

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



**M A K A L A H**

**IDENTIFIKASI GANGGUAN PADA TURBOCHARGER  
DAN PENGARUHNYA TERHADAP KINERJA MESIN  
INDUK DI MT. MERBAU**

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

**Oleh :**

**FERY WIJAYA**

**NIS 01791 / T**

**PROGRAM PENDIDIKAN DIKLAT PELAUT I**

**JAKARTA**

**2022**

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



**M A K A L A H**

**IDENTIFIKASI GANGGUAN PADA TURBOCHARGER  
DAN PENGARUHNYA TERHADAP KINERJA MESIN  
INDUK DI MT. MERBAU**

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

Oleh :

**FERY WIJAYA**

**NIS 01791 / T**

**PROGRAM PENDIDIKAN DIKLAT PELAUT - I**

**JAKARTA**

**2022**

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



**TANDA PERSETUJUAN MAKALAH**

Nama : FERY WIJAYA  
NIS : 01791/T-1  
Program Pendidikan : Diklat Pelaut - I  
Jurusan : TEKNIKA  
Judul : Identifikasi Gangguan Pada Turbocharger Dan Pengaruhnya Terhadap Kinerja Mesin Induk Di MERBAU

Pembimbing Materi

**Drs. Ridwan Setiawan, MT., M.Mar.E**

Pembina Utama (IV/e)

NIP. 19570612 198203 1 002

Jakarta, 05 April 2022

Pembimbing Penulisan

**R. M. Yusuf, S. T.**

Penata Muda Tk.II (III/c)

NIP. 19760622 200312 1 002

Mengetahui :

Ketua Jurusan Teknika

**Diah Zakiah, S.T., MT.**

Penata Tk.I (III/d)

NIP. 19720901 200502 1 001

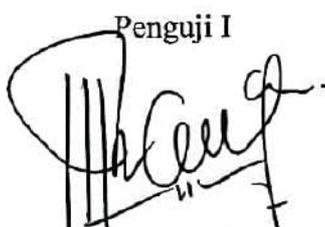
**KEMENTERIAN PERHUBUNGAN**  
**BADAN PENGEMBANGAN SDM PERHUBUNGAN**  
**SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN**



**TANDA TANGAN PENGESAHAN MAKALAH**

Nama : FERY WIJAYA  
NIS : 01791/T-1  
Program Pendidikan : Diklat Pelaut - I  
Jurusan : TEKNIKA  
Judul : Identifikasi Gangguan Pada Turbocharger Dan Pengaruhnya Terhadap Kinerja Mesin Induk Di MT. MERBAU

Jakarta, 29 JUNI 2022

Penguji I  


**R. M. Yusuf, ST, M.mar.E**  
Penata Muda Tk.II (III/c)  
NIP. 19760622 200312 1 002

Penguji II



**Drs. Ridwan Setiawan, MT, M.Mar.E**  
Pembina Utama (IV/c)  
NIP. 19570612 198203 1 002

Mengetahui :

Ketua Jurusan Teknika



**Diah Zakiah, S.T., MT.**  
Penata Tk.I (III/d)  
NIP. 19720901 200502 1 001

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah rabil alamin, segala puji syukur hanyalah untuk ALLAH SWT yang telah memberikan limpahan rahmat, kenikmatan dan telah membimbing hidup ini dengan Islam agar hidup ini selalu pada jalan yang lurus. Atas petunjuk dan kemudahan dari-Nya sehingga makalah dengan judul **“IDENTIFIKASI GANGGUAN PADA TURBOCHARGER DAN PENGARUHNYA TERHADAP KINERJA MESIN INDUK DI MT. MERBAU”** dapat terselesaikan walaupun masih banyak terdapat kekurangan.

Makalah ini disusun guna memenuhi syarat untuk memperoleh ijazah ATT1 (Ahli Teknika Tingkat 1). Penulis berharap semoga makalah ini dapat memberikan sumbangsih dalam peningkatan kualitas pengetahuan bagi penulis dan para pembaca yang budiman.

Penulis menyadari, dalam makalah ini masih banyak terdapat kekurangan-kekurangan. Untuk itu penulis berharap adanya tanggapan, kritik dan saran yang bersifat membangun dan melengkapi makalah ini. Melalui pengantar ini pula penulis mengucapkan banyak-banyak terima kasih kepada yang terhormat:

1. Bapak Capt.Sudiono,M.Mar selaku direktur Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran.
2. Ibu Diah Zakiah, ST., MT. selaku Ketua Jurusan Teknik.
3. Bapak Drs.Ridwan Setiawan M.si.M.mar . selaku Dosen pembimbing materi.
4. Bapak R.M. Yusuf, S.T,M.mar.E. selaku Dosen pembimbing metodologi penulisan.

5. Seluruh awak kapal MT.MERBAU yang telah membantu .
6. Rekan-rekan pasis ATT1 angkatan 62.

Demikian sedikit pengantar dari penulis, mudah-mudahan karya yang masih jauh dari kesempurnaan ini dapat bermanfaat. Penulis juga berharap adanya kritik dan saran yang bersifat membangun kesempurnaan karya ini.

Jakarta, 28 JUNI 2022

Penulis



FERY WIJAYA  
NIS.01791/T-1

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
TANDA PERSETUJUAN MAKALAH .....	ii
TANDA PENGESAHAN .....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI .....	vi
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	ix
<b>BAB I. PENDAHULUAN</b>	
A. Latar Belakang .....	1
B. Identifikasi Masalah, Batasan dan Rumusan Masalah .....	3
C. Tujuan Dan Manfaat.....	4
D. Metode Penelitian.....	5
E. Waktu Dan Tempat Penelitiian .....	10
F. Sistematika Penulisan Makalah .....	10
<b>BAB II. LANDASAN TEORI</b>	
A. Tinjauan Pustaka .....	12
B. Kerangka Pemikiran .....	23
<b>BAB III. ANALISA DAN PEMBAHASAN</b>	
A. Deskripsi Data.....	26
B. Analisa Data .....	28
C. Pemecahan Masalah .....	34

**BAB IV. PENUTUP**

A. Simpulan.....	47
B. Saran.....	48

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1 Keadaan Temperatur <i>Main Engine turbocharger</i> tidak normal.....	29

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Prinsip Kerja Turbocharger .....	14
Gambar 2.2 Komponen-komponen Turbocharger.....	15
Gambar 2.3 kontruksi turbocharger .....	17
Gambar 2.4 Skema motor diesel turbocharger intercooler.....	18
Gambar 2.5 Sistem Pengisian Tekan Pada Mesin Diesel .....	20
Gambar 3.1 sistem udara bilas turbocharger .....	27
Gambar 3.2 performa motor diesel .....	34
Gambar 3.3 Penampang dan Bagian Intercooler .....	41
Gambar 3.4 cara membersihkan turbine side .....	44
Gambar 3.5 pembersihan turbine side .....	45

# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. LATAR BELAKANG

Mesin yang digunakan untuk menggerakkan kapal atau yang biasa kita sebut mesin induk adalah mesin yang menggunakan sistem pembakaran sebagai sumber tenaga. Tenaga ini di hasilkan dari proses pembakaran antara campuran bahan bakar dan udara yang ada didalam ruang bakar. Untuk menghasilkan pembakaran yang sempurna dan maksimal, salah satu aspek yang sangat penting adalah tersedianya udara yang cukup yang di pakai untuk pembakaran. Salah satu bagian dari motor induk yang terkait langsung dan berfungsi sebagai pompa udara dalam proses pembakaran adalah *turbocharger*.

Menurut tim penyusun Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang (2012 : hal 24) "Pada mesin diesel dipasang *turbocharger* bertujuan untuk memasukan udara sebanyak-banyaknya kedalam silinder dengan tekanan lebih dari 1 atmosfer", hal tersebut dengan maksud agar dalam proses pembakaran bahan bakar dalam silinder tersedia cukup oksigen untuk menghasilkan pembakaran yang sempurna dengan daya yang lebih besar dibanding tanpa menggunakan *turbocharger*. Dimana bagian dari *turbocharger* itu sendiri terdiri 2 bagian inti, yaitu: bagian *blower side* yang berfungsi menghisap udara luar untuk mensuplai udara bersih yang dipakai dalam proses pembakaran didalam silinder. Bagian yang lainnya adalah *turbin side* yang berhubungan dengan *exhaust gas* dari mesin induk yang melalui *manifold* selanjutnya dibawa ke *economizer* dan akhirnya keluar melalui cerobong.

Disamping itu, dipasang juga kelengkapan mesin dari *turbocharger* yang disebut *intercooler*. Udara yang bertekanan dari *turbocharger* dengan suhu yang tinggi didinginkan dalam *intercooler*. Fungsi *intercooler* adalah udara yang masuk dari *blower side* kedalam silinder didinginkan untuk memperoleh berat jenis yang lebih besar sehingga beratnya bertambah. Hal ini dapat menambah jumlah pembakaran bahan bakar dan mengakibatkan daya mesin bertambah. *Performance* mesin yang baik akan selalu dibutuhkan selama kapal dalam perjalanan. Kepadatan udara dalam jumlah yang besar merupakan hal yang sangat penting bagi mesin kapal yang sedang beroperasi untuk menjaga *performance* mesin tersebut.

Dalam melaksanakan dinas jaga di MT. MERBAU penulis pernah mendapat masalah pada mesin induk. Pada pelayaran dari Pontianak menuju ke Merak mesin mengalami gangguan yang mengakibatkan keterlambatan (*delay*) yang dapat merugikan perusahaan. Kemudian penulis melakukan identifikasi pada *main engine* dan didapati masalah pada gangguan *turbocharger*. *Turbocharger* yang berfungsi untuk menekan udara lebih ke dalam ruang pembakaran mengalami gangguan sehingga dapat mengurangi daya dari mesin diesel dan harus menurunkan kecepatan mesin induk.

Dari paparan diatas penulis tertarik untuk menuangkan masalah tentang gangguan-gangguan pada *turbocharger* yang dapat mempengaruhi kinerja mesin induk dengan mengangkat judul:

# **IDENTIFIKASI GANGGUAN PADA TURBOCHARGER DAN PENGARUHNYA TERHADAP KINERJA MESIN INDUK DI MT. MERBAU**

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

### 1. Identifikasi masalah

Berdasarkan latar belakang identifikasi masalah yang mungkin terjadi pada kinerja mesin induk akibat terganggunya turbocharger adalah sebagai berikut.

- a. Terdapat jelaga atau kotoran pada sisi turbin & blower side
- b. Intercooler kotor
- c. Turunnya daya mesin induk
- d. Menurunnya Rpm Mesin induk yang di akibatkan suhu gas buang yang terlalu tinggi.

### 2. Batasan Masalah

Mengingat sangat luasnya permasalahan yang dapat dikaji dan kurangnya atau adanya keterbatasan pengetahuan penulis sehubungan dengan pengoperasian *turbocharger* yang berbeda-beda tipenya, sehingga dari segi perawatan dan pengoperasiannya juga akan berbeda pula.

Oleh sebab itu penulis membatasi masalah yang hanya terjadi pada kapal MT. MERBAU. Hal ini bertujuan agar tidak terjadi kesalah pahaman dan penyimpangan dalam membahas makalah ini. Spesifikasi dari *turbocharger* yang digunakan pada kapal MT. MERBAU adalah sebagai berikut:

Turbocharger : VTR 251

RPM max : 25000

Pelumasan : Terpisah

Maker : ABB

### 3. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah dikemukakan maka terlebih dahulu kita tentukan pokok permasalahan yang terjadi untuk selanjutnya dipakai, guna mempermudah dalam pembahasan pada bab-bab berikutnya. Perumusan masalah yang dapat kami kemukakan adalah sebagai berikut:

1. Apakah faktor–faktor penyebab tergangunya *turbocharger* dan pengaruhnya terhadap kinerja mesin induk ?
2. Bagaimana upaya mengatasi gangguan pada *turbocharger* ?

## C. TUJUAN PENELITIAN & MANFAAT PENELITIAN

### 1. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian yang diadakan pada kapal MT. MERBAU adalah:

- a. Untuk mengetahui apakah faktor-faktor penyebab gangguan *turbocharger* dan pengaruhnya terhadap kinerja mesin induk.
- b. Untuk mengetahui upaya-upaya dalam mengatasi gangguan pada *turbocharger*.

### 2. Manfaat Penelitian

Manfaat yang ingin dicapai penulis dalam makalah ini adalah:

a. Bagi Pembaca

Beratambahnya pengetahuan, pengalaman, dan pengembangan pemikiran, serta wawasan tentang *turbocharger* pada mesin induk. Yang dalam hal ini dituntut untuk menganalisa dan mengolah data yang diperoleh dari tempat penelitian.

b. Bagi Institusi

Menambah pengetahuan bagi taruna dan pasis, sehingga dengan adanya gambaran salah satu permasalahan dari bagian mesin mereka akan lebih siap. Selain itu dapat juga menambah pustaka di perpustakaan lokal.

c. Bagi Perusahaan

Terjalannya hubungan yang baik antara akademi dengan perusahaan. Juga sebagai bahan pertimbangan bagi perusahaan lain untuk menerapkan system yang sama dalam mengatasi masalah yang terjadi dikapal yang tentunya dengan masalah yang sama.

#### **D. METODE PENELITIAN**

Metode penelitian adalah cara atau teknis yang dilakukan dalam penelitian. Dalam bagian ini dijelaskan tentang pemilihan lokasi, teknik sampling, data yang diperlukan, cara pengumpulan data dan teknis analisis data. Dalam penyusunan makalah ini ada beberapa metode pengumpulan data yang penulis gunakan. Hal ini bertujuan untuk mendapatkan data-data yang sesuai dengan topik yang penulis bahas yang meliputi :

## 1. Metode Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penulisan makalah ini didasarkan pada suatu data, fakta dan informasi yang didapat oleh penulis pada saat melaksanakan tugas laut selama kurang lebih enam bulan, kemudian dari data, fakta dan informasi yang ada tersebut menjadi bahan acuan dalam penyusunan makalah, serta didapat dari informasi yang diperoleh dari masinis dan Kepala Kamar Mesin (KKM) dan berpedoman pada buku referensi yang kemudian menuangkannya ke dalam bentuk tulisan.

Adapun teknik pengumpulan data yang dapat dilakukan adalah Observasi yaitu metode dimana orang melakukan pengamatan dan pencatatan secara sistematis terhadap gejala atau fenomena yang diselidiki. Didalam suatu penelitian selain menggunakan metode pokok juga menggunakan metode pelengkap untuk saling mengisi atau melengkapi.

Dalam melakukan observasi, penulis melakukan pengamatan terhadap pesawat *turbocharger* secara menyeluruh. Penulis melakukan pengamatan setiap hari ketika masih berada di atas kapal. Dari melakukan pengamatan penulis banyak mendapatkan data dan informasi mengenai operasional dan kerja dari pesawat *turbocharger*.

Adapun cara-cara yang dilakukan dalam metode observasi ini adalah:

- a. Dengan pengamatan langsung pada obyek, dalam hal ini pesawat *turbocharger*, baik konstruksi, cara kerja, cara pengoperasian, cara perawatan, kendala - kendala atau kerusakan - kerusakan yang terjadi dan cara mengatasinya.

- b. Melalui gambar-gambar yang terdapat pada *instruction manual book turbocharger*. Selain itu penulis juga membaca buku-buku referensi tentang sistem *turbocharger* yang penulis jadikan pembanding.

## 2. Interview (Wawancara)

Wawancara atau *interview* merupakan salah satu bentuk pengumpulan data yang banyak digunakan dalam penelitian, wawancara dilaksanakan secara lisan dalam pertemuan tatap muka secara individual dan adakalanya juga dilaksanakan secara kelompok. (prof.dr.S.Nasution,M.A.113 : 2003), *Interview* adalah komunikasi dua arah untuk mendapatkan data dari responden.

Wawancara digunakan sebagai teknik pengumpulan data apabila peneliti ingin melakukan studi pendahuluan untuk menemukan permasalahan yang harus diteliti dan juga untuk mengetahui hal-hal dari responden yang lebih mendalam. Dalam penelitian kualitatif, sering menggabungkan teknik observasi partisipatif dengan wawancara, dimana selama melakukan observasi peneliti juga melakukan interview kepada orang-orang yang terlibat didalamnya.

Tujuan pokok dari wawancara ini adalah untuk memperoleh data-data yang aktual secara langsung berhubungan dan mendukung satu sama lain mengenai pesawat *turbocharger*, dan berguna dalam pengumpulan data dan jawaban yang penulis belum mengerti dan belum tahu mengenai berbagai

permasalahan dalam penelitian ini. Kadang-kadang jawabannya ditemukan berdasarkan pengalaman di atas kapal selama berlayar.

### 3. Metode Studi Kepustakaan (*library research*)

Kepustakaan juga merupakan metode pelengkap didalam teknik pengumpulan data. Metode kepustakaan digunakan dengan maksud untuk mendapatkan atau mengumpulkan data dengan jalan mempelajari buku-buku yang berkaitan dengan pokok masalah yang akan diteliti. Metode kepustakaan ini digunakan juga sebagai pelengkap data apabila terdapat kesulitan dalam pemecahan-pemecahan masalah dalam penelitian dengan mempelajari teori-teori yang berhubungan dengan pokok masalah.

Metode ini juga memanfaatkan buku-buku referensi yang berada buku-buku diatas kapal yang berhubungan dengan obyek yang sedang diteliti. Dengan teknik seperti ini data yang dapat terkumpul dapat bertambah akurat karena langsung berasal dari obyek yang sedang diteliti, sehingga banyak pemikiran penulis yang dilandasi oleh apa yang ada didalam buku-buku tersebut.

Kekurangan metode ini adalah banyak buku-buku tersebut ditulis atau dicetak dalam bahasa asing sehingga dalam penerjemahannya sulit untuk dipahami jika tidak menguasai bahasa yang digunakan dalam buku tersebut.

### 4. Jenis Dan Sumber Data

#### a. Data Primer

Data primer adalah data yang diperoleh langsung dari sumbernya, diamati dan dicatat dalam hal ini penulis memperoleh data primer dengan

membaca "*instruction manual book*" yang ada di kapal, kemudian penulis peroleh saat penulis sedang bekerja bersama - sama dengan masinis. Dari sini penulis dapat berdiskusi, bertanya, melihat secara langsung mengenai masalah yang sedang dihadapi dan diselesaikan.

#### b. Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang tidak diusahakan sendiri pengumpulannya oleh penulis. Data ini diperoleh dari buku-buku yang berkaitan dengan obyek penelitian makalah serta informasi lain yang telah disampaikan pada saat kuliah, juga dari kajian-kajian pustaka yang penulis ambil dari buku-buku yang berkaitan dengan pesawat *turbocharger*. Data-data dari buku tersebut penulis jadikan pembandingan dan sumber untuk memperkuat jawaban dalam pemecahan permasalahan.

Dari data yang sudah ada kemudian penulis analisa dan sajikan pada BAB selanjutnya agar diperoleh kejelasan tentang masalah yang dibahas dalam penelitian. Tujuan akhir dari analisa tersebut tidak lain untuk mengungkap masalah dengan benar, teliti, dan kebenaran yang terungkap dapat diuji kebenarannya baik secara ilmiah dan teoritis.

### 5. Teknik Analisa Data

Metode analisa data yang penulis gunakan dalam penelitian ini adalah deskriptif kualitatif dimana data-data yang diperoleh disusun secara sistematis dan teratur, kemudian penulis membuat analisa kualitatif agar diperoleh kejelasan tentang masalah yang dilakukan dalam penelitian ini. Analisa data yang dilakukan dalam penelitian ini adalah analisa terhadap pengaruh

gangguan *turbocharger* terhadap pembakaran mesin induk dan dari penjelasan tersebut diharapkan mampu menggambarkan secara keseluruhan pokok bahasan serta pemecahan masalah dalam makalah ini.

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

Penelitian dan pengamatan dilakukan pada saat penulis melaksanakan tugas laut selama kurang lebih 6 bulan, terhitung sejak bulan Juli 2021 sampai bulan Januari 2022. Penelitian dan pengamatan dilakukan di atas kapal MT. MERBAU yang merupakan salah satu kapal yang dioperasikan oleh PT. PERTAMINA INTERNASIONAL SHIPPING.

#### **F. SISTEMATIKA PENULISAN**

Dalam sistematika penulisan makalah ini akan diuraikan secara singkat dari masing-masing bab untuk dapat memberikan suatu gambaran isi dari makalah, yang secara keseluruhan berisi:

##### **BAB I PENDAHULUAN**

Dalam bab ini penulis membahas tentang Pendahuluan yang berisi tentang Latar Belakang, Perumusan Masalah, Pembatasan Masalah, Tujuan Penelitian, Manfaat Penelitian, Sistematika Penulisan.

##### **BAB II LANDASAN TEORI**

Dalam bab ini penulis membahas tentang Landasan Teori, yang berisi tentang Tinjauan Pustaka, Kerangka Pikir Penelitian, Definisi Operasional.

### BAB III HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Dalam bab ini penulis menyajikan tentang Hasil Penelitian dan Analisa Data berisi tentang Gambaran Umum Obyek Yang Diteliti, Analisis Hasil Penelitian.

### BAB IV PENUTUP

Bab penutup ini berisi tentang Kesimpulan dan Saran.

## BAB II

### LANDASAN TEORI

#### A. TINJAUAN PUSTAKA

##### 1. *Turbocharger*

Menurut Sukoco, M.pd. dan Zainal Arifin, M.T (2013 : 127-128) *turbocharger* adalah sebuah komponen, untuk menambah jumlah udara yang masuk kedalam silinder dengan memanfaatkan energi gas buang. *Turbocharger* merupakan peralatan untuk mengubah sistem pemasukan udara secara alami dengan sistem paksa. Kalau sebelumnya pemasukan udara mengandalkan kevakuman yang di bentuk karena gerakan piston pada langkah isap, maka dengan *turbocharger* udara ditekan masuk ke dalam silinder menggunakan kompresor yang di putar oleh turbin gas buang.

Sistem pemasukan paksa ini menguntungkan pada motor diesel, karena meskipun terdapat tenaga yang hilang akibat tekanan balik, motor diesel masih mendapatkan tenaga yang lebih besar. Hal ini karna penambahan udara dalam silinder akan meningkatkan tekanan dan temperaturnya, dan akan memperpendek *ignition delay* penambahan udara juga akan memungkinkan terjadinya penambahan jumlah bahan bakar yang terbakar

Tekanan akhir pembakaran merupakan penjumlahan antara tekanan akhir kompresi (udara) di tambah dengan hasil tekanan pembakaran. Penambahan udara oleh *turbocharger* akan meningkatkan tekanan akhir

kompresi, dan penambahan udara akan memungkinkan bertambahnya jumlah bahan bakar yang terbakar, hingga tekanan akhir pembakaran juga akan lebih tinggi. Dengan demikian, pemasangan *turbocharger* pada mesin diesel akan meningkatkan daya.

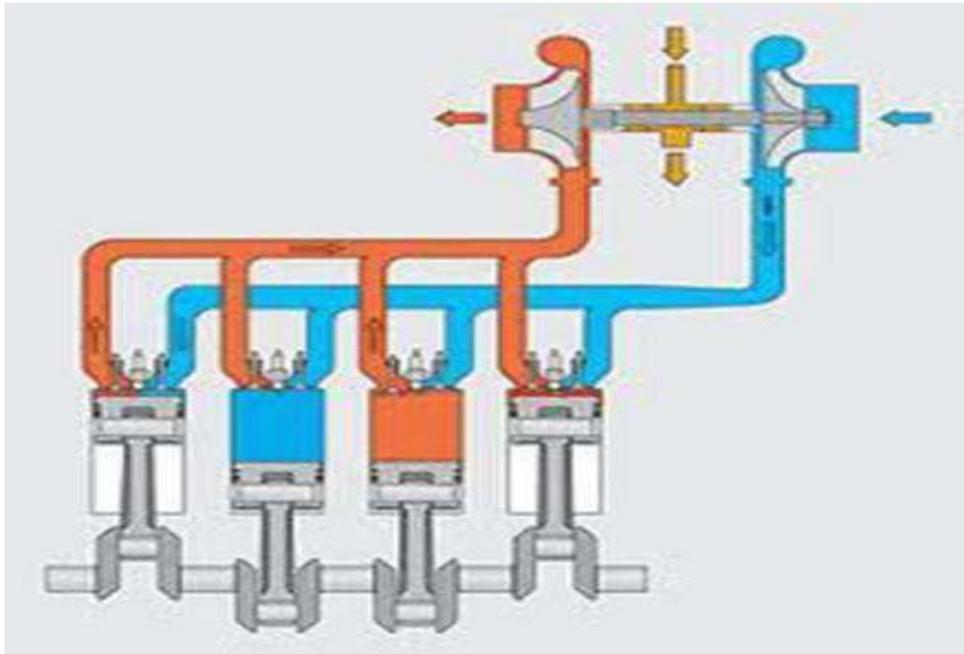
Menurut Wiranto Arismunandar (1998 : 114) *turbocharger* di gerakan dengan daya yang dihasilkan oleh mesin itu sendiri , atau dengan memanfaatkan energi gas buang untuk menggerakkan *turbin side*. Dengan *turbocharger* jumlah udara yang bisa di masukan ke dalam ruang pembakaran lebih besar dari pada dengan proses pengisapan oleh torak pada waktu langkah isap. Tekanan udara yang masuk ke dalam ruang pembakaran berkisar antara 1,2 – 2,2 kg/cm<sup>2</sup>.

tujuan utama penggunaan *turbocharger* adalah memperbesar daya motor (30 - 80%) mesinpun menjadi lebih baik dan juga ringan. Boleh dikatakan motor diesel dengan *turbocharger* dapat bekerja lebih efisien, pemakain bahan bakar spesifiknya lebih rendah (5-15%).

## **2. PRINSIP KERJA *TURBOCHARGER***

Untuk meningkatkan performa dari mesin diesel salah satunya dengan menggunakan *turbocharger*. Prinsip kerja dari *turbocharger* adalah memanfaatkan panas gas buang sebagai tenaga untuk memampatkan udara pembakaran sehingga dihasilkan tenaga yang besar. Gas buang hasil pembakaran dari tiap-tiap silinder disalurkan melalui *exhaust manifold* yang selanjutnya dieskpansikan di *turbocharger* sisi turbin sehingga menghasilkan

energi mekanik yang selanjutnya digunakan sebagai tenaga untuk memutar *turbocharger* di sisi *blower*.

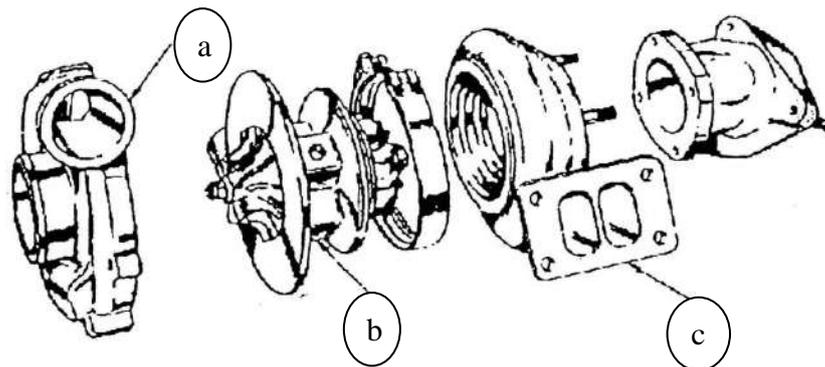


**Gambar 2.1. Prinsip Kerja Turbocharger**

Pada warna orange menggambarkan gas buang dari masing masing silinder kemudian melalui *exhaust manifold* kemudian berekspansi di turbin. Sedangkan warna biru menggambarkan bagaimana energi mekanik yang dihasilkan dari turbin yang satu poros dengan *blower* menghasilkan udara pembakaran yang lebih banyak sehingga menghasilkan *performa* mesin diesel meningkat. Karena dengan udara pembakaran yang lebih banyak maka dapat diinjeksikan bahan bakar yang banyak juga untuk siap meledak di ruang bakar masing masing silinder, sehingga menghasilkan tenaga yang lebih besar .

### 3 KOMPONEN-KOMPONEN PADA *TURBOCHARGER*

Komponen-komponen pada *turbocharger* terbagi menjadi tiga bagian dan satu komponen pendukung yaitu rumah kopresor, pusat inti, rumah turbin dan komponen pendukung yaitu *intercooler*



**Gambar 2.2. Komponen-komponen *Turbocharger***

#### **a. Rumah kompresor (*Blower*)**

Rumah kompresor adalah tempat bagi *blower* untuk meghisap udara luar yang kemudian diteruskan menuju *intercooler*. Rumah kompresor terbuat dari bahan alumunium bersambungan dengan bagian pusat inti (*centre core*) ditopang oleh jaminan baut dan cincin pelat. Penampang rumah kompresor dapat dilihat pada lampiran halaman II gambar rumah kompressor.

#### **b. Pusat Inti (*Centre core*)**

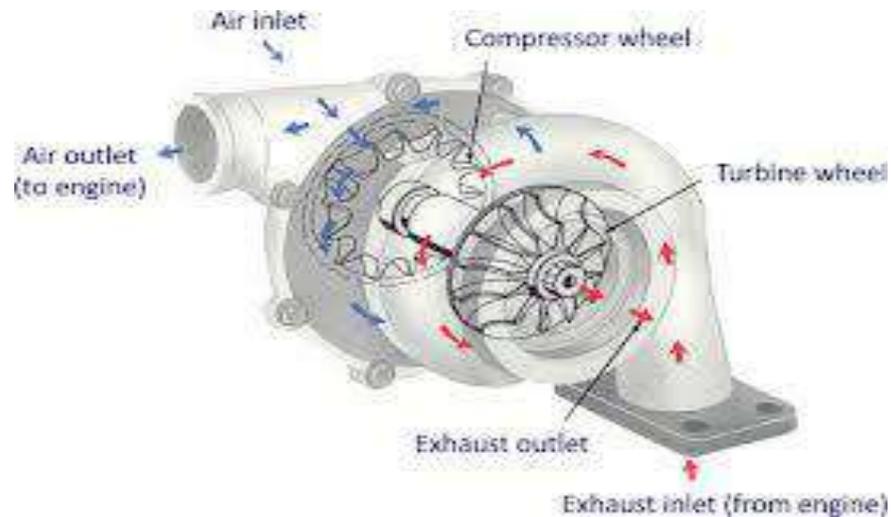
Adalah bagian inti dari *turbocharger* yang memanfaatkan gaya dari gas sisa pembakaran dalam silinder untuk menggerakkan *blower* yang menyalurkan udara bertekanan kedalam ruang pembakaran. Pada bagian rumah pusat inti terdapat poros turbin dan turbin serta roda kompresor (*blower*), bantalan, ring, cincin pelat, *oil deflector*. Bagian-bagian yang

berputar termasuk *turbin shaft*, *Compressor wheel*, *shaft bearing*, *thrust washer* dan *oil seal ring*. Komponen-komponen ini ditunjang oleh bagian *center housing*. Bagian-bagian yang berputar pada *turbocharger* dioperasikan pada kecepatan 14000 rpm dan temperature 550°C, sehingga materialnya dibuat sangat selektif dengan kepresisian yang tinggi. Penampang Pusat Inti (*Centre Core*) dapat dilihat pada lampiran halaman III gambar pusat inti.

### **c. Rumah Turbin**

adalah tempat turbin menerima gaya aksial dari gas sisa pembakaran (*exhaust gas*) kemudian diteruskan lewat poros (*shaft*) menuju *blower*. Rumah turbin terbuat dari bahan *cast steel* dan bersambungan dengan bagian rumah pusat inti atau *centre core* dengan memakai cincin baja penjamin. Diantaranya sambungan rumah turbin dan manifold buang dipasang gasket yang terbuat dari bahan *stainless steel* untuk menjamin sambungan tersebut. Penampang rumah turbin dapat dilihat pada lampiran halaman IV gambar rumah turbin.

Menurut Sukoco,M.p.d.dan Zainal Arifin,M.T Teknologi Motor Diesel (2013 : 128-129) *Turbocharger* terdiri dari dua bagian yaitu sisi turbin dan sisi *blower*, keduanya dipasang pada satu poros. Turbin side berfungsi sebagai pemutar kompresor dengan memanfaatkan energi panas gas buang



**Gambar 2.3** kontruksi *turbocharger*

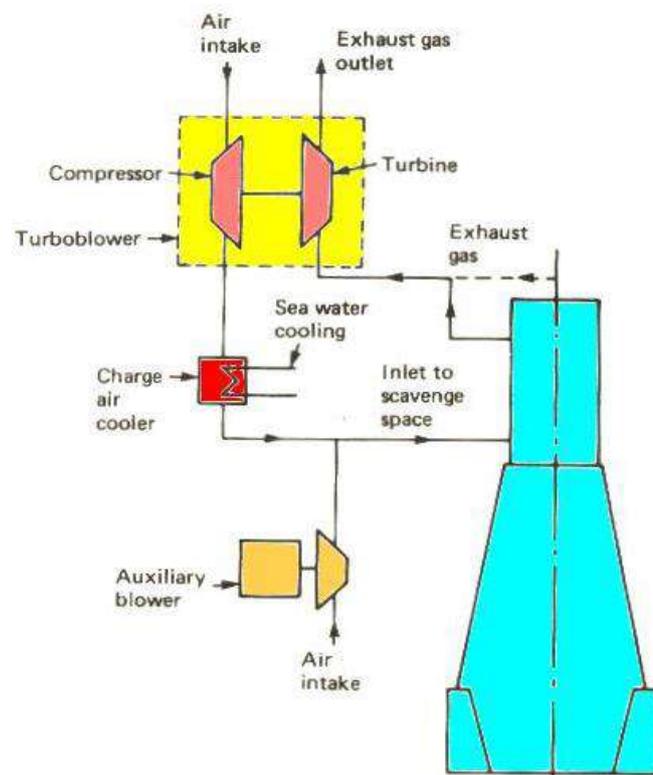
Gas buang dari *exhaus manifold* disalurkan menuju rumah sudu turbin gas sehingga turbin berputar. Putaran turbin di salurkan ke kompresor melalui poros penghubung hingga kompresor juga berputar. Putaran turbocharger bisa mencapai 25000 rpm lebih, putaran yang begitu tinggi menghasilkan jumlah udara yang jauh lebih banyak dibanding pengisian alami

#### **d. INTERCOOLER**

Karena perangkat *turbocharger* terhubung langsung dengan saluran gas buang yang merupakan sumber panas maka suhu udara yang terhisap dalam *intake manifold* juga ikut meningkat padahal suhu udara yang panas membuat molekul oksigen renggang dan menipis

Pada mesin *turbocharger* di lengkapi *intercooler* yang dipasang di antara *turbocharger* dan *intake manifold* untuk menurunkan kembali suhu yang panas agar kandungan oksigen menjadi lebih rapat (molekul udaranya menjadi lebih padat). Menurut Sukoco,M.pd.dan Zainal

Arifin,M.T (2013 : 130) dengan penurunan temperatur udara tersebut akan mengurangi volumenya. Tujuannya adalah memungkinkan menambah jumlah udara yang masuk ke dalam silinder, dan *intercooler* mampu meningkatkan tenaga mesin induk sekaligus meningkatkan efisiensi bahan bakar



**Gambar 2.4. Skema motor diesel turbocharger intercooler**

Prinsip kerjanya pada saat motor diesel dihidupkan, gas buang mengalir ke luar melalui *exhaust manifold* dan turbin gas sebelum ke udara luar. Gas buang memutar turbin dan sekaligus melalui poros penghubung memutar kompresor. Dengan demikian kompresor mengisap udara luar lewat saringan udara dan menekannya ke *intake manifold* akan diikuti kenaikan temperaturnya, sehingga untuk dapat menambah jumlah

(volum) udara yang masuk, dilakukan penurunan temperatur udara. Penurunan temperatur akan diikuti oleh turunya tekanan, sehingga kompresor dapat menambah jumlah udara yang masuk ke dalam silinder. Penurunan temperatur udara dilakukan dengan menggunakan pendingin yang disebut dengan *intercooler* atau *aftercooler*.

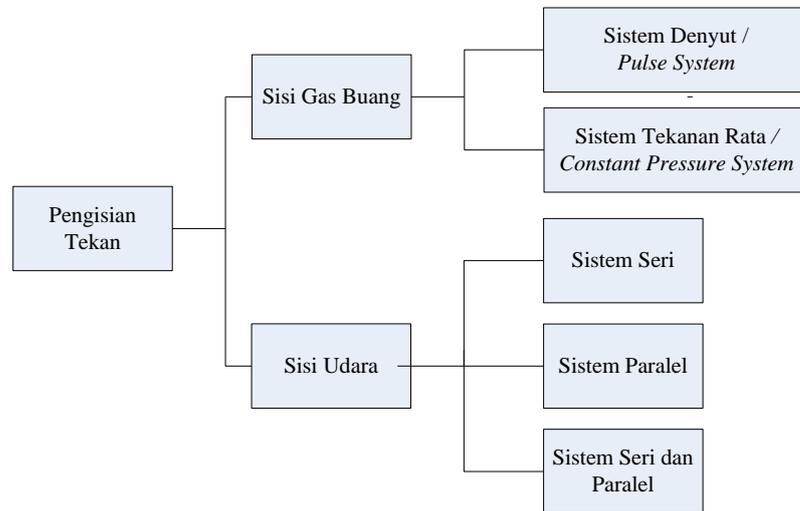
#### **4 Pengisian tekan *Turbocharger* pada motor 4 tak**

Menurut tim penyusun Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang (2004: 24-26) Yang di maksud dengan pengisian tekan pada motor diesel adalah memasukan udara sebanyak-banyaknya kedalam silinder dengan tekanan lebih dari 1 atmosfer.

Tujuan dari sistem pengisian tekan pada motor diesel adalah agar dalam proses pembakaran bahan bakar didalam silinder tersedia cukup oksigen, sehingga terjadi pembakaran yang sempurna dan berdampak / berakibat pemakaian bahan bakar tiap HP/hour atau KW/hour akan lebih hemat. Dibanding dengan motor diesel yang tanpa sistem pengisian tekan, maka motor diesel dengan pengisian tekan mempunyai kelebihan/kekurangan sebagai berikut :

- a. Bila sama-sama mempunyai diameter dan jumlah silinder yang sama akan didapat daya motor yang lebih besar.
- b. Bila dikehendaki mempunyai daya motor yang sama, maka baik diameter maupun jumlah silinder dapat dikurangi sehingga bobot motor akan lebih ringan atau volume motor lebih kecil.

- c. Karena terjadi pembakaran bahan bakar yang lebih sempurna, maka pemakaian bahan bakar spesifik (tiap kg/kw jam) akan lebih hemat.



**Gambar 4. Sistem Pengisian Tekan Pada Mesin Diesel**

- 1). Sistem Tekanan Rata (Sisi Gas Buang) adalah :

Gas buang yang keluar dari masing-masing silinder digabung dalam satu *exhaust manifold* tanpa mempertimbangkan *Firing Order*nya. Denyut tekanan didalam aliran gas akan diratakan sehingga gas dengan tekanan yang hampir rata akan mengalir ke dalam turbin yang dihubungkan pada saluran tersebut. Energi yang tersedia dalam gas oleh pusaran dirubah ke dalam panas sehingga untuk sebagian besar akan hilang dalam perubahan usaha didalam turbin. Akibat aliran yang teratur dari gas melalui sudu turbin maka rendemen aliran turbin tinggi, dan kapasitas turbin dapat dipergunakan sepenuhnya. Jumlah turbin yang diperlukan tidak tergantung dari jumlah silinder akan tetapi tergantung dari kapasitas turbin.

2). Sistem Serie (Sisi Udara) adalah :

Udara dari hasil *turboblower* dipasang serie dengan udara hasil blower bantu yang digerakkan oleh motor listrik.

#### **5. Pengisian tekan *Turbocharger* pada motor 2 tak**

Pengisian Tekan Pada Motor Diesel 2-Tak Di kapal penulis pada saat melaksanakan penelitian, pengisian tekanan udara pada mesin induk menggunakan sistem denyut. Pada sistem denyut ini dapat dijelaskan, bahwa setiap silinder dihubungkan dengan sebuah saluran gas pendek dan sempit dengan pemasukan dari turbin. Di dalam turbin tidak hanya energi ekspansi di dalam gas yang dirobah ke dalam energi mekanis, akan tetapi juga dimanfaatkan energi kinetis yang terdapat dalam gas yang mengalir dengan kecepatan tinggi. Untuk tujuan ini maka diameter dari saluran harus dipilih dengan sebaik-baiknya, karena pada diameter yang terlalu besar maka sebagian dari efek “denyut” akan hilang, sedangkan dengan diameter yang terlalu kecil akan terjadi kerugian besar akibat gesekan aliran dari gas.

<http://repository.pip-semarang.ac.id/612/8/12%20BAB%20II%20FIX%20REVISI%20SIDAN%20G.PDF>

## 6. Pelumasan *Turbocharger*

Menurut Sukoco, M. Pd. dan Zainal Arifin, M. T (2013 : 136-137) fungsi pelumasan adalah sebagai berikut :

- a. Pelumas untuk mengatasi terjadinya gesekan, maka minyak pelumas harus mampu membuat lapisan diantara dua permukaan yang berbeda gerakannya. Oleh sebab itu, maka salah satu syarat minyak pelumas adalah harus mempunyai viskositas / kekentalan tertentu. Viskositas diperlukan untuk membentuk lapisan film oli antar komponen yang bergesekan, dan untuk membentuk di perlukan tekanan.
- b. Menyerap panas komponen. Panas yang terjadi ada dua sumber yaitu panas karena pembakaran dan gesekan.

Ada dua metode pelumasan yang digunakan untuk melumasi *bearing* pada *turbocharger*. Yaitu :

- 1). Metode pertama memanfaatkan pelumasan pada sistem mesin induk. Minyak pelumas dimasukkan ke *bearing* yang kemudian mengalir kembali ke sistem mesin induk.
- 2). Metode kedua hanya digunakan khusus untuk pelumasan *bearing turbocharger* dimana sistem ini dilengkapi dengan pompa. Pompa menghisap minyak pelumas dari drain tank dan menekannya menuju *oil cooler* (pendingin minyak) kemudian berakhir di *gravity tank*. Dari *gravity tank*, minyak mengalir

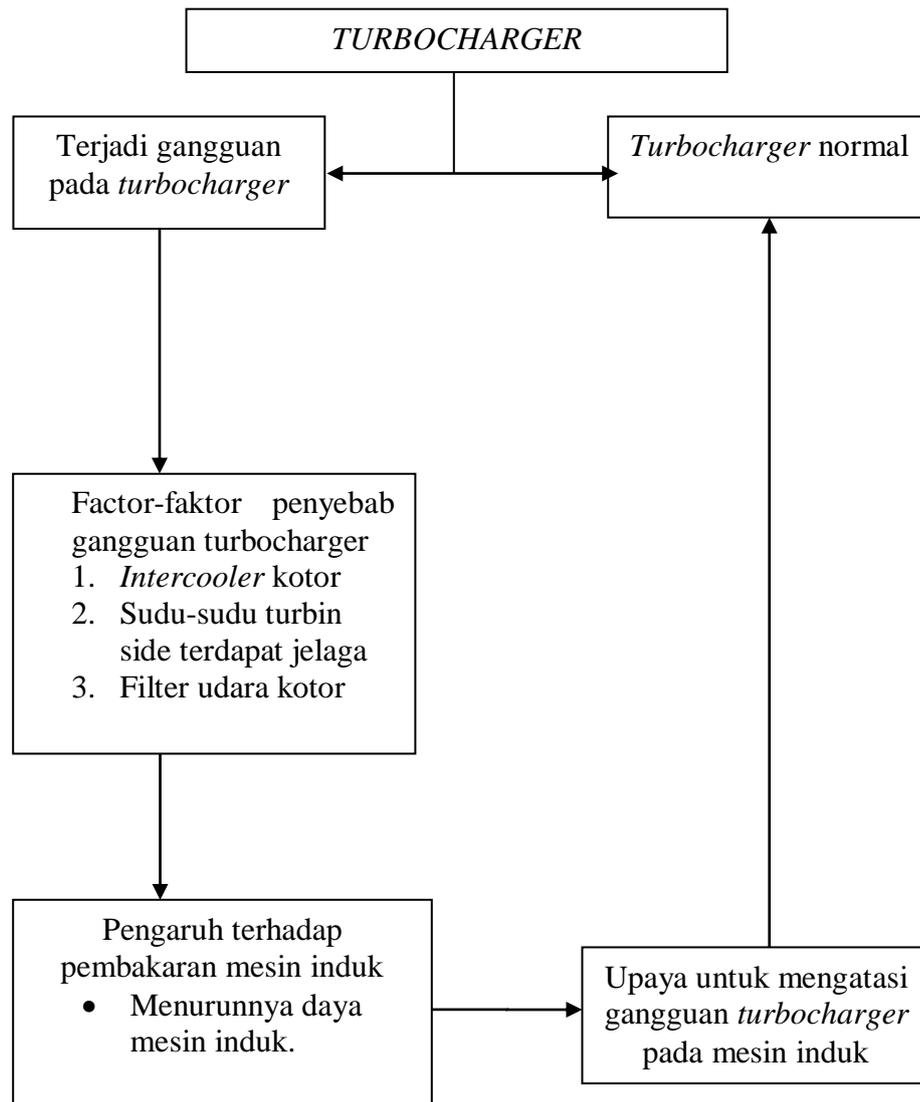
melewati saringan (*filter*) sebelum diteruskan ke bearing dan berakhir kembali di *drain tank*.

## **B. KERANGKA PIKIR PENELITIAN**

Kerangka pikir Penelitian adalah bagan dari suatu alur pemikiran seseorang terhadap apa yang sedang dipahaminya untuk dijadikan sebagai acuan dalam memecahkan suatu permasalahan yang sedang diteliti secara logis dan sistematis. Setiap bagan atau kerangka berpikir yang dibuat harus mempunyai kedudukan atau tingkatan yang dilandasi dengan teori-teori yang relevan agar permasalahan dalam penelitian tersebut dapat terpecahkan.

Kerangka pemikiran yang disusun dalam upaya memudahkan pembahasan laporan penelitian terapan yang dirangkum menjadi makalah dengan mengambil pembahasan tentang *Turbocharger* pada mesin penggerak di MT.MERBAU yang pembahasannya tidak terlepas dari perumusan dan batasan masalah yang telah diterangkan pada bab sebelumnya, diantaranya mengenai pengoperasian kapal yang disebabkan terganggunya kerja *Turbocharge* sebagai bagian mesin motor penggerak utama kapal. Untuk itu guna menghindari resiko-resiko yang tidak diinginkan tersebut maka diperlukan suatu pengawasan dan perawatan yang efektif dan efisien terhadap *Turbocharge*.

Dalam pemaparan makalah ini diperlukan kerangka pemikiran yang matang. Untuk keperluan penelitian, dibawah ini digambarkan diagram alir perawatan *turbocharger* yang penulis susun sebagai berikut :



### C. DEFINISI OPERASIONAL

Pemakaian istilah-istilah dalam bahasa Indonesia maupun bahasa asing akan sering ditemui pada pembahasan berikutnya. Agar tidak terjadi kesalahpahaman dalam mempelajarinya maka di bawah ini akan dijelaskan pengertian dari istilah-istilah tersebut :

Silinder Adalah suatu tempat atau ruang dimana terjadinya pembakaran yang berbentuk silinder dan dilapisi oleh liner tempat bergerak piston naik turun. (P.Van Maanen)

1. Blower Side Adalah bagian turbo yang berfungsi menghisap udara luar untuk diteruskan ke ruang pembakaran. (Menurut tim penyusun politeknik ilmu pelayaran semarang *Hal. 25*)
2. Turbin Side Adalah bagian turbin yang digerakkan dan berhubungan dengan exhaust gas yang melalui manifold. berbentuk silinder dan dilapisi oleh liner tempat Bergeraknya piston naik turun. (Menurut tim penyusun politeknik ilmu pelayaran semarang *Hal. 25*)
3. Exhaust Gas Adalah gas buang yang berasal dari hasil pembersihan induk. (*P. Van Maanen. Jilid 1. Motor Diesel Kapal. Hal. 1.3*)
4. Manifold Adalah tempat saluran gas buang yang terbuat dari besi tuang dilapisi asbes. (*P. Van Maanen. Jilid 1. Motor Diesel Kapal. Hal. 1.5*)
5. *Surging*. Adalah suatu kondisi dimana tekanan udara dari pompa bilas lebih besar dari pada tekanan udara dari *blower*. Hal ini akan terjadi tekanan balik, dan tekanan ini berbenturan di *blower* yang menimbulkan bunyi ledakan. Juga di sebabkan karena tekanan udara yang dihasilkan dari *blower* berkurang, sedangkan tekanan udara dari ruang penampung udara bilas lebih besar dari pada tekanan udara yang di hasilkan *blower*, sehingga menimbulkan tekanan balik yang berbenturan di sisi *blower* dan menimbulkan bunyi seperti ledakan.  
(<http://ditrakurniawan.wordpress.com/category/diesel-engine-turbomachinery/>)

## BAB III

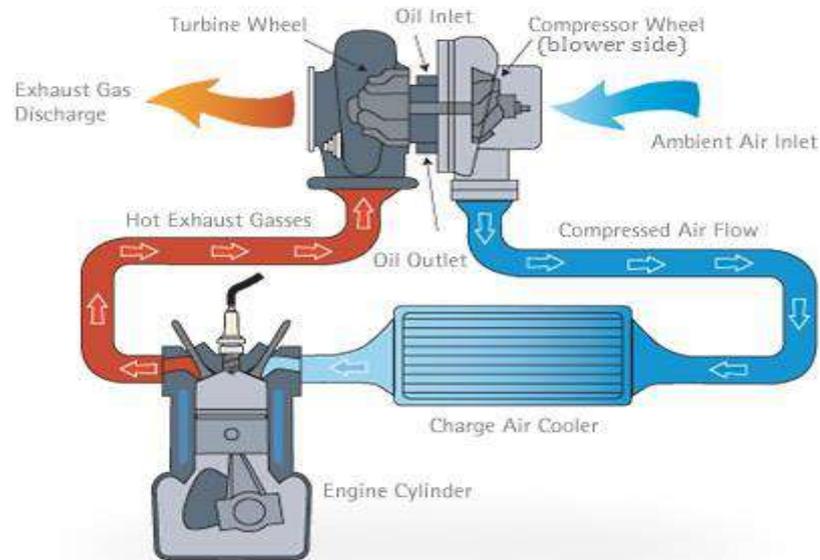
### ANALIS DAN PEMBAHASAN

#### A. DESKRIPSI DATA

Objek penelitian adalah bahan permasalahan yang terdapat pada suatu penelitian yang akan dikupas atau dibahas lebih terperinci pada analisa penelitian. Untuk memudahkan dalam menganalisa data penulisan, maka penulis menyajikan data-data penulisan kedalam gambaran umum objek penelitian.

Dalam makalah ini, objek yang diteliti adalah *turbocharger* yang spesifikasinya sebagai berikut :

Turbocharger Type	: VTR- 251
<i>Maker</i>	: ABB
<i>System</i>	: - <i>Constant pressure system</i> (Sistem tekanan tetap)
<i>Max. allowable speed</i>	: 25000 Rpm
<i>Max. allowable cont .</i>	: 580 °C
<i>Turbine inlet gas temp</i>	
<i>Max. allowable short-time</i>	: 610 °C
<i>turbine inlet gas temp</i>	



**Gambar 3.1 sistem udara bilas *turbocharger***

Turbocharger adalah pesawat yang digerakkan oleh gas buang dari mesin induk yang berfungsi untuk memompakan udara yang digunakan untuk pembilasan dan pembakaran di dalam silinder. (tim Penyusun Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang. Hal. 24). Penampang *turbocharger* dapat dilihat pada lampiran hal I gambar penampang turbocharger.

Salah satu permesinan yang membutuhkan perhatian khusus dalam pengoperasian suatu kapal adalah mesin penggerak utama atau mesin induk. Mesin induk ini didukung oleh beberapa macam alat bantu dalam pengoperasiannya. Salah satunya adalah *turbocharger* yang berguna untuk meningkatkan daya keluaran mesin induk. Identifikasi *turbocharger* bekerja dengan baik yaitu pada saat putaran normal tidak ada bunyi aneh di bagian *blower side* dimana tekanan udara normal 2,0-2,5 bar dan suhu udara dari

blower side berkisar  $90^{\circ} - 100^{\circ} \text{ C}$ , dan udara yang meninggalkan *intercooler* berkisar  $38^{\circ} - 40^{\circ} \text{ C}$ .

Udara memegang peranan penting pada sistem pembakaran *main engine* untuk menghasilkan pembakaran yang sempurna. Bilamana jumlah udara di dalam silinder sesuai dengan yang dibutuhkan yaitu sekitar 14-14,5 kg tiap 1 kg bahan bakar maka daya yang dihasilkan *main engine* akan mencapai maksimal.

Sistem udara tekan adalah sistem yang digunakan untuk mendapatkan kepadatan jumlah udara dan tekanan yang lebih besar dari tekanan atmosfer guna meningkatkan jumlah bahan bakar yang dapat dibakar sehingga tidak terjadi kehilangan usaha (*power loss*) pada mesin induk. Pada dasarnya udara bersih diharapkan masuk ke dalam silinder dalam jumlah *volume* yang padat agar bahan bakar dapat terbakar dengan sempurna serta gas sisa hasil pembakaran di dalam silinder dapat dibuang secara keseluruhan (tanpa jelaga yang tersisa) sehingga mesin dapat menghasilkan daya yang lebih besar. Untuk itu pada mesin diesel induk (*main diesel engine*) di kapal MT.MERBAU dipasang *turbocharger*.

## **B. ANALISIS DATA**

Pada saat pelayaran dari Pontianak menuju merak, seperti biasa setengah jam sebelum serah terima tugas jika selalu berpatroli untuk memeriksa temperatur - temperatur pada setiap permesinan di kamar mesin. Setelah jaga selama 2 jam terdengar suara bising dari main engine dan penulis turun untuk mengecek dipastikan suara tersebut berasal dari turbocharger main engine.

Tidak lama setelah terdengar suara tersebut main engine tiba-tiba putaranya menurun. Kemudian penulis melihat suhu gas buang pada main engine didapatkan data sebagai berikut

Tabel 3.1 Keadaan Temperatur *Main Engine turbocharger* tidak normal.

LOG BOOK CHECK LIST M/E										
DATE	DESCRIPTI ON	CYL NO						PREASSURE		
		1	2	3	4	5	6	RPM	P	LO
16/09/21	EXH GAS	380	380	360	380	390	380	16000	2.5	3.0
	JACKET	73	75	74	73	74	74			
17/09/21	EXH GAS	385	385	390	495	390	390	15000	2.3	2.7
	JACKET	76	75	75	75	75	76			

Sumber log book MT.MERBAU

KKM menginstruksikan untuk melakukan pengecekan, diasumsikan sumber masalah terdapat pada turbocharger. Setelah main engine dimatikan maka dilakukan pengecekan secara visual dan terdapat kejanggalan terhadap *turbocharger*, lalu dilakukan pembongkaran *turbocharger* untuk meneliti dan menganalisa dari turunnya kinerja *main engine*. Dalam pembahasan ini penulis berusaha mengelompokkan dan menjabarkan secara rinci meliputi sub-sub yang lebih rinci terkait munculnya suatu proses karena hubungan sebab akibat dari mekanisme kinerja pada sistem hidrolik *terubocharger* dari hasil penelitian dan analisa ini diharapkan nantinya akan menjadi terarah.

1. Faktor-faktor penyebab terganggunya *turbocharger* dan pengaruhnya terhadap kinerja mesin induk

a. *Intercooler* kotor

Berdasarkan hasil diskusi dengan para masinis & KKM di kapal MT.MERBAU salah satu penyebab menurunnya kinerja pada main engine disebabkan oleh *intercooler* yang kotor. Pada mesin *turbocharger* di lengkapi *intercooler* yang dipasang di antara *turbocharger* dan *intake manifold* untuk menurunkan kembali suhu yang panas agar kandungan oksigen menjadi lebih rapat (molekul udaranya menjadi lebih padat). Menurut Sukoco,M.pd.dan Zainal Arifin,M.T (2013 : 130) dengan penurunan temperatur udara tersebut akan mengurangi volumenya. Tujuannya adalah memungkinkan menambah jumlah udara yang masuk ke dalam silinder, dan akan meningkatkan daya mesin induk sekaligus meningkatkan efisiensi bahan bakar. Apabila proses pendinginan ini tidak optimal maka akan menyebabkan naiknya temperatur udara bilas. Kemudian berakibat pada berkurangnya jumlah kepadatan udara yang masuk pada ruang pembakaran dan akan menurunkan kinerja mesin induk. Keadaan ini salah satunya disebabkan oleh kotornya *intercooler*.

b. Sudu-sudu *turbin side* yang kotor

Dari hasil pengamatan saat melakukan pembongkaran *turbocharger* bahwa di temukan banyak jelaga-jelaga hasil dri gas buang yang menempel pada turbin side yang di dokumentasikan pada

foto lampiran V gambar turbin side Dari hasil tersebut dianalisa melalui suatu wawancara yang dilakukan penulis kepada *engineer* bahwa menempelnya jelaga-jelaga pada turbin side berpengaruh terhadap kinerja blower side karena berada dalam satu puros. Turbocharger terdiri dari beberapa komponen untuk menambah jumlah udara pada ruang pembakaran. Turbin side merupakan komponen pada turbocharger yang dapat berputar karena adanya dorongan dari gas buang. Putaran turbin side disalurkan ke blower side melalui poros penghubung sehingga blower side juga berputar. Jika banyak jelaga-jelaga yang menempel pada sisi turbin side maka putaran turbin akan lebih berat dan tidak mencapai putaran yang diinginkan (16.000rpm).

c. *Air filter* kotor

*Air filter* ini merupakan bagian yang terbuat dari *spon* yang tipis yang diletakkan mengelilingi *silincer casing*. *Air filter* ini berfungsi untuk menyaring udara yang bercampur dengan kotoran sebelum masuk kedalam *blower side*. Indikasi dari kotornya *air filter* ini dilihat dari tekanan udara bilas (*scaveing air pressure*) yang dihasilkan oleh *blower side* menurun, pada saat normal tekanan udara bilas 2.2 kg, dan pada saat *blower side* tidak normal tekanan udara bilas 1.7 kg. Penyebab dari kotornya *air filter* ini karena terdapat banyak kotoran, partikel-partikel kecil dan uap-uap minyak yang ada di sekeliling mesin dapat menempel di *air filter*. Ini diakibatkan karena adanya daya hisap dari dalam *blower side* kemungkinan partikel-partikel kecil serta

uap-uap minyak tersebut dapat menutup pori-pori dari *air filter* dan kondisi ini dapat menyebabkan turunya daya isap *blower side* menjadi berkurang sehingga tekanan udara bilas yang dihasilkan oleh *blower side* juga berkurang.

2. Upaya-upaya yang dilakukan untuk mengatasi gangguan pada turbocharger

a. Pembersihan pada *intercooler*

*Intercooler* tersusun dari pipa-pipa kecil (*finned tubes*) yang didalamnya mengalir media pendingin yaitu air laut. Pipa-pipa kecil ini sering tersumbat oleh kotoran sehingga menyebabkan proses pertukaran panas tidak dapat berlangsung dengan maksimal. Maka untuk memaksimalkan kerja *intercooler* dengan cara sogok cooler dengan rotan yang telah di sesuaikan ukurannya terhadap *intercooler* tersebut. Jika metode ini masih di rasa kurang untuk mengembalikan fungsi dari *intercooler*, maka bisa di lakukan perendaman dengan chemical air cooler cleaner dengan cara sirkulasi.

b. Pembersihan pada sudu-sudu *turbin side*

Cara kerja *turbin side* bergerak karena adanya dorongan dari gas buang *main engine* sehingga banyak karbon atau arang sisa dari gas pembakaran yang menempel pada sudu-sudu *turbin side*, pembersihan sudu-sudunya ini dilakukan pada saat mesin induk berhenti. Pembersihan sudu-sudu ini dapat dilakukan dengan cara memberikan cairan *carbon remover* dengan cara direndam atau

disemprotkan menggunakan *jet spray* pada sudu-sudu sehingga kotoran yang menempel akan terlepas, kemudian dicuci dengan menggunakan *diesel oil* untuk lebih bersih kemudian dibersihkan menggunakan kain majun.

Selain pembersihan di atas perlu dilakukan perawatan untuk menjaga *turbin side* tetap bersih dengan cara menjaga kesempurnaan pembakaran setiap silinder dengan cara mengontrol kualitas bahan bakar, kelancaran *injector* bahan bakar serta kebocoran minyak lumas yang ikut terbakar pada saat proses pembakaran yang disebabkan *ring piston* aus serta menjaga agar udara bilas tetap terpenuhi. Dengan demikian sisa gas buang yang menuju ke *turbin* tidak kotor.

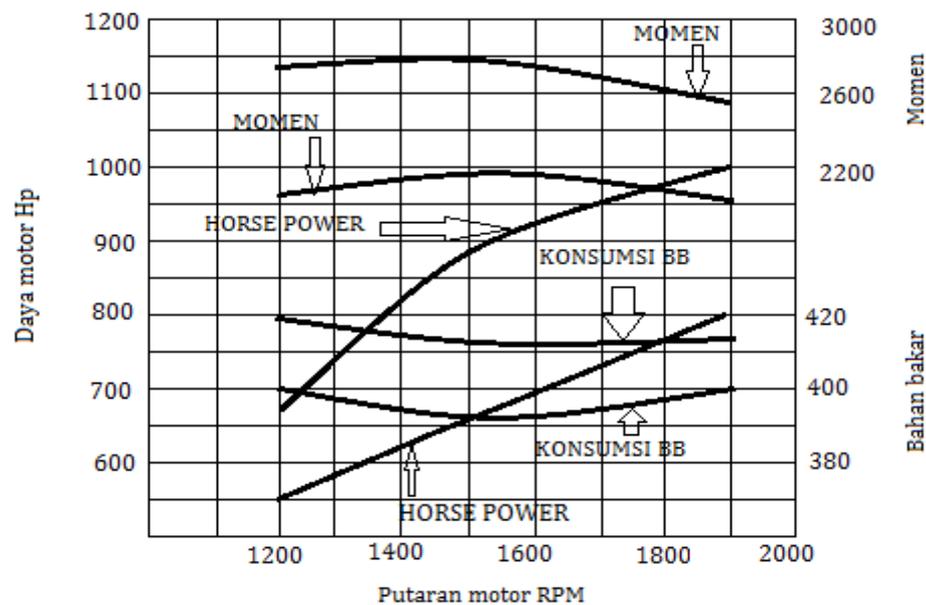
c. Pembersihan air filter

Untuk *air filter* ini perawatan yang dilakukan dengan cara dibersihkan, pada saat penulis melakukan praktek prala komponen yang sering dirawat adalah komponen *air filter*. Pembersihan *air filter* dapat dilakukan dengan cara merendam kemudian dicuci, akan tetapi cara ini kurang *efektif* sehingga KKM lebih menyarankan untuk mengganti langsung walaupun menurut *manual book* penggantian harus dilakukan setelah 250-400 jam. Akan tetapi penulis lebih menganjurkan penggantian *air filter* dilakukan apabila kapal telah berjalan 1 *strip* bongkar muat di

pelabuhan. Komponen inilah yang sangat berperan penting dalam proses penghisapan udara yang masuk kedalam *turbo blower*.

### C. PEMECAHAN MASALAH

Berikut ini penulis akan melakukan pemecahan masalah yang didapatkan dari hasil penelitian dan analisa identifikasi gangguan pada turbocharger dan pengaruhnya terhadap kinerja mesin induk. Dari masalah yang terjadi bahwa pengaruhnya terhadap mesin induk adalah menurunnya rpm yang dihasilkan mesin induk dan mengakibatkan keterlambatan kapal (delay). Menurut Sukoco, M.pd. dan Zainal Arifin, M.T (2013 : 130) Dengan *turbocharger*, mesin dengan ukuran yang sama akan didapat daya (*power*) yang bertambah karena efek dari banyaknya oksigen yang mendukung proses pembakaran. Dibawah ini adalah perbandingan antara mesin menggunakan *turbocharger* dengan mesin tanpa *turbocharger*.



**Gambar 3.2** performa motor diesel (Sukoco, M.pd. dan Zainal Arifin, M.T (2013 : 132)

Performa motor diesel dengan tambahan *turbocharger* terlihat berada lebih baik dari sisi daya motor yang di hasilkan, konsumsi bahan bakar, dan momen yang terjadi pada poros engkol, perbandingan tersebut misalkan dilihat pada putaran motor diesel 1800 RPM, motor diesel dengan pemasukan alami menghasilkan daya sekitar 775 HP, sedangkan yang menggunakan *turbocharger* sekitar 975 HP. Sehingga motor diesel dengan ukuran yang sama, motor diesel dengan *turbocharger* menghasilkan daya yang lebih besar, yaitu terdapat perbedaan daya sebesar 200 HP.

Terlihat dari grafik diatas bahwa tekanan udara masuk pada mesin menggunakan *turbocharger* lebih besar daripada mesin tanpa *turbocharger*. Dengan menggunakan metode admiralty kita dapat mengetahui penurunan daya mesin induk dengan indikator menurunnya rpm pada mesin induk, karena suplai udara kedalam ruang pembakaran berkurang. Penjelasan nya sebagai berikut .

$$\frac{N_1^3}{N_2^3} = \frac{B_1}{B_2} = \frac{P_1}{P_2} = \frac{V_1^3}{V_2^3}$$

N = RPM

B = Bahan Bakar ( kg/jam )

P = daya mesin ( kw )

V = kecepatan ( mil/jam / knot )

Teradapat pada *instruction manual book* Main engine MT. MERBAU adalah daya 2000ps (1470 kw) dengan rpm maximal 290 rpm. jika rpm normal yang di gunakan pada saat berlayar adalah 205 rpm (85%) dengan daya 1040 kw, ketika ada kendala pada *turbocharger* dan suplai udara berkurang yang masuk ruang pembakaran maka rpm menurun menjadi

slow 140 rpm. Berikut perhitungan daya menggunakan metode Admiralty dengan indikator menurunnya rpm. dari rumus di atas dapat di simpulkan bahwa rumus menjadi

$$P_2 = \left[ \frac{N_2}{N_1} \right]^3 \cdot P_1$$

$$P_2 = \left[ \frac{140}{290} \right]^3 \cdot 1470$$

$$P_2 = 170 \text{ kw ( daya menurun )}$$

Terlihat bahwa daya pada mesin induk berkurang jika tekanan udara kedalam silinder berkurang, sehingga digunakan *turbocharger* untuk meningkatkan tekanan didalam silinder agar daya mesin bertambah

Dari keterlambatan perjalanan (*delay*) yang di sebabkan menurunnya kinerja main engine karena kurangnya suplai udara bilas ke dalam ruang pembakaran. Maka penulis akan melakukan pembahasan dari hasil penelitian, yaitu :

#### 1. Faktor-faktor penyebab terganggunya *turbocharger*

##### a. Intercooler kotor

*Intercooler* berfungsi untuk mendinginkan udara yang keluar dari sisi *blower* sebelum digunakan lebih lanjut untuk proses pembilasan dan pembakaran mesin induk. Apabila proses pendinginan ini tidak optimal maka akan menyebabkan naiknya temperatur udara bilas, kemudian berakibat pada berkurangnya jumlah kepadatan udara. Selain itu gas buang akan naik dan daya mesin berkurang. Beberapa *indikator* atau gejalanya adalah

peningkatan temperatur udara bilas dari sisi *blower* menuju ke *intercooler* (dari 50 - 45°C) dan perbedaan tekanan air laut yang keluar dari *intercooler* sebesar 2 – 2,5 kg/cm<sup>2</sup>. *Intercooler* tersusun dari pipa-pipa kecil (*finned tubes*) yang didalamnya mengalir media pendingin yaitu air laut. Pipa-pipa kecil ini sering tersumbat oleh kotoran sehingga menyebabkan proses pertukaran panas tidak dapat berlangsung dengan maksimal.

Adapun masalah yang kemungkinan dapat terjadi sehubungan dengan *intercooler* yaitu terhalangnya aliran air laut yang masuk menuju ke *intercooler*. Penyebabnya adalah lumpur yang ikut bersama air laut. Sebagian lumpur tertinggal di dalam pipa-pipa dan membentuk gumpalan-gumpalan kecil pada dindingnya. Gumpalan lumpur tersebut akan mengurangi kapasitas aliran air laut pendingin yang seharusnya dapat diterima oleh *intercooler*. Kondisi seperti ini sering terjadi ketika kapal memasuki perairan dangkal dan sungai. Selain lumpur, binatang laut juga dapat menyumbat pipa-pipa *intercooler*. Binatang laut diantaranya adalah ikan-ikan kecil, kerang atau tiram dan sejenis rerumputan laut. Jika kotoran-kotoran tersebut masuk ke dalam pipa maka akan sulit membersihkannya.

Pendinginan udara dengan *intercooler* diharapkan dapat menurunkan *rendemen thermis* (pengurangan *efisiensi* karena faktor suhu) mesin induk. *Intercooler* yang kotor akan menghambat proses

pertukaran panas (*heat exchanging*) antara air laut dengan udara, sehingga berat udara menjadi berkurang. Hal ini sering terjadi karena filter *sea chest* tidak bekerja optimal sehingga kotoran dapat ikut terbawa hingga *air cooler*

b. Sudu-sudu *turbin side* yang kotor

Indikasi dari sudu-sudu *turbin side* kotor dapat di ketahui karena putaran dari *turbocharger* mengalami penurunan kecepatan, pada saat *turbocharger* normal putaran sampai 16000 rpm, dan pada saat tidak normal putaran *turbocharger* 9000 rpm. Dengan memanfaatkan gas sisa pembakaran dari dalam silinder sebagai penggeraknya dengan begitu dapat diteruskan untuk memutar *turbo blower* sehingga dapat menghisap udara dari luar untuk digunakan dalam proses pembilasan dan pembakaran itulah fungsi utama dari *turbin side*. Penyebab utama sudu-sudu *turbin side* terdapat banyak kotoran, ini di sebabkan karena terjadi pembakaran tidak sempurna di dalam silinder, sehingga gas sisa yang dihasilkan banyak terdapat sisa-sisa arang atau karbon yang menempel pada sudu-sudu *turbin side*.

Menurut penulis ketidak sempurnaan pembakaran dapat terjadi tidak hanya karena kurangnya *supply* udara yang bersih dari *turbocharger* saja akan tetapi dapat timbul apabila kualitas bahan bakar yang kurang bagus, *injector* yang tidak dapat mengabutkan bahan bakar dengan sempurna atau ikut terbakarnya minyak lumas

dikarenakan *ring piston* yang aus. Oleh karena itu gas sisa pembakaran mengandung sisa-sisa arang, maka lama kelamaan sisa-sisa arang tersebut akan menempel pada sudu-sudu *turbin side* dan akan mengurangi putaran dari *turbin side* sehingga *turbocharger* tidak dapat menghasilkan kinerja yang optimal. Selain itu akibat yang dapat terjadi apabila terdapat banyak kotoran pada sudu-sudu *turbin side* adalah *turbin side* tidak dapat memanfaatkan sisa gas pembakaran dengan baik, dan ini sangat berpengaruh pada putaran *blower side* di karenakan *turbin side* dan *blower side* shaftnya menjadi satu. Sehingga hal tersebut dapat juga mempengaruhi kinerja dari *turbo blower*.

c. Air filter kotor

Menurut fungsinya *air filter* digunakan untuk menyaring udara yang akan masuk kedalam *turbo blower* yang terletak pada bagian terluar *silincer casing*. Dengan begitu *air filter* inilah yang berhubungan langsung dengan udara luar dalam *engine room*, pada saat penulis melakukan praktek laut sering dijumpai keadaan *engine room* yang kotor. Hal ini sering terjadi apabila *crew* mesin melakukan *overhaul* dan tidak segera melakukan pembersihan karena alasan tertentu atau pada saat pemotongan majun sisa-sisa potongan kecil tidak dikumpulkan. Selain itu udara yang dihisap *turbo blower* berasal dari *air duct* yang menghisap udara dari luar,

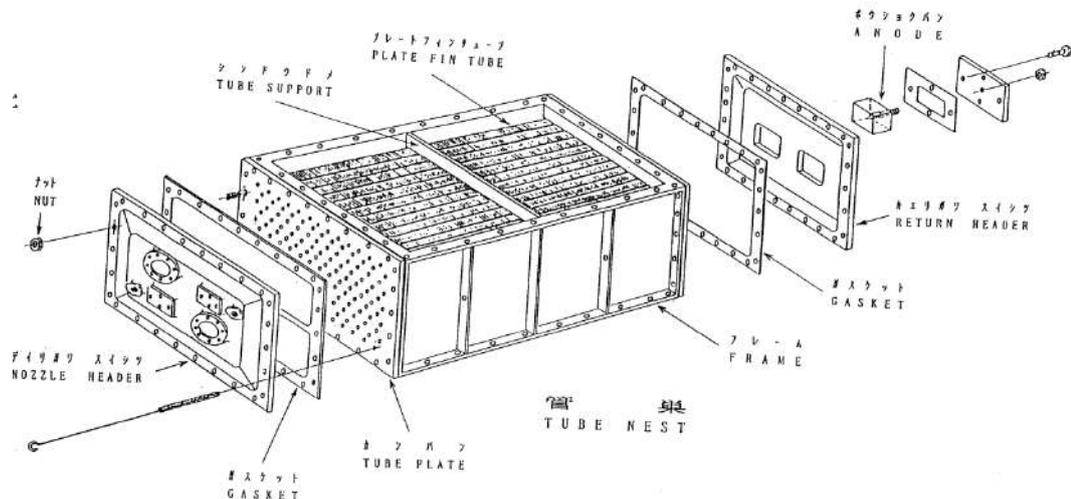
*air duct* ini terbuat dari besi dimana dapat terjadi *korosi* dan menimbulkan kotoran.

Sisa *korosi* inilah yang dapat menyebabkan kotornya *air filter* apabila terbawa udara yang melewatinya, kotornya *air filter* ini dapat mengakibatkan beban isap *turbocharger* menjadi berat. Selain itu akibat yang sangat berpengaruh pada kinerja *turbocharger* adalah terganggunya aliran udara yang akan masuk kedalam *turbo blower* sehingga pembakaran tidak sempurna.

### 3. upaya-upaya dalam mengatasi gangguan pada turbocharger

#### a. perawatan pada intercooler

Agar *intercooler* mendapatkan pendinginan yang cukup dari air laut, maka dilakukan perawatan secara rutin terhadap instalasi pendingin terutama pada kondisi pompa pendingin air laut. Apabila pompa berjalan dengan baik dan tekanan yang cukup, maka hal ini yang diadakan perawatan adalah pembersihan saringan-saringan dari kotoran yang dapat berupa lumpur atau binatang laut dan pengecekan kebocoran pipa-pipa *intercooler* dari kotoran-kotoran dimana jika pipa-pipa ini tersumbat dengan kotoran maka proses perpindahan panas (*heat exchanging*) akan terhalang.



**Gambar 3.4. Penampang dan Bagian *Intercooler***

Untuk melakukan pembersihan didalam *intercooler* secara periodik sesuai dengan buku petunjuk manual di kapal, pembersihan tersebut meliputi :

1). Pembersihan kotoran pada kisi-kisi udara.

Pembersihan kisi-kisi udara dilakukan dalam 3 cara, yaitu :

- a). Merendam kisi-kisi udara dengan air sabun lalu disemprot dengan air bersih, setelah itu kisi-kisi udara disemprot dengan udara bertekanan.
- b). Merendam kisi-kisi udara menggunakan carbon remover. Setelah dibersihkan dengan bahan tersebut suhu udara bilas keluar dari intercooler lebih rendah dari pada saat dibersihkan dengan air sabun, yaitu 55 0C.
- c). Merendam kisi-kisi udara dengan bahan kimia Acc-9. setelah dibersihkan, suhu udara bilas keluar dari intercooler adalah 49 °C. dengan demikian pembersihan dengan Acc-9 akan didapat

hasil yang lebih baik dari pada menggunakan air sabun dan carbon remover.

b. Pembersihan sisi pipa-pipa air laut pendingin intercooler

Untuk mengetahui kondisi pipa air laut pendingin dalam keadaan kotor atau tidak dapat dilihat dari temperatur air pendingin pada thermometer yang terpasang setelah air intercooler, jika suhunya tinggi, maka perlu dilakukan pembersihan dengan cara:

- a). Tutup katup masuk dan keluar air pendingin, lalu cerat sisa-sisa air sampai habis.
- b). Buka cover depan dan belakang dari *air intercooler*.
- c). Bersihkan bagian dalam pipa-pipa *intercooler* memakai rotan yang mempunyai diameter pipa. Rotan tersebut dimasukkan ke dalam lubang pipa berulang ulang sampai kotorannya keluar, lakukan pada seluruh pipa sampai bersih.
- d). Setelah selesai lakukan pembilasan dengan air tawar sampai benar-benar bersih. Setelah itu pasang kembali bagian-again dari *intercooler* seperti semula

2. pembersihan pada sudu-sudu turbin

Pelaksanaan perawatan pada *turbocharger* biasanya dilakukan pada saat kapal tidak beroperasi seperti pada saat kapal di pelabuhan untuk bongkar muat sehingga tidak mengganggu kelancaran pengoperasian kapal. Adapun perawatan yang dilakukan terhadap *turbocharger* adalah mengadakan pembersihan pada sudu-sudu

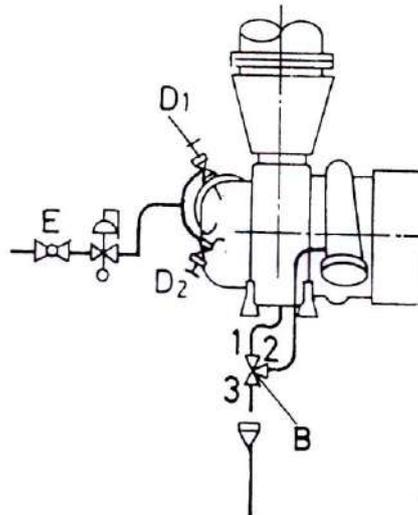
turbin dari kotoran yang melekat. Kotoran-kotoran yang melekat pada sudu turbin dapat mengganggu kinerja *turbocharger* dan berakibat pada turunnya daya hisapan udara oleh *blower*, mengingat turbin dan *blower* terletak pada satu poros. pembersihan sudu-sudu turbin dapat dilakukan dengan cara memberikan cairan *chemical cleaner protoklenz*. pada sudu-sudu sehingga kotoran yang menempel akan terlepas, perawatan ini dapat dilakukan setiap *turbocharger* sudah beroperasi selama 1500-1750 jam.

Selain perawatan diatas untuk menjaga *turbin side* agar tetap bersih dengan cara menjaga kesempurnaan pembakaran setiap silinder dengan cara mengontrol kualitas bahan bakar, kelancaran *injector* bahan bakar serta kebocoran minyak lumas yang ikut terbakar pada saat proses pembakaran yang disebabkan *ring piston* aus. Dengan demikian sisa gas buang yang menuju ke *turbin* tidak kotor.

Berikut adalah langkah-langkah yang di lakukan pada saat melakukan pembersihan pada sudu-sudu turbin side :

a. Pembersihan turbine side menggunakan air

Pembersihan ini dilakukan setiap 200 jam kerja pada saat kapal jalan. Gas-gas buang sisa pembakaran mengandung banyak karbon sehingga menempel pada sudu-sudu jalan turbin. Kerak-kerak ini harus segera dibersihkan agar tidak menghambat aliran gas buang yang keluar dari cerobong. Prosedur pembersihannya adalah:



Gambar 3.2 cara membersihkan *turbine side*

- 1). Turunkan Rpm mesin pada suhu gas buang sebelum turbin adalah 200 °C.
- 2). Tunggu kira-kira 3 menit.
- 3). Buka keran cepat B
- 4). Buka keran D1, kemudian buka pelan-pelan keran E. atur tekanan air pada 1 – 2 kg/cm<sup>2</sup>.
- 5). Buka keran D2 dan tunggu sampai 10 menit.
- 6). Setelah 10 menit lalu tutup keran D2.
- 7). Tunggu ± 3 menit, kemudian tutup keran D1
- 8). Setelah pembersihan selesai, tutuplah keran B.
- 9). Setelah proses pembersihan selesai, naikan Rpm mesin secara bertahap.

#### **b. Pembersihan turbine side menggunakan bahan padat**

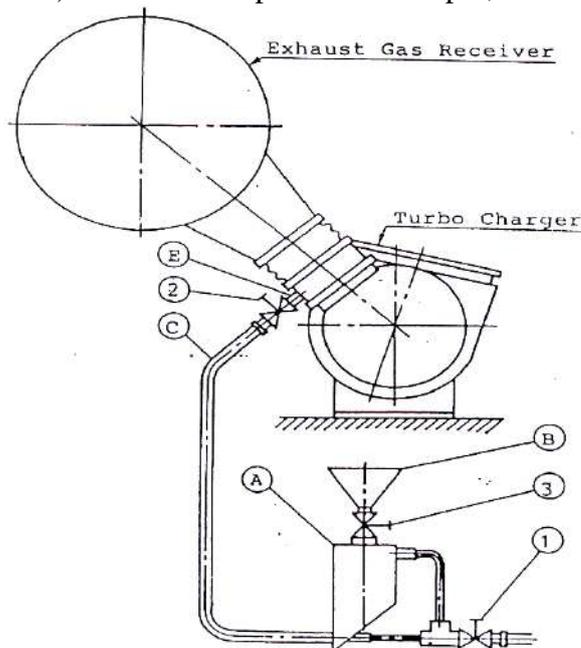
Pembersihan ini dilakukan menggunakan material padat berupa butiran karbon atau beras dengan ukuran 1,0-1,7 mm. material ini tidak boleh bercampur dengan air. Jika terdapat bunga api keluar

turbin maka segera hentikan pembersihan karena sangat berbahaya.

Prosedur pembersihannya adalah :

Sebelum dilakukan pembersihan beban mesin harus diturunkan

- 1). Pastikan bahwa katup 3 tertutup sempurna
- 2). Sebelum menuangkan material padat ke dalam tangki pengisian A, buka katup 2 dan buka juga katup 1 selama 5 sampai 10 detik.
- 3). Tutuplah katup 2 kemudian setelah itu tutup juga katup 1 pastikan bahwa katup1 dalam keadaan tertutup sempurna.
- 4). Buka katup 2 lalu katup 1, dan kemudian material padat tersebut akan terdorong ke dalam pipa gas padat tersebut akan terdorong ke dalam pipa gas buang melalui katup C dan nozzle E selama kira-kira 30 detik.
- 5). Lalu tutup kembali katup 2, lalu katup 1.



Gambar 3.3 pembersihan *turbine side*

### 3. pembersihan air *filter*

Melakukan pembersihan pada *filter* udara dilakukan pada saat mesin diesel tidak beroperasi. Melakukan pembersihan pada *filter* udara sebaiknya dilakukan sesuai dengan panduan manual book tidak berdasarkan pengalaman. *Filter* udara berfungsi menyaring kotoran-kotoran yang dapat masuk ke dalam blower side yang dapat berakibat fatal apabila dapat masuk ke dalam ruang pembakaran. Langkah-langkah perawatan *filter* yang berupa kawat kasa adalah dengan merendam dalam minyak tanah ataupun campuran air dengan cairan kimia *carbon remover*. Cara ini dapat melarutkan kotoran-kotoran berminyak yang melekat pada kawat saringan tersebut. Sedangkan untuk gabus tipis atau *voided filter* dapat dibersihkan dengan cara merendam dalam larutan campuran kimia *carbon remover* dengan air.

Berikut ini cara pembersihan air *filter* sesuai petunjuk buku panduan :

- a). Membersihkan dengan soda solutions, max, concentration 1%.
- b). Menggunakan praffin oil ( kerosine)
- c). Pencampuran antara 6,5% trichlorethylene, 9,5% teepol (shell), 4% cylohexanon dan 80% air.

## **BAB IV**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **A. KESIMPULAN**

Dari hasil pengolahan data melalui suatu penelitian dan pembahasan, penulis membuat suatu kesimpulan bahwa :

1. Terganggunanya turbocharger yang berdampak penurunan daya pada mesin induk di MT.MERBAU. Semula rpm normal mesin induk pada saat fullaway 205 rpm dengan daya 1040 kw, ketika turbocharger mengalami kendala rpm mesin induk turun menjadi 140rpm dengan daya 170 kw. Penyebab terjadinya gangguan pada turbocharger yaitu.

- a. Intercooler kotor

Kotornya intercooler mengakibatkan kepadatan udara yang masuk ke ruang pembakaran akan berkurang, jika kepadatan udara semakin kecil maka di dalam ruang pembakaran tidak terjadi pembakaran yang sempurna. Hal ini mengakibatkan turunnya daya mesin induk.

- b. Kotornya sudu-sudu turbin side

Kotornya sudu-sudu pada turbin side terjadi dari hasil sisa gas buang yang menempel pada turbine side. Kotornya sudu-sudu turbin side akan menambah beban turbin side untuk berputar, dikarenakan blower side menjadi satu poros terhadap turbin side maka putaran pada blower side akan berkurang. Akibatnya tekanan udara bilas menurun.

c. kotoranya air filter

air filter yang kotor akan membuat udara yang dihisap oleh blower side berkurang. Kotoranya air filter di karenakan oleh udara dari lingkungan sekitar *main engin* yang kotor. Akibatnya akan mengurangi udara yang masuk ke dalam ruang pembakaran.dan mengakibatkan kurangnya udara bilas di dalam silinder.

2. upaya- upaya untuk mengatasi gangguan pada *turbocharger*

a. Pembersihan intercooler

pembersihan dilakukan karna terjadinya penyumbatan pada pipa-pipa pendingin yang akan mengurangi proses perpindahan pasnas udara bilas dari blowerside.

b. pembersihan sudu-sudu urbin side

pembersihan turbin side di lakukan agar putaran pada blower side untuk menghisap udara dari luar mencapai yang diinginkan.

c. pembersihan air filter

pembersihan air filter dilakakuan aga jumlah udara yang dihisap oleh blower dan masuk ke dalam ruang pembakaran akan lebih banyak dan bersih.

## **B. SARAN**

Berkaitan dengan masalah-masalah yang timbul pada *turbocharger*, maka penulis mengemukakan beberapa saran sebagai pemecahan diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Sebaiknya pembersihan terhadap intercooler secara berkala dan rutin.
2. Sebaiknya pembersihan sudu-sudu ini dapat dilakukan dengan cara memberikan cairan *carbon remover* atau *similar* dengan cara disemprotkan menggunakan *jet spray*.
3. Sebaiknya berikan perhatian khusus pada turbocharger dengan melakukan PMS sesuai buku panduan yang ditetapkan oleh *maker* untuk menghindari kerusakan secara tiba-tiba.

## DAFTAR PUSTAKA

Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang, 2012, *Motor Diesel Penggerak Utama*, Semarang

Maanen, Van.P, 2008, *Motor Diesel Kapal*, PT.Triasko Madra.

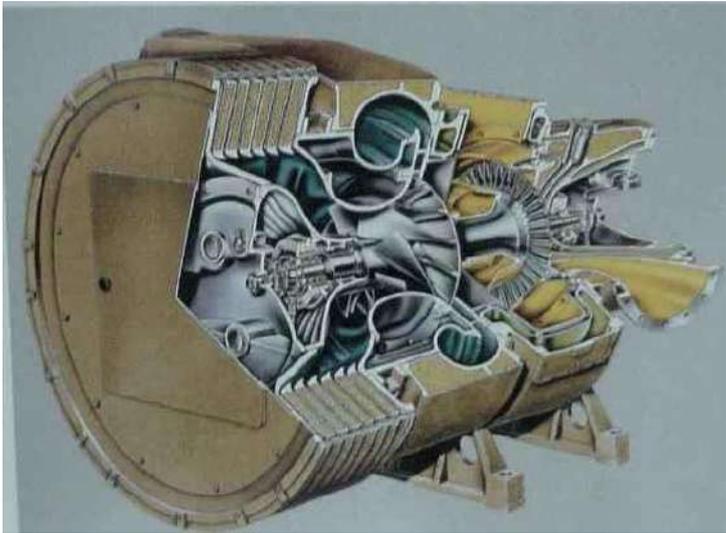
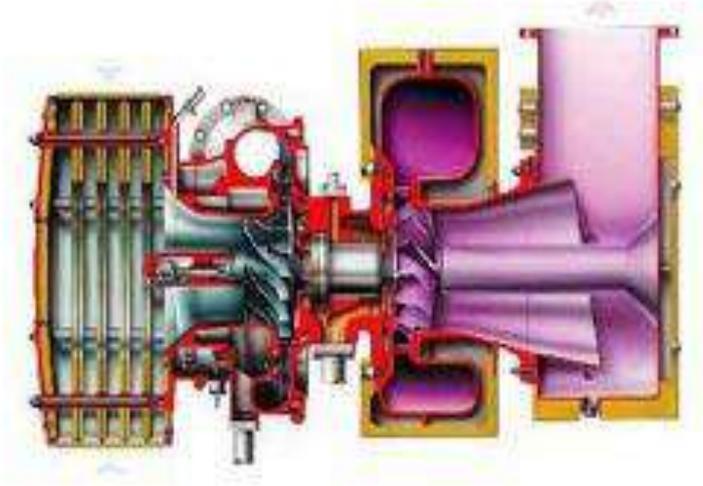
Nasution S, 2003, *Metode Research*, PT. Bumi Aksara, Jakarta.

Arismunandar Wiranto, 1973, *Motor Bakar Torak*, ITB Bandung, Bandung

Sukoco, 2013, *Teknologi Motor Diesel*, Alfabeta, Bandung

For The Operator, *Turbo Magazine*, ABB

LAMPIRAN I



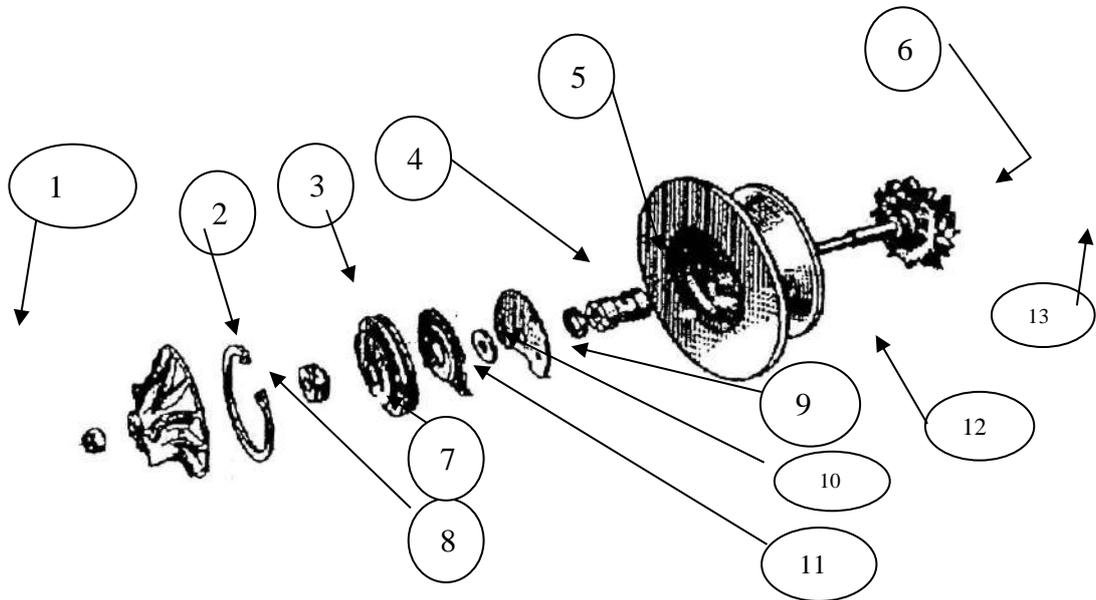
Gambar 1. Turbocharger

LAMPIRAN II



Gambar 2. Rumah Kompresor

LAMPIRAN III



**Gambar 10. Bagian Inti / Centre Core dari Turbocharger**

Keterangan :

- |                     |                            |
|---------------------|----------------------------|
| 1. Compressor Wheel | 7. Insert                  |
| 2. Piston Ring      | 8. Spacer Sleeve           |
| 3. O-ring           | 9. Thrust Plate            |
| 4. Bearing          | 10. Thrust Ring            |
| 5. Thrust Washer    | 11. Oil Deflector          |
| 6. Piston Ring      | 12. Bearing Housing        |
|                     | 13. Shaft and Turbin Wheel |

Gambar 3. Pusat Inti

LAMPIRAN IV



Gambar 4. Rumah Turbin

Lapiran V



Gambar 5. Sudu-sudu Turbin kotor