesia dengan isi kotor 3478 T, dengan alur pelayaran *Near Coastal Voyage (NCV)*.

## **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. Adapun sistematika penulisan makalah ini adalah sebagai berikut:

### **BAB I PENDAHULUAN**

Menjelaskan pendahuluan yang mengutarakan latar belakang, identifikasi masalah, batasan masalah, rumusan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, metode penelitian dan teknik pengumpulan data, 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 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**

Menjelaskan data yang diambil dari lapangan berupa fakta-fakta yang terjadi selama penulis bekerja di atas LPG/C Gas Patra. 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 kesimpulan dari perumusan masalah yang dibahas dan saran yang berasal dari evaluasi pemecahan masalah yang dibahas di dalam penulisan makalah dan merupakan masukan untuk perbaikan yang akan dicapai.

## BAB II

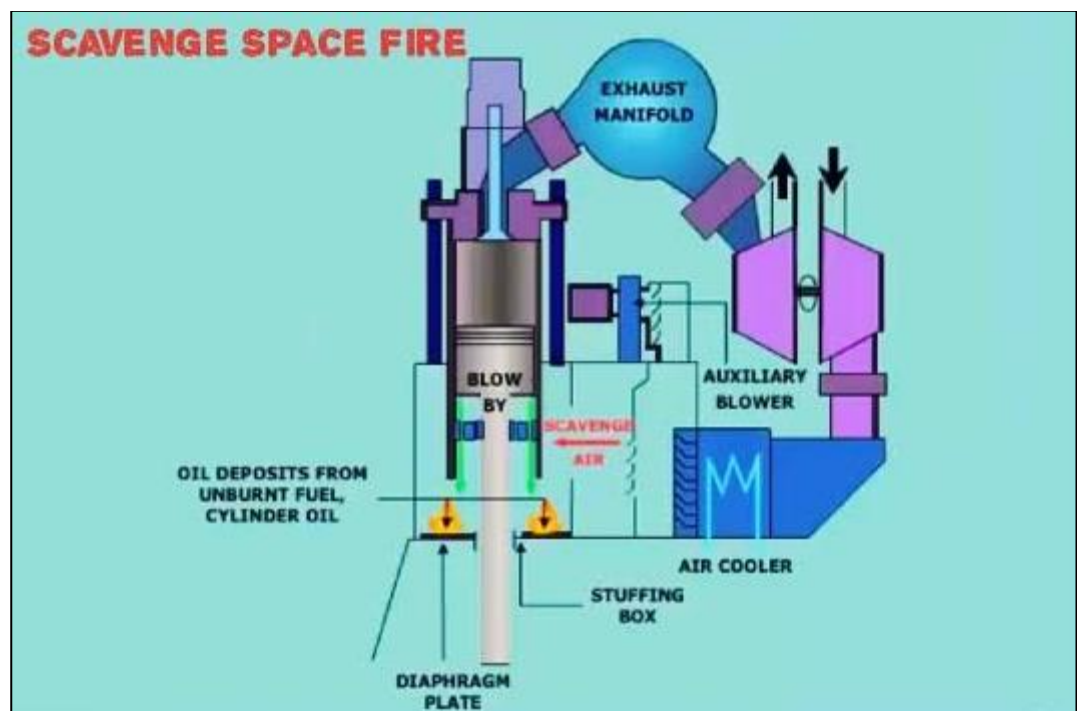
### LANDASAN TEORI

#### A. TINJAUAN PUSTAKA

Berikut beberapa landasan teori sebagai penunjang dalam mencari pemecahan masalah, diantaranya yaitu :

##### 1. Sistem Udara bilas

Menurut Jusak Johan Handoyo dalam bukunya (2019:46) Sistem udara bilas dimulai pada saat torak berada sekitar 10 % sebelum TMB sampai 10 % langkah torak sesudah di TMB. Udara bilas yang dihasilkan dari blower side yang umumnya digerakkan oleh exhaust gas turbocharger.



Gambar 2.1 Sistem Udaraa Bilas



Adapun tujuan dari sistem udara bilas yaitu :

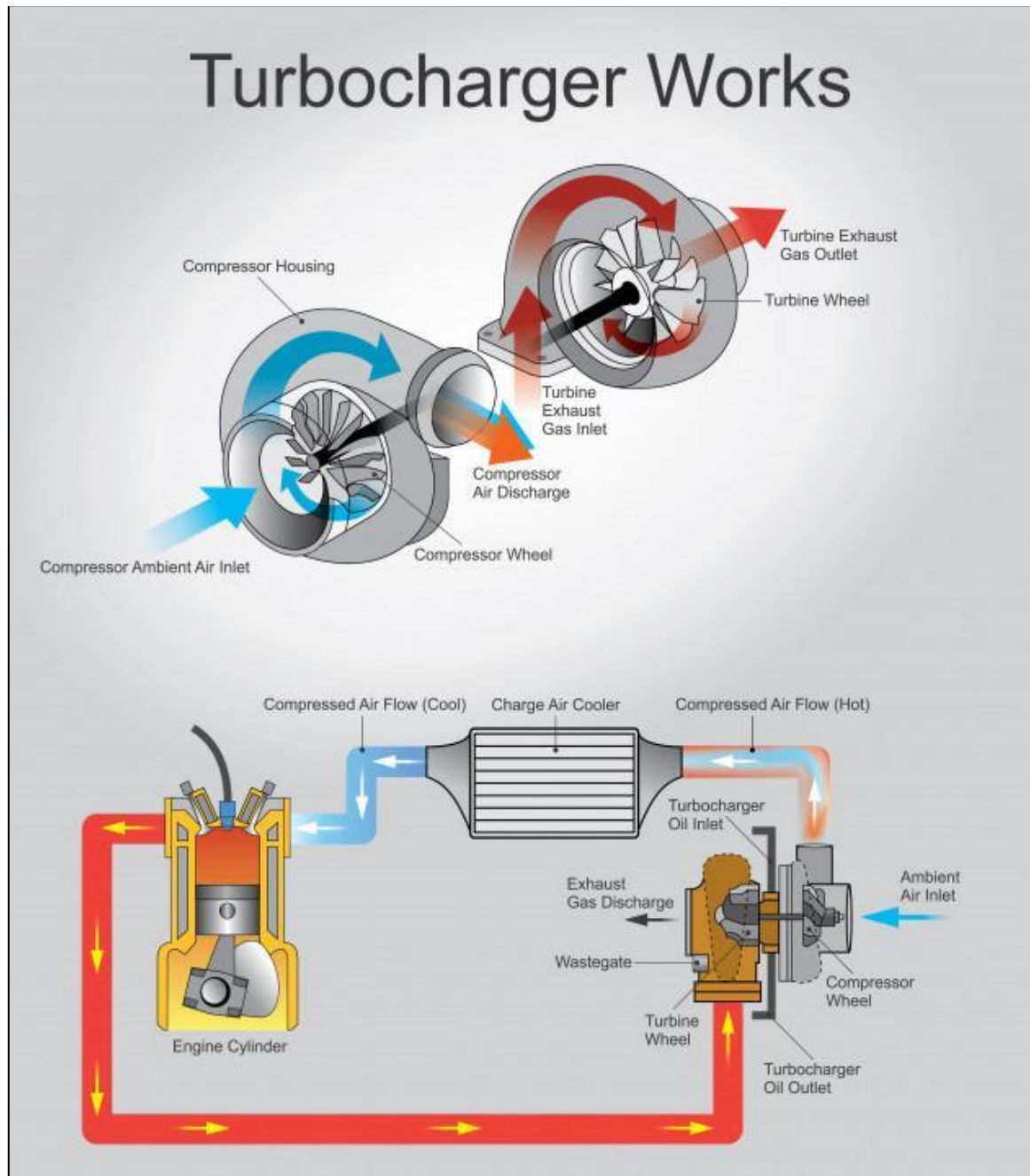
- a. Membersihkan gas-gas bekas di dalam silinder, setelah gas pembakaran bekerja melakukan langkah usaha.
- b. Mengisi sepenuhnya silinder mesin dengan udara murni yang banyak mengandung oksigen untuk menghasilkan pembakaran yang sempurna.
- c. Meningkatkan daya atau tenaga mesin, dengan jumlah dan berat udara yang cukup sehingga tenaga mesin akan meningkat.
- d. Memberikan bantuan pendinginan sesaat pada torak, pegas torak, silinder liner, kepala silinder dan komponen-komponen di dalamnya.

## 2. Pembakaran Motor Induk

Menurut Sukoco dan Zainal Arifin (2019:69) 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 energy panas, dilakukan di dalam mesin itu sendiri. Dengan demikian tujuan proses pembakaran adalah menghasilkan *energy* 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 pengabutan yang halus. Sementara pada *motor* bensin bahan bakar dimasukkan pada awal langkah hisap bersamaan dengan udara yang masuk kedalam *cylinder*. Perbedaan ini berpengaruh pada homogenitas campuran udara dan bahan bakar.

Proses pembakaran motor induk terjadi dalam ruang bakar silinder motor dengan pengabutan sejumlah bahan bakar yang disemprotkan dengan udara bertemperatur tinggi. Pengabut bahan bakar dengan sempurna dimungkinkan oleh suatu *Nozzle*, yang ditempatkan dengan posisi 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.

### 3. *Turbocharger*



Gambar 2.2 Turbocharger works

#### a. *Pengertian Turbocharger*

Menurut Sukoco dan Arifin dalam bukunya (2018:23), Turbocharger adalah sebuah kompresor sentrifugal yang mendapat daya dari turbin yang sumber tenaganya berasal dari gas buang mesin induk. Biasanya digunakan di mesin pembakaran dalam untuk meningkatkan keluaran

tenaga dan efisiensi mesin dengan meningkatkan tekanan udara yang memasuki mesin.

Menurut Karyanto (2020:22) dalam buku karangannya untuk menghasilkan pembakaran yang sempurna, maka diperlukan tambahan udara yang dialirkan kedalam ruang silinder mesin pada sejumlah aliran bahan bakar tertentu. Untuk mesin diesel yang dilengkapi dengan turbocharger bertujuan untuk memadatkan udara masuk ke dalam silinder mesin. Sehingga daya mesin lebih besar dibanding mesin dengan dimensi yang sama.

#### **b. Cara Kerja *Turbocharger***

Menurut Sukoco, dan Zainal Arifin, (2018:123) dalam buku karangannya yang berjudul Teknologi Motor Diesel yang menjelaskan mengenai cara kerja Turbocharger bahwa pada saat motor diesel dihidupkan/distarter 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 ke intercooler dan diarahkan ke *ruang udara bilas* . Sehingga pada waktu langkah hisap udara yang di ruang bilas masuk ke ruang bakar. Pada sistem Turbocharger tersebut dilengkapi *intercooler* sehingga temperatur yang akan keluar dari intercooler dapat turun dari 60°C turun jadi 40°C.

Dengan adanya *Turbocharger* ini maka pemasukan udara ke dalam ruang udara bilas akan menambah *volume* dan tekanan dengan demikian meningkatkan tekanan akhir kompresi, ditambah bahan bakar yang disemprotkan dengan sempurna sesuai perbandingan yang tepat antara udara bilas dengan bahan bakar, sehingga menghasilkan daya yang maximal pada mesin induk.

#### **c. Komponen Utama pada *Turbocharger***

Unit bagian dari *turbocharger* terdiri dari :

- 1) Rumah compressor (*compressor housing / blower*)

Rumah kompresor terbuat dari bahan aluminium bersambung dengan bagian pusat inti (*cartridge group*) ditopang oleh jaminan baut dan cincin pelat.

2) Pusat inti (*cartridge group*)

Pada bagian pusat inti terdapat poros turbin dan turbin serta roda kompresor termasuk *turbine shaft*, *compressor wheel*, *shaft bearing*, *thrust washer* dan *oil seal ring*. Komponen-komponen ditunjang oleh bagian *center housing*, bagian-bagian yang berputar pada *turbocharger* dioperasikan pada kecepatan dan temperatur yang tinggi sehingga materialnya dibuat sangat selektif dengan kepresisian yang tinggi. Mur dan baut *turbocharger* dasarnya adalah sistem inch.

3) Rumah turbin (*turbine housing*)

Terbuat dari bahan *cast steel* dan bersambung dengan bagian rumah pusat inti (*cartridge group*) dengan memakai cincin baja penjamin. Diantara sambungan rumah turbin dan *manifold* buang dipasang gasket yang terbuat dari bahan *stainless steel* untuk menjamin sambungan tersebut.

**d. Keuntungan Menggunakan *Turbocharger***

Menurut Sukoco dan Zainal Arifin (2018:89) beberapa keuntungan dari Sistem pengisian udara bilas yang dilakukan oleh *turbocharger* adalah sebagai berikut

1) Tenaga mesin dapat ditingkatkan

Dengan pertambahan pasokan udara ke *cylinder* pembakaran maka tekanan rata-rata efektif udara bilas pun meningkat dengan demikian daya efektif yang dihasilkan akan meningkat, sehingga pembakaran akan meningkat pula, dengan kata lain tenaga mesin akan bertambah besar.

2) Pembakaran lebih sempurna

Karena udara didinginkan lebih dahulu di *intercooler*, hingga kandungan molekul oksigen lebih banyak/padat, massa jenis udara akan bertambah. Pembakaran dengan jumlah oksigen yang banyak akan beraksi dengan bahan bakar yang terdiri dari unsur *karbon* (C), *hydrogen* (H<sub>2</sub>), *nitrogen* (N<sub>2</sub>), *sulfur* (S<sub>2</sub>) yang akan menghasilkan gas hasil pembakaran *karbondioksida* (CO<sub>2</sub>) yang sempurna.

3) Perbandingan kompresi kecil

Karena tekanan udara kompresi lebih besar, sementara tekanan akhir kompresi tetap (35-40 bar), sehingga udara dan bahan bakar sebelum kompresi lebih besar dibandingkan sesudah kompresi.

4) Jumlah udara yang masuk ke silinder lebih banyak

Karena udara yang ditekan oleh *turbocharger* dan didinginkan lebih dulu di *intercooler*, maka kandungan oksigen lebih banyak dengan meningkatkan massa jenis udara tersebut, secara otomatis jumlah dari udara yang masuk ke dalam silinder pun lebih meningkat.

**d. Kerugian Menggunakan *Turbocharger***

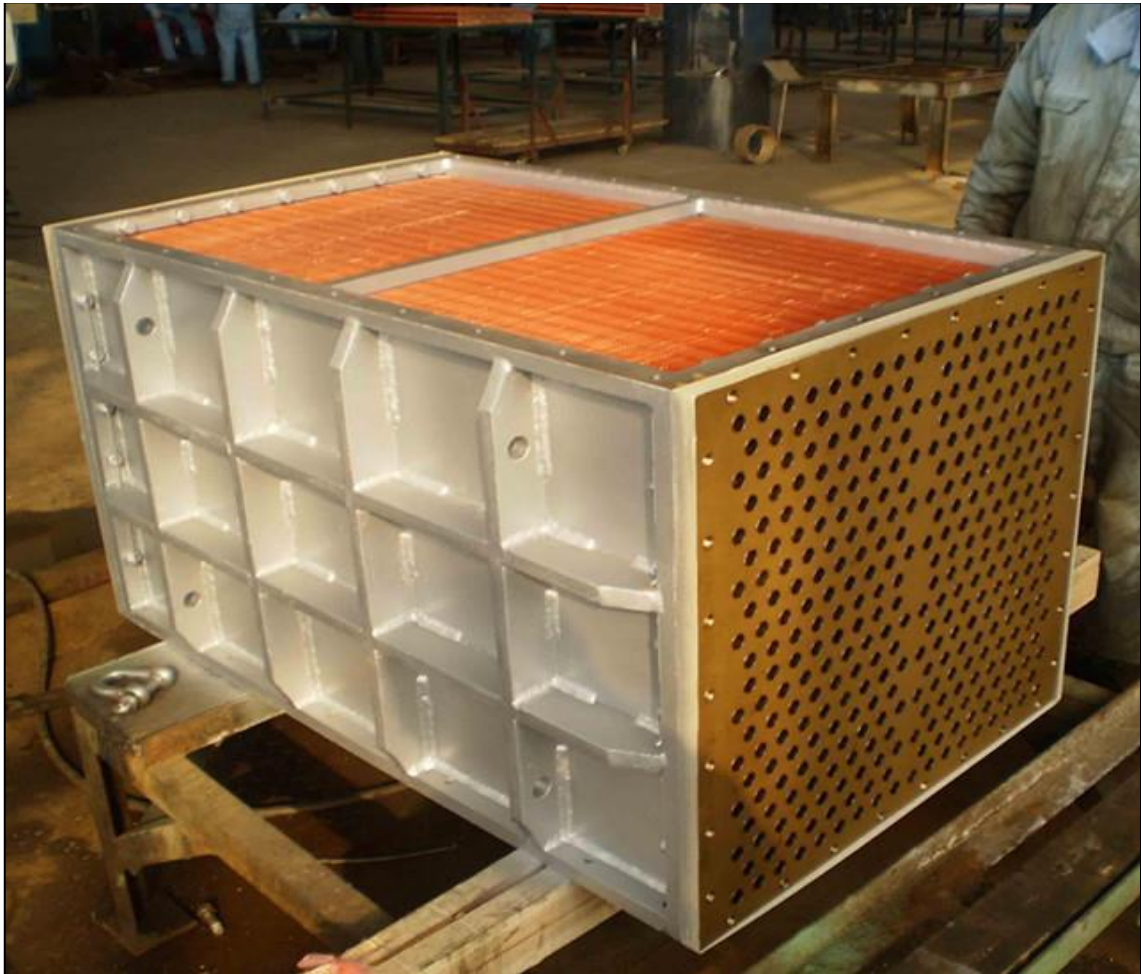
- 1) Bila *turbocharger* mengalami gangguan maka dapat berpengaruh terhadap daya mesin.
- 2) Minyak pelumas harus terjaga bersih karena digunakan juga untuk melumasi komponen-komponen yang terdapat pada *turbocharger* (*MET Mitsubishi* )
- 3) Memerlukan pelumasan dan pendinginan yang lebih baik
- 4) Memerlukan perawatan lebih maksimal dan harga suku cadang/mahal.

**e. Perawatan *Turbocharger***

- 1) Memastikan minyak pelumas bekerja dengan baik ( Kwalitas ).
- 2) Menghindari keadaan-keadaan yang tiba-tiba pada putaran mesin.

- 3) Memastikan tidak ada suara-suara yang aneh pada *blower*
- 4) Hindari penurunan putaran mesin secara tiba-tiba, kecuali dalam keadaan darurat.
- 5) Hindari putaran mesin yang rendah pada jangka waktu yang lama.

#### 4. *Intercooler*



***Gambar 2.3 Intercooler***

Pada *turbocharger* udara panas yang keluar dari blower mencapai suhu  $60^{\circ}\text{C}$ , maka perlu kiranya didinginkan dengan *intercooler*. Setelah proses pendinginan, maka udara yang padat ditekan masuk ke silinder yang mana akan menaikkan efisiensi proses penghisapan udara masuk. Bila udara didinginkan 20%., maka daya mesin dapat dinaikkan 6% sampai 7%. (Wiranto Arismunandar, 2017:77)

*Intercooler* berfungsi untuk mendinginkan udara masuk dari blower side yang panas karena melewati *turbocharger*. Dengan mendinginkan udara masuk dari blower kedalam silinder mesin diperoleh berat jenis udara yang lebih besar sehingga berat dan jumlah molekul udara pun bertambah. Hal ini dapat menambah jumlah bahan bakar yang ikut terbakar dan mengakibatkan daya mesin bertambah.

*Intercooler* adalah salah satu bagian terpenting dari mesin induk yang berfungsi untuk mendinginkan serta memadatkan udara yang berasal dari perangkat *turbocharger* yang akan dipergunakan untuk pembilasan dan pembakaran. Apabila bagian ini bekerja tidak baik maka pembakaran di dalam silinder akan berlangsung tidak baik. Seperti yang penulis alami dimana *intercooler* sangat kotor karena tersumbat oleh debu dan gas pembakaran yang bercampur dengan uap minyak yang ditekan masuk 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 yang tidak seimbang sehingga kinerja mesin berkurang. Hal ini dikarenakan udara yang dibutuhkan untuk pembakaran dan pembilasan tidak cukup, maka ruang udara bilas / scaveng trunk banyak karbon sisa pembakaran yang kurang sempurna. Gambar terlampir.



Gambar 2.4 Air scaveng trunk pembakaran tidak sempurna





Gambar 2.5 Air scavenging trunk pembakaran tidak sempurna

Keseimbangan antara jumlah bahan bakar dengan banyaknya udara yang masuk kedalam silinder karena udara yang dihasilkan oleh *blower turbocharger* suhunya mencapai berkisar 600 C maka harus didinginkan sekitar 30<sup>0</sup>C hingga 40<sup>0</sup>C, Hal ini yang diharapkan agar bisa diperoleh massa udara yang lebih banyak dan kecepatan serta kualitas udara meningkat. Jika keseimbangan campuran antara udara dan bahan bakar dapat selalu dipelihara maka dengan demikian akan dapat menghasilkan pembakaran yang sempurna. Gambar terlampir.





Gambar 2.6 Air scaving trunk pembakaran sempurna



Gambar 2.7 Air scaving trunk pembakaran sempurna

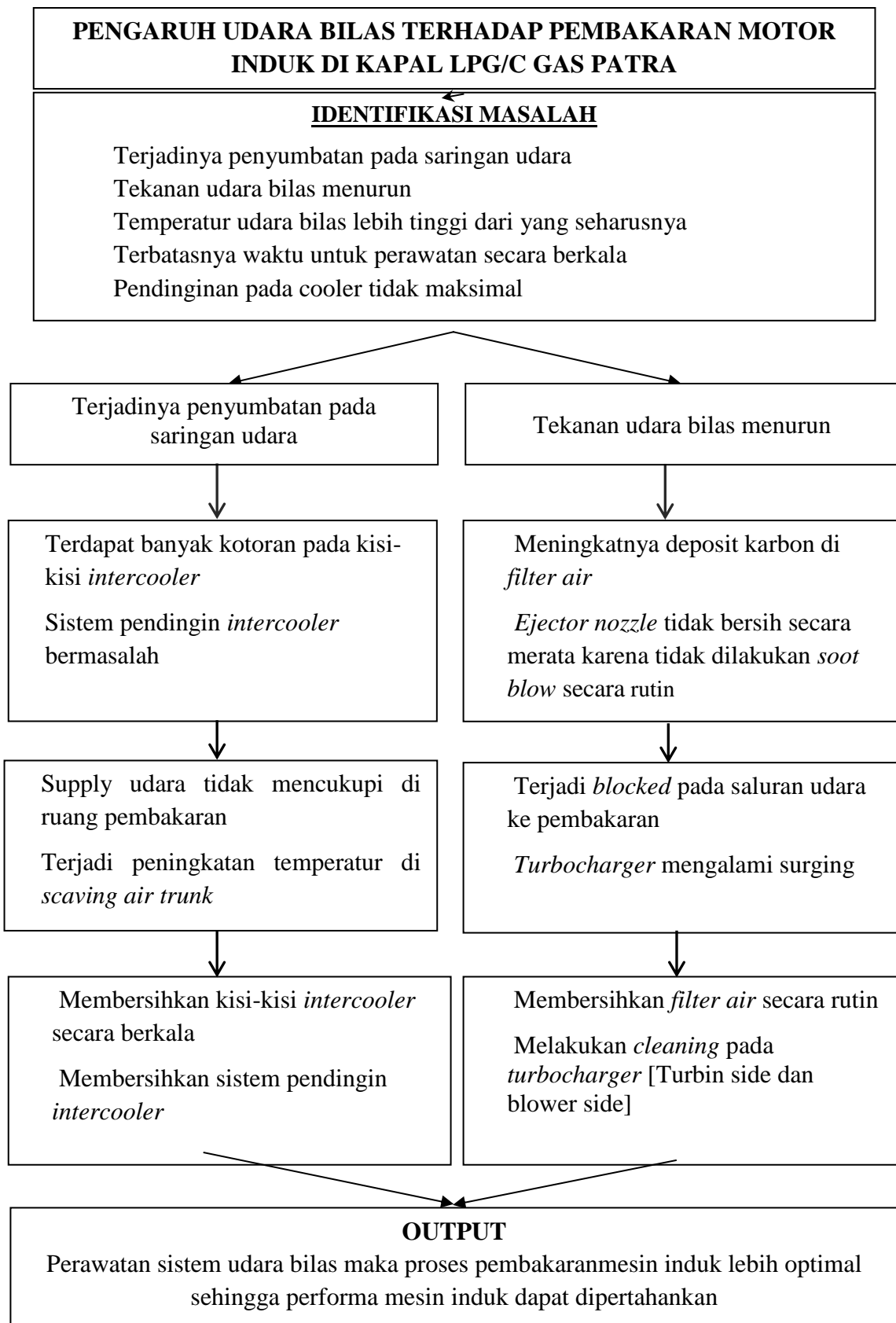
Jadi kesimpulan apabila mesin induk bekerja pada Rpm 180 dengan *turbocharger* 17000 putaran per menit dan suhu udara masuk kedalam silinder  $38^{\circ}\text{C}$ , maka kinerja mesin akan normal, yaitu suhu gas buang pada *exhaust manifold* kurang dari  $400^{\circ}\text{C}$ . Jika udara yang masuk ke dalam silinder bertambah *volume* dan kecepataannya dan *Intercooler* dalam kondisi yang baik dan selalu bersih, maka tenaga mesin induk akan kembali normal pada putaran yang sama. Pada mesin dengan *turbocharger* terdapat kelengkapan yang disebut *Intercooler* yang berfungsi untuk mendinginkan udara yang masuk ke dalam silinder dari *blower side* yang panas karena diputar oleh turbin yang digerakan oleh gas buang mesin tersebut. (P. Van Maanen, 1988:25).

Prinsip kerja dari *Intercooler* adalah dengan adanya udara panas bersinggungan dengan pipa-pipa air pendingin, Sehingga panas terserap oleh air pendingin. Bentuk *Intercooler* kotak persegi panjang yang terletak di bawah *turbocharger*, yang di bagian dalamnya berisi pipa-pipa kuningan yang tahan panas dan tahan karat serta dilengkapi dengan sirip-sirip campuran alumunium. Ada perbedaan-perbedaan dalam hal ini sehubungan dengan jumlah aliran udara dan air pendingin yang dipergunakan. Pada umumnya udara yang keluar dari *Intercooler* dapat diturunkan suhunya  $5^{\circ}\text{C}$  sampai  $25^{\circ}\text{C}$  untuk memperoleh tekanan efektif rata-rata sekitar 10 bar maka diperlukan kenaikan udara masuk sedikit-dikitnya 0,5 bar. Untuk diperlukan pembersihan sistem udara tekan dari saringan *turbocharger* hingga *Intercooler* pada saluran masuk kedalam silinder. Secara keseluruhan dapat dilaksanakan dalam pekerjaan pada waktu *docking* atau lamanya waktu *drop anchor*. Setelah seluruhnya dibersihkan penulis melaksanakan proses pembersihan dengan sistem yang sudah tersedia. Pada sistem udara tekan yaitu dengan cara menggunakan tabung yang sudah tersedia, menginjeksi cairan *chemical* yang dicampur dengan air tawar ke dalam saluran udara tekan. Dalam keadaan mesin berjalan dengan putaran pelan atau gas buang suhu di bawah  $175^{\circ}\text{C}$  digunakan peralatan *injector* khusus agar cairan yang masuk kedalam saluran udara tekan atau *turbocharger* berupa kabut. (Drs. Daryanto, 2018:39)

Sukoco dan Arifin (2018:78), mengatakan bahwa prinsip kerja *turbocharger* yaitu, pada saat *motor diesel* dihidupkan gas buang yang mengalir keluar

melalui *exhaust manifold* dan turbin gas sebelum ke udara luar. Gas buang memutar turbin sekaligus melalui poros penghubung memutar kompresor. Dengan demikian kompresor menghisap udara luar lewat saringan udara dan menekannya *ke intake manifold*. Peningkatan tekanan udara dalam intake *manifold* akan diikuti oleh kenaikan temperaturnya, sehingga untuk dapat menambah jumlah (*volume*) udara yang masuk, dilakukan penurunan temperatur udara. Penurunan *temperatur* akan diikuti oleh turunnya tekanan, sehingga kompresor dapat menambah jumlah udara yang masuk kedalam silinder. Penurunan temperatur udara dilakukan dengan menggunakan pendingin yang disebut dengan *intercooler*.

## B. KERANGKA PEMIKIRAN



## **BAB III**

### **ANALISIS DAN PEMBAHASAN**

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

Sebuah mesin induk harus dirancang dan dibuat melalui perhitungan yang akurat dan ketahanannya harus teruji. Dengan demikian mesin tersebut dapat beroperasi dengan kemampuan yang baik dan dapat diandalkan selama mungkin. Pada saat penulis bekerja di LPG/C Gas Patra, penulis pernah mengalami masalah pada udara bilas, diantaranya yaitu :

##### **1. Terjadi Penyumbatan Pada Saringan Udara**

Pada tanggal 15 November 2021 saat LPG/C Gas Patra dalam pelayaran, mesin induk mengalami gangguan dengan suhu gas buang melebihi batas yang seharusnya yang telah ditentukan yaitu  $450^{\circ}\text{C}$  dan batas yang tertera pada *termometer* gas buang pada *display monitor* di LPG/C Gas Patra  $400^{\circ}\text{C}$ , hal ini terjadi pada salah satu cylinder main engine .

Penulis langsung mengadakan pemeriksaan melalui data yang ada pada *monitoring* sistem secara kasat mata. Penulis menemukan gangguan pada sistem udara bilas, yaitu terjadi kebuntuan pada sistem laluan udara masuk pada sisi udara ditandai dengan kenaikan suhu udara masuk ke dalam silinder dan penurunan tekanan udara bilasnya.

Berdasarkan *manual instruction book*, temperatur udara bilas masuk silinder idealnya adalah  $40^{\circ}\text{C}$  tetapi penulis pernah mengalami temperaturnya naik hingga  $60^{\circ}\text{C}$ , sehingga mengakibatkan pembakaran di luar silinder dan terjadi pembakaran sebelum piston pada titik mati atas (TMA), yang pada akhirnya mengakibatkan pembakaran tidak sempurna dan temperatur gas buang pada tiap-tiap silinder juga naik. Bilamana udara bilas masuk silinder tidak memadai dengan volume udara yang

dihasilkan oleh *Turbocharger* mengakibatkan udara yang masuk ke dalam silinder berkurang.

Selanjutnya dilakukan pengecekan melalui data monitoring sistem dimana tekanan udara bilas menurun - dilakukan pengecekan pada mesin Induk dan mengambil kesimpulan terjadi permasalahan dengan *intercooler* ( *Buntu* ) maka penulis melaporkan hal tersebut kepada Nakhoda di anjungan untuk menyetop Mesin Induk guna melakukan perbaikan *intercooler* yang bermasalah tersebut. (pembahasan pada sub bab selanjutnya).



Gambar 2.3 Intercooler Kotor/Buntu

## 2. Tekanan Udara Bilas Menurun

Pada tanggal 15 November 2021 saat LPG/C Gas Patra beroperasi dengan kecepatan maximal dan putaran mesin 80% yaitu 180 rpm sebagaimana instruksi dari Perusahaan. Mendadak gas buang mesin induk naik melebihi batas normal. Sedangkan gas buang rata-rata 350°C, dan tekanan udara bilas pada alat indikator turun dari 1,5 bar menjadi 0,46 bar.

Penulis langsung mengadakan pemeriksaan melalui data yang ada pada *monitoring* sistem secara visual. Penulis menemukan gangguan pada sistem udara bilas, yaitu terjadi kebuntuan pada sistem laluan udara masuk pada sisi udara ditandai dengan kenaikan suhu udara masuk (naik 60°C) ke dalam silinder dan penurunan tekanan udara bilasnya menjadi 0,46 bar dari tekanan normal 1,5 bar. Dalam kondisi normal yang sesuai dengan *manual book* mesin induk suhu udara masuk silinder berkisar antara 40°C-50°C, sehingga mengakibatkan putaran mesin turun. Selanjutnya dilakukan pengecekan melalui data monitoring sistem dimana tekanan udara bilas menurun dan melakukan pengecekan pada mesin Induk dan mengambil kesimpulan terjadi permasalahan dengan *intercooler*, maka penulis melaporkan hal tersebut kepada Nakhoda di anjungan untuk menyetop Mesin Induk guna melakukan perbaikan *intercooler* yang bermasalah tersebut.

## **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, yaitu sebagai berikut :

### **1. Terjadinya Penyumbatan Pada Kisi - kisi Udara**

Adapun penyebabnya sebagai berikut:

#### **a. Terdapat Banyak Kotoran Pada Kisi-Kisi *Intercooler***

Udara yang bersih sangatlah penting di dalam kelancaran pengoperasian *turbocharger* karena bila 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 bila tidak mendapatkan perhatian maka debu-debu akan bertambah banyak dan pada akhirnya akan menyebabkan kebuntuan pada *turbocharger*.

Mengingat kondisi di lingkungan sekitar sangat kotor, maka udara yang masuk ke kamar mesin juga menjadi kotor. Udara yang kotor tersebut akan terhisap langsung oleh saringan udara *turbocharger*. Terjadi karena udara tersebut mengandung banyak debu-debu dan partikel kecil.

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.

Perawatan merupakan hal yang sangat penting untuk dilakukan guna menunjang kinerja mesin tetap stabil namun sering tidak dilaksanakan sesuai dengan planning maintenance system. Pada sisi air laut pipa-pipa kebanyakan buntu oleh kerak-kerak dan sampah plastik yang terhisap oleh pompa air laut pendingin mesin induk. Di samping masih ada sisi lain, yakni sisi udara yang ditekan dari *turbocharger*, dimana bagian sisi udara terdapat kisi-kisi dari plat tembaga yang halus. Plat berfungsi untuk penyerapan panas dari temperatur masuk  $60^{\circ}\text{C}$  akan diserap oleh sebuah media pendingin air laut menjadi turun sampai dengan temperatur  $35^{\circ}\text{C}$ - $40^{\circ}\text{C}$  sesuai suhu udara yang diharapkan untuk pembilasan yang sempurna.

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 ke sisi hisap *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.



## **b. Sistem Pendingin untuk intercooler Bermasalah**

*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 *air cooler* harus bisa dikeluarkan atau dicerat. Kondensat terjadi karena perubahan temperatur udara yang lembab. Bila dibiarkan akan menimbulkan korosi di sekitar ruangan udara bilas.

Di atas LPG/C Gas Patra air pendingin yang dipakai untuk mendinginkan udara masuk ke *Intercooler* yaitu dengan menggunakan pendingin air laut, sebagai bahan pendingin, memiliki beberapa sifat yang menguntungkan, seperti panas jenis besar pada kepekatan relatif tinggi. Berarti bahwa penyatuan *volume* dapat ditampung panas yang besar, sehingga kapasitas pompa dan dayanya dapat dibatasi/lebih efisien. dan ditinjau dari ketersediaan air sangat berlimpah maka air laut dapat dibuang ke laut setelah digunakan sebagai bahan pendingin. dan menjadi lebih sederhana dalam penataannya.

## **2. Tekanan Udara Bilas Menurun**

Penyebabnya adalah sebagai berikut:

### **a. Meningkatnya Deposit Karbon Di Air Filter**

Pada umumnya mesin induk di kapal saat menggunakan mesin diesel yang dilengkapi dengan *turbocharger*. Dimana *turbocharger* dipasang, salah satu gunanya adalah untuk mengurangi kerugian gas pembuangan. *Turbocharger* bekerja dengan adanya tekanan dari gas buang sewaktu mesin induk sedang berjalan akan membuat turbin berputar karena *turbin* terletak seporos dengan *blower* side pun ikut berputar.

Kurangnya perawatan pada *turbocharger* yang dimaksud disini yaitu seperti perawatan pada saringan udara (*filter silencer*). Gas buang yang keluar dari masing - masing silinder sesuai dengan *firing order* memutar sudu turbin yang pada saat bersamaan memutar *blower* untuk memompakan udara bersih kedalam silinder. Apabila ada salah satu silinder atau lebih yang pembakarannya tidak sempurna, maka akan mengakibatkan tekanan gas buang tidak rata.

Tekanan udara bilas *turbocharger* sangat tergantung pada baik buruknya gas buang dari hasil pembakaran di dalam silinder mesin. Apabila pembakarannya sempurna akan menghasilkan gas buang yang baik dan dapat menggerakkan *turbin blade* dengan putaran maksimal. Dalam hal gas buang dimanfaatkan untuk menggerakkan *turbin blade* pada *turbocharger* yang terhubung dengan *blower side*. *Blower side* tersebut menghisap lalu menekan udara masuk ke dalam silinder. Dengan demikian tekanan udara yang masuk ke dalam silinder dapat diperbanyak sehingga daya mesin dapat diperbesar. Begitupun sebaliknya jika proses pembakaran di dalam silinder tidak sempurna, maka akan menghasilkan pembakaran tidak sempurna. Sehingga putaran *turbocharger* menjadi rendah dan produksi udara menjadi berkurang. Salah satu faktor tekanan udara bilas rendah adalah *turbocharger* yang dalam perawatannya kurang diperhatikan, dan jam kerjanya telah melampaui batas yang ditentukan. Sehingga untuk memenuhi kebutuhannya udara yang masuk ke dalam silinder sudah tidak dapat maksimal lagi.

Akibat dari udara yang dihasilkan oleh *turbocharger* berkurang serta kurang lancar, sehingga udara yang masuk didalam silinder menjadi berkurang / menurun disamping karena kerja *turbocharger* tidak stabil juga dikarenakan turbo *blower* casing sudah kotor sehingga rotor berputarnya berat / tersendat-sendat dan terjadi surging pada *blower side*.

Pemeliharaan (*maintenance*) adalah faktor terpenting dalam pengoperasian kapal, terutama pemeliharaan *turbocharger* dan mesin induk sebagai penggerak kapal. Untuk pemeliharaan tersebut perlu dibutuhkan Masinis yang handal dan mampu untuk melaksanakan serta memiliki motivasi yang tinggi dalam melaksanakan kerja sesuai planning

dan tujuan yang diharapkan. Dalam *Planned Maintenance System* (PMS) di kapal dibuat oleh masing-masing Kepala Departemen yang mengacu pada *instruction manual book* yang dikeluarkan *maker*, PMS setelah selesai dibuat ditandatangani oleh Nakhoda selanjutnya dikirim ke kantor pusat. Di kantor pusat setelah dapat persetujuan dari manajer teknik dan ditandatangani, dikembalikan lagi ke kapal untuk dilaksanakan PMS tersebut.

Di kapal dalam pelaksanaannya sering tidak sesuai dengan jadwal pemeliharaan yang telah ditetapkan, oleh karena terkendala ketatnya jadwal pengoperasian kapal sehingga dalam pemeliharaan *turbocharger* tidak lagi mengacu pada jadwal pemeliharaan yang telah ditentukan.

#### **b. Ejector Nozzle Tidak Bersih Secara Merata Karena Tidak dilakukan *Soot Blower* Secara Rutin**

Penurunan performa *turbocharger* baru kelihatan atau *turbocharger* mengalami *surging* yaitu pada beban 75 % hal ini bisa dijelaskan dari dasar teori didapatkan bahwa sifat *aerodinamika fluida* dan gesekan berpengaruh setelah kecepatan atau tekanan mencapai titik tertentu, apabila motor bantu masih jalan pada beban dibawah 75% sifat *aerodinamika* gas buang pada *nozzle ring turbocharger* yang sudah mengalami penumpukan karbon tersebut belum memberikan pengaruh yang besar, akan tetapi apabila beban tersebut melebihi 75% kecepatan/tekanan gas buang masuk pada *nozzle ring* yang sudah kotor tersebut berpengaruh besar akibat dari gesekan gas pada kotoran atau karbon yang menempel pada *nozzle ring*.

Gas buang mengalami *turbulensi* sebelum keluar dari *nozzle ring* yang berarti gas keluar dari *nozzle ring* tidak lagi memiliki *energy kinetic* atau tenaga yang diberikan kepada turbin turun secara drastis atau mengakibatkan tidak sampainya *energy* ke turbin secara maksimal sehingga turbin tidak bisa menahan tekanan udara terkompresi pada sisi *blower side*, sehingga adanya usaha udara yang terkompresi pada sisi

*blower* keluar atau membalik keluar itulah yang disebut dengan fenomena *surgings*.

Penyebab *filter silencer* cepat kotor adalah :

- 1) Adanya karbon-karbon yang keluar dari cerobong terhisap oleh *blower* kamar mesin, yang mana salah satu saluran hembusan dari *blower* diarahkan ke *filter silencer* tersebut (tidak bersihnya udara luar).
- 2) Daerah di sekitar *turbocharger*, terutama di sekitar *blower side* terdapat kotoran-kotoran debu dan minyak (tidak bersihnya ruangan kamar mesin).

Kotoran-kotoran yang ikut terhisap bersama-sama dengan udara, lama kelamaan akan menyebabkan *filter silencer* menjadi kotor dan akan menyumbat aliran udara yang dihisap oleh *turbocharger*. Hal mengakibatkan pasokan udara bilas akan berkurang. Pada *turbocharger* ketika udara yang disuplai oleh kompresor tidak memiliki tekanan udara yang cukup, tekanan udara dalam *after cooler engine* yang besar akan mendorong udara ke arah kompresor. Dorongan inilah yang menyebabkan *turbocharger* berhenti berputar sejenak sampai dorongan udara dari *after cooler* berhenti berkurang tekanannya. Saat dorongan tersebut berkurang, *turbocharger* kembali beroperasi dengan putaran normal. Saat akan terjadi *surgings*, kompresor akan berputar dengan kecepatan di atas kecepatan normalnya (*over running*), hal terjadi karena kompresor tidak menghasilkan udara bertekanan yang disuplai ke dalam mesin, sehingga seolah-olah *turbocharger* berputar tanpa beban.

## C. PEMECAHAN MASALAH

### 1. Alternatif Pemecahan Masalah

#### a. Terjadinya Penyumbatan Pada filter Udara

Alternatif pemecahannya adalah sebagai berikut :

##### 1) Membersihkan Kisi-Kisi *intercooler* Secara Berkala (Air side)

Dalam perawatan *intercooler*, pemeriksaan dan pembersihan kisi-kisi saluran udara bilas dianjurkan dengan perawatan berkala sesuai *Planned Maintenance System (PMS)* dan *Instruction Manual Book* mesin induk dari *Maker*. Untuk memastikan bahwa *intercooler* sudah kotor dapat dilakukan dengan cara melihat pada *manometer* atau sight glass yang menunjukkan perbedaan tekanan udara yang masuk dengan keluar *intercooler*, apabila sisi udara *intercooler* ini kotor maka udara yang masuk ke *intercooler* berkurang. Dan *intercooler* pada sisi udara perlu dibersihkan atau direndam dengan cara menggunakan cairan kimia khusus (*chemical*) yaitu *Carbon Removal ACC-9* selama  $\pm 12$  jam.

Dengan menggunakan pompa sirkulasi (*circulation pump*) untuk merontokkan kotoran yang menempel lengket pada kisi-kisi saluran udara bilas *intercooler*, dengan menggunakan cairan kimia ACC9. Pekerjaan ini secara detail harus mengikuti instruksi yang telah ditetapkan untuk mendapatkan hasil yang optimal.

Adapun prosedur langkah-langkah pelaksanaan pembersihan *intercooler* pada sisi udara adalah sebagai berikut :

- a) *Intercooler* dapat mulai dikerjakan pembersihannya setelah mesin induk berhenti dalam kurun waktu kurang lebih 2 jam.
- b) Buka *intercooler* sisi udara dan pastikan *nozzle* penyemprot tersebut tidak buntu. Apabila buntu kita harus melepasnya dan kita bersihkan kotoran yang menyumbatnya terlebih dahulu.
- c) Setelah itu kita siapkan air tawar dicampur dengan cairan kimia *Air Cooler Cleaner (ACC-9)* di dalam tangki. Semua

kran-kran kita siapkan, mulai dari kran masuk dan keluar di *intercooler* serta kran di pompa sirkulasi. Setelah semuanya siap kemudian kita jalankan pompa. Setelah *nozzle* penyemprot betul-betul keluar air dan menyemprot atau membersihkan sisi udara dari *intercooler*, pompa sirkulasi dijalankan selama  $\pm 12$  jam.

- d) Setelah yakin sisi udara *intercooler* bersih, kemudian kita bilas dengan menggunakan air tawar dengan cara menjalankan pompa sirkulasi selama  $\pm 30$  menit, setelah selesai proses pembersihan *intercooler* maka dapat dipasang kembali ke posisi semula atau kedudukanya

## **2) Melakukan Pembersihan pada Sistem Pendingin Air cooler ( Sea Water side tube )**

Dalam hal perawatan *Sea Water Side Tube* untuk meningkatkan kinerja mesin induk yang terencana, standar perawatan sangat perlu diterapkan agar mempermudah para masinis melakukan pekerjaan perawatan atau mengikuti *Planned Maintenance System (PMS)* serta perlu mengikuti panduan-panduan yang terdapat di *engine manual book*. Dengan adanya perawatan sesuai dengan standar yang telah ditetapkan maka mesin induk akan bekerja dengan optimal.

Selain penerapan perawatan harus direalisasikan di atas kapal dan dilaksanakan mengikuti waktu yang telah ditentukan dan pada komponen-komponen dari *intercooler* harus lebih diperhatikan. Apabila perawatan dilakukan sesuai dengan standar perawatan, maka *intercooler* tersebut berada dalam kondisi baik. Hal tersebut dapat meningkatkan kinerja mesin induk di kapal yang menunjang kelancaran operasional kapal.

Saringan air laut (*filter sea chest*) juga harus rutin dibersihkan supaya kotoran atau sampah tidak masuk kedalam sistem yang akan menghambat proses pendinginan di *intercooler*. supaya temperatur udara yang dibutuhkan untuk proses pembakaran di

dalam silinder sesuai, sehingga suhu gas buang juga akan ikut turun.

Adapun cara pembersihan *Intercooler* sisi aliran air pendingin di LPG/C Gas Patra yaitu dengan menggunakan sikat kawat khusus, pembersih rotan yang berukuran sesuai dengan ukuran lobang pipa air laut/hole sea water side tube , dimana cara membersihkannya dengan cara :

- a) Menggosokkan atau memasukkan sikat kawat khusus pembersih *intercooler* tersebut ke dalam lubang pipa-pipa air laut pendingin *Intercooler* sampai bersih.
- b) Setelah semua lubang selesai dibersihkan dengan menggunakan sikat kawat khusus pembersih *Intercooler* tersebut, barulah disemprot atau dibilas dengan air tawar ke dalam lubang aliran pipa – pipa pendingin sampai betul-betul bersih.

Di kapal LPG/C Gas Patra setelah diadakan pembersihan untuk sisi air pendingin ditemukan bahwa pada sisi air pendingin sudah kotor/buntu karena air pendingin yang digunakan untuk pendinginan udara *air cooler* yaitu dengan sistem pendinginan langsung (sistem terbuka).

Berdasarkan pengalaman penulis selama bekerja di LPG/C Gas Patra, banyak sekali kotoran seperti : ranting kecil, ganggang laut, plastik, lumpur dan lain sebagainya, hal ini sangat mempengaruhi terhadap proses pendinginan.

Perawatan yang terencana adalah salah satu faktor yang sangat penting guna mengusahakan hasil kerja yang maksimal secara terus menerus. Dengan sistem perencanaan perawatan permesinan di kapal khususnya *air cooler* harus dilaksanakan sebaik mungkin sesuai dengan petunjuk yang telah ditentukan oleh pabrik pembuatnya dan dilakukan sesuai dengan *instruction manual book* dan *Planned Maintenance System (PMS)* di atas kapal.

## **b. Mengenai Tekanan Udara Bilas Turun**

Alternatif pemecahannya adalah :

### **1) Membersihkan *Air Filter Turbocharger* Secara Rutin**

Teknik perawatan pada *turbocharger* biasanya dilakukan pada saat mesin induk dalam keadaan tidak beroperasi. Adapun perawatan yang dilakukan terhadap *turbocharger* sebagai berikut :

#### **a. Perawatan pada saringan udara (*filter silencer*)**

Saringan udara pada *blower turbocharger* berfungsi untuk menyaring udara yang bercampur dengan kotoran seperti debu, uap minyak dan partikel-partikel kecil.

(1) Mencuci dengan *chemical*

(2) Menyemprot dengan angin

Pembersihan bertujuan agar saringan *turbocharger* hanya menghisap udara dengan baik tanpa adanya kotoran yang menyumbat kisi-kisi saringan pada *turbocharger*. Pemeliharaan (*maintenance*) adalah faktor terpenting dalam pengoperasian kapal, terutama pemeliharaan *turbocharger* sehingga asupan dan kecepatannya udara bilas tetap terjaga.

#### **b. Perawatan pada sudu-sudu *turbine***

Untuk perawatan, posisi mesin induk dalam keadaan beroperasi dan putaran mesin dalam keadaan maksimal, sekitar 80% dari ketentuan yang tertera dari *instruction manual book* mesin diatas kapal.

Sudu-sudu turbin merupakan bagian dari salah satu komponen *turbocharger* yang mempengaruhi putaran dari *turbocharger*. Dari komponen bagian sudu turbin bentuk *blade* dan panjang kisar *blade* harus benar-benar baik kondisinya. Karena sudu langsung digerakan oleh aliran kecepatan di gas buang. Oleh karena itu, hal-hal yang berhubungan dengan kecepatan aliran gas



buang harus benar-benar diperhatikan dan dijaga guna menghindari kerusakan turbin *blade*.

Kerusakan turbin *blade* disebabkan karena rusaknya *filter receiver* yang terletak sebelum masuk *turbine side* sehingga kotoran - kotoran yang berada di dalam ruang tabung *receiver manifold* gas buang langsung mengenai *turbine blade* sehingga *turbine blade* rusak.

Perawatan pada sudu-sudu turbin (*moving blade*) dapat dilakukan dengan cara memberikan suatu serbuk yang dinamakan *marine grid* yang ditempatkan pada sebuah tabung yang ditekan dengan udara bertekanan, urutan pada pencucian adalah sebagai berikut ;

- (1) Pada saat mesin penggerak utama beroperasi pada kecepatan penuh dan putaran *turbocharger* maksimum yaitu antara 15.000 sampai 17.000 rpm.
- (2) Isi tabung yang telah terhubung dengan *turbocharger* dengan serbuk *marine grid* sampai kita – kira 3/4 nya.
- (3) Sambungan selang angin dari tabung angin ke tabung yang telah terisi serbuk *marine grid*.
- (4) Pastikan angin yang tersedia di tabung angin pada *level* normal yaitu 30 kg /cm<sup>2</sup>
- (5) Buka *valve* yang menuju ke bagian *turbine side* sehingga serbuk *marine grid* akan masuk ke dalam *turbine side* untuk membersihkan kotoran karbon dan jelaga yang menempel.
- (6) Pada saat serbuk *marine grid* masuk ke dalam turbin *side* proses pembersihan kotoran karbon dan jelaga, putaran mesin akan turun dengan sendirinya sampai serbuk *marine grid* yang ada dalam tabung habis.
- (7) Setelah serbuk *marine grid* dalam tabung habis, tutup kembali *valve* yang menuju ke bagian *turbine side* dan *valve* dari tabung angin.

**c. Perawatan *blower wash***

Perawatan pada sudu-sudu *blower* atau yang sering disebut *flushing* pembersihan dengan menggunakan suatu cairan yang dinamakan *blower wash* dan air tawar.

- (1) Siapkan alat penyemprot
- (2) Pastikan bahwa *nozzle* dalam bagian sisi *blower* sudah dihubungkan dengan pompa tangan yang diisi oleh cairan yang disebut *blower wash* dengan dosis tertentu.
- (3) Ketika pompa ditekan cairan *blower wash* akan masuk dihisap ke dalam *blower*, cairan yang disemprotkan akan menjadi partikel yang sangat kecil dan akan membersihkan kotoran.
- (4) Kemudian dilakukan cara tersebut dengan menggunakan media air tawar.

Hal dilakukan dengan maksud untuk melakukan pembilasan dan membersihkan sisa kotoran yang masih tertinggal dan terbuang. Proses pencucian harus dilakukan dalam keadaan *turbocharger* berputar dalam putaran rendah.

**d. Perawatan *Flexible Joint***

Untuk merawat pada bagian ini dilakukan dengan cara :

- (1) Menjaga isolasi tetap baik
- (2) Menjaga baut dan sambungan tetap terikat kencang, jangan sampai ada kelonggaran dari ikatan baut sebab akan memberikan kesempatan lebih bebas dari getaran.
- (3) Selalu *maintenance* minimal *sparepart* tetap tersedia dan siap digunakan pada saat diperlukan.
- (4) Apabila terdeteksi adanya kebocoran gas buang segeralah melakukan pengecekan dari mana sumber kebocoran.
- (5) Apabila diketahui dari *flexible joint* bocor atau pecah segeralah lakukan penggantian dengan suku cadang yang sudah siap sehingga permasalahan dapat segera diatasi dan

efek dari kebocoran gas buang terhadap keadaan di kamar mesin bisa dihindarkan.

Dalam hal permasalahan kebocoran baik pada sambungan *plans* dan pada *flexible joint* yang bocor hanya saja pada waktu itu tidak mencukupi untuk sementara mengatur waktu yang aman maka hanya dilakukan dengan dibalut oleh semen lalu dibalut oleh asbestos supaya gas buang tidak bocor untuk beberapa waktu sehingga siap waktu untuk diganti dengan *spare part* yang tersedia. Selama perjalanan maka lakukan persiapan-persiapan bahan dan kunci-kunci yang diperlukan. Sehingga akan lebih cepat dan lancar saat proses penggantian.

## **2) Melakukan Cleaning Pada Turbocharger Dengan Carbon Remover**

Penyebab menurunnya tekanan udara bilas Motor Induk adalah saringan udara pada *turbocharger* kotor. Oleh sebab itu, pembersihan terhadap saringan udara tersebut harus dilakukan sesering mungkin, karena mengingat *turbocharger* sangat penting agar jumlah udara yang dihisap dan dimanfaatkan oleh *blower side* dalam kapasitas yang cukup besar dan memiliki kecepatan maksimal dalam kebutuhan proses pembilasan dan proses pembakaran pada silinder mesin induk.

Pembersihan dimaksud dapat dilakukan dengan cara :

### **a) Mencuci dengan *chemical***

Pembersihan ini bertujuan agar saringan *turbocharger* hanya menghisap udara dengan baik tanpa adanya kotoran yang menyumbat kisi-kisi saringan pada *turbocharger*. Pemeliharaan adalah faktor terpenting dalam pengoperasian kapal, terutama pemeliharaan *turbocharger* sehingga asupan dan kecepatannya udara bilas tetap terjaga.

Dalam pelaksanaanya, PMS sering tidak sesuai dengan jadwal pemeliharaan yang telah ditetapkan. Hal ini disebabkan jadwal pengoperasian kapal yang sangat padat sehingga dalam pemeliharaan

*turbocharger* disini tidak mengikuti pada jadwal pemeliharaan yang telah ditentukan.

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

### **a. Terjadinya Penyumbatan Pada kisi-kisi Udara (Air side)**

#### **1) Membersihkan Kisi-Kisi *Intercooler* Secara Berkala**

Keuntungannya:

- a) Kisi-kisi airside bersih dari kotoran dan hasil pendinginan maximal
- b) Temperatur udara bilas normal
- c) Pembersihan menggunakan bahan kimia atau *Carbon Remover* - ACC-9 dapat merontokan kotoran yang menempel pada kisi-kisi saluran udara *air side*.

Kerugiannya :

- a) Perlu adanya jadwal perawatan dan harus dilaksanakan secara berkala dan terus menerus.
- b) Diperlukan persediaan bahan kimia atau *Carbon Remover* – ACC-9 di atas kapal

#### **2) Melakukan Pembersihan pada Sistem Pendingin *interCooler* ( *air laut* )**

Keuntungannya:

- a) Pendinginan udara di *air cooler* dapat bekerja maksimal.
- b) udara yang dihasilkan dapat cepat tercapai sesuai dengan yang dibutuhkan.

Kerugiannya :

- a) Membutuhkan tenaga extra dan ketelitian dalam pelaksanaannya.

- b) Perlu adanya pengawasan dan evaluasi terhadap pemeriksaan yang telah dilaksanakan.

## **b. Mengenai Tekanan Udara Bilas Turun**

### **1. Membersihkan *Air Filter* Secara Rutin**

Keuntungannya:

- a) Putaran turbocharger akan lebih maksimal dan udara yang dihasilkan mencukupi untuk kebutuhan pembakaran.
- b) Udara yang dihasilkan bersih dari kotoran

Kerugiannya :

- a) Membutuhkan ketelitian
- b) Membutuhkan suku cadang dan cost lebih. (pemakaian filter boros)

### **2. Melakukan *Cleaning Pada Turbocharger Dengan Carbon Remover***

Keuntungannya:

- a) Pengerjaan lebih mudah
- b) Bisa dilakukan oleh semua ABK Mesin.
- c) Hasil lebih maksimal

Kerugiannya :

- a) Proses pengerjaan lebih lama
- b) Dibutuhkan persediaan *carbon remover* di atas kapal

## **3. Pemecahan Masalah yang Dipilih**

### **a. Terjadinya Penyumbatan Pada kisi-kisi intercooler ( *Air side* )**

Berdasarkan evaluasi terhadap alternatif pemecahan masalah di atas, maka pemecahan masalah yang dipilih yaitu membersihkan kisi-kisi *intercooler* secara berkala.

**b. Mengenai Tekanan Udara Bilas Turun**

Berdasarkan evaluasi terhadap alternatif pemecahan masalah di atas, maka pemecahan masalah yang dipilih yaitu melakukan *cleaning* pada *turbocharger* pada sisi Turbin side dan Blower side.

## **BAB IV**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **A. KESIMPULAN**

Dari uraian pada bab-bab sebelumnya, penulis dapat menarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Terjadinya penyumbatan pada sisi *airside* intercooler yang masuk ke silinder yang disebabkan karena :
  - a. Terdapat banyak kotoran pada kisi-kisi *intercooler* mengakibatkan supply udara tidak mencukupi di dalam ruang pembakaran.
  - b. Sistem pendingin *air laut* pada *intercooler* bermasalah / buntu mengakibatkan terjadinya peningkatan temperatur udara bilas di dalam *scavenge air trunk*.
2. Tekanan udara bilas turun / rendah disebabkan karena :
  - a. Meningkatnya deposit karbon pada *Blade turbin side* yang mengakibatkan putaran turbin menurun dan supply udara ikut turun.
  - b. *Ejector nozzle* tidak bersih secara merata karena tidak dilakukan *soot blowe* secara rutin mengakibatkan *turbocharger* mengalami surging.

#### **B. SARAN - SARAN**

Berdasarkan uraian pada kesimpulan diatas, untuk meningkatkan perawatan pada sistem udara bilas mesin induk, maka penulis menyarankan:

1. Untuk mengatasi masalah terjadinya penyumbatan pada kisi-kisi udara masuk ke silinder, disarankan maka perlu dilakukan perawatan dengan:
  - a. Melakukan perawatan dengan membersihkan kisi-kisi udara (*air side* ) *intercooler* supaya tidak terjadi penghambatan udara masuk silinder.

- b. Melakukan perawatan dengan membersihkan sisi pendingin air laut ( sea water side ) *intercooler* secara rutin, supaya temperatur udara bilas yang masuk untuk pembakaran normal sesuai temperatur yang diinginkan.
- 2. Untuk mengatasi tekanan udara bilas turun / rendah, disarankan kepada ABK mesin untuk :
  - a. Membersihkan air filter blower side secara rutin.
  - b. Melakukan cleaning pada turbin side dan blower side



## DAFTAR PUSTAKA

- Arismunandar, Wiranto. (2017). *Motor Diesel Putaran Tinggi*. Jakarta: PT. Pradnya Pratama
- Johan Handoyo, Jusak. (2019). *Perawatan Dan Perbaikan Permesinan Kapal*. Jakarta: Djangkar.
- Johan Handoyo, Jusak. (2015). *Mesin Diesel Penggerak Utama Kapal*. Jakarta : Djangkar.
- Karyanto E. (2020). *Troubleshooting Motor Diesel*. Jakarta : Erlangga
- Maanen, P.Van. (2001). *Motor Diesel Kapal Jilid 1*, Nautech
- Sukoco dan Arifin. (2019). *Teknologi Motor Diesel*. Bandung: Alfabeta

## Lampiran 1

### SHIP'S PARTICULAR LPG/c. GAS PATRA

Ship's name	Gas Patra	Call Sign	P N U T
port of registry	Jakarta	Official Number	391730
LOA	103,55 m	IMO/Lloyds Registry Number	8908246
LBP	94,50m	MMST Number	525004081
breadth moulded	16,00 m	AAIC	
depth moulded	7,133 m	Distance Bow to Center	49.82 m
GRT	3478,00 T	Distance Stern to Center	57.73 m
NRT	1043,00 T	Distance Between Center to Center	3.40 m
		Manifold	
(S) draft	5,663 m	Parallel Body, Ballast Condition	49.80 m
(S) freeboard	1470 mm	Parallel Body , fwd to Manifold ,ballast cond	24.90 m
(S) deadweight	3,953,00 T	Parallel Body, Aft to Manifold, ballast cond	24.90 m
(S) lightweight	2311,00 T	Parallel Body, Loaded condition	52.40 m
(S) displacement	6264,00 T	Parallel Body, fwd to Manifold, loaded cond	26.20 m
fresh water allowance	115 mm	Parallel Body, aft to Manifold, loaded cond	26.20 m
gas carrier type	LPG	Distance Bow to Bunker Manifold	79.00 m
date keel laid	02.Oct.1989	Distance Stern to Bunker Manifold	24.55 m
date launched	21.Nov.1989	Distance Bow to Accomodation Ladder	91.55 m
date delivered	15.Feb.1990	Distance Stern to Accomodation Ladder	12.00 m
builder	Kyukuyo Shipyard Corp Chofu, Japan	Distance Bridge to Bow	81.10 m
service speed	13.60 knots	Distance Bridge to Stern	22.45 m
max. speed	15.65 knots	Distance Keel to Top Mast	33.80 m
chartered speed	13.50 kts		
suez tonnage NET	3148.00 T	MANIFOLD	
suez tonnage GROSS	3959.00 T	Liquid manifold 1&2 p/s (300 ANSI)	8 inches
panama tonnage NET	2359.00 T	Vapour Manifold 1&2 p/s (300 ANSI)	5 inches
Panama tonnage GROSS	3952.00 T	Distance to rail	1.70 m
Ballast Capacity (100%)	1756.110 cu.M	Distance manifold to Ship's side	1.85 m
Fresh water capacity (100%)	118.73 cu.M	Distance Manifold above deck	0.83 m
FO Tank Capacity (100%)	403.94 cu.M	Distance Keel to Manifold	9.00 m
DO Tank Capacity (100%)	113.86 cu.M	Distance Cargo Manifold to bunker	30.60 m
		Manifold	
Other Tank Capacity	39.50 cu.M	Distance Cargo Manifold to Cargo Manifold	3.40 m
Main Engine	AKASAKA MITSUBISHI DIESEL	Distance Cargo manifold to Vapour Return	1.30 m
Model	6UEC 37 1A, 6 Units	Height of Manifold above Ballast Waterline	4.03 m
Power	2499n kw	Height of Manifold above Loaded Watrelne	4.78 m
<b>Cargo Tank Capacity</b>		Cargo Tank No.1 (98%) m3	1,722.349 Cb.M
Cargo Tank No. 1 (100%) m3	1757.499 cu.M	Cargo Tank No.2 (98%) m3	1,721.582 cb.M
Cargo Tank No. 2 (100%) m3	1756.716 cu.M	Total Cargo Tank (98%) m3	3,443.931 Cb.M
Total Cargo Tank (100%) m3	3,514.215 cu.M		
Tank Type	Cylindrical, Independent type "C"		
MARVS	18.0 kg/cm2 (6.2 kg/cm2-low)		
Maximum working pressure	17.6 kg/cm2 (5.7 kg/cm2-low)		
Min/Max Temperature	0 deg C / 45 deg C		
Deepwell pumps	2 pcs x 300 cu.M		
Booster Pumps	1 pcs x 300 cu.M		
Cargo Compressor	2 pcs x 467 m3/hr (watercooled, oil less)		
Maximum Loading Rate	600 cu.M		
Owner	Pertamina Trans Kontinental		

## IMMIGRATION REGULATION CREW LIST

Name of Vessel / Nama Kapal	MT. GAS PATRA
Gross Tonnage / GT Kapal	3478 T
Agent in Port / Keagenan	PT. PERTAMINA TRANS KONTINENTAL
Owner's / Pemilik	PT. PERTAMINA TRANS KONTINENTAL
Date Of Arrival / Tanggal Tiba	30 MARCH 2022
Date Of Departure / Tanggal Berangkat	02 APRIL 2022

Port / Pelabuhan Sebelumnya	TG SEKONG
Last Port / Pelabuhan Sebelumnya	TG SEKONG
Next Port / Pelabuhan Selanjutnya	TG SEKONG

No.	Name / Nama Awak	SEX	Date of Birth / Tanggal Lahir	Nationality / Kebangsaan	Travel Doc No. / No. Buku Pelaut	Doc.Of Travel Expired / Tgl Berakhir Buku Pelaut	Duties on Board / Jabatan	Seafarer Code / Kode Pelaut	No. PKL	Date of Sign On / Tanggal Sign On	Certificate / Sertifikat	Certificate No. / No. Sertifikat Izazah Pelaut
1	ABDUL GANI	M	2-Dec-1965	INDONESIAN	F 344081	3-Jun-2023	MASTER	6200000556	524/1840/3/SYB.TPK/22	28-Mar-2022	ANT-I	6200000556M10214
2	MIKAEL SAU' PALAYUKAN	M	9-Jul-1988	INDONESIAN	F 247654	24-Jun-2022	CHIEF OFFICER	6200268546	524/308/3/SYB.TPK/21	9-Apr-2021	ANT-II	6200268546N20415
3	PUTRA SAMUDIRA Y.I	M	2-May-1991	INDONESIAN	F 098251	22-Jan-2023	SECOND OFFICER	6201291790	524/1841/SYB.TPK/21	28-Mar-2022	ANT-F	6201291790N20116
4	ADITYA PRADIKA	M	2-Aug-1990	INDONESIAN	F 178325	28-Sep-2023	THIRD OFFICER	6201493532	524/507/11/SYB.TPK/21	14-Nov-2021	ANT-III	6201493532M30316
5	LUASMAN	M	29-Mar-1967	INDONESIAN	F 292477	16-Oct-2022	CHIEF ENGINEER	6200013935	524/1387/4/SYB.TPK/22	26-Feb-2022	ATT-F	62000213935T10214
6	ABDI SEMBRING	M	5-May-1973	INDONESIAN	F 025397	30-Jul-2022	SECOND ENGINEER	6200066099	524/145/9/SYB.TPK/21	3-Sep-2021	ATT-II	6200066099T20214
7	PURWANTO	M	15-Aug-1977	INDONESIAN	E 116729	2-Sep-2023	THIRD ENGINEER	6200400451	524/546/10/SYB.TPK/20	19-Oct-2020	ATT-II	6200400451T20116
8	MOHAMAD RAMADHANI	M	17-Dec-1993	INDONESIAN	G 075587	22-Apr-2024	FOURTH ENGINEER	6202094403	524/1426/04/SYB.TPK/22	11-Feb-2022	ATT-II	6202094403T20119
9	ABDUL ROSID	M	17-Oct-1968	INDONESIAN	G 137324	10-Jan-2025	BOSSUN	620050965	524/1843/3/SYB.TPK/22	28-Mar-2022	ABLE	6200509651340716
10	RENDI KRISMUNTARNA	M	23-Aug-1998	INDONESIAN	F 155989	17-Jul-2023	A/B	6211800872	524/565/11/SYB.TPK/21	14-Nov-2021	ANT-IV	6211800872N42420
11	MOHAMMAD ALGAZALI	M	26-Aug-1998	INDONESIAN	F 290490	11-Dec-2022	A/B	6211432089	524/1620/9/SYB.TPK/21	30-Sep-2021	ANT-IV	6211432089N40619
12	MUHAMMAD HARUN	M	12-Jul-1987	INDONESIAN	F 004606	5-Mar-2024	A/B	6201191084	524/1844/3/SYB.TPK/22	28-Mar-2022	ABLE	6201191084340718
13	SUMANTA	M	8-Mar-1968	INDONESIAN	E 113014	28-Nov-2023	FITTER	6200080185	524/2108/6/SBY.TPK/21	11-Jul-2021	ATT-V	6200080185S50216
14	BAMBANG NURMIANTO	M	2-May-1991	INDONESIAN	G 094730	12-Oct-2024	OILER	6200564034	524/1846/3/SYB.TPK/22	28-Mar-2022	ANT-V	6200564034T450215
15	ACHMAD NURIHUDA	M	17-Oct-1992	INDONESIAN	E 141391	11-Jan-2024	OILER	6200359552	524/1877/3/SYB.TPK/21	26-Mar-2021	ABLE	6200359552420717
16	DANIEL RACHMAN EFFENDI	M	16-Jan-1990	INDONESIAN	G 019691	30-Nov-2023	OILER	6200270171	524/1845/3/SYB.TPK/22	28-Mar-2022	ABLE	6200270171350715
17	SUPARMAN	M	21-Sep-1996	INDONESIAN	G 096190	21-Sep-2024	COOK	6211550833	524/1847/3/SYB.TPK/22	28-Mar-2022	ABLE	6211550833340218
18	ALFIAN	M	4-Apr-2001	INDONESIAN	G 034585	4-Dec-2023	MESSBOY	6212020543	542/509/11/SYB.TPK/21	9-Nov-2021	ABLE	6212020543S50420
	Total Crews / Total Awak	18	Person Included master.									

SEMARANG, 30 MARCH 2022

### Acknowledge,

Harbour Master

Capt. ABDUL GANI  
MASTER

## DAFTAR ISTILAH

- Udara Bilas* : Proses mendorong residu gas buang dan pengisian udara murni guna memenuhi udara untuk Langkah kompresi dan udara tersebut berguna untuk proses pembakaran di dalam silinder
- Cooler* : Pesawat yang berfungsi menurunkan temperatur suatu zat akibat operasi mesin, melalui media perantara pipa – pipa dan air dingin agar temperaturnya konstan tidak melebihi ketentuan.
- Filter* : Suatu pesawat penyaring suatu benda dari kotoran – kotoran yang menyertainya di sistem alirannya.
- Scaving air trunk* : Rruangan yang melengkapi komponen mesin diesel yang berfungsi sebagai tempat penyimpanan udara bilas sebelum masuk kedalam ruang bakar.
- Intercooler* : Sebuah alat pendingin udara yang berguna untuk mendinginkan udara yang berasal dari perangkat turbocharager.
- Nozzle ring Turbocharger*: menghembuskan gas bekas yang masih mengandung energy kinetic dan energy ini dirubah menjadi energy mekanik dengan melalui nozzle inigas bekas diarahkan tepat pada sudu-sudu.
- Kompresor pada *Turbocharger* : Sebuah komponen yang berfungsi untuk mengubah energi mekanis putaran poros pada turbocharger menjadi energi kinetik aliran udara.
- Mesin Pembakaran Dalam* : Suatu pesawat yang mengubah usaha panas dari bahan bakar didalam silinder menjadi usaha mekanis.
- Motor Tekanan Tinggi* : Motor dimana pemasukan uapnya berlangsung selama satu langkah

- Surging* : Suply udara masuk oleh kompresor tidak memiliki tekanan udara yang cukup, tekanan udara dalam aftercooler engine yang besar mendorong udara kembali ke arah kompresor. Karena kompresor tidak menghasilkan udara bertekanan yang disuplai kedalam engine, sehingga seolah – olah turbocharger berputar tanpa beban.
- Turbin* : Sebuah komponen mekanik yang berfungsi untuk mengkonversikan energi panas fluida yang melewatinya menjadi energi mekanis putaran poros turbin
- Turbocharger* : Sebuah Pesawat yang berfungsi untuk menghasilkan udara masuk lebih banyak kedalam ruang bakar sehingga daya yang dihasilkan lebih bes





**PENGAJUAN SINOPSIS MAKALAH**

NAMA : ABDI SEMBIRING  
NIS : 01920/T-I  
BIDANG KEAHLIAN : TEKNIKA  
PROGRAM DIKLAT : DIKLAT PELAUT- I

Mengajukan Sinopsis Makalah sebagai berikut

**A. Judul**

PENGARUH UDARA BILAS TERHADAP PEMBAKARAN MOTOR INDUK DI KAPAL  
LPG/C GAS PATRA / REC

**B. Masalah Pokok**

1. Terjadinya penyumbatan pada saringan udara
2. Tekanan udara bilas menurun

**C. Pendekatan Pemecahan Masalah**

1. Membersihkan kisi-kisi *intercooler* secara berkala
2. Membersihkan *air filter* secara rutin
3. Melakukan *cleaning* pada *turbocharger* dengan *carbon remover*

Menyetujui :

Dosen Pembimbing I

**Muhamad Nurdin, SAP, MA, M.Mar.E**

Dosen Pembimbing II

**Drs. Sugiyanto, MM**  
Penata Tk.I (IId)

NIP. 19620715 198411 1 001

Jakarta, Mei 2023

Penulis

**Abdi Sembiring**  
NIS : 01920/T-I

Ketua Jurusan Teknika


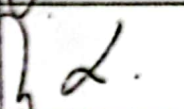
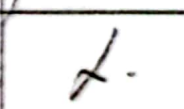

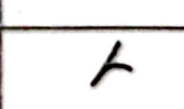
**Markus Yando, S.SIT., M.M**  
Penata TK. I (IId/d)  
NIP. 19800605 200812 1 001

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

Judul Makalah : Pengaruh udara Bilas Terhadap pembersihan  
Motor badut di kapal LPT/c Gas patra

Dosen Pembimbing I : Muhamad Nurdin, SAP, MA, M.Mar.E

Bimbingan I :

No.	Tanggal	Uraian	Tanda Tangan Pembimbing
1.	10/05-23	pengajuan judul dan ke KEC pada no 1	
2	19/05-23	pengajuan BAB I dan sub bab I dan lanjut 4 paragraf 114 ayat 1 no. 6	
3	26/05-23	pengajuan BAB II dan bab lanjut ke BAB III	
4	05/06-23	BAB III fabel A. konkrit dan lanjut ke BAB IV	
5.	07/06-23	BAB IV fabel di revisi dan saya diujikan.	

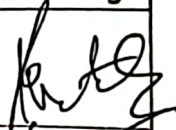
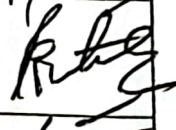

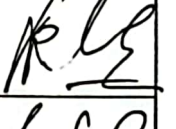


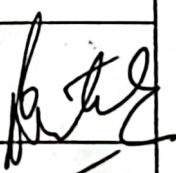
Catatan : makalah siap diujikan. f.

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

Judul Makalah : Pengaruh udara Bilas Terhadap pembakaran motor  
Induk di kapal LPG/c Gas Patra.

Dosen Pembimbing II : Drs. Sugiyanto, MM

Bimbingan II :

No.	Tanggal	Uraian	Tanda Tangan Pembimbing
01	10/05-23	Pengajuan Sinopsis dilan judean, penulisan bab I	
02	19/05-23	Pengajuan bab I dilanjut dan penulisan bab II	
03	26/05-23	Pengajuan bab II dilanjut dan bab III	
04	26/05-23	Pengajuan bab III dilan judean bab IV	
05	25/05-23	Pengajuan bab IV	
06	05/05-23	Revisi bab I sd bab IV	
		Daftar:	
		1. Kata Pengantar	
		2. Cover	
		3. Lembar Perseptuan	
		4. Lembar Pengelahan	
		5. Daftar isi	
		6. Daftar Pustaka	

Catatan : Salah tbs siap untuk diujikan 