

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



**MAKALAH  
OPTIMALISASI PERAWATAN TURBOCHARGE MESIN  
INDUK UNTUK KELANCARAN PENGOPERASIAN  
SV. GIAT JAYA**

**Oleh :**

**HELWIS DAME**  
**NIS. 01757 / T-I**

**PROGRAM PENDIDIKAN DIKLAT PELAUT I  
JAKARTA  
2022**

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



**MAKALAH**

**OPTIMALISASI PERAWATAN TURBOCHARGE MESIN  
INDUK UNTUK KELANCARAN PENGOPERASIAN  
SV. GIAT JAYA**

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

**Oleh :**

**HELWIS DAME  
NIS. 01757 / T-I**

**PROGRAM PENDIDIKAN DIKLAT PELAUT I  
JAKARTA  
2022**

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



**TANDA PERSETUJUAN MAKALAH**

Nama : HELWIS DAME  
NIS : 01757/T-1  
Program Pendidikan : Diklat Pelaut - I  
Jurusan : TEKNIKA  
Judul : OPTIMALISASI PERAWATAN TURBOCHARGE  
MESIN INDUK UNTUK KELANCARAN  
PENGOPERASIAN SV. GIAT JAYA

Jakarta, 17 Maret 2022

Pembimbing Materi

Pembimbing Penulisan

**Muhamad Hasan Habli, M.M.**  
Pembina Utama Muda (IVC)  
NIP. 19581008 199808 1 001

**Widigdho, M. Sc**  
Dosen STIP

Mengetahui :  
Ketua Jurusan Teknika

**Diah Zakiah, ST, MT**  
Penata TK. I (III/d)  
NIP. 19790517 200604 2015

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



**TANDA PENGESAHAN MAKALAH**

Nama : HELWIS DAME  
NIS : 01757/T-1  
Program Pendidikan : Diklat Pelaut - I  
Jurusan : TEKNIKA  
Judul : OPTIMALISASI PERAWATAN TURBOCHARGE  
MESIN INDUK UNTUK KELANCARAN  
PENGOPERASIAN SV. GIAT JAYA

Penguji I

**Winarto Edi Purnama, M.M**

Pembina (IVa)

NIP. 19660726 199808 1 001

Penguji II

**Irwansyah, SH, MH**

Dosen STIP

Penguji III

**Muhamad Hasan Habli, M.M**

Pembina Utama Muda (IVc)

NIP. 19581008 199808 1 001

Mengetahui :

Ketua Jurusan Teknika

**Diah Zakiah, ST, MT**

Penata TK. I (III/d)

NIP. 19790517 200604 2015

## KATA PENGANTAR

Dengan penuh kerendahan hati, penulis memanjatkan puji serta syukur kehadiran Tuhan yang maha esa, atas berkat dan rahmatnya serta senantiasa melimpahkan anugerahnya, sehingga penulis mendapat kesempatan untuk mengikuti tugas belajar program upgrading Ahli Teknika Tingkat I yang diselenggarakan di Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran Jakarta. Guna memenuhi persyaratan Kurikulum Program Upgreding ATT-I, maka semua pasis diwajibkan untuk membuat atau menulis sebuah makalah berdasarkan pengalaman selama bekerja di atas kapal dan ditunjang dengan teori-teori serta bimbingan dari pada dosen pembimbing STIP Jakarta. Sehingga penulis dapat menyelesaikan makalah ini sesuai dengan waktu yang ditentukan dengan judul :

### **“OPTIMALISASI PERAWATAN TURBOCHARGE MESIN INDUK UNTUK KELANCARAN PENGOPERASIAN SV. GIAT JAYA”**

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

1. Capt. Sudiono, M.Mar, selaku Ketua Sekolah tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta.
2. Bapak DR. Ali Muktar Sitompul, MT, selaku Kepala Divisi Pengembangan Usaha Sekolah tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta.
3. Ibu Diah Zakiah, ST, MT, selaku Ketua Jurusan Teknika Sekolah tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta.
4. Bapak Muhamad Hasan Habli, M.M., selaku dosen pembimbing I yang telah meluangkan waktu untuk memberikan saran dan pikirannya mengarahkan penulis pada sistimatika materi yang baik dan benar
5. Bapak Widigdho, M.Sc 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.
7. Seluruh rekan-rekan yang ikut memberikan sumbangsih pikiran dan saran serta keluarga besar, istri dan anak-anak saya yang telah memberikan motivasi selama penyusunan makalah ini.

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

Jakarta, 17 Maret 2022

Penulis,



HELWIS DAME

NIS. 01757 / T-I

## DAFTAR ISI

	Halaman
<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 TABEL</b> .....	vii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	viii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	ix
 <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 .....	4
E. WAKTU DAN TEMPAT PENELITIAN .....	5
F. SISTEMATIKA PENULISAN .....	5
 <b>BAB II LANDASAN TEORI</b>	
A. TINJAUAN PUSTAKA .....	7
B. KERANGKA MASALAH .....	19
 <b>BAB III ANALISIS DAN PEMBAHASAN</b>	
A. DESKRIPSI DATA.....	20
B. ANALISIS DATA.....	22
C. PEMECAHAN MASALAH.....	28
 <b>BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
A. KESIMPULAN .....	39
B. SARAN.....	40
 <b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	41
 <b>LAMPIRAN</b>	
 <b>DAFTAR ISTILAH</b>	

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1 Hasil Pengecekan <i>Turbocharger</i> .....	22



## DAFTAR GAMBAR

	<b>Halaman</b>
Gambar 2.1 <i>Turbocharger</i> .....	9
Gambar 2.2. Bagian-bagian dari turbocharger.....	11
Gambar 2.3. Skema Proses Pembakaran pada Mesin Diesel.....	16

## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. *Ship Particular*
- Lampiran 2. *Crew List*
- Lampiran 3. *Planned Maintenance System (PMS)*
- Lampiran 4. *Technical Specifications CUMMINS KTA50-M2*
- Lampiran 5. *Spesifikasi Turbocharger*

# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. LATAR BELAKANG

Sarana angkutan laut terutama kapal laut merupakan alat pengangkut yang masih sangat dibutuhkan dalam era globalisasi, selain berkapasitas besar juga efisien digunakan untuk memperlancar perekonomian rakyat antar pulau ataupun antar Negara. Dalam memperlancar pengoperasian kapal sangat diperlukan suatu cara perawatan pesawat-pesawat yang berada di kapal terutama mesin induk sebagai mesin penggerak utama.

Pada umumnya kapal-kapal niaga menggunakan tenaga mesin *diesel* sebagai tenaga penggerak utama. Salah satu faktor penting untuk menunjang kinerja mesin induk adalah proses pembakaran pada *cylinder* motor induk yang ditunjang dengan kecepatan udara. oleh karenanya, untuk mencapai hasil yang diharapkan maka harus dilakukan perawatan terencana sesuai dengan *planned maintenance system (PMS)*.

Perawatan merupakan faktor paling penting dalam mempertahankan kehandalan fasilitas-fasilitas yang diperlukan. Sebagaimana kita ketahui bahwa harga suku cadang mesin yang ada di atas kapal tergolong mahal, untuknya sering pemilik kapal mencoba untuk menunda penggantian suku cadang yang seharusnya diganti, karena sudah waktunya dilakukan penggantian menurut jam kerja (*running hours*), dengan dalih untuk menghemat biaya.

Upaya yang diperlukan untuk memberikan efisiensi yang optimum, kapasitas *turbocharger* harus benar-benar sesuai dengan daya mesin. Kinerja *turbocharger* ditentukan oleh sudut udara masuk ke *impeller*, *diffuser* serta sudut masuk gas ke turbin, dalam hal tersebut hanya bisa tepat pada kecepatan rotor tertentu saja. Pada putaran-putaran rotor yang lain sudut masuknya gas tidak sesuai dengan sudut

masuk suhu sehingga kerugiannya meningkat. Agar bisa memberikan efisiensi yang lebih baik pada beban tidak penuh maka *turbocharger* bisa dirancang untuk meningkatkan dengan tajam daya mesinnya. Sebuah waktu *gate* bisa dimanfaatkan untuk mencapai *boost* yang benar pada beban penuh. Hal tersebut kadang-kadang digunakan pada mesin-mesin putaran menengah.

*Turbocharger* harus menghasilkan tekanan udara yang diperlukan sekaligus mempertahankan cadangan yang memadai untuk mengantisipasi *surging*. *Surging* merupakan suatu fenomena dimana adanya aliran balik udara yang menuju sisi *compressor*. *Surging* adalah sesuatu yang tidak dikehendaki karena akan mempengaruhi pembakaran dan lebih penting lagi, meningkatkan kemungkinan terjadinya kerusakan pada bantalan pendorong.

SV. Giat Jaya adalah kapal jenis *Supply Vessel* berbendera Indonesia milik Trijaya Global Marindo yang dibuat pada tahun 2009. Kapal SV. Giat Jaya dilengkapi dengan mesin induk jenis motor *diesel* yang dilengkapi dengan *turbocharger*. Pada saat penulis bekerja sebagai *Chief Engineer* di kapal tersebut, terjadi kenaikan suhu gas buang sebagaimana terlihat pada display monitor, sehingga mengakibatkan putaran mesin harus diturunkan. Setelah diadakan pengecekan melalui *monitoring* secara kasat mata, penulis menemukan indikasi pada *turbocharger* bermasalah sehingga suplai udara tidak maksimal dan berakibat tidak ada keseimbangan dalam proses pembakaran pada *cylinder* motor induk.

Berdasarkan uraian di atas, maka penulis tertarik mengangkat judul makalah sebagai berikut: **“OPTIMALISASI PERAWATAN *TURBOCHARGER* MESIN INDUK UNTUK KELANCARAN PENGOPERASIAN SV. GIAT JAYA”**.

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

### **1. Identifikasi Masalah**

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

- a. Penyebab suplai udara pada *turbocharger system* tidak normal

- b. Turunnya tekanan udara akibat kinerja *turbocharger* menurun
- c. Putaran *turbin* tidak normal
- d. Tekanan udara menurun dibawah normal
- e. *Filter* udara isap *turbocharger blower side* kotor

## 2. Batasan Masalah

Mengingat luasnya permasalahan yang terjadi pada sistem udara, maka penulis membatasi masalah pada makalah antara lain :

- a. Suplai udara pada *turbocharger system* tidak normal
- b. Turunnya tekanan udara akibat kinerja *turbocharger* 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 suplai udara pada *turbocharger system* tidak normal ?
- b. Apa penyebab turunnya tekanan udara akibat kinerja *turbocharger* menurun ?

## C. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

### 1. Tujuan Penelitian

- a. Untuk menganalisa penyebab masalah utama yaitu suplai udara pada *turbocharger system* tidak normal dan mencari alternatif pemecahan masalahnya.
- b. Untuk mengetahui penyebab turunnya tekanan udara akibat *turbocharger* yang kurang berfungsi dan mencari alternatif pemecahan masalahnya sehingga *turbocharger* dapat berfungsi dengan baik.

## **2. Manfaat Penelitian**

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

- 1) Agar hasil analisis dapat memberikan gambaran pada pembaca tentang sistem udara pembakaran pada *turbocharger system* di atas kapal.
- 2) Sebagai bahan bacaan di perpustakaan STIP Jakarta bagi perwira siswa yang ingin mempelajari tentang sistem udara pembakaran atau *turbocharger system*.

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

- 1) Sebagai masukan bagi perusahaan pelayaran terkait yang berguna bukan hanya untuk SV. Giat Jaya 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 *turbocharger* dan cara penanganannya.

## **D. METODE PENELITIAN**

### **1. Teknik Pendekatan**

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

**a. Teknik Observasi**

Teknik tersebut 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 *SV. Giat Jaya* sebagai *Chief Engineer*.

**b. Studi Pustaka**

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

**E. WAKTU DAN TEMPAT PENELITIAN**

**1. Waktu Penelitian**

Waktu penelitian dalam menyusun makalah dilaksanakan pada saat penulis bekerja di atas *SV. Giat Jaya* sebagai *Chief Engineer* selama 2,5 tahun. Selama kurun waktu tersebut penulis menjalankan tugas sebagai *Chief Engineer* dan menemukan permasalahan dalam perawatan *turbocharger*.

**2. Tempat Penelitian**

Tempat penelitian dilaksanakan di atas *SV. Giat Jaya* berbendera Indonesia milik Trijaya Global Marindo yang beroperasi di alur pelayaran Pulau Seribu.

**F. SISTEMATIKA PENULISAN**

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

## **BAB I PENDAHULUAN**

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 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 SV. Giat Jaya. Dengan digambarkan dalam deskripsi data, kemudian dianalisis mengenai permasalahan yang terjadi dan menjabarkan pemecahan dari permasalahan tersebut sehingga permasalahan yang sama tidak terjadi lagi dengan kata lain menawarkan solusi terhadap penyelesaian masalah tersebut.

## **BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN**

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



## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **A. TINJAUAN PUSTAKA**

Berdasarkan pembahasan pada bab sebelumnya maka penulis mencari beberapa landasan teori untuk perawatan *turbocharger* di atas *SV*. Giat Jaya, diantaranya sebagai berikut :

##### **1. Optimalisasi**

Menurut kamus besar Bahasa Indonesia optimalisasi adalah berasal dari kata dasar *optimal* yang berarti terbaik, tertinggi, paling menguntungkan, menjadikan paling baik, menjadikan paling tinggi, pengoptimalan proses, cara, perbuatan mengoptimalkan ( menjadikan paling baik, paling tinggi dan sebagainya ) sehingga optimal adalah suatu tindakan, proses, atau metodologi untuk membuat sesuatu (sebagai sebuah desain, system, atau keputusan) menjadi lebih/ sepenuhnya sempurna, fungsional, atau lebih efektif.

##### **2. Perawatan**

###### **a. 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.

#### **b. Perawatan Terencana (*Planned Maintenance*)**

Menurut **Jusak Johan Handoyo** (2015:61) dalam bukunya yang berjudul *Manajemen Perbaikan Dan Perawatan Kapal*, perawatan berencana artinya penulis 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 lancartanpa pernah terlambat dan memperkecil atau mencegah kerusakan-kerusakan yang terjadi.

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 :

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

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*, 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 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 *Minimal Stock Level* benar-benar sudah disiapkan.

### 3. *Turbocharger*

#### a. *Definisi Turbocharger*

Menurut **Endrodi** (2014:24) bahwa *turbocharger* adalah pesawat yang digerakan oleh gas buang dari mesin diesel yang berfungsi untuk memompa udara yang digunakan untuk pembilasan dan pembakaran di dalam silinder.



Gambar 2.1 *Turbocharger*

Daya mesin, rendemen *thermis* dan pemakaian bahan bakar per jam dari mesin *diesel* relatif tetap. Untuk menghasilkan pembakaran yang sempurna dari bahan bakar yang tersedia dan hasil kerja mesin diesel yang efisien, maka diperlukan sejumlah tambahan udara yang dialirkan ke

dalam silinder mesin pada sejumlah aliran bahan bakar tertentu. Bila kepekatan udara bertambah sebelum ditambahkan kedalam silinder, seluruh bahan bakar terbakar dan daya mesin bertambah.

Untuk mesin *diesel* yang dilengkapi dengan *turbocharger*, bertujuan untuk memadatkan udara masuk kedalam silinder mesin, sehingga daya mesin lebih besar dibanding mesin dengan dimensi yang sama dan bagian *turbocharger* terdiri dari *turbin side* dan *blower side*. Sekitar tahun 1971, seorang dari negara Swiss bernama **Alfred Buchi** telah menemukan ide tentang bagaimana memanfaatkan dan mengubah energi gas sisa hasil pembakaran ke dalam energi mekanis. Hal tersebut dilakukannya dengan menyalurkan tekanan gas hasil pembakaran ke suatu turbin dan mempergunakan tenaga turbin untuk menggerakkan *blower*.

*Blower* dipergunakan untuk menekan udara yang disalurkan ke ruang bakar. Dengan *turbocharger* kenaikan daya mesin diesel dapat mencapai sebesar 30–40%, dan kini *turbocharger* yang ekonomis dan terpercaya dapat dimanfaatkan dan berkembang maju.

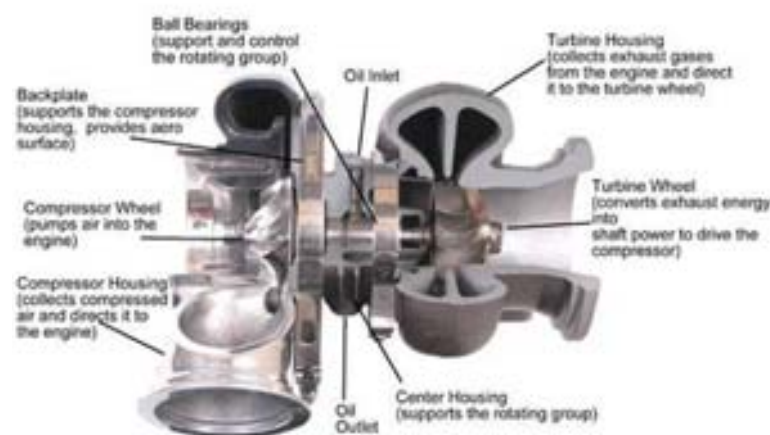
#### **b. Prinsip Kerja Turbocharger**

Menurut **E. Karyanto** (2000:148) prinsip kerja *turbocharger* adalah : proses langkah pembuangan didalam silinder mesin dilakukan oleh *piston* menyebabkan gas buang hasil pembakaran terdorong keluar, dari katup buang melalui *manifold* buang menekan ke suatu roda turbin dan keluar lewat saluran pembuangan. Hal tersebut mengakibatkan roda kompressor (*blower*) berputar sehingga menghasilkan tekanan hembusan, yang menyebabkan terjadi pemadatan udara masuk dan tekanan diatas satu atmosfer. Selanjutnya udara yang bertekanan disalurkan ke *manifold* masuk, kemudian masuk ke dalam silinder melalui katup masuk. Untuk mesin *diesel* dilengkapi dengan *turbocharger*, dengan tujuan untuk memperbesar tenaga mesin tanpa menambah terlampau banyak berat dan ukuran mesin.

Adapun penggunaan *turbocharger* pada mesin diesel 4-tak memiliki penataan *exhaust manifold* secara khusus, yaitu sebagai berikut:

- 1) Mesin dengan jumlah silinder 4 dan 6 dilengkapi 2 buah saluran gas buang (*exhaust manifold*)
- 2) Mesin dengan jumlah silinder 5 dan 9 dilengkapi 3 buah saluran gas buang (*exhaust manifold*)
- 3) Mesin dengan jumlah silinder 7 dan 8 dilengkapi 4 buah saluran gas buang (*exhaust manifold*)

**c. Konstruksi Dari *Turbocharger***



Gambar 2.2. Bagian-bagian dari turbocharger

Didalam *Turbocharger* terdapat beberapa bagian / komponen-komponen tersebut saling berhubungan satu sama lain, sehingga jika terjadi kerusakan pada salah satu komponen tersebut maka *turbocharger* tidak dapat bekerja secara optimal. Komponen-komponen tersebut adalah:

1) *Turbine Wheel*.

*Turbine Wheel* adalah suatu komponen mekanik yang berfungsi untuk mengkonversikan energi panas *fluida* yang melewatinya menjadi energy mekanis putaran poros turbin. Setiap turbin selalu melibatkan *fluida* yang mengandung energi panas yang mengalir melewati sudu-sudu turbin. Setiap sudu turbin berdesain membentuk *nozzle-nozzle* sehingga di saat *fluida* melewatinya, *fluida* akan terekspansi di ikuti dengan perubahan energi panas menjadi mekanis.

## 2) *Compressor Wheel*

*Compressor Wheel* pada *Turbocharger* berfungsi untuk mengubah *energy* mekanis pada putaran poros *Turbocharger* menjadi *energy kinetic* aliran udara. *Compressor* berada pada satu poros dengan *turbine*, sehingga pada saat gas buang mulai mendorong turbin, *compressor* juga ikut berputar dengan kecepatan putaran yang sama. Energi mekanis yang dihasilkan *Turbine* akan langsung digunakan sebagai tenaga penggerak *compressor*.

## 3) Rumah turbin (*turbine housing*)

Terbuat dari bahan *cast steel* dan bersambungan dengan bagian rumah pusat inti ( *centre core* ) dengan memakai cincin baja penjamin. Diantara rumah *turbine* dan *manifold* gas buang di pasang *gasket* yang terbuat dari bahan *stainless steel* untuk menjamin sambungan tersebut. Konstruksi *turbocharger* terdiri dari sebuah *turbine gas* dan sebuah *compressor*, keduanya di pasang satu poros. *Turbine gas* berfungsi sebagai pemutar *compressor* dengan memanfaatkan energi panas gas buang.

## 4). Rumah kompressor (*compressor housing*).

Rumah kompressor terbuat dari bahan aluminium bersambungan dengan bagian pusat inti (*centre core*) ditopang oleh jaminan baut dan cincin pelat, Rumah kompressor adalah tempat bagi blower untuk menghisap udara luar yang kemudian di teruskan menuju *intercooler*.

## 5). *Center Housing*

Merupakan bagian inti dari *turbocharger* yang memanfaatkan gaya dari gas sisa pembakaran dalam silinder untuk menggerakkan *turbine* dalam waktu yang bersamaan *blower* pun berputar untuk menyalurkan udara bertekanan ke dalam ruang pembakaran. Pada bagian rumah pusat inti terdapat poros turbin dan kompressor (*blower*), bantalan, *ring*, cincin plat, *oil deflector*. Bagian-bagian yang berputar termasuk *turbine shaft*, *compressor wheel*, *shaft bearing*, *thrust*, *washer* dan *oil seal ring*. Komponen-komponen tersebut di tunjang oleh bagian *center housing*. Bagian – bagian yang berputar pada *turbocharger* dioperasikan pada kecepatan 12.500rpm dan *temperature* 550<sup>0</sup>C, sehingga materialnya dibuat sangat selektif dengan kepresisian yang tinggi.

#### 6). *Ball Bearing*

Selama *Turbine* dan *Compressor* berputar pada kecepatan yang tinggi, *Ball bearing* digunakan untuk menjamin penyerapan getaran dari poros. *Ball bearing* dilumasi oleh oli mesin dan berputar bebas antara poros untuk mencegah keausan sewaktu bekerja pada kecepatan tinggi. *Oil seal* yang terpasang pada poros berfungsi untuk mencegah terjadinya kebocoran minyak pelumas.

#### d. Keuntungan Sistem Pengisian Udara oleh *Turbocharger*

Menurut **Sukoco**, dan **Zainal Arifin**, (2008:23) dalam buku karangannya yang berjudul “Teknologi Motor Diesel”, beberapa keuntungan dari sistem pengisian udara yang dilakukan oleh *turbocharger* adalah sebagai berikut :

- 1) Tenaga mesin dapat ditingkatkan antara 35 % sampai 40 %

Dengan penambahan pasokan udara ke *cylinder* pembakaran maka tekanan rata-rata efektif udara pun meningkat dengan demikian, Daya efektif yang dihasilkan akan meningkat, sehingga pembakaran akan meningkat pula, dengan kata lain tenaga mesin akan bertambah besar antar 35 % sampai 40 %.

- 2) Pembakaran lebih sempurna

Karena udara didinginkan lebih dahulu di *intercooler*, hingga kandungan molekul oksigen lebih banyak, massa jenis udara akan bertambah. Pembakaran dengan jumlah oksigen yang banyak akan beraksi dengan bahan bakar yang terdiri dari unsur *carbon* (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.

**e. Kerugian Pengisian Tekan dengan *Turbocharger***

Menurut **Endrodi** (2004:24) pengisian tekan yang dilakukan oleh *turbocharger* juga memiliki beberapa kerugian seperti :

- 1) Konsumsi bahan bakar dan pelumasan silinder lebih boros.
- 2) Harga beli mesin *diesel* lebih mahal.
- 3) Perawatan lebih banyak dan kompleks sehingga biaya lebih besar.
- 4) Waktu perawatan yang lebih lama.
- 5) Memerlukan keahlian ekstra pada waktu *overhaul turbocharger*.

**f. Sistem Pengisian Tekan**

Sistem pengisian tekan pada sisi gas buang terdapat dua sistem, sistem denyut (*pulse system*) dan sistem tekanan rata (*constant pressure system*):

1) Sistem denyut (*Pulse System*)

Pada sistem tersebut gas buang yang keluar dari masing-masing silinder dibagi atas *group*/kelompok. Pengelompokan pipa gas buang didasarkan dari susunan *firing order* dan *exhaust manifold*-nya. Diameter pipa gas buang tidak besar, sehingga baik tekanan maupun kecepatan gas buang keluar dari masing masing silinder tidak mengalami penurunan. Hal tersebut mengakibatkan putaran roda sudu turbin gas buang menjadi sangat tinggi, yang berarti putaran udara *blower* juga sangat tinggi. Udara yang dihasilkan cukup banyak untuk pembakaran bahan bakar didalam silinder sehingga pembakaran bahan bakar sempurna dan daya motor optimal/maksimum.



## 2) Sistem Tekanan Rata

Gas buang yang keluar dari masing-masing silinder digabung dalam satu *exhaust manifold* tanpa mempertimbangkan *firing order*-nya. Diameter pipa gas buang lebih besar sehingga tekanan gas buang menurun dan putarannya menjadi rendah. Hal tersebut berakibat putaran *turbocharger*-nya tidak setinggi sistem denyut dan udara yang dihasilkan *blower*-nya juga tidak sebanyak sistem denyut. Akibat masih diperlukan *blower* udara bantu yang digerakan oleh motor listrik.

Sistem pengisian tekan pada sisi udara terdapat tiga sistem yaitu sistem seri, paralel, campuran :

### a) Sistem Seri

Udara hasil *turbocharger* dipasang seri dengan udara hasil *blower* bantu yang digerakkan oleh motor listrik.

### b) Sistem Paralel

Udara hasil *turbo blower* dipasang paralel dengan hasil *blower* bantu yang digerakan oleh motor listrik.

### c) Sistem Seri dan Paralel

Adalah kombinasi dari kedua sistem seri dan paralel.

## 3. 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 mengandung 23% zat asam dan 77% nitrogen bila dihitung dalam volume atau 21% dengan 79% bila di hitung dalam berat udara. Perlu di ingat bahwa pembakaran di dalam 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 akan menghasilkan panas, proses reaksinya disebut *Exterm*. Bila sejumlah gas atau udara di kompresi atau di *expansi* akan ada perubahan suhu selama proses terjadi, namun bila keadaan suhunya tidak ada perubahan, maka prosesnya disebut *isothermis*. Keadaan tersebut 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 saat dilakukan kompresi maupun *expansi* tanpa ada tambahan panas atau kehilangan panas, proses yang demikian di sebut *adiabatic*.

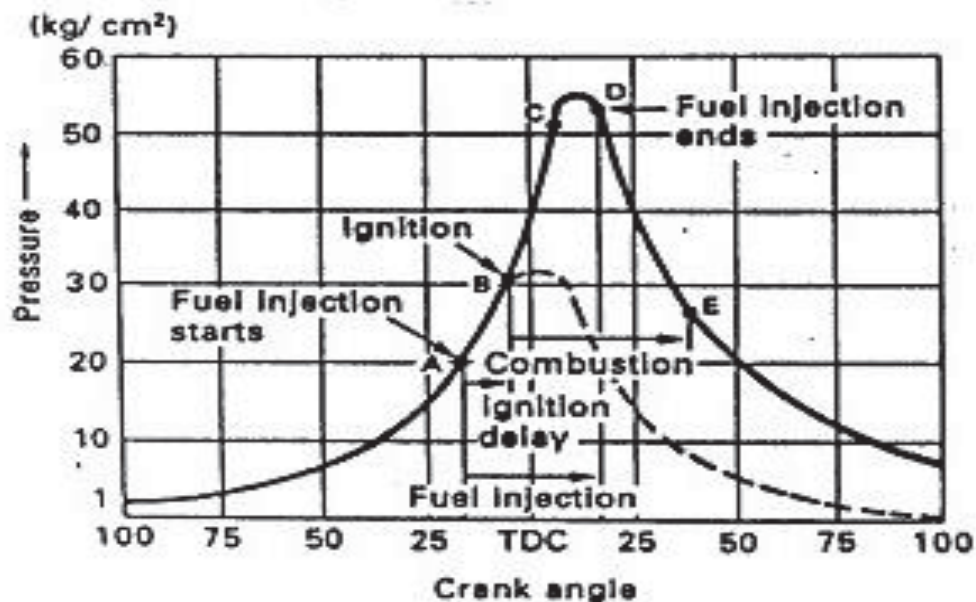
Selain faktor bahan bakar diatas, **Sukoco, M.Pd, Zainal Arifin, M.T** (2003:97) syarat-syarat proses pembakaran yang sempurna antara lain sebagai berikut :

- 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 digunakan 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 didalam mesin sendiri. Dengan demikian tujuan proses pembakaran adalah menghasilkan energi panas dan menaikkan tekanan yang tinggi didalam *cylinder*, tekanan tersebut untuk di konversikan 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 kedalam *cylinder*. Perbedaan tersebut berpengaruh pada homogenitas campuran udara dan bahan bakar.



Gambar 2.3. Skema Proses Pembakaran pada Mesin Diesel

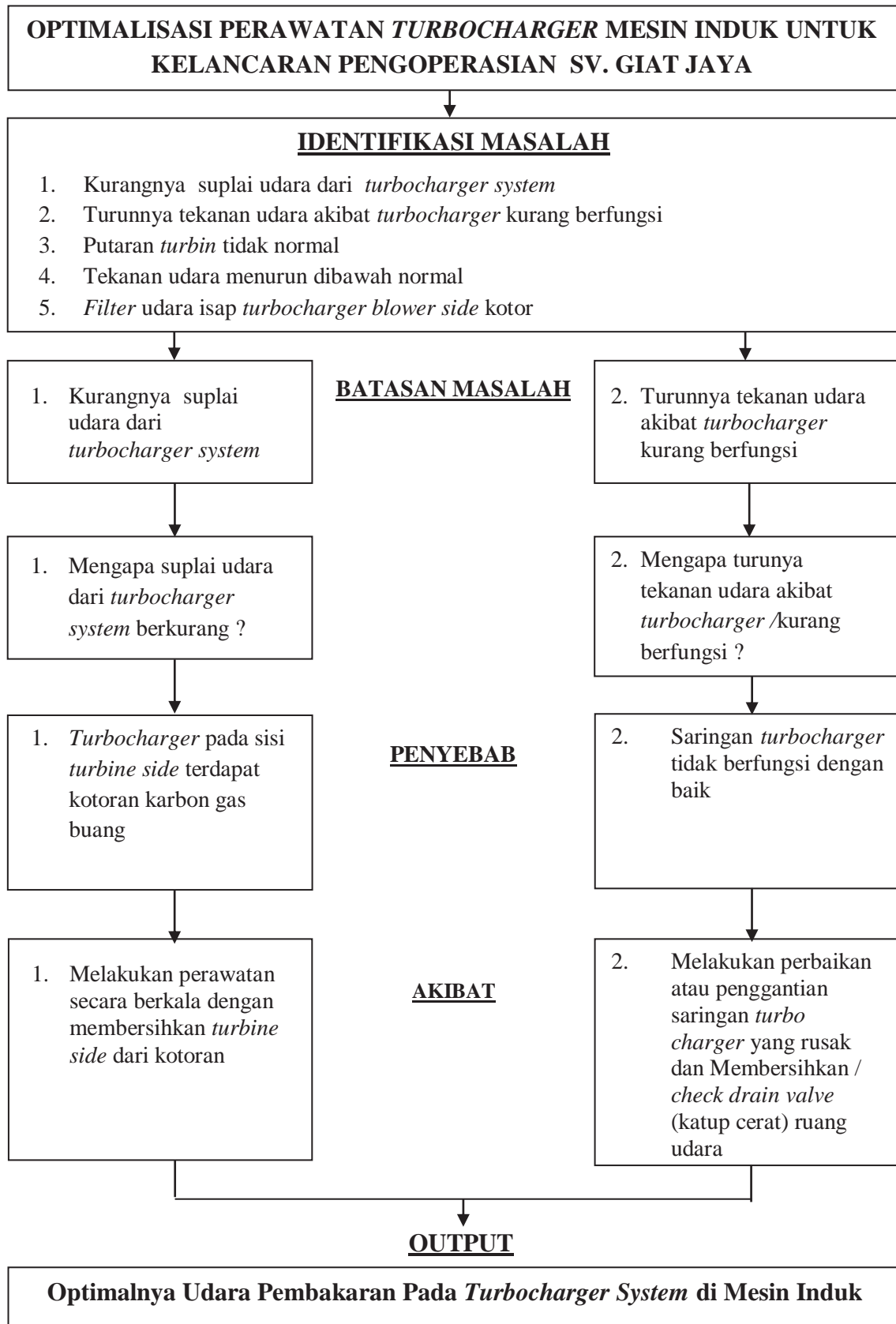
Bahan bakar diinjeksikan kedalam *cylinder* pada akhir proses kompresi, tidak sekali injeksi namun pada periode tertentu, yang digambarkan mulai dari titik A sampai dengan titik D. Mulai dari proses injeksi dititik A tersebut, kabutan bahan bakar mulai bertemu dengan udara yang dikompresikan dan *temperature* 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 tersebut 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 tersebut 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* 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. Panjang dan pendeknya *Ignition Delay Periode (IDP)* akan seperti gambar berikut. *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 pencetus pembakaran sendiri dan berlangsunglah pembakaran yang tiba-tiba (mendadak)

## B. KERANGKA MASALAH



## **BAB III**

### **ANALISIS DAN PEMBAHASAN**

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

Sebagai pendukung dalam pembahasan makalah, penulis uraikan data kapal SV. Giat Jaya sebagai berikut :

<i>Vessel Name</i>	: Giat Jaya
<i>Flag</i>	: Indonesia
<i>Gross Tonnage</i>	: 1302 tons
<i>Engine type</i>	: Cummins
<i>Engine Model</i>	: KTA50-M2
<i>Engine Power</i>	: 3600 KW
<i>Owner</i>	: Trijaya Global Marindo

Kejadian yang pernah penulis alami selama bekerja di atas SV. Giat Jaya sebagai *Chief Engineer* dengan alur pelayaran Pulau Seribu, diantaranya yaitu :

##### **1. Kurangnya Suplai Udara dari *Turbocharger System***

Mesin induk dibuat sedemikian rupa, sehingga dapat bekerja baik dan efisien. Di SV. Giat Jaya sering ditemui bahwa mesin induk mengalami terganggu. Gangguan tersebut bisa disebabkan oleh berbagai hal yang antara lain *turbocharger* kotor pada *moving blade* oleh karbon gas buang yang menempel, bahan bakar telah tercampur air atau *Intercooler* yang sudah terlalu kotor Sehingga tidak bisa menghasilkan udara bersih untuk pembakaran dan tekanan yang rendah. Disini dapat menunjukan bahwa dalam sistem perawatan terhadap mesin induk tidak berjalan dengan baik.

Sistem perawatan berencana terdiri dari banyak elemen seperti rencana kerja, kontrol persediaan, informasi dan instruksi. Tujuan dari perawatan dan pemeliharaan mesin induk dan pesawat penunjang lainnya adalah untuk meningkatkan efisiensi mesin induk pada saat operasi normal. Dari kondisi yang berhasil dihimpun berdasarkan fakta-fakta yang pernah dialami selama bekerja di atas SV. Giat Jaya diantaranya adalah kondisi dari mesin induk yang tidak dapat bekerja secara efektif dan efisien yang salah satu penyebabnya adalah akibat beberapa pesawat penunjang mesin induk seperti *Intercooler* yang sudah melebihi jam kerja untuk perawatannya sesuai dengan yang sudah diatur dalam buku instruksi manual yaitu 4000 jam.

Dalam keadaan normal pada saat kapal berjalan dengan kecepatan penuh, tekanan udara setelah *Intercooler* pada manometer tercatat 1,5 – 2,0 bar. Akan tetapi sekarang ini pada kondisi mesin induk yang sama tekanan udara setelah *Intercooler* hanya 0,7–1,0 bar. Pada akhirnya kondisi inilah yang menyebabkan daya mesin induk menurun.

## **2. Turunnya Tekanan Udara Akibat *Turbocharger* Kurang Berfungsi**

Di kamar mesin SV. Giat Jaya dilengkapi dengan *Engine Control Room* yang berfungsi sebagai tempat penjagaan anak buah kapal mesin pada saat kapal sedang berlayar. Begitu juga merupakan tempat memonitor semua pesawat yang ada di kamar mesin. Pada waktu kapal berlayar dengan muatan penuh, dengan putaran mesin yang sama, suhu gas buang sudah mencapai antara 400°C hingga 420°C.

Keadaan suhu gas buang tersebut sudah melewati batas maksimal yang diizinkan, dimana batas maksimal suhu gas buang adalah 390°C. Keadaan tersebut tidak boleh dibiarkan secara berterusan. Karena akibatnya akan menimbulkan masalah lain yang lebih besar pada bagian mesin induk lain. Setelah mengetahui keadaan tersebut, kepala kamar mesin selalu menurunkan putaran mesin induk sehingga suhu gas buang pun turun menjadi 390°C kemudian melaporkannya kepada Nahkoda.

Hasil pengecekan turbocharger dapat dilihat pada tabel 3.1 :

Tabel 3.1 Hasil Pengecekan *Turbocharger*

<i>Description</i>	Unit	M/E P	M/E S	<i>Remark</i>
<i>Engine Speed</i>	Rpm	1500	1500	
<i>Turbocharger</i>	Rpm	11500	16000	
<i>Charge Air Pressure</i>	Bar	0,75	1,6	<i>Press air M.E P abnormal</i>
<i>Charge Air Bef.Cooler</i>	°C	85	38	<i>Temp air M.E P abnormal</i>
<i>Charge Air Aft.Cooler</i>	°C	90	40	
<i>Exh.Temp.After T/C</i>	°C	470	350	<i>Temp T/C M.E P abnormal</i>
<i>Exh. Temp. Bef. T/C</i>	°C	470	345	<i>Temp T/C M.E P abnormal</i>
<i>L.O Pressure</i>	Bar	3,7	3,9	
<i>L.O Temperature</i>	°C	70	70	
<i>S.W.C Pressure</i>	Bar	2	2	
<i>S.W.C Temperature</i>	°C	30	30	
<i>F.W.C. Pressure</i>	Bar	2.2	2.0	
<i>F.W.C Temperature</i>	°C	70	72	
<i>Engine Load in ±</i>	KW	824	824	
<i>Engine Load in ±</i>	%	80	80	

## B. ANALISIS DATA

Dari kondisi dan fakta kejadian yang dikemukakan dalam deskripsi data tersebut di atas dan batasan masalah yang diambil yaitu penyebab suplai udara pada *turbocharger system* tidak normal / terlalu banyak kotoran, maka dapat diketahui beberapa penyebab timbulnya permasalahan tersebut, yaitu sebagai berikut :

### 1. Kurangnya Suplai Udara dari *Turbocharger System*

Pada umumnya mesin induk di kapal 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 *running* akan membuat *blower side* berputar karena *blower side* terletak seporos maka *blower* pun ikut berputar. Pada saat kapal berlayar dengan muatan dan beban penuh pada putaran mesin 185 rpm, putaran *Turbocharger* tercatat pada *tachometer* sebesar 15.000 rpm sampai 18.000 rpm.

Gas buang yang keluar dari masing-masing silinder sesuai dengan *firing order*, memutar sudu *turbine side* yang pada saat bersamaan juga memutar *blower side* 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.

Akibatnya putaran *Turbocharger* juga tidak stabil, hal tersebut dapat dilihat pada *Tachometer Turbocharger* yang hanya menunjukkan pada angka 10.000 *rpm*, seharusnya untuk putaran mesin 185 *rpm*, dimana putaran *turbocharger* sekitar 15000 *rpm* sampai 18000 *rpm*, serta sering menimbulkan suara *Surging* pada sisi *blower Turbocharger* mesin induk. Hal tersebut kemungkinan bisa disebabkan dari keadaan sudu-sudu daripada *blower side* sudah mulai tebal dengan karbon yang menempel. Dengan adanya masalah tersebut akan berpengaruh pada kurangnya pengisapan udara dan pasokan udara bersih ke dalam silinder oleh *blower turbo*.

Kebocoran pada gas buang disebabkan terjadinya suhu *ekstrem* pada *exhaust manifold* gas buang. Sedangkan sambungan *flexible expansion joint* yang berfungsi untuk meredam pemuaian pipa tersebut dari bahan yang tipis. Jadi kalau sering terjadi pemuaian yang *ekstrem* maka sambungan pipa tersebut yang akan pecah lebih dahulu. Apabila gas buang yang bocor akan ikut terisap oleh *blower turbocharger*, maka udara yang mengandung jelaga ataupun kotoran minyak akan masuk ke dalam *Intercooler* yang lama-kelamaan dapat menyebabkan sisi udara *Intercooler* buntu. Hal tersebut akan mengakibatkan pasokan udara yang melewati *Intercooler* terganggu yang selanjutnya berpengaruh pada kinerja mesin induk. Sebelum kebocoran gas buang tersebut diatasi, maka *Intercooler* sisi udara akan tetap kotor bahkan bisa makin parah atau buntu sama sekali.

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 *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 seorang *2nd-Engineer* yang handal dan mampu untuk melaksanakan serta memiliki

motivasi yang tinggi dalam melaksanakan kerja sesuai *planing* dan tujuan yang diharapkan. Dalam *Planned Maintenance System (PMS)* di kapal dibuat oleh *Chief Engineer* yang mengacu pada *instruction manual book* yang dikeluarkan *maker*. Setelah *PMS* 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 mengacu pada jadwal pemeliharaan yang telah ditentukan.

Kerusakan-kerusakan yang disebabkan oleh putaran lebih dianggap hal umum, dan sering kali berasal dari adanya kebakaran di dalam lorong udara atau dari beban mesin yang melebihi batas saat kapal berlayar di cuaca buruk *over speed* dapat mengarah lebih jauh ke kerusakan mekanik seperti kerusakan pada bantalan pendukung (*bearing failure*) atau kerusakan pada sudu-sudu turbin (*turbine wheels*). Oleh karena *ballbearing turbocharger* dan *nozzle ring* berada pada bagian dalam dari *turbocharger*, maka harus diadakan pemeriksaan *ballbearing* dan bila ternyata terjadi kerusakan *ballbearing* harus diganti serta membersihkan atau mengeluarkan karbon-karbon atau jelaga-jelaga yang sudah menjadi kerak yang menempel pada sudu-sudu *nozzle ring*, maka *turbocharger* dibuka secara menyeluruh, hingga ke, bagian *nozzle ring*-nya.

Jelaga-jelaga atau kerak-kerak yang melekat atau menempel di sudu-sudu *nozzle ring* tersebut dapat dikeluarkan atau dibersihkan dengan mudah. Untuk perawatan secara menyeluruh atau *overhaul*, biasanya pihak perusahaan mendatangkan teknisi yang special dan khusus yang berpengalaman di bidang *turbocharger*. Di dalam melakukan *overhaul* bukan hanya sudu-sudu *nozzle ring* saja yang diperbaiki, akan tetapi menyangkut semua bagian-bagian lainnya, termasuk penggantian *ballbearing* bila ternyata sudah rusak. Sangat sulit bagi masinis untuk mengukur *clearance* dari bearing pada saat *turbocharger* pada keadaan terpasang. *Clearance bearing* hanya bisa diukur

pada saat pemasangan (*overhaul*) dengan menggunakan alat ukur (*clock meter*) dengan ukuran normal *axial* maksimum 0.16 mm dan ukuran normal radial maksimum 0.99 mm. Setelah dilakukan pengukuran di dapat ukuran *axial* sebesar 0,19 mm dan ukuran *radial* sebesar 1,2 mm maka *clearance bearing* tersebut melebihi normal maka perlu dilakukan penggantian dengan *bearing* yang baru.

Pengukuran-pengukuran dari *clearance-clearance*, sehingga diharapkan *turbocharger* bisa bekerja dengan normal dan dapat menghasilkan udara yang bertekanan yang cukup dalam proses pembakaran yang sempurna. Selain dari penggantian suku cadang, dapat pula dilaksanakan dengan pembersihan pada *sudu-sudu turbin side*. Adapun tujuan pembersihan adalah untuk membersihkan *blade turbin side* gas buang dari kotoran-kotoran jelaga yang menempel supaya gas buang keluar lewat *nozzle* untuk memutar *sudu-sudu turbin* gas buang lancar dan *turbin* dapat berputar dengan baik, sehingga dapat menghasilkan udara cukup untuk pembakaran.

Pada saat mesin beroperasi dapat juga dilakukan pembersihan pada *sudu-sudu turbin* dengan cara *menginjection pressure* air panas ke *turbin side*, putaran dari mesin induk harus di turunkan hingga putaran 170 rpm atau pada kecepatan maju pelan. Dimaksudkan agar suhu dari gas buang mengalami penurunan, sehingga temperatur pada bagian atau bahan *turbo* ikut turun hingga mendapatkan selisih *temperature* dengan air panas yang tidak terlalu tinggi. Setelah *temperature* dari *turbocharger* sudah turun, katup cerat di bagian bawah *turbocharger* dibuka, yang kemudian diikuti dengan katup air panas, sampai air panas keluar dari pipa cerat. Proses pembersihan bisa dilakukan selama 20 menit, dan bisa diulangi kembali sampai jelaga-jelaga atau kerak-kerak terkikis dari *sudu-sudu nozzle ring*, atau sampai *turbocharger* tidak terjadi *surging*.

Dan ikuti instruksi-instruksi dalam hal perawatan dan pengoperasian dari pabrik pembuatannya, antara lain : prosedur pembersihan *sudu-sudu turbin* dengan penyemprotan air panas  $\pm 60^{\circ}\text{C}$  kedalam rumah *turbine*, ketika mesin utama bekerja dengan putaran *slow* untuk membersihkan permukaan *sudu-sudu turbocharger*.

## 2. Turunnya Tekanan Udara Akibat *Turbocharger* Kurang Berfungsi

- a. Udara luar dihisap kemudian dipompa masuk ke dalam silinder dilakukan oleh turbo bagian sisi *blower*.

Kerangka dari sisi *blower* dilengkapi dengan saringan udara (*air filter*) masuk. Sisi *blower* juga dilengkapi dengan *splitter* yang berfungsi sebagai jalur aliran udara dan untuk mengurangi terjadinya kehilangan udara yang disebabkan oleh perubahan arah aliran sendiri. Apabila saringan udara sudah kotor maka akan mempengaruhi produksi udara yang masuk ke dalam silinder. Untuk menghindari hal tersebut maka saringan udara harus dibersihkan atau dicuci secara berkala, menggunakan bahan kimia khusus pembersih saringan.

Udara bersih sangat penting dalam meningkatkan kelancaran pengoperasian *turbocharger* karena udara yang tidak bersih dari luar akan mempengaruhi daya mesin induk. Sebaliknya udara yang bercampur debu-debu dan partikel-partikel kecil lainnya akan mengganggu pengoperasian *turbocharger*. Walaupun kecil, tetapi kalau tidak mendapatkan perhatian maka kotoran akan bertambah banyak dan pada akhirnya akan menyebabkan kerja *turbocharger* terganggu.

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

Berdasarkan *instruction book manual* temperatur udara masuk silinder idealnya adalah 37–47°C tetapi penulis pernah mengalami temperaturnya naik sampai 70°C yang pada akhirnya mengakibatkan temperatur gas buang pada tiap-tiap silinder juga naik. Bilamana udara pembakaran masuk silinder tidak memadai dengan *volume* udara yang dihasilkan oleh *Turbocharger* mengakibatkan udara yang masuk ke dalam silinder berkurang. Disamping itu 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 fenomena dimana adanya aliran balik udara yang menuju sisi *compressor*

Kondisi tersebut pada umumnya disertai dengan bunyi atau getaran yang berlebih pada *turbocharger*. Pemasukan udara yang tersendat adalah akibat dari aliran udara membalik sehingga menyebabkan gelombang balik kesisi isap *blower*, aliran udara yang membalik tersebut disebabkan oleh jatuhnya tekanan udara pada sisi tekan, sehingga tidak mampu mendorong udara keluar dari *blower*, penyebab dari *surging* umumnya sebagai berikut:

- 1) Tidak adanya keseimbangan antara udara yang dibutuhkan dengan udara yang disuplai ke dalam silinder. Pengisian tekan (*supercharging*) menyebabkan keterlambatan pembakaran (*Ignition Delay*).
  - 2) Putaran *blower side* yang kurang mencukupi.
  - 3) Ketidak mampuan *difuser* untuk menghasilkan tekanan yang cukup untuk mendorong udara menuju ruang bakar.
- b. Pada motor diesel tanpa *turbocharger*, berat *volume* udara sangat tergantung pada kondisi udara *atmosfer* di hisap. Bila tekanan udara lebih tinggi dan temperatur yang lebih rendah, berat udara yang dihisap akan bertambah. Sebaliknya bila tekanan udara lebih rendah dan temperatur yang lebih tinggi, berat udara yang dihisap akan berkurang, jika kita bandingkan dengan daya motor maksimum yang dihasilkan, dengan faktor kelebihan udara yang sama, ternyata bahwa dengan tekanan udara yang lebih tinggi dan temperatur yang lebih rendah dapat diperoleh daya motor yang lebih besar.

Demikian juga dalam keadaan dimana jumlah maksimum bahan bakar yang disemprotkan adalah konstan, meskipun faktor kelebihan udara tidak konstan, tekanan udara yang lebih tinggi dan temperatur yang lebih rendah akan menghasilkan daya motor yang lebih tinggi. Hal tersebut disebabkan karena tekanan yang lebih rendah dan temperatur yang lebih tinggi akan menyebabkan berkurangnya jumlah udara yang dimasukkan sehingga

faktor kelebihan udara menjadi lebih menurun, dengan demikian efisien termal dan daya motor yang dihasilkan akan menurun, sementara gas buang asapnya lebih tebal.

Hal tersebut terjadi akibat pembakaran yang tidak sempurna, karena tidak ada keseimbangan antara bahan bakar dan udara sehingga gas buang dari hasil pembakaran tidak dapat menggerakkan *blower* secara optimal. Udara yang dihisap oleh *blower* atau *compresor* tidak selamanya bersih, akan tetapi sering tercampur dengan kotoran-kotoran debu, minyak-minyak yang ada disekitar *blower side*, serta karbon karbon yang di hasilkan oleh pembakaran yang keluar lewat cerobong, dihisap oleh *blower* kamar mesin, dimana salah satu saluran udara dari *blower* diarahkan ke *blower side*.

## C. PEMECAHAN MASALAH

### 1. Alternatif Pemecahan Masalah

#### a. Kurangnya Suplai Udara Dari *Turbocharger System*

Alternatif pemecahan masalahnya adalah :

##### 1) Memaksimalkan Perawatan Terhadap *Turbocharger*

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

##### a) Perawatan pada saringan udara (*Air filter*)

Saringan udara pada *blower turbocharger* berfungsi untuk menyaring udara yang bercampur dengan kotoran seperti debu, uap minyak dan partikel-partikel kecil. Langkah pembersihan dapat dilakukan dengan pencucian menggunakan cairan *chemical multi cleaner*. Cara tersebut dapat membersihkan kotoran yang menempel pada kawat, Atau dengan melakukan penggantian dengan saringan yang baru.

b) Perawatan pada sudu-udu *turbine*.

Untuk perawatannya, posisi mesin induk dalam keadaan beroperasi dan putaran mesin dalam keadaan maksimal, sekitar 75% dari ketentuan yang tertera dari *instruction manual book* mesin di atas 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 dari gas buang. Oleh karenanya, hal-hal yang berhubungan dengan kecepatan aliran gas buang harus benar-benar diperhatikan dan di jaga 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.

c) Perawatan *Flexible join*

Untuk merawat pada bagian tersebut dilakukan dengan selalu menjaga isolasi tetap baik dan harus menjaga baut dan sambungan tetap terikat kencang, jangan sampai ada kelonggaran dari ikatan baut sebab akan memberikan kesempatan lebih bebas dari getaran. Akibat pengaruh getaran mesin atau kapal dan kemungkinan kebocoran gas buang keluar akibat rusaknya *flexible joint* karena getaran yang berlebih. Selalu *maintenance* minimal *spare part* tetap tersedia dan siap digunakan pada saat diperlukan.

Apabila terdeteksi adanya kebocoran gas buang segeralah melakukan pengecekan dari mana sumber kebocoran. Apabila diketahui dari *flexible join* 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 *flange* dan pada *flexible joint* yang bocor, untuk sementara, sambil menunggu waktu yang aman, maka hanya dibalut dengan menggunakan semen dan dilapisi oleh balutan dari asbestos supaya gas buang tidak bocor untuk beberapa saat sampai tiba waktunya untuk melakukan penggantian 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. Pada saat pelaksanaan penggantian atau pemasangan *flexible joint* haruslah diperhatikan arahnya jangan sampai terbalik, harus searah dengan aliran gas buang, sehingga *flexible joint* tersebut tidak cepat rusak.

Hal-hal yang perlu diperhatikan agar *flexible joint* tidak cepat rusak diantaranya adalah:

- (1) Jaga jangan sampai terjadi adanya *pressure* yang berlebih atau *back pressure* akibat gas buang tidak lancar keluar cerobong akibat tertahan oleh sudu pancar yang menyempit akibat kotoran yang menempel.
- (2) Menjaga temperatur gas buang jangan sampai melebihi ketentuan ( *over heat* ).
- (3) Hindarkan terjadinya getaran yang berlebihan.
- (4) Menjaga jangan sampai terjadinya *over speed engine*.

d) Perawatan berdasarkan *running hours (overhaul)*

Pelaksanaan *overhaul* dalam perawatan *turbocharger* sangat perlu dilaksanakan guna mendapatkan *performance turbocharger* yang maksimal, *overhaul* dilakukan menurut jam kerja berdasarkan *Intruaction Manual Book* di atas kapal dari *maker*.



Hal tersebut dilakukan untuk menjaga dari kerusakan dan keausan serta kebocoran minyak pelumas dari *labirinth seal* yang dapat membawa dampak buruk terhadap *performance* mesin induk dan *turbocharger* sendiri.

## 2) Melakukan *Overhaul* / *Cleaning* Pada *Turbocharger*

*Turbocharger* memiliki perawatan sendiri yaitu perawatan periodik antara lain:

- a) Pengecekan minyak lumas yang dipergunakan harus sesuai untuk bantalan dan harus diganti selama waktu tertentu yaitu 120 jam.
- b) Setelah 100 jam operasi check baut dan kur yang kendur.
- c) Setelah 250 jam pembersihan filter.
- d) Setelah 500 jam operasi bersihkan kompressor turbocharger, atau setiap terjadi penurunan tekanan 10% pada beban yang sama, contoh tekanan yang dihasilkan turbocharger  $0,80 \text{ kg/cm}^2$  pada beban yang sama terjadi penurunan menjadi  $0,72 \text{ kg/cm}^2$  maka waktunya untuk pembersihan kompressor. Pembersihan dapat dilakukan dengan cara:
  - (1) Pembersihan secara periodik yaitu pada saat pembongkaran/*overhaul turbocharger* untuk pembersihan, pembersihan dapat menggunakan minyak tanah, kerosin, atau minyak lumas untuk menghindari bahaya. Air tidak efektif untuk membersihkan kompressor.
  - (2) Pembersihaan saat ada beban yaitu pembersihan kompressor ketika mesin dipanaskan atau kurang lebih  $\frac{3}{4}$  dari beban penuh. Jika hal tersebut tidak dapat dilakukan, pembersihan kompressor ketika mesin beroperasi pada beban penuh.
- e) Setiap 4000 jam kerja bersihkan elemen filter udara, pembersihan dapat dilakukan dengan cara menyemprot menggunakan udara tekan, jika kotoran terlalu tebal dan lengket bersihkan dengan kerosin dan sebelum dipasang kembali.

- f) Setiap 8000 jam atau 1 tahun lakukan pembersihan Bagian-bagian kompressor. (*impeller, diffuser, exhaust manifold*, dll) .
- g) Setiap 16000 jam operasi atau 2 tahun lepaskan semua bagian, bersihkan dan *check turbocharger*, ganti *spare part* jika perlu, ganti *oring* dengan yang baru.
- h) Setiap 32000 jam atau 4 tahun *turbocharger* harus di *balance* dan pengecekan *impeller, turbine rotor* dan bagian penting lain yang diperlukan, dengan menghubungi pusat *service*-nya.
- i) Hal penting pada perawatan dan pengawas *turbocharger* yaitu pada penggantian bantalan poros tiap 16000 jam:
  - (1) Cabut hanya kompressor dan *turbin casing*.
  - (2) Pasang *dial gauge spindel* pada jari-jari baut poros pada *rotor shaf impeller* dan atur posisi *dial gauge*. Kemudian gerakan *rotor shaft* naik turun menggunakan tangan kemudian lihat posisi jarum kemudian catat dan bandingkan dengan toleransi yang diijinkan 0,92.
  - (3) Jika toleransi yang ditunjukan melebihi batas yang diijinkan segera lakukan penggantian bantalan porosnya (*bearing*).

**b. Turunnya Tekanan Udara Akibat *Turbocharger* Kurang Berfungsi**

Penyebab menurunnya tekanan udara adalah saringan udara pada *turbocharger* kotor. Oleh karenanya, pembersihan terhadap saringan udara tersebut harus dilakukan se-sering 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.

Adapun langkah-langkah yang dapat dilakukan untuk mengatasi masalah tersebut :

**1) Membersihkan *blower side***

a) Mencuci dengan *chemical*

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

- (1) Melepaskan saringan udara dari *housing*
- (2) Melakukan perendaman saringan udara dengan cara memasukannya ke dalam wadah yang berisi cairan *chemical* dengan waktu kurang lebih 3-5 jam.
- (3) Mengeluarkannya dari wadah kemudian mencuci kembali saringan udara dengan menggunakan air deterjen, kemudian membilasnya kembali dengan menggunakan air bersih.
- (4) Setelah bersih lalu lakukan pengeringan saringan udara tersebut.

b) Menyemprot dengan angin

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

- (1) Melepaskan saringan udara dari *housing*.
- (2) Melakukan penyemprotan dengan udara bertekanan kurang lebih 3 – 7 kg/cm<sup>2</sup> dari bagian dalam saringan udara dengan jarak dekat.
- (3) Kemudian lakukan penyemprotan dari bagian luar saringan udara agar supaya debu - debu yang menempel pada dinding saringan udara bagian bisa bersih, lakukan penyemprotan dengan jarak 20–30 cm.
- (4) Kemudian lakukan pengetesan saringan udara tersebut dengan menggunakan cahaya lampu atau *flashlight*, baik dari

luar ataupun dari dalam. Ketika cahaya dari lampu atau *flashlight* tersebut terlihat dari luar ataupun dari dalam, berarti saringan udara tersebut sudah dalam kondisi bersih.

Pembersihan saringan udara tersebut bertujuan agar supaya udara yang masuk ke *turbocharger* dalam keadaan bersih dan lancar. Pemeliharaan (*maintenance*) adalah faktor terpenting dalam pengoperasian kapal, terutama pemeliharaan *turbocharger* sehingga asupan dan kecepatannya udara tetap terjaga.

## **2) Membersihkan ruang udara**

Karena banyaknya karbon (sisa pembakaran) yang bercampur dengan sisa oli dalam ruang udara, ruang tersebut minimal sekali sebulan dibersihkan, sebab bila hal tersebut lambat dilakukan, kotoran-kotorannya akan membentuk endapan-endapan yang berupa lumpur yang setiap saat dapat terbakar dan juga sangat mengganggu aliran udara menuju ruang bakar sehingga menghambat proses pembakaran dalam ruang bakar.

Hal tersebut perlu dilakukan sebab sesuai dengan pengalaman penulis, katub tersebut sering tersumbat oleh kotoran - kotoran yang berupa lumpur, dari sisa - sisa pembakaran yang bercampur dengan oli sehingga kotoran-kotoran yang lainnya tidak dapat mengalir keluar, katub tersebut pada saat berlayar dibuka  $\frac{1}{4}$  putaran, dengan tujuan agar kotoran - kotoran dapat keluar dan udara tidak terlalu banyak keluar, tetapi pada saat dipelabuhan katub tersebut harus dibuka penuh agar kotoran - kotoran lebih mudah keluar.

## **3) Perbaikan *Exhaust Valve***

Perlu diketahui penyebab kerusakan *Exhaust valve* adalah karena kontaminasi dan *fatigue* yang mengakibatkan usia pakai berkurang. *Exhaust valve stem* jadi bengkok bahkan patah mengakibatkan tenaga mesin berkurang (*engine low power*), maka untuk menghindari kerusakan *exhaust valve* yang sama, maka harus dilakukan perawatan

yang sesuai dengan prosedur, kadar *carbon* dan *sulfur* dalam bahan bakar harus sesuai dengan spesifikasi yang dianjurkan oleh pabrikan, serta kebersihan dari komponen pada saat instalasi, agar terhindar dari kontaminasi debu atau yang lainnya. Beberapa kerusakan yang sering terjadi pada katup gas buang antara lain, *seating* / kedudukan katup bergeser karena terjadi keausan dan batang katup bengkok. Akibat dari kerusakan tersebut khususnya untuk kedudukan katup (*seating valve*) yang rusak akan sangat berpengaruh pada beberapa fungsi lain seperti terjadinya kebocoran pada saat langkah kompresi mesin induk, mesin induk sulit di *start*, mesin induk *abnormal* dan penggunaan bahan bakar menjadi boros.

Untuk mengatasi masalah tersebut perlu dilakukan penggantian dengan *exhaust valve* yang baru. Akan tetapi apabila tidak tersedia suku cadang yang baru diatas kapal maka dapat di lakukan rekondisi. Bila *exhaust valve* nya terjadi keausan dalam batas toleransi maka perbaikan atau rekondisi dapat dilakukan dalam merekondisinya tetap menggunakan *grinding paste* agar hasilnya bisa maksimal, namun apabila *exhaust valve* tersebut pecah maka untuk memperbaikinya harus dengan melakukan penggantian dengan yang baru. Dan setiap penggantian katup yang baru harus di pastikan terlebih dahulu apakah permukaanya sudah halus atau rata, Tujuannya supaya kedudukan daun katup dapat merapat dengan *seating* katup dari kepala silinder.

Selanjutnya, untuk menjaga kinerja katup gas buang maka perlu dilakukan perawatan secara berkala dan berkesinambungan. Adapun perawatan-perawatan yang dapat dilakukan terhadap katup gas buang diantaranya adalah :

- a) Pemeriksaan kerak karbon, keadaan muka katup dan perubahan warna
- b) Periksa perubahan warna dan bentuk batang katup, keausan dan pelumasan
- c) Periksa kelonggaran dan keausan pemegang katup
- d) Periksa pegas katup terhadap kemungkinan patah, aus, korosi.

- e) Ukur diameter batang katup
- f) *Grinding* katup pada dudukannya pada jam kerja yang telah ditentukan
- g) Penggantian katup jika muka katup sudah rusak
- h) Secara berkala adakan pengukuran dengan *feeler gauge* (*valve clearance*).

## 2. Evaluasi Terhadap Alternatif Pemecahan Masalah

### a. Kurangnya Suplai Udara Dari *Turbocharger System*

Evaluasi pemecahan masalahnya adalah :

#### 1) Memaksimalkan Perawatan Terhadap *Turbine Whell*

Keuntungannya :

- a) Suplai udara pada *turbocharger* menjadi normal
- b) Proses pembakaran menjadi sempurna

Kerugiannya :

- a) Membutuhkan kedisiplinan *2nd-Engineer* sebagai penanggung jawab dalam hal perawatan *turbocharger*
- b) Membutuhkan pemahaman yang lebih tentang prosedur perawatan yang benar.

#### 2) Melakukan *Overhaul / Cleaning* Pada *Turbocharger*

Keuntungannya :

- a) *Turbocharger* dapat berfungsi dengan baik
- b) Dapat diketahui kondisi dari semua komponen-komponen *turbocharger*

Kerugiannya :

- a) *Overhaul* membutuhkan waktu yang cukup lama
- b) Membutuhkan suku cadang untuk mengganti komponen-komponen yang rusak

**b. Turunnya Tekanan Udara Akibat *Turbocharger* Kurang Berfungsi**

Evaluasi pemecahan masalahnya adalah :

**1) Membersihkan *blower side***

Keuntungannya :

*Blower side* bersih dari kotoran sehingga dapat berfungsi dengan baik.

Kerugiannya :

Membutuhkan pemahaman dan ketelitian dalam pelaksanaannya.

**2) Membersihkan ruang udara**

Keuntungannya :

Dapat menunjang proses pembakaran yang sempurna

Kerugiannya :

Membutuhkan pemahaman dan ketelitian dalam pelaksanaannya.

**3) Perbaiki *Exhaust Valve***

Keuntungannya :

a) *Exhaust valve* dapat berfungsi dengan baik

b) Tekanan udara normal

Kerugiannya :

a) Membutuhkan suku cadang baru atau layak pakai

b) Membutuhkan ketelitian dalam pelaksanaannya

**3. Pemecahan Masalah yang Dipilih**

**a. Kurangnya Suplai Udara Dari *Turbocharger System***

Pemecahan masalah yang dipilih untuk mengatasi masalah kurangnya suplai udara dari *turbocharger system* adalah dengan cara memaksimalkan perawatan terhadap *turbin blade*.

Pembakaran tidak sempurna akan menghasilkan gas buang yang mengandung carborasi yang pekat dan muda melekat pada *turbin blade turbocharger*, sehingga tekanan ekspansi gas buang menurun.

**b. Turunnya Tekanan Udara Akibat *Turbocharger* Kurang Berfungsi**

Masalah yang dipilih untuk mengatasi turunnya tekanan udara yaitu dengan cara melakukan pembersihan terhadap saringan turbocharger atau melakukan penggantian dengan saringan yang baru, melakukan pemeliharaan terhadap *blower side* dan membersihkan ruang udara secara berkala.

*Air Filter Gauge* sangat penting untuk mengetahui seberapa kotornya saringan udara dari *turbocharger* tersebut, oleh karenanya *engine crew* atau lebih khusus *2nd-Engineer* harus sering melakukan pengecekan terhadap *air filter gauge* tersebut.



Gambar : 3.1 ( *Turbocharger Air Filter Gauge* )

Posisi dari *air filter gauge* terpasang antara *filter housing* dan *compressor housing*, berfungsi untuk memonitor kondisi dari pada filter udara, cara membacanya adalah kita lihat tulisan *filter change* pada *gauge*, apabila tulisan tersebut berada pada posisi 8 IN H<sub>2</sub>O hal tersebut menandakan bahwa saringan udara sudah kotor maka perlu dibersihkan atau dilakukan penggantian dengan saringan udara yang baru.



## BAB IV

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### A. KESIMPULAN

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

1. Kurangnya suplai udara dari *turbocharger system*, disebabkan oleh :
  - a. *Turbocharger* kotor pada *turbine blade* oleh karbon gas buang yang menempel, bahan bakar telah tercampur air atau *Intercooler* yang sudah terlalu kotor sehingga tidak bisa menghasilkan udara bersih untuk pembakaran dan tekanan yang rendah. Disini dapat menunjukan bahwa sistem perawatan tidak berjalan dengan baik.
  - b. Temperatur udara tidak normal dikarenakan kisi-kisi dari *Intercooler* kotor sehingga kisi kisi tersebut sebagai media pelepas panas tidak berfungsi dengan baik.
2. Turunnya tekanan udara akibat *turbocharger* kurang berfungsi disebabkan oleh :
  - a. Kotoran kotoran yang lolos dari filter udara dan terhisap masuk ke dalam compressor lalu menempel pada *compressor blade*. Hal tersebut dikarenakan kurangnya perawatan atau perawatan yang tidak dilaksanakan sesuai dengan jadwal / *planned maintenance system (PMS)*.
  - b. Kerusakan pada *exhaust valve* dikarenakan jam kerja dari *exhaust valve* yang sudah melewati batas maksimal.

## B. SARAN

Berdasarkan uraian pembahasan pada Bab-bab sebelumnya mengenai perawatan sistem udara di SV. Giat Jaya, maka penulis memberikan beberapa saran sebagai berikut :

1. Untuk mengatasi masalah kurangnya suplai udara dari *turbocharger system*, dikarenakan banyak kotoran pada *moving blade*, penulis menyarankan beberapa hal sebagai berikut :
  - a. Hendaknya *2nd-Engineer* melakukan perawatan yang terencana pada *turbocharger* dengan membersihkan *blower side*, sehingga *turbocharger* dapat berfungsi dengan baik.
  - b. Hendaknya *2nd-Engineer* melakukan perawatan yang terencana pada saringan *turbocharger*, sehingga proses masuknya udara tidak mengalami hambatan di karenakan saringan yang kotor dan udara yang masuk dalam keadaan bersih.
2. Untuk mengatasi masalah turunnya tekanan udara akibat *turbocharger* kurang berfungsi, penulis menyarankan beberapa hal sebagai berikut : :
  - a. Hendaknya Perusahaan dalam melakukan perekrutan calon *2nd-Engineer* harus melakukan *Assessment* tentang semua tugas dan tanggung jawab yang berkaitan dengan *2nd-Engineer* di atas kapal, Agar supaya ketika yang bersangkutan bekerja di atas kapal bisa melakukan pemeliharaan dengan benar.
  - b. Hendaknya *2nd-Engineer* melaksanakan perawatan dan perbaikan pada *exhaust valve* secara berkala dan menggantinya sesuai jam kerja (*running hours*) dari *exhaust valve* tersebut.

## DAFTAR PUSTAKA

- Daryanto.** (2006). *Motor Diesel Kapal*, jilid 1; Pusdiklat Perhubungan Laut Jakarta.
- Endrodi.** (2000). *Motor Diesel Penggerak Utama*. Semarang : PIP Semarang
- Jusak Johan Handoyo.** (2015). *Manajemen Perbaikan Dan Perawatan Kapal*, Jakarta : Djangkar
- Karyanto, E.** (2000). *Panduan Reparasi Mesin Diesel, Dasar Operasi Service*, Jakarta: CV. Pedoman Ilmu Jaya
- Wiranto, Tsuda Koichi.** (2001). *Motor Diesel Putaran Tinggi*, Cetakan Sembilan, Jakarta : PT Pradya Paramitra
- Zainal Arifin, Sukoco.** (2008). *Teknologi Motor Diesel*, Cetakan Pertama, Bandung : Alfabeta

## SV. GIAT JAYA (ex. Nautika Pride)

## SHIP PARTICULARS



## CHARACTERISTICS

Ship's Type	Offshore Supply Cargo Vessel
Ship's owner	PT. TRIJAYA GLOBAL MARINDO
Length Overall	58.90 M
Length B.P.	52.00 M
Beam	13.90 M
Depth	5.50 M
Draft	4.80 M
Tonnage	GRT 1302 NT 390
IMO Number	9541162
Port of Registry	Jakarta
Call Sign	YBHS2
Year Build	2008
Ship's Builder	Sarawak Shipways Sdn Bhd
Designed by	Conan Wu & Associates, Sdn
Construction Material	Steel Construction
Classification	RINA, RI no. 94743
	C Offshore Support Vessel
	Unrestricted Navigations
Bunker Convention Blue Card	Registered no. 201800917
Marine & Hull Insurance	Comply
MMSI	525 010 344
Mark of Tonnage	GT 1302 No. 4121/Ba
Protection & Indemnity	Comply Class 1

## MAIN PROPULSION SYSTEM

Main Engines	2 x Cummins KTA50M2
	1,600 bhp each Total 3,200 HP/
	2,386 Kw, RPM Max. 1,800
Gear Box	1 x MG 5506DC
Steering Gear	Wagner Jog Lever JL-100
Rudder	Feed back RFU 2000
Propulsion	2 x Mentrade FPP in Nozzles
Generators	2 x Caterpillar 3406 C
	Output 315kW/393.75 kVA each
Emergency Generator	Driven by Perkins Diesel 70 HP
Bow Thruster	Driven by Cummins Diesel
	Type KTA19-M3, 5 tons thrust
	HLP - Tunne Thruster 3001TT

## PERFORMANCE

Speed	12.0 Knots @100% MCR
Cargo Deck Space	39.16 m x 10.76 m = 421.36 m <sup>2</sup>
Cargo Deck Load	7 Ton/m <sup>2</sup>
Cargo Fuel Oil Tank Capacity	Total 820.80 cubic meter
Cargo FW Tank Capacity	Total 394.80 cubic meter
Cargo Fuel Oil Transfer Rates	150 m <sup>3</sup> /hour Min. @70M Head
Cargo Fresh Water Transfer Rates	120 m <sup>3</sup> /hour Min. @75M Head



## NAVIGATION ELECTRONICS

GMDSS Radio Station	Foruno R/C-1800F/1800T
Radar	JRC, 1x NW2, 173 and
	1x NCD 4170
Magnetic Compass	Lilley & Gilley Mk2000
Magnetic Compass (Standard)	2 units x Yokogawa MED-B9424
Compass Deviation Card	Veranartik a/Hidros
Gyro Compass - Repeater	Yokogawa CMZ-9008
	Havant, Type NT920 U.K.
Azimuth Ring/Mirror	1 unit; Yokogawa MKX-617
Auto Pilot	Navtron NT991G MK2
GPS Navigator - Repeater	1 unit Foruno GP-150
	1 unit Foruno GP-32 (Repeater)
	1 unit Foruno RD-30
Depth Scander	JRC, JFE-380
UAIS Transponder	Foruno FA-150
SSAS	Foruno SSAS IC-807
Doppler Log	JRC JLN-205
Internet	AST Global
Single Side Band	Foruno FS-1570/2570
MF/HF Radio	1 unit; ICOM Type IC-M710
VHF Radio	2 units; ICOM; IC-M34
	Foruno HS-2003
Walkie Talkie	5 units; ICOM; IC-M34
Binocular	3 units
Navtex	NX-700A/B
VHF Radiotelephone	Foruno FM-8800D/8800S
Analogue Heading Repeater	Navtron NT920HR MKI
Barometer	1 unit; Barigo
Sextant	1 unit type GLH130-40
Thermometer	1 unit Cannon
Rudder Indicator	120 Series Angle Indicator System: PWD
	120 Series Angle Indicator System: APT

## SPECIAL EQUIPMENT

Thermo fluid heating system	Aalborg / 4-TFO-008
Water Maker	Reverse Osmosis 2 x 5m <sup>3</sup> /day
Gantry Crane	SBS hydraulic stiff boom AS SWL 3 T
Fuel Cons. Monitoring System	E-GenKit by Power Instrument
Fresh Water Maker	ECH2O Technic, 2 x 5 ton/day.

## LSA &amp; FIRE FIGHTING

Rescue Boat	1 unit with outboard engine
	25 HP 5 person capacity
CO2 Fire Extinguisher System	12 Bottles centralized
Fire Detection and Alarm System	Fitted
External Fire Fighting System	Half Fifi 1,200 m <sup>3</sup> /hours
	Driven by Detroit Diesel.
Fire Monitors	2 units
Fire Hydrants	12 units c/w Cover and Seals
Fire Extinguishers	Dry Powder 5kgs 12 units







## CREW LIST.

Name of vessel : SV. GIAT JAYA  
 Vessel Type : SUPPLY VESSEL  
 Call Sign : YBHS2  
 Port of Registry : JAKARTA  
 Flag : INDONESIA  
 Last port : Pabelokan  
 Next Port : Pabelokan

IMO Number : 9541162  
 GRT : 1302 T  
 NRT : 390 T  
 Crew : 14 Person  
 Owner : PT TRIJAYA GLOBAL MARINDO  
 DATE : 27 SEPTEMBER 2021


NO	NAME	Rank	COC Number	COC Number	PKL NUMBER	Date of Birth	Seaman Book	EXPIRE DATE
1	M. FAHRUL PADINDI	Master	ANT - II	6200520754N20216	No. PK. 308/41/20/KSOP.KS/-18	28.03.1978	F 319569	05.02.2023
2	TIMOTIUS YOHAN N	Chief Officer	ANT - III	6200320360M30217	No. AL. 524/38/18/KSOP.KS/20	10.11.1988	G 020085	18.08.2023
3	ALI SODIKIN	2 <sup>nd</sup> Officer	ANT - IV	620082911M40519	No. AL. 524/35/10/KSOP.KS/20	04.05.1973	F.077321	13.12.2022
4	HELWIS DAME	Chief Eng.	ATT - II	6200096640T20114	No. PK. 308/49/8/KSOP.KS/S-18	10.02.1972	G.020477	07.09.2023
5	ANSELMUS TIJIKO	2 <sup>nd</sup> Eng.	ATT - II	6200089169T20114	No. AL. 524/33/7/KSOP.KS/19	21.06.1973	E. 065723	20.02.2023
6	FEDLY	3 <sup>rd</sup> Eng.	ATT - IV	6200472819S43817	No. PK. 308/36/10/KSOP.KS-17	31.01.1987	G.048837	27.01.2024
7	WARSITA	AB	ABLE.DECK	6201192597N60711	No. AL. 524/39/16/KSOP.KS/20	26.10.1977	F.003575	20.03.2022
8	SAM ELWIN SUHADA	AB	ABLE.DECK	6211428924340219	No. AL. 524/18/18/KSOP.KS/2021	24.06.1997	D.080286	19.05.2022
9	ARHAM	AB	ANT - V	6200519624N50209	No. PK. 308/49/10/KSOP.KS/S-18	18.04.1978	E.158166	02.03.2022
10	IRFAN	AB	ABLE DECK	6211947751340521	No. AL. 524/21/12/KSOP.KS/2021	10.02.1994	F 327725	04.02.2023
11	YULIANTA	Cook	BST	6211926638011019	No. AL. 524/19/6/KSOP.KS/2021	06.11.1988	G 026621	16.09.2023
12	AHMAD HARUN AL HAKIM	Oiler	ATT - V	6201113410T50214	No. AL. 524/39/17/KSOP.KS/20	10.08.1983	E.116530	30.08.2023
13	BENYAMIN SINAY	Oiler	ABLE.ENG	6201013217T60110	No. PK. 308/7/17/KSOP.KS/2017	21.04.1972	F.265749	26.08.2022
14	RIFALDO JHON KANSIL	Oiler	ABLE.ENG	6201509005420716	No. AL. 524/23/11/KSOP.KS/2021	23.10.1991	F.028312	17.07.2022

Total Crew, 14 Persons On Board.

Acknowledged,  
  
 ( M. Fahrul Padindi )  
 Master


## PLANNED MAINTENANCE SYSTEM (PMS)

Page 1

 <b>TELAGA GLOBAL MARINDO</b>						FC-052	
RENCANA PEMELIHARAAN KAPAL						PK	THN
Nama Kapal : Giat Jaya						Bulan : April 2021	
<b>Stoboard Propulsion Main Engine</b> Model : Cummins KTA50M2 Power : 1600 Bhp @ 1800 Rpm Serial No : 33177293						Total Running Hours : 6772 Hours Done This Month : 500 Previous Running Hours : 6272	
ITEM	DESCRIPTION	Freq' (hrs/day)	Maintenance			Status	
			Last Done		Hrs After Maint'		Hrs To Due
hrs	date						
1	Daily						
a	Before starting the engine, followings need to be checked :	Daily	To carry out daily. If any abnormalities found, note down in the log book & report to Ch.Engineer.				
b	Leaks, loose or damaged parts, worn or damaged belts, any change in engine appearance & odor of fuel.	Daily					
c	Crankcase Breather Tube - Inspect the breather tube for sludge.	Daily					
d	Fuel Water Separator - Drain the water & sediment from the separator.	Daily					
e	Lubricating Oil Level - Checking the oil level to make sure the level / measurement is correct.	Daily					
f	Sea Water Strainer - Inspect the sea water strainer for any foreign objects that could restrict water flow.	Daily					
g	Air Cleaner Restriction - Check the mechanical indicator.	Daily					
	Drive Belts - Maintenance check for any abnormalities.	Daily					
2	500 hours						
a	Fuel Filters - Clean, Drain, Change the filters	500	6271	01/04/2021	501	-1	OK
b	Coolant Filters - Change the filters,	500	6271	01/04/2021	501	-1	OK
c	Supplemental Coolant Additive(CSA) - Maintenance check	500	6271	01/04/2021	501	-1	OK
d	Charge - Air Cooler - Inspect the charge air cooler.	500	6271	01/04/2021	501	-1	OK
e	Front Engine Support Bracket - Maintenance Check, grease the front engine support.	500	6271	01/04/2021	501	-1	OK
f	Engine Mounts - Inspect the washer & nuts for any broken or loose bolts.	500	6271	01/04/2021	501	-1	OK
g	Zinc Anode : Inspect for Reuse	500	6271	01/04/2021	501	-1	OK
3	1000 hours						
a	Lubricating Oil and Filters : Drain, Change Oil & Filter	1,000	5773	28/03/2021	999	1	OK
4	1500 hours						
a	Air Compressor Discharge Line : Maintenance Check	1500	6271	01/04/2021	501	999	OK
b	Batteries : Inspect	1500	6271	01/04/2021	501	999	OK
c	Battery Cables and Connections : Initial Check	1500	6271	01/04/2021	501	999	OK
d	Crankshaft : Maintenance Check	1500	6271	01/04/2021	501	999	OK
e	Engine Mounts : Maintenance Check	1500	6271	01/04/2021	501	999	OK
f	Engine Support Bracket, Front : Maintenance Check	1500	6271	01/04/2021	501	999	OK
g	Overhead Set (OHC) : Mechanically Actuated Injector	1500	6271	01/04/2021	501	999	OK
h	Fan Drive Idler Arm Assembly : Maintenance Check	1500	6271	01/04/2021	501	999	OK





						FC-052	
RENCANA PEMELIHARAAN KAPAL						PK	THN
Nama Kapal : Giat Jaya						Bulan : April 2021	
Port Side Propulsion Main Engine Model : Cummins KTA50M2 Power : 1600 Bhp @ 1800 Rpm Serial No : 33177336						Total Running Hours : 717 Hours Done This Month : 501 Previous Running Hours : 216	
ITEM	DESCRIPTION	Freq. (hrs/day)	Maintenance			Status	
			Last Done		Hrs After Maint.		Hrs To Due
			hrs	date			
1	Daily						
a	Before starting the engine, followings need to be checked : Leaks, loose or damaged parts, worn or damaged belts, any change in engine appearance & odor of fuel.	Daily	To carry out daily. If any abnormalities found, note down in the log book & report to Ch.Engineer.				
b	Crankcase Breather Tube - Inspect the breather tube for sludge.	Daily					
c	Fuel Water Separator - Drain the water & sediment from the separator.	Daily					
d	Lubricating Oil Level - Checking the oil level to make sure the level / measurement is correct.	Daily					
e	Sea Water Strainer - Inspect the sea water strainer for any foreign objects that could restrict water flow.	Daily					
f	Air Cleaner Restriction - Check the mechanical indicator.	Daily					
g	Drive Belts - Maintenance check for any abnormalities.	Daily					
2	500 hours						
a	Fuel Filters - Clean /Drain, Change the filters	500	216	16/04/2021	501	-1	OK
b	Coolant Filters - Change the filters	500	216	16/04/2021	501	-1	OK
c	Supplemental Coolant Additive(CSA) - Maintenance check	500	216	16/04/2021	501	-1	OK
d	Charge - Air Cooler - Inspect the charge air cooler.	500	216	16/04/2021	501	-1	OK
e	Front Engine Support Bracket - Maintenance Check, grease the front engine support.	500	216	16/04/2021	501	-1	OK
f	Engine Mounts - Inspect the washer & nuts for any broken or loose bolts.	500	216	16/04/2021	501	-1	OK
g	Zinc Anode : Inspect for Reuse	500	216	16/04/2021	501	-1	OK
3	1000 hours						
a	Lubricating Oil and Filters : Drain, Change Oil & Filter	1,000	0	23/2/2021	717	283	OK
4	1500 hours						
a	Air Compressor Discharge Line : Maintenance Check	1,500	0	23/2/2021	717	283	OK
b	Batteries : Inspect	1,500	0	23/2/2021	717	283	OK
c	Battery Cables and Connections : Initial Check	1,500	0	23/2/2021	717	283	OK
d	Crankshaft : Maintenance Check	1,500	0	23/2/2021	717	283	OK
e	Engine Mounts : Maintenance Check	1,500	0	23/2/2021	717	283	OK
f	Engine Support Bracket, Front : Maintenance Check	1,500	0	23/2/2021	717	283	OK
g	Overhead Set (OHC) : Mechanically Activated Injector	1,500	0	23/2/2021	717	283	DUE
h	Fan Drive Idler Arm Assembly : Maintenance Check	1,500	0	23/2/2021	717	283	OK

[illegible]

# CUMMINS KTA50-M2

> 1600 HP (1193 kW) @ 1800 RPM

- > Unit injector
- > Low RPM
- > High torque
- > Heat exchanger or keel cooling

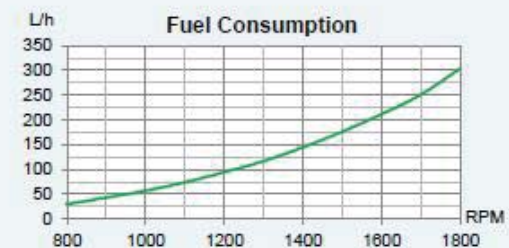
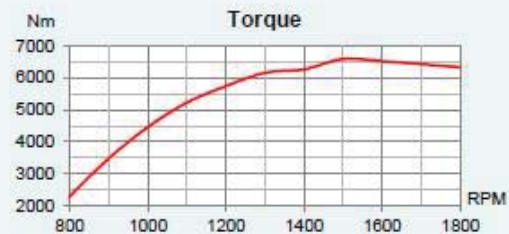
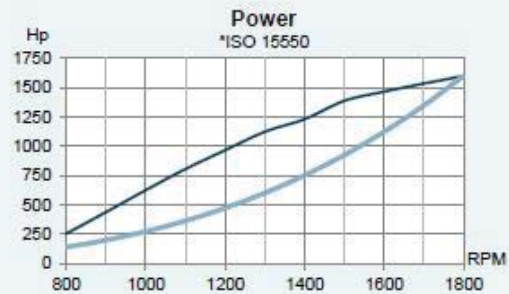
## Cummins Propulsion

KTA50 has V16 cylinders with unit injectors that give good fuel economy and low emissions. The air intake is turbocharged. Dry exhaust manifold with water shielding. High torque gives good response when maneuvering and low rpm reduces noise and vibration levels. 24-volt electrical system with Nogva Motor Computer monitoring system. The K-Series has been on the market for over 25 years and has shown that it is reliable and durable in tough marine environments.

## Technical Specifications

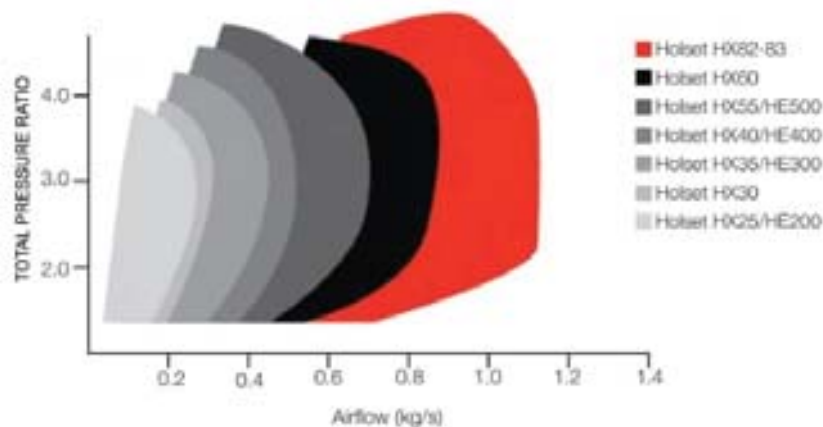
Rated power*	1600 / 1193 (hp / kW)
Engine speed*	1800 RPM
Displacement	50000 cm <sup>3</sup>
Number of cylinders	V16
Bore and stroke	159 x 159 mm
Compression ratio	13,9:1
Fuel injection	Unit injector
Aspiration	Turbocharged and after cooled
Cooling system	Heat exchanger or keel cooling
Electrical system	24-volt
Weight (dry)	5166 kg
Rating	Continuous Duty
Emission rating	IMO Tier 2

**NOGVA**



### HOLSET HX82 - HX83 TURBOCHARGER SPECS

For Engine Capacity (liters)	Up to 25
Output Range (kW)	375-840
Airflow (kg/s)	1.5
DIMENSIONS:	
Length (mm)	332
Width (mm)	318
Height (mm)	300
Smallest Mass (kg)	35
Largest Mass (kg)	55
OPTIONS:	
Ti Impeller	Yes
Machined From Solid Impeller	Yes



## DAFTAR ISTILAH

- Bearing* : Bantalan yang berfungsi sebagai penyangga rotor sehingga membuat rotor dapat stabil/lurus pada posisinya di dalam *casing* dan rotor dapat berputar dengan aman dan bebas.
- Boiler economizer* : Suatu ketel penghasil uap dimana ketel tersebut menerima panas dari panas gas buang sebelum dibuang melalui cerobong disaat kapal berlayar
- Back pressure* : Suatu kejadian terjadinya tekanan balik pada *turbocharger* diakibatkan *intercooler* kotor atau sumbat oleh minyak berlumpur dan debu
- Bellow expansion joint* : *Flange* sambungan saluran gas buang antara *exhaust valve* dengan *exhaust manifold*
- Blower* : Bagian dari komponen *turbocharger* yang bersebelahan atau dipasang satu as dengan turbin, dan berfungsi menghasilkan udara bilas yang ditekan kedalam silinder mesin melalui *intercooler*.
- Bearing* : Suatu elemen mesin yang berfungsi untuk membatasi gerak relatif antara 2 (dua) atau lebih komponen agar selalu bergerak pada arah yang diinginkan, seperti *bearing* dengan *shaft pompa*
- Charter party* : Persetujuan kontrak kesepakatan antara penyewa dengan pemilik kapal
- Casing* : Suatu wadah berbentuk menyerupai sebuah tabung dimana rotor ditempatkan. Pada ujung kesing terdapat ruang besar mengelilingi poros turbin dan diluar casing dipasang bantalan yang berfungsi untuk menyangga rotor *turbocharger*
- Constant pressure system* : Suatu sistem gas buang mesin dimana tekanan gasnya konstan atau tetap sebelum masuk *turbocharger*



<i>Cylinder</i>	: Bagian dari komponen mesin tempat Bergeraknya torak naik turun untuk menghasilkan suatu usaha dan merupakan tempat berlangsungnya pembakaran
<i>Downtime</i>	: Kehilangan waktu operasional kapal karena kerusakan peralatan kapal
<i>Dead slow</i>	: Kecepatan kapal paling rendah, biasanya kecepatan kapal seperti ini saat kapal olah gerak
<i>Decision maker</i>	: Pengambilan suatu keputusan sebelum suatu tindakan dilakukan
<i>Exhaust Manifold</i>	: Saluran pipa gas buang tiap-tiap silinder dan diteruskan ke <i>turbocharger</i>
<i>Exhaust valve</i>	: Katup buang yang berfungsi untuk membuang sisa gas pembakaran dalam ruang bakar dan diteruskan ke saluran <i>exhaust manifold</i>
<i>Engine room blower vent</i>	: Suatu komponen yang berfungsi untuk mensuplai atau mengisap udara dari udara luar atau dari kamar mesin
<i>Extrapolation</i>	: Mengekstrapolasi kemampuan intelektual seseorang
<i>Fuel pump</i>	: Alat untuk memompa bahan bakar sebelum bahan bakar tersebut masuk pengabut
<i>Fresh water cooler</i>	: Suatu alat/media pendingin air tawar mesin
<i>Gross tonnage</i>	: Berat kapal yang terdiri dari berat geladak-geladak dan ambang palka
<i>Ignition Delay</i>	: Keterlambatan pembakaran didalam ruang pembakaran mesin.
<i>Impeller</i>	: Bagian dari suatu pompa dimana berfungsi untuk mengisap dan menekan air/benda cair lainnya
<i>Injector</i>	: Bagian dari komponen mesin yang berfungsi untuk pengabutan bahan bakar sehingga terjadi pembakaran dalam ruang silinder.

<i>Intercooler</i>	: Suatu peralatan dengan bahan anti karat, dilengkapi dengan sirip-sirip campuran alumunium yang berfungsi untuk mendinginkan udara tekan dari <i>turbocharger</i> sebelum masuk ruang udara bilas dan ruang bakar.
<i>Interpretation</i>	: Mengenal sesuatu pembahasan serta memahaminya
<i>Intercooler cleaner</i>	; Suatu cairan <i>chemical</i> yang dianjurkan untuk membersihkan <i>intercooler</i>
<i>Lube oil</i>	: Bahan pelumas mesin yang berfungsi sebagai media pendingin, pelumas metal-metal bergesekan, pembersih kotoran dan sebagai media penyekat
<i>Lifetime</i>	: Memperpanjang waktu kerja dari suatu peralatan permesinan
<i>Lapping</i>	: Suatu pekerjaan menskir ulang katup gas buang karena katup tersebut sudah rusak atau aus
<i>Nozzle Ring</i>	: Bagian komponen dari <i>turbocharger</i> yang berbentuk saluran untuk mengatur kecepatan gas buang yang disalurkan untuk memutar <i>turbin blade</i> .
<i>Nozzle</i>	: Suatu komponen dalam sistem pengabut bahan bakar berupa katup atau <i>needle valve</i> yang berfungsi untuk mengabutkan bahan bakar ke ruang bakar
<i>Net tonnage</i>	: Berat kotor kapal dikurangi dengan isi jumlah ruangan yang berfungsi tidak dapat dipakai untuk mengangkut barang muatan
<i>Maker</i>	: Pabrik pembuat mesin induk yang ada di atas kapal.
<i>Manual instruction</i>	: Buku petunjuk mengenai perawatan dan cara mengoperasikan mesin yang dikeluarkan oleh pabrik pembuat
<i>Main engine</i>	: Suatu instalasi mesin yang terdiri dari berbagai unit/sistem pendukung dan berfungsi untuk menghasilkan daya dorong terhadap kapal, sehingga kapal dapat berjalan maju dan

mundur

<i>Overhaul</i>	: Melakukan pengecekan secara menyeluruh, perbaikan atau mengganti komponen mesin jika ada yang rusak.
<i>Owner</i>	: Pemilik dari suatu kapal atau perusahaan
<i>Overheating</i>	: Suatu keadaan dimana suhu dari suatu mesin atau peralatan lainnya diatas suhu normal
<i>Piston</i>	: Bagian dari kompenen mesin yang berfungsi untuk menghasilkan kompresi hingga terjadi ledakan atau usaha
<i>PMS (Planned Maintenance System)</i>	: Suatu sistem perencanaan pemeliharaan kapal yang berisi hal-hal yang harus dilakukan dalam perawatan dan pemeliharaan peralatan kapal.
<i>Pulse system</i>	: Suatu sistem gas buang mesin dimana tekanan gasnya secara denyut sebelum masuk <i>turbocharger</i>
<i>Rotor</i>	: Bagian yang berputar terdiri dari ppros dan sudu-sudu gerak yang terpasang mengelilingi rotor. Jumlah baris sudu-sudu gerak pada rotor sama dengan jumlah baris sudu diam pada casing. Pasangan antara sudu diam dan sudu gerak disebut tingkat (Stage).
<i>Spindle</i>	: Tuas pada katup gas buang
<i>Surging</i>	: Terjadinya putaran tidak stabil pada rotor <i>turbocharger</i> akibat tekanan gas buang tidak rata ditandai dengan suara denyut bergemuruh atau suara hentakan.
<i>Spring</i>	: Pegas yang menerima tekanan dari tekanan pengabut bahan bakar
<i>Scavenging box</i>	: Ruang udara bilas tempat udara yang didinginkan oleh <i>intercooler</i> sebelum masuk ke ruang bakar silinder
<i>Tenaga Indikator (Indicate Power)</i>	: Tenaga pendorong yang dihasilkan dalam silinder, nilainya dihitung berdasarkan tekanan efektif rata-rata yang didapat dari diagram indikator.



<i>Turbine</i>	: Merupakan mesin turbo yang berfungsi mengubah energi potensial fluida (energi kinetik) menjadi energi mekanik untuk menghasilkan kerja berupa putaran pada rotor.
<i>Turbocharger</i>	: Suatu bagian dari komponen mesin untuk meningkatkan tenaga mesin dengan memanfaatkan tekanan dari gas buang, sehingga rotor blower berputar, mengisap dan menekan udara masuk ke ruang bakar
<i>Translation</i>	: Menerjemahkan suatu pembahasan
<i>Undersize</i>	: Suatu ukuran sebuah komponen dimana komponen tersebut ukurannya di bawah standar
<i>Workshop</i>	: Bengkel darat yang mempunyai legalisasi untuk memperbaiki suatu peralatan atau material.