

# **ANALISIS MENURUNNYA KINERJA TURBOCHARGER MAIN ENGINE MT. FLORENTINE**

Disusun sebagai salah satu syarat untuk  
menyelesaikan Program Pendidikan dan  
Pelatihan Pelaut (DP) Tingkat I



**RUDI**

**23.11.102.015**

**AHLI TEKNIKA TINGKAT I**

**PROGRAM DIKLAT PELAUT TINGKAT  
I POLITEKNIK ILMU PELAYARAN  
MAKASSARTAHUN 2023**

## **PERSYARATAN KEASLIAN**

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : RUDI

Nomor Induk Siswa : 23.11.102.015

Program Diklat : Ahli Teknika Tingkat I

Menyatakan bahwa KIT yang saya tulis dengan judul:

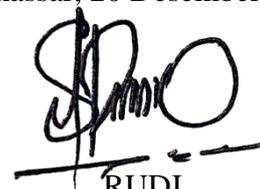
**“ANALISIS MENURUNNYA KINERJA TURBOCHARGER**

**MAIN ENGINE MT. FLORENTINE”**

Merupakan karya asli. Seluruh ide yang ada dalam KIT tersebut, kecuali tema dan yang saya nyatakan sebagai kutipan, merupakan ide saya sendiri.

Jika pernyataan di atas terbukti tidak benar, maka saya bersedia menerima sanksi yang di tetapkan oleh Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar,

Makassar, 20 Desember 2023



RUDI  
NIS : 23.11.102.015

**PERSETUJUAN SEMINAR  
KARYA ILMIAH TERAPAN**

Judul : **ANALISIS MENURUNNYA KINERJA TURBO  
CHARGER MAIN ENGINE MT.FLORENTINE**

Nama Pasis : RUDI

NIS : 23.11.102.015

Program Diklat : Ahli Teknika Tingkat I

Dengan ini telah dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diseminarkan.

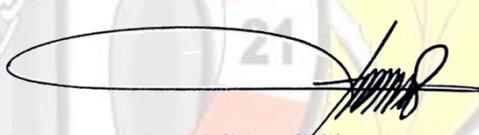
Makassar, 20 Oktober 2023

Menyetujui

Pembimbing I

Pembimbing II

  
BUDI JOKO RAHARJO, M.M., M.Mar.E  
NIP: 197403211998081001

  
Ir HASAN S.Si.T., M.T. Mar.E.  
NIP: 198507052019021003

Mengetahui

Manajer Diklat Teknis  
Peningkatan dan Penjenjangan

  
Ir.SUYUTI., M.Si., M.Mar.E  
NIP: 196505082002121002

**ANALISIS MENURUNNYA KINERJA  
TURBOCHARGER MAIN ENGINE MT.FLORENTINE**

Disusun dan Diajukan Oleh:

**R U D I**

**23.11.102.015**

Ahli Teknik Tingkat I

Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian KIT

Pada tanggal 15 Februari 2024

Menyetujui:

Penguji I



**JOPIE PESULIMA, M.Mar.E**

Penguji II



**MUHAMMAD IVAN, S.Si.T., M.Si., M.Mar.E**

**NIP:197703042008121004**

Mengetahui:

A.n. Direktur

Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar

Pembantu Direktur I



**Capt. IRFAN FAOZUN, M, M.**

**NIP:197309082008121001**

## KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji dan syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa oleh karena berkat perlindungan dan pertolonganNya kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan tugas Karya Ilmiah Terapan ini dengan baik. Adapun judul dari karya ilmiah terapan ini yaitu: Analisis Menurunnya Kinerja Turbocharger pada kapal Mt. Florentine

Melalui lembaran ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada pihak-pihak yang banyak memberikan bantuan dan kontribusi kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini, terutama kepada orang tua dan seluruh keluarga serta kerabat atas segala dukungan doa dan bantuan baik moril maupun materil. Tak lupa penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar besarnya kepada:

1. Bapak Capt. Rudy Susanto, M.M.,M.Mar selaku Direktur PIP Makassar.
2. Bapak Capt. Irfan Faosun MM selaku Pembantu Direktur I PIP Makassar
3. Bapak Capt. selaku Pembantu Direktur II PIP Makassar
4. Bapak Capt. selaku Pembantu Direktur III PIP Makassar
5. Bapak Budi Joko Raharjo selaku Kepala Administrasi Bagian Umum
6. Bapak Ir.Suyuti, M.Si,M.Mar.E selaku Manajer Diklat Teknis, Peningkatan & Penjenjangan PIP Makassar
7. Jopie pesulima,M.Mar.E
8. Muhammad Ivan, S.,S.Si.T.,M.Si.,M.Mar.E
9. Bapak/Ibu Dosen dan seluruh Staf PIP Makassar
10. Para Perwira siswa ATT I Angkatan 36 yang telah bersama sama berjuang dengan tekak yang sama.

11. Terimah kasih kepada teman-teman crew kapal MT. FLORENTINE yang telah banyak membantu memberikan informasi melalui data-data dari kapal.
12. Para keluarga, kerabat dan semua Pihak yang telah membantu dalam penyelesaian Karya Ilmiah Terapan Ini.

Penulis menyadari bahwa penyusunan Karya Ilmiah Terapan ini masih jauh dari kata sempurna, Maka penulis sangat mengharapkan saran dan kritik yang membangun demi kesempurnaan Karya Ilmiah Terapan ini. Dan akhirnya semoga Tuhan Yang Maha Esa selalu melindungi kita semua, serta penulisan Karya Ilmiah Terapan ini bisa bermanfaat bagi para pembaca khususnya bagi penulis.

Makassar, 06 Januari 2023

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Rudi', written over a horizontal line.

RUDI

## ABSTRAK

**RUDI**, 2023 Analisis menurunnya kinerja turbocharger main engine MT. Florentine (Dibimbing oleh Budi Joko Raharjo M.Mar.E dan Ir.Hasan,M.Mar.E)

Mesin diesel merupakan motor bagian dari mesin pembakaran dalam. Motor penggerak utama dihubungkan ke propeller melalui sebuah poros baja. Yang terdiri dari batang penguat, poros antara, poros baling-baling. Motor kemudi juga sangat berperan penting dalam menggerakkan kemudi saat olahgerak kapal. Pada komponen mesin terdapat sebuah turbocharger yang dipasang pada sebuah mesin untuk mensuplai udara kedalam cylinder mesin.

Dalam pembahasan ini penulis membahas tentang analisis menurunnya kinerja turbocharger mesin induk MT.Florentine yang mengalami penurunan dari keadaan normalnya saat mesin induk dalam keadaan maju penuh (*full speed*)

Kegiatan dan pengambilan data ini dilaksanakan di kapal MT.Florentine yang merupakan salah satu armada perusahaan ocean oil marine ship Management Pte Ltd Singapore, selama 9 bulan yaitu mulai maret 2023 sampai dengan Novemberi 2023.

Kesimpulan dalam kegiatan pengambilan data ini adalah Sisa gas buang dari hasil pembakaran yang menempel pada *turbin blade* dan penumpukan jelaga pada *nozzle gas buang turbine side* sehingga mengakibatkan unbalancing antara *rotor blower* gesekan pada turbin. Hal ini yang menyebabkan penurunan kinerja *turbocharger* dan berdampak pada pengoperasian mesin induk.

## ABSTRACT

**RUDI**, 2023 afforts to overcome the decreasing RPM of the MT.Florentine main engine Turbocharger (Sepervised by Mr. Budi Joko Raharjo M.Mar.E and Mr. Ir.Hasan,M. Mar.E).

The diesel engine is a form of internal combustion engine. The engine poweris transmitted to the propeller by a line of steel shafting. This consist of the trust shaft , intermediate shaft and propeller shaft. Steering gear is also necessary to operate the rudder for maneuvering. On main engine components also installed a turbocharger for supply air in combustion chamber. In this subject the author analysis about the turbocharger of main engine MT.Florentine performance decreased from its normal service when the main engine is in full speed.

This research was carried out on the vessel MT.Florentine which owner by Ocean oil marine shipmanagement Pte.Ltd. Singapore companies, about 9 months from marc 2023 untill November 2023.

The conclusion of this research is the exhaust gas flue from combustion attached to the turbine blade on the turbine side of exhaust gas nozzle so can cause unbalancing between the rotor blower with the turbine. This can effected the decrease in the turbocharger performance on the main engine.

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN SAMPUL</b>	i
<b>PERSYARATAN KEASLIAN</b>	ii
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b>	iii
<b>KATA PENGANTAR</b>	v
<b>ABSTRAK/ABSTRACT</b>	vii
<b>DAFTAR ISI</b>	ix
<b>DAFTAR TABEL</b>	xi
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	xii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b>	xiii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	4
C. Batasan Masalah	4
D. Tujuan Penelitian	4
E. Manfaat Penelitian	5
<b>BAB II KAJIAN PUSTAKA</b>	
A. Landasan Teori	6
B. Pengertian Turbocharger	6
C. Fungsi Turbocharger	7
D. Bagian-bagian Turbocharger	8
E. Prinsip Kerja Turbocharger	9
F. Kerangka Pikir	17

### **BAB III ANALISA DAN PEMBAHASAN**

A. Analisis	19
B. Pembahasan	20
C. Lokasi kejadian	23
D. Temuan	30
E. Urutan kejadian	32

### **BAB IV PENUTUP**

A. Kesimpulan	35
B. Saran-saran	35

### **DAFTAR PUSTAKA**

### **LAMPIRAN-LAMPIRAN**

### **RIWAYAT HIDUP**

## DAFTAR TABEL

	Halaman
3.1 pesifikasi turbocharger	19
3.2 Tabel petunjuk manual turbocharger	21
3.3 Data pengukuran & temperatur sebelum perbaikan	33
3.4 Hasil pengukuran & temperature setelah perbaikan	34

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
1.1. Komponen Turbocharger	2
2.1 Bagian bagian turbocharger	8
2.2 Prinsip kerja turbocharger	10
3.2 Siklus kerja Turbocharger	20
3.4 Turbocharger Type; MET 30 SR	23
3.5 Petunjuk manual titik pengukuran turbocharger	24
3.6 Gesekan akibat penumpukan carbon	25

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
1. Komponen Turbocharger	37
2. bagian bagian turbocharger	38
3. Gambar system udara bilas dan exhaust gas	39
4. Turbocharger MET 30 SR	40
5. Gambar petunjuk manual Turbocharger MET 30 SR	41
6. Gambar gesekan akibat penumpukan karbon turbin side	42
7. Gambar penumpukan karbon Turbocharger	43
8. Gambar turbocharger bagian blower side	44
9. Gambar perbaikan turbocharger bagian turbin side	45
10. Gambar casing turbin side yang sudah dibersihkan	46

# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Kapal merupakan salah satu sarana transportasi yang melayani pengangkutan barang dan penumpang dalam jumlah yang banyak dari suatu tempat ke tempat yang lain melalui jalan laut, baik itu diantara pelabuhan ke pelabuhan, dari pulau ke pulau dan dari negara ke negara lain. Pada industri perkapalan motor diesel banyak dipergunakan sebagai mesin penggerak utama kapal, selain itu motor diesel juga dipergunakan sebagai alat pembangkit listrik di atas kapal pemilihan ini didasarkan atas kelebihan-kelebihan yang dimiliki oleh motor diesel yang dianggap sangat memberikan keuntungan bagi pemilik atau perusahaan perkapalan.

Keuntungan daripada penggunaan motor diesel tersebut yaitu lebih efektif dan efisien untuk kebutuhan daya yang besar dengan konsumsi bahan bakar lebih hemat, sehingga memungkinkan didapatkannya biaya operasional yang lebih kecil, serta kehandalan dari kerja motor diesel yang dapat bekerja secara terus menerus dalam jangka waktu yang lama.

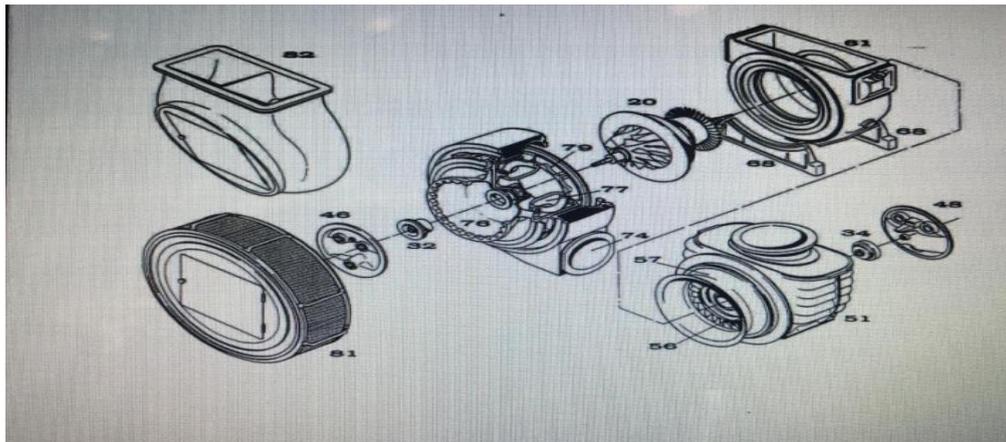
Motor diesel adalah jenis mesin pembakaran dalam (*internal combustion engine*), yaitu mesin yang proses pembakaran bahan bakarnya terjadi didalam silinder mesin itu sendiri. Proses terjadinya pembakaran di dalam silinder menentukan besarnya tenaga yang dihasilkan oleh motor diesel tersebut.

Komponen motor diesel yang berfungsi untuk pemasok dan penambah udara ke dalam silinder mesin itu disebut *turbocharger*

Turbocharger merupakan suatu peralatan pada bagian mesin diesel yang berfungsi untuk menambah jumlah udara yang masuk ke dalam silinder dengan memanfaatkan energi gas buang. Pada motor diesel putaran *turbocharger* digerakkan oleh tekanan gas buang dari dalam silinder sebelum keluar ke cerobong. Oleh sebab itu kinerja *turbocharger* perlu di pertahankan agar tidak mempengaruhi performa mesin induk selama dalam pengoperasiannya.

*Turbocharger* ditemukan oleh seorang insinyur Swiss bernama Alfred Buchi pada tahun 1905. Penggunaan turbocharger mulai digunakan untuk mesin Lokomotif dan mesin Diesel pada tahun 1920.

Gambar: 1.1 Komponen Turbocharger



Sumber: Manual Book

20. rotor complete	32. bearing CE
34. bearing TE	46. bearing space cover CE
48. bearing space cover TE	51. gas inlet casing
56. nozzle ring	57. cover ring
61. gas outlet casing	68. foot
72. compressor casing	74. air outlet casing
76. air inlet casing	77. wall insert
79. diffuser	81. sipencer
82. air suction branch	

Pada tahun 1950 motor diesel memasuki perkembangan pemakaian dan pemasaran yang lebih luas, dimana *Vernon Rose* mengembangkan pompa rotary serta *turbocharger*. Sehingga motor diesel sampai sekarang menjadi motor yang benar-benar efisien, turbocharger membantu pemasokan udara kedalam cylinder untuk agar pembakaran bahan bakar menjadi lebih sempurna. Namun faktanya di lapangan kinerja *turbocharger* sering mengalami penurunan yang disebabkan oleh penumpukan jelaga/sisa pembakaran bahan bakar dari *main engine*.

### **Sistem kerja Turbocharger:**

#### 1. Turbin

Turbin adalah salah satu komponen mekanik yang terdapat pada *turbocharger* untuk mengkonversikan energi panas dari gas buang hasil pembakaran bahan bakar dari dalam cylinder yang disalurkan melalui pipa gas buang ke turbin dalam bentuk energy panas untuk mendorong rotor menjadi energy gerak (Gaya Aksial) yang memutar poros turbo.

#### 2. Compressor

Kompresor merupakan bagian dari *turbocharger* yang bekerja menghasilkan udara yang bertekanan dengan memanfaatkan energy panas melalui gaya axial untuk memasukkan udara kedalam cylinder melalui intercooler.

Berdasarkan latar belakang tersebut maka penulis tertarik membahas permasalahan ini kedalam bentuk karya ilmiah terapan dengan judul “ANALISIS MENURUNNYA KINERJA TURBOCHARGER MAIN ENGINE MT. FLORENTINE”

## **B. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah dikemukakan di atas maka terlebih dahulu kita tentukan pokok permasalahan yang terjadi untuk selanjutnya kita rumuskan menjadi perumusan masalah guna memudahkan dalam pembahasan bab-bab berikutnya :

1. Bagaimana dampak pembakaran yang kurang sempurna pada mesin induk terhadap kinerja turbocharger mesin induk.?
2. Bagaimana upaya menanggulangi menurunnya kinerja *turbocharger* pada mesin induk ?

## **C. Batasan Masalah**

Mengingat begitu luasnya permasalahan pada *turbocharger* maka penulis membatasi ruang lingkup hanya tentang perawatan turbocharger terhadap.

1. Dampak yang di timbulkan apabila pembakaran yang tidak sempurna akan berdampak pada putaran turbine side dan blower side
2. Perawatan Turbo charger dengan *water flushing, chemical flushing* dan pembersihan jelaga pada *turbin side* yang dapat menyebabkan hambatan pada putaran blower *side*

## **D. Tujuan Penelitian**

Berdasarkan dari tujuan penelitian yang ingin dicapai dari hasil penelitian ini adalah

1. Untuk mengkaji penyebab tidak optimalnya kinerja *turbocharger* main engine di atas kapal.
2. Untuk mengkaji dampak menurunnya kinerja *turbocharger* .

## **E. Manfaat Penelitian**

Berdasarkan oleh manfaat penelitian adalah :

1. Manfaat teoritis
  - a. Memperluas pengetahuan tentang sistem turbo charger pada mesin induk.
  - b. Menjadi bahan rujukan penelitian atau referensi berikutnya bagi peneliti lanjut serta rekan – rekan taruna yang akan melaksanakan praktek laut dan pembaca tentang *turbocharger*.
2. Manfaat praktis
  - a. Memberikan referensi bagi perusahaan serta alat transportasi darat dan transportasi laut yang bertenaga pendorong mesin diesel yang mempunyai sistem *turbocharger*.
  - b. Sebagai bahan masukan bagi crew khususnya pada engineer yang bekerja di atas kapal sebagai perwira dan sekalipun pada transportasi darat yang bekerja sebagai mekanik dimana berkaitan tentang mesin penggerak dan mempunyai sistem *turbocharger*.

## **BAB II**

### **KAJIAN PUSTAKA**

#### **A. Landasan teori**

Menurut Sukoco, M.pd. dan Zainal Arifin, M.T (Bandung 2013:127-128) yang menerangkan tentang sistem pengisian udara pada *turbocharger* dijelaskan bahwa; *turbocharger* merupakan sebuah bagian dari mesin diesel yang berfungsi 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, Dengan *turbocharger* udara ditekan masuk kedalam silinder menggunakan *blower* yang diputar oleh turbin gas buang

#### **B. Pengertian Turbocharger**

*Turbocharger* ditemukan oleh insinyur swiss yang bernama Alfred Büchi pada tahun 1879. Ia adalah kepala penelitian mesin diesel di perusahaan manufaktur yaitu Gebrüder Sulzer. Turbo charger adalah paling penting pada sebuah turbin aliran aksial tahapan tunggal yang memutar kompresor udara tahap tunggal yang dihubungkan oleh sebuah shaf rotor untuk membentuk kandungan yang terkandung dari bebasnya unit perjalanan turbo charger. Ekspansi pada gas buang melalui noseI menghasilkan udara kecepatan aliran kecepatan tinggi masuk dan berrnutar kumpulan sudu-sudu turbin. Turbo charger adalah komponen mesin paling signifikan atau perangkat tambahan untuk meningkatkan horse power dalam pembakaran mesin. Mungkin ada argumen yang bertentangan, tapi saya membuat pernyataan ini dengan alasan yang bagus. Untuk memahami konsep ini,

penting untuk melihat mesin dengan cara yang sangat mendasar. mesin pertama adalah pompa udara. Tapi tujuan utamanya adalah perangkat yang mengubah pembakaran berbagai jenis bahan bakar menjadi energi mekanik sehingga bisa digunakan secara konstruktif dan terkendali.

Konversi energi panas ini ke energi mekanik dilakukan oleh beberapa mesin sederhana yang terdapat di dalam mesin. spesifik dari rangkaian mesin sederhana di dalam mesin ini bervariasi menurut desain dan merupakan perbedaan antara jenis mesin tertentu. Jelas beberapa desain lebih baik dari yang lain. Turbo charger adalah konversi energi merupakan faktor yang sama pentingnya dengan polusi udara, Maka dari itu turbo charger dapat membuat mesin menghasilkan emisi gas buang yang rendah sehingga dapat menghemat bahan bakar dengan maksimum.

### C. Fungsi Turbocharger

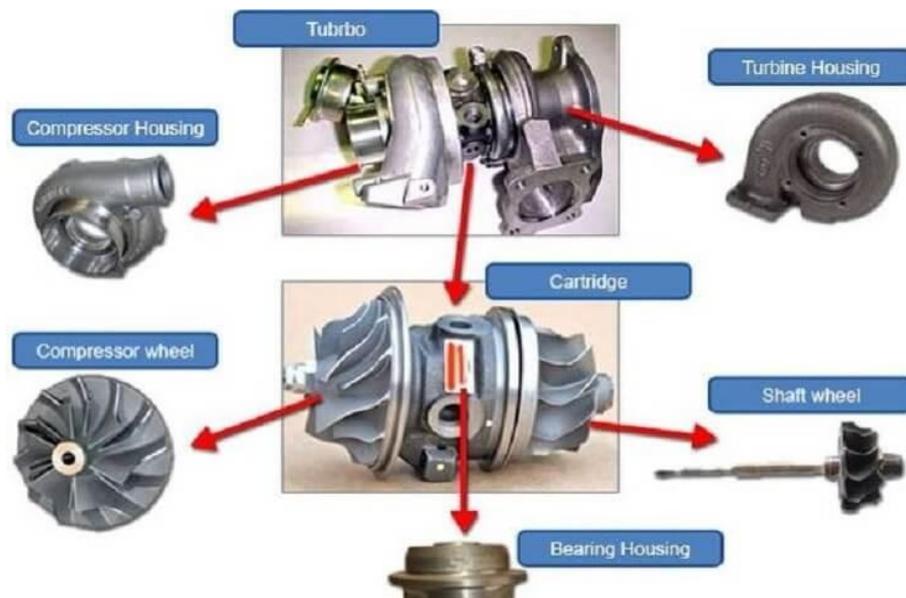
Menurut Wiranto Arismunandar, Koichi Tsuda (.Jakarta Pradnya, 1983) *Turbochager* untuk meningkatkan performa dari mesin diesel salah satunya dengan menggunakan turbocharger. Prinsip kerja dari turbocharger adalah memanfaatkan panas gas buang sebagai tenaga untuk memampatkan udara pembakaran sehingga 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. dengan adanya blower di sisi intake udara pembakaran akan semakin besar disisi intake manifold pada mesin diesel.

#### D. Bagian-bagian *Turbocharger*

MacInnes, H (1978). *Turbocharger* terdiri dari bagian-bagian penting yang memiliki peran dan saling berhubungan dan setiap bagian turbocharger it memiliki fungsi tertentu yaitu

Gambar 2.1. Bagian dari *turbocharger*



##### a. Turbine Shaft

Komponen pertama dari turbo atau *turbocharger* adalah turbine. Turbin adalah salah satunya komponen teknis yang ada pada mekanisme turbo. Bagian ini mempunyai fungsi untuk mengkonversikan energi panas dari fluida gas buang hasil pembakaran yang mempunyai tersisa pembakaran tidak prima dan energi panas yang melewatinya menjadi energi gerak yang memutar kutub turbo.

##### b. Kompresor Wheel

Kompresor ini juga merupakan salah satu komponen turbo yang

mempunyai fungsi mengganti energi gerak atau putar yang dibuat oleh turbine shaft yang diteruskan ke kompressor wheel. Proses ini lewat kutub jadi energi kompresi yang menggerakkan udara semakin banyak, hal ini supaya masuk ke ruangan bakar. derajat kecepatan pemutaran dari kompressor wheel ini sama dengan perputaran turbine shaft.

#### c. Bearing Housing / Center Housing

Masing-masing dari komponen turbin dan compressor pada mesin turbocharger diatur atas bagian rotor dan rumah casing. Dari ke-2 nya ini ada pada satu kutub yang serupa yang didukung oleh sebuah mekanisme bearing antara ke-2 nya.

Dalam perakitannya di antara turbin housing dan kompressor housing ini digabungkan oleh sebuah mekanisme yang diberi nama center housing and rotating assembly.

#### d. Intercooler

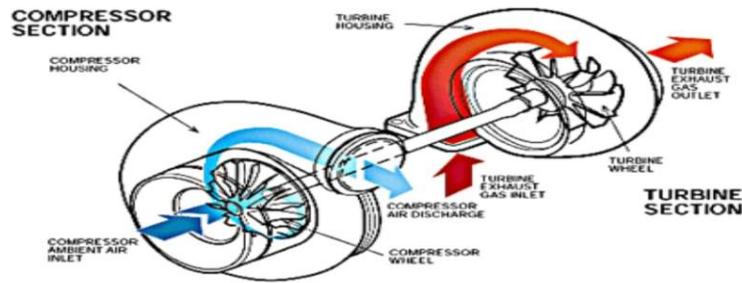
Karena udara yang dikompresi dari baling baling kompressor yang berputar dengan perputaran yang tinggi sekali akan mengakibatkan temperatur udara juga jadi bertambah. Dan oleh karenanya pada suatu mekanisme turbocharger diperlukan yang bernama intercooler yang berperan untuk turunkan temperatur dari udara yang dikompresi ini.

### E. **Prinsip Kerja Turbocharger**

*Turbocharger* mengalami perkembangan dari masa ke masa. walaupun begitu pada dasarnya memiliki prinsip kerja yang sama.

Menurut E Kariato (Jakarta , 2000 : 148) prinsip kerja turbocharger adalah proses langkah pembuangan di dalam cylinder mesin oleh piston.

Gambar 2.2 Prinsip Kerja Turbocharger



Adapun penggunaan turbocharger pada mesin diesel dapat meningkatkan tenaga atau power pada mesin secara instan dengan memanfaatkan gas buang dari mesin suplai udara yg lebih padat dan lebih banyak kedalam ruangan bakar menjadi kunci dari peningkatan tenaga. suplai udara konsisten dari turbo juga berpengaruh daripada efisiensi bahan bakar prinsip kerja turbo sangat sederhana gas buang yang dihasilkan oleh mesin menghasilkan daya dorong. semakin tinggi putaran mesin maka semakin besar daya dorong tersebut membuat turbin wheel berputar maka turbo akan mengisap dan memampatkan udara dalam jumlah yang besar pada saat itulah performa mesin dapat melonjak secara instan.

### 1. Sistem Pelumasan Turbocharger

Menurut (Sukoco & Arifin, 2013:136). pelumasan sangat penting, agar tidak terjadi gesekan yang berlebihan antara shaft dengan bushing yang dapat mengakibatkan trouble atau kerusakan pada komponen turbocharger. Dalam pelumasan diatas turbocharger dialiri oli paling akhir sehingga pada saat awal warming up sebaiknya tidak terlalu lama low idle karena oli bisa saja mengalir tidak maksimal sehingga dapat mengakibatkan umur turbocharger menjadi pendek.

## **2. Efisiensi dan Daya Mesin:**

*Turbocharger* meningkatkan efisiensi mesin dengan meningkatkan rasio udara-bahan bakar dengan menyediakan lebih banyak oksigen untuk pembakaran, mesin dapat mencapai daya yang lebih besar dengan konsumsi bahan bakar yang lebih efisien. Melalui penerapan landasan teori ini, turbocharger menjadi solusi efektif untuk meningkatkan daya dan efisiensi mesin pembakaran dalam, memberikan keuntungan signifikan dalam kinerja kendaraan dan mesin industri.

## **3. Perawatan *Turbocharger***

Menurut Coder (1988: 23), Perawatan merupakan suatu kombinasi dari tindakan yang dilakukan untuk menjaga suatu barang dalam, atau untuk memperbaikinya sampai, suatu kondisi yang bisa diterima. Sedang tujuan dilakukan perawatan adalah antara lain:

- a. Memperpanjang kegunaan aset (yaitu setiap bagian dari suatu tempat kerja, bangunan dan isinya).
- b. Menjamin ketersediaan optimum peralatan yang dipasang peralatan yang dipasang untuk produksi atau jasa untuk mendapatkan laba investasi semaksimal mungkin.
- c. Menjamin kesiapan operasional dari seluruh peralatan yang diperlukan dalam keadaan darurat setiap waktu.
- d. Menjamin keselamatan orang yang menggunakan sarana tersebut.

*Turbocharger* memiliki perawatan sendiri yaitu perawatan periodik yang berdasarkan buku manual di kapal kami 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 mur 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 kg/cm<sup>2</sup> pada beban yang sama terjadi penurunan menjadi 0,72 kg/cm<sup>2</sup> 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) Pembersihan saat ada beban yaitu pembersihan kompressor ketika mesin dipanaskan atau kurang lebih  $\frac{3}{4}$  dari beban penuh. Jika hal itu tidak dapat dilakukan, pembersihan kompressor ketika mesin beroperasi pada beban penuh.
  - a. 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
  - b. Setiap 8000 jam atau 1 tahun lakukan pembersihan Bagian-bagian kompressor. (impeller, diffuser, exhaust manifold, dll) .

#### **4. Memperbesar Daya Mesin**

Menurut P. Van Maanen (Motor diesel kapal 2001:24-26) punggsi dari *turbocharger* adalah menghasilkan udara tekanan dari blower ke ruang

pembakaran turbocharger juga di pasang sebagai usaha untuk mengurangi kerugian pembuangan yang cukup besar dari gas buang melewati saluran buang dalam hal ini gas buang di manfaatkan untuk menggerakkan turbin gas menggerakkan compressor.kompressor tersebut tersebut memompa udara masuk ke dalam silinder.Dengan demikian maka jumlah bahan bakar yang di masukan ke dalam cylinder dapat di perbanyak sehingga daya mesin dapat di perbesar.Apa bila campuran bahan bakardengan udara tekan yang tidak seimbang maka poros pembakaran tidak akan terjadi dengan sempurna.Hal tersebut akan mengakibatkan terjadinya pembakaran susulan (detonasi),hal ini jelas menambah beban mekanisme pada cylinder serta panas dari cylinder.

Akibat-akibat yang di timbulkan dari pembakaran yang kurang sempurna adalah sebagai berikut

- a. Kerugian panas dari dalam motor menjadi lebih besar,sehingga usaha yang di hasil kan akan turun
- b. Sisa-sisa pembakaran ini yang dapat pula melekat pada lubang pembuangan antara kataup dan dudukannya,terutama pada katup buang sehingga katup ini tidak dapat menutup rapat
- c. Sisa-sisa pembakaran akan merekat pada kepala torak
- d. (Piston Crown)dan dinding silinder liner proses pelumasan tidak sempurna

Tujuan dari system pengisian tekana pada motor diesel adalah agar dalam proses pembakaran bahan bakar di dalam cylinder tersedia cukup oksigen,sehingga terjadi pembakaran yang sempurna dan berdampak/berakibat pemakaian bahan bakar tiap HP/hours atau

KW/hours akan lebih hemat. Dibandingkan dengan motor diesel yang tanpa pengisian tekan, maka motor diesel pengisian mempunyai kelebihan sebagai berikut

- a. Bila sama-sama mempunyai diameter cylinder dan jumlah cylinder yang sama akan dapat daya motor yang lebih besar sampai 30-40%
- b. Bila dikehendaki mempunyai daya motor yang sama, maka baik diameter maupun jumlah cylinder dapat dikurangi sehingga bobot motor akan lebih ringan atau volume motor lebih kecil
- c. Pembakaran lebih sempurna karena udara didinginkan di intercooler sehingga udara lebih padat dengan oksigen. Karena terjadi pembakaran bahan bakar yang lebih sempurna
- d. Bahan bakar spesifik (tiap Kg/Kw/jam) akan lebih hemat

Meningkatkan kemampuan mesin diesel dan mengurangi biaya perawatan yang disebabkan kondisi-kondisi lemah (less exacting) pada *cylinder* lebih banyak sehingga tekanan udara masuk lebih tinggi dari pada tekanan udara luar

Pengisian tekanan yang dilakukan oleh turbocharger juga memiliki beberapa kerugian seperti di bawah ini:

- a. Konsumsi bahan bakar dan pelumasa *cylinder* lebih boros
- b. Harga beli mesin diesel lebih mahal
- c. Perawatan lebih banyak dan kompleks sehingga biaya lebih
- d. Waktu perawatan yang lebih lama
- e. Memerlukan keahlian ekstra pada waktu overhaul *turbocharger*

Pada system pengisian tekan terdiri dari dua sisi.yaitu sisi gas buang dan sisi udara.sistem pengisian tekan pada sisi gas buang terdapat dua system yaitu system denyut (*pulse system*) dan *system tekanan rata(constan pressure system)*

a. Sistem Denyut (*plus Syitem*)

Sistem denyut merupakan gas buang yang keluar dari masing-masing silinder di bagi atas kelompok.pengelompokan pipa gas buang ini didasarkan dari susuna piring order dan exhous manifoldnya.Diameter pipa gas buang tidak besar sehingga baik tekanan maupun kecepatan gas buang tidak keluar dari masing masing silinder tidak mengalami penurunan,hal ini mengakibatkan putaran roda sudu sudu turbin gas buang menjadi sangat tinggi,udara yang di hasil kan cukup banyak untuk pembakaran bahan bakar didalam silinder sehingga pembakaran bahan bakar sempurna dan daya motor optimal

b. Sistem Tekanan Rata (*Constan Pressure Syistem*)

Gas buang yang keluar dari masing-masing silinder di gabung dalam satu *exhaust manifold* tanpa mempertimbangkan piring ordernya diameter pipa gas buang lebih besar sehingga tekanan gas buang menurun dan putaranya menjdi rendah, hal ini berakibat pada putaran turbochargernya tidak setinggi sitem denyut dan udara yang hasilkan blower udara bantu yang di gerakan oleh motor listrik.terutama saat mengolah gerak diman putaran motor diesel belum stabil.sistem pengisian tekan pada sisi udara terdapat tiga system seri parallel,campuan

a. Sistem seri

Udara hasil *turbocharger* di pasang seri dengan udara hasil blower bantu yang gerakkan oleh motor listrik

b. System parallel

Udara hasil turbo blower dipasang parallel dengan hasil blower bantu yang di gerakan oleh motor listrik

c. System Seri dan Paralel

Sitem ini merupakan kombinasi dari kedua system seri dan parallel

## 5. Kesalahan dan dampak yang terjadi

Menurut Jusak Johan Handoyo, (2015:52) kurang cermatnya perawatan pada *turbocharger* akan berdampak merugikan bagi operasional kapal serta biaya suku cadang yang sangat mahal akan berdampak pada pengadaan suku cadang tersebut. Oleh karena itu perbaikan atau perawatan harus dilakukan agar tidak terjadi kesalahan yang merugikan tersebut, berikut adalah beberapa kesalahan dan dampak yang terjadi apabila kurangnya perawatan pada *turbocharger* :

1. Pelumasan yang tidak mencukupi.

a) Rusaknya bantalan berakibat pada bagian sisi kompresor dan sisi turbine akan bergesekan dengan rumah *turbocharger*.

b) Gas buang dari sisa pembakaran akan berwarna hitam pekat yang disebabkan oleh kurangnya suplai udara yang mencukupi untuk pembakaran.

c) Pemakaian dengan waktu lama tanpa pelumasan yang mencukupi akan menyebabkan pecahnya thrust bearing. Material pada thrust bearing akan

cepat aus dan terlihat panas karena bergesekan langsung dengan shaft yang akan menjadikan tidak stabilnya putaran *turbocharger* serta akan menimbulkan getaran dan lambat laun akan mengakibatkan pecahnya thrust beraing.

2. Minyak yang terkonaminasi objek lain.

- a) Partikel partikel kecil yang terkandung dalam minyak dan menyebabkan goresan pada bushing. Sehingga bushing akan berbahaya jika dipakai dalam jangka panjang. Bushing yang tergores akan menyebabkan oli masuk kebagian turbine yang berdampak pada borosnya konsumsi minyak lumas.
- b) Goresan atau keausan yang diakibatkan oleh kontaminasi minyak yang berlebih dapat dilihat di bantalan axial.

3. Panasnya kondisi minyak lumas

- a) Panasnya kondisi minyak lumas akan mengakibatkan turunya nilai kekentalan

#### **F. Kerangka Pikir**

Menurut Coder (1988: 23), perawatan adalah suatu kombinasi dari tindakan yang perlu dilakukan untuk menjaga suatu barang dalam atau untuk memperbaikinya sampai kondisi yang bisa diterima. Untuk menjaga perangkat *turbocharger* pada motor induk agar selalu bekerja optimal,

Menurunnya kinerja *turbocharger* pada mesin induk MT.Florentine



Faktor penyebab menurunnya kerja turbocharger pada mesin diesel

1. Perawatan mesin diesel dilakukan tidak sesuai dengan standart operasional prosedur (SOP)
2. Kondisi minyak lumas yang kurang baik
3. Air laut yang kotor
4. Kurangnya kepatuhan crew dalam melaksanakan perawatan sesuai maual book.



Dampak akibat menurunnya kinerja *turbocharger* pada mesin induk MT.Florentine

- a. Kinerja mesin induk menjadi tidak optimal karena kekurangan udara supply ke dalam ruang bakar..
- b. Terganggunya oprasional kapal karena mesin induk tidak normal
- c. Kerugian perusahaan (kerugian finansial) akibat keterlambatan



Upaya untuk mengatasi menurunnya kinerja *turbocharger* pada mesin induk MT.Florentine

- a. Melakukan overhaul pada turbocharger untuk mengganti bagian yang rusak
- b. Mengganti minyak lumas sistem
- c. Melakukan perbaikan terhadap sistem pendingin yang bermasalah yaitu dengan membersihkan filter serta cooler minyak lumas
- d. Melakukan upaya tambahan untuk optimalisasi penggunaan kerja *turbocharger* yaitu melakukan pembersian terhadap intercooler dan mengganti filter udara bilas
- e. Memberikan arahan kepada anak buah kapal (crew) untuk melakukan pekerjaan sesuai standart operational procedure berdasarkan manual book sebagai buku pedoman perawatan atau perbaikan yang benar

### BAB III

#### ANALISIS DAN PEMBAHASAN

##### A. Analisis

Analisis untuk meningkatkan daya keluaran mesin dengan meningkatkan massa jenis oksigen. Pesawat ini terdiri dari 2 (dua) bagian utama yaitu sisi turbin dan bagian sisi blower, yaitu dilengkapi dengan bearing, sealing dan bush serta shaft Turbocharger adalah suatu pesawat yang digunakan untuk mesin pembakaran pada masing –masing bagiannya

Tabel: 3.1 Spesifikasi turbocharger

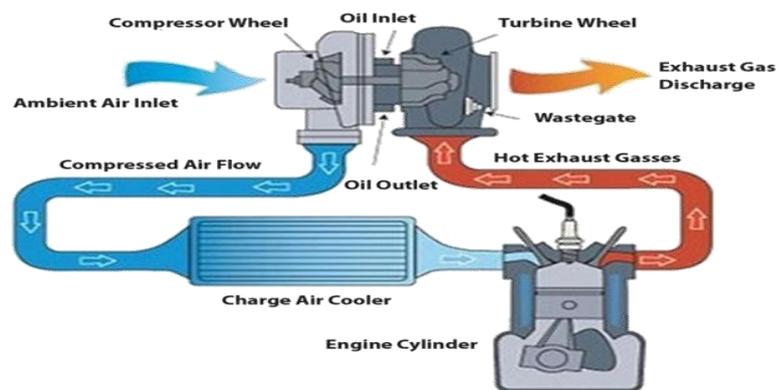
SPECIFICATION	
Model	Turbocharger
Type	MET 30 SR
Serial no	60025
Rpm	26.000
Max temperature	580 ° C
Air press	0.8 Kgf/cm <sup>2</sup>
Maker	Mitsubishi heavy industries Ltd

Untuk konstruksi kerangkanya terdiri 3 (tiga) bagian utama yaitu turbin casing, gas outlet, dan blower casing. Pada bagian turbin, terpasang sudu-sudu sebuah proses yang disebut dengan rotor. Selain itu gas buang akan melewati sudu-sudu dengan kecepatan tinggi.

Keadaan ini menyebabkan berubahnya arah aliran gas buang yang menghasilkan suatu gaya pada sudu turbin. Gaya ini disebut gaya aksial yang menyebabkan rotor menuju ruang yang terhubung dengan saluran gas buang yang diteruskan ke udara melewati sebuah cerobong asap.

Pada sisi blower, *impeller* dan difuser yang berfungsi sebagai penekanan udara bersih yang dihisap dari udara luar, kecepatan udara bilas yang terhisap oleh. Sisi blower ini akan berputar dengan sendirinya sesuai putaran mesin melewati sebuah diffuser. Bagian blower ini dilengkapi oleh saringan udara masuk (air filter). Pada rotor turbin yang diputar oleh tekanan gas buang dihubungkan dengan sebuah shaft untuk menggerakkan blower (compressor) untuk mengisab dan menekan udara kedalam mesin melalui inter cooler

Gambar 3.2 Siklus kerja Turbocharger



## B. Pembahasan

Untuk menjaga performa *turbocharger* perlu di adakan perawatan berdasarkan buku petunjuk manual untuk mempertahankan kinerja dari *turbocharger*. Perawatan tersebut biasanya mengacu pada jam kerja turbocharger (*running hour*). berikut ini terdapat data panduan perawatan sesuai buku manual perawatan dan perbaikan.

1. Data petunjuk manual book

Data petunjuk manual perawatan dan perbaikan *turbocharger* yang menjadi referensi dalam menjaga kinerja *turbocharger*.

Table: 3.2 Tabel petunjuk manual *turbocharger*

OCEAN OIL MARINE SHIPMANAGEMENT PTE LTD			MODE : TD - A	
<b>MAIN ENGINE</b>				
NAME OF VESSEL	OWNER	LOUNCHED	SERVICE SPEED	
MT . FLORENTINE	OCEAN OIL	23 FEB 2001	12.0 KNOT	
MAIN ENGINE	TYPE	STROKE	HORSE POWER	
HYUNDAI MAN BMW	6S 50-CM -C	TOW STROKE	12870 KW	
<b>MEASURMENT STANDARD</b>				
Max RPM	127	Turbocharger	MET 30 SR	
Operation RPM	102	Turbocharger RPM	24.000	
Critical RPM	50~60	Ave T/C RPM	20 .200 Rpm	
Average Ship speed	11.0 knot	T/C in exh. temp	Max 580°C	
Economical speed	10.5 knot	T/C out exh. temp	Max 440°C	
Viscosity Fuel oil	120 Cst	Cyl. Exh gas temp	Max 380 °C	
LO press	2.5~3.0 Kgf/ cm <sup>2</sup>	LO Piston cooling	45~ 60 °C	
FW cool. press	1.5~2.0 Kgf/ cm <sup>2</sup>	F.W cool. inlet temp	60 ~70°C	
SW cool. press	2.5~3.0 Kgf/ cm <sup>2</sup>	F.W cool. outlet temp	80~90 °C	
FO press	2.7~3.0 Kgf/ cm <sup>2</sup>	AIR cooler inlet temp	100~120 °C	
Air scav press	2.5~3.5 Kgf/cm2	AIR cooler outlet temp	45~55 °C	
Spesific grafity	MDO:0.8695	FO. Comsumption	0.151 gr/ ps.hrs	
Spesific grafity	MFO:0.9799	Cyl Oil Comsumption	1.603 gr/ ps.hrs	
<b>RUNNING HOURS</b>				
ITEM	MAINTENAN CE	RUN HRS	RUN HRS OH	
Fuel injection valve	Test press	1000	650	
Exhaust valve	Overhaul	2500	-	
Air cooler	cleaning	1500	1500	
T/C Flushing	Flushing	500	500	
T/C Clearance	Check	1500	1457	
T/C overhaul	Overhaul	8000	7302	
Scaving Trunk	check	3 month	3 month	
AIR Filter	Cleaning	weekly	Weekly	
LO Filter	Cleaning	Month	Month	
<b>TURBOCHARGER CLEARANCE</b>				
ITEM	CLEARANCE	ALLOWABLE	R.H MEASURE	R H
Blower - Casing	0.30 - 0.70	± 0.15	7303	8000
Turbine - Casing	0.25 - 0.50	± 0.10	7303	8000
Bearing	0.20 - 0.30	± 0.05	7303	8000
Shaft	0.02 - 0.05	± 0.01	7303	8000
Blower run out	0.20 - 0.40	± 0.10	7303	8000
Blower turn by hand	smooth	smooth	smooth	8000

## 2. Penyebab Timbulnya karbon pada *turbine*

Kurang maintenance rutin khususnya flushing sesuai jam kerja pada bagian *turbine*

- a) Perawatan system bahan bakar yang kurang tepat ( Filter, Bosch pump, Injektor)
- b) Perawatan filter yang kurang tepat

## 2. Cara mengatasi masalah karbon pada turbine

Untuk mengatasi karbon pada turbine perlu dilakukan flushing pada turbine dan blower side, pada proses ini ada dua media yang biasa di gunakan yaitu dengan menggunakan water pressure dan chemical flushing.

- 1) Bila karbon belum mengeras sebaiknya dilakukan metode flushing.

- a) Water pressure

Dengan menggunakan tekanan air yang sudah di koneksi dengan sedemikian rupa untuk membersihkan bagian-bagian turbocharger, tekanan air yang diperlukan untuk pembilasan turbine side

- b) Chemical granules (serbuk chemical) atau liquid chemical

Dengan media ini ada beberapa hal yang harus di perhatikan diantaranya jenis chemical yang harus digunakan adalah jenis walnut shell, ukuran 1.7-2.4 mm, jumlah yang harus di tuang ke dalam wadah yaitu 0.5-1 Ltr, tekanan udara 0.1-0.15 Mpa.

- 2) Pengecekan tekanan injector dan bosch pump

Kebocoran injector maka dapat mengakibatkan penumpukan jelaga jadi sebaiknya dilakukan pengetesan ulang atau overhaul

- 3) Pembersihan filter pada saringan udara.

### C. Lokasi Kejadian

Terlaksananya penelitian ini berdasarkan kejadian yang menjadi suatu pengalaman penulis bekerja diatas kapal MT. Florentine selama 9 bulan mulai maret 2023 sampai dengan November 2023 dalam kurun waktu tersebut kegiatan yang dilakukan adalah untuk meneliti permasalahan yang terjadi dengan turbocharger dan juga digunakan untuk melaksanakan tugas dan tanggung jawab sebagai perwira mesin (*second engineer*) diatas kapal.

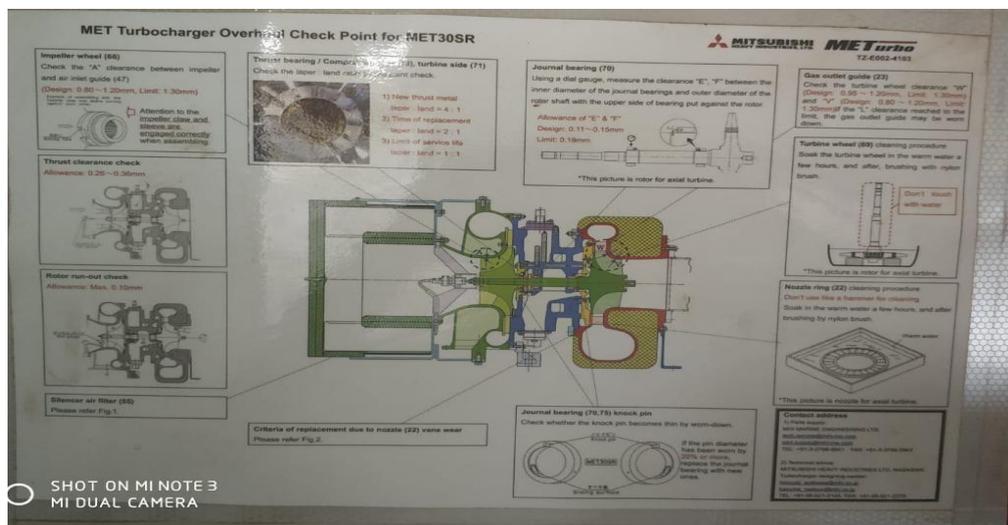


Gambar3.4 Turbocharger Type; MET 30 SR.

Pemeliharaan (*maintenance*) adalah faktor terpenting dalam pengoperasian kapal, terutama pemeliharaan *turbocharger* dan mesin induk sebagai penggerak kapal. Untuk pemeliharaan tersebut perlu dibutuhkan seorang masinis yang handal dan mengerti mengenai buku petunjuk manual permesinan (*instruction manual book*). Pada setiap kapal memiliki buku petunjuk standar untuk pemeliharaan (*maintenance*) atau buku pedoman *plan maintenance system* (PMS) dimana untuk semua permesinan kapal itu mengacu pada *instruction manual book* yang dikeluarkan oleh pabrik pembuat setiap permesinan diatas kapal

(Maker). Pelaksanaan perawatan rutin terhadap turbocharger sebaiknya dilakukan dengan baik sesuai buku petunjuk manual maka akan menyebabkan turbocharger tersebut mengalami ketahanan kinerja dalam penggunaannya. Buku petunjuk manual dikeluarkan atau dibuat oleh pabrik pembuat masing- masing komponen mesin sebagai bahan referensi dalam melaksanakan perawatan dan perbaikan. Berikut ini terdapat gambar buku petunjuk manual untuk pedoman perawatan dan perbaikan.

Gambar: 3.5 Petunjuk manual titik pengukuran turbocharge



Menurut fungsi dari *turbocharger* adalah sebuah peralatan untuk menambah jumlah udara yang masuk ke dalam silinder dengan memanfaatkan energi gas buang. Sedangkan fungsi lain *turbocharger* adalah meningkatkan keluaran tenaga mesin dengan meningkatkan massa oksigen memasuki motor.

Dengan adanya kerusakan pada *turbocharger* secara otomatis akan berpengaruh pada pengoperasian mesin induk kapal.

Mesin penggerak utama Mt. Florentine adalah jenis mesin dua tak, type Hyundai man B&W diesel engine yang harus mendapat perhatian khusus dalam menunjang kelancaran pengoperasian kapal dari satu pelabuhan ke pelabuhan lain. Type dari turbocharger yang dipakai pada mesin kapal adalah Turbocharger Mitsubishi type: MET 30 SR Dimana salah satu pesawat pendukung motor induk untuk meningkatkan daya mesin penggerak utama kapal.

Gammar 3.6. Gesekan akibat Penumpukan karbon



Tetapi seiring dengan perjalanan waktu turbocharger ini mengalami suatu indikasi kegagalan fungsi yang mengakibatkan kinerjanya menurun:

1. Prosedur yang digunakan dalam melaksanakan pekerjaan

Setelah perwira penanggung jawab motor induk mengadakan investigasi dan berkoordinasi dengan kepala kamar mesin (KKM) mengenai indikasi kegagalan fungsi kepala kamar mesin melaporkan kepada Nahkoda kapaltentang permesinan yang mengalami masalah.

Setelah Nahkoda dan KKM berkoordinasi dengan pihak perusahaan dan mendapat izin untuk perbaikan maka dipersiapkanlah mesin untuk maneuver mencari titik posisi untuk perbaikan kemudian main engine distop

(finish engine) dan selanjutnya dilaksanakan proses blow mesin, turning gear dan pendinginan.

## 2. Struktur komando dan kru yang terlibat

Setelah pihak kapal mendapat rekomendasi dari perusahaan untuk mengadakan perbaikan maka kru mesin menyusun komposisi rencana kerja secara terstruktur:

- 1) KKM sebagai penanggung jawab umum pekerjaan
- 2) Masinis II sebagai penanggung jawab kerja dan mesin induk
- 3) Masinis III pembantu pekerjaan perbaikan
- 4) Rating pembantu umum
- 5) Kadet mesin membantu sesuai yang diperintahkan
- 6) Briefing yang berhubungan dengan pekerjaan

Sebelum melaksanakan pekerjaan kepala kamar mesin mengadakan briefing standar procedure kerja menyangkut alat kelengkapan keamanan diri serta pengecekan alat-alat kelengkapan kerja yang akan digunakan.

Briefing ini juga menyangkut dokumentasi untuk kepentingan pelaporan kepada pihak perusahaan dan pihak berwenang:

- 1) Pihak perusahaan untuk klaim pekerjaan yang telah dilaksanakan
- 2) Bukti perawatan/ perbaikan telah dilaksanakan dikapal
- 3) Bukti kepada survey (*maintenance report*)
- 4) Arsip kapal

## 1. Petunjuk yang diberikan dalam melaksanakan pekerjaan

Petunjuk ini merupakan petunjuk teknis berdasar instruksi buku manual tentang pembongkaran *turbocharger*, pembersihan, pengukuran dan pemasangan kembali serta prosedur pengoperasian *turbocharger* motor induk (*dismantly and reassembly*).

Selain petunjuk buku manual kepala kamar mesin selaku penanggung jawab kamar mesin berkewajiban memberikan arahan kepada kru mesin tentang prosedur pekerjaan yang akan dilaksanakan untuk mencegah terjadinya kecelakaan kerja atau kerusakan karena kesalahan pekerjaan dan estimasi waktu pelaksanaan pekerjaan sampai selesai.

Dengan maksud pembongkaran pada bagian turbin side untuk memeriksa kondisi *turbocharger* serta menganalisa penyebab dari permasalahan yang terjadi serta cara perbaikan yang akan dilakukan.

- a. Petunjuk teknis perawatan dan perbaikan (buku petunjuk manual)
- b. Teknik pembersihan karbon
- c. Cara pemasangan komponen turbocharger
- d. Prosedur pengetesan turbocharger setelah diadakan perbaikan

## 2. Rekaman/catatan instruksi yang diberikan yaitu:

- a. Langkah – langkah perbaikan *turbocharger*
  - Pembongkaran
  - Pembersihan
  - Pemasangan kembali

- c. Cara pengukuran/calibrasi dan format pelaporan
- d. Ukuran standar buku petunjuk manual

### 3. Kondisi teknis dari objek/ mesin/ alat tertentu

Bungan dengan objek mesin *turbocharger* penulis dapat memberikan gambaran kondisi turbocharger yang mengalami penurunan kinerja karena adanya penumpukan karbon/jelaga yang perlu dilaksanakan proses perawatan dan perbaikan *turbocharger* bagian turbin side.

Tujuan pembersihan adalah untuk membuang kotoran-kotoran karbon yang menempel supaya gas buang keluar lewat nozzle untuk memutar sudu-sudu turbin gas buang lancar, dan dapat berputar dengan baik, sehingga dapat menghasilkan udara cukup untuk pembakaran.

### 4. Informasi lain yang relevan berhubungan dengan tempat kejadian

Pada mesin diesel dengan *turbocharger* terdapat kelengkapan yang disebut intercooler. *Intercooler* berfungsi untuk mendinginkan udara bilas yang akan masuk ke ruang pembakaran. Dengan mendinginkan udaramasuk dari blower *turbocharger*, diperoleh berat jenis lebih besar, sehingga beratnya bertambah (padat). Prinsip kerja dari inter cooler ini udara dari blower bersinggungan dengan pipa air pendingin sehingga panas udara akan teresap oleh air pendingin (raw- water).

Bentuk *intercooler* adalah suatu media berbentuk tabung yang rata dengan bahan anti karat, dilengkapi dengan sirip-sirip campuran aluminium. Sebagaimana pula suhu dan tekanan berhubungan langsung, maka udara panas keluar dari blower yang dapat mencapai suhu  $75^{\circ}\text{C}$  yang akan menaikkan suhu lagi, maka perlu kiranya didinginkan. Sesudah perbandingan

ini, udara yang padat ini ditekan masuk kedalam silinder yang akan menaikan efisiensi proses pengisapan udara masuk.

#### 5. Ship particular

Berikut ini merupakan ship particular yang peneliti peroleh selama melakukan penelitian pada MT. FLORENTINE.

#### **SHIP'S PARTICULARS**

Ship's Name	: MT. FLORENTINE
Call sign	: H3XC
IMO No	: 9 2 2 8 7 1 0
Port Registered	: Panama
Owner	: Ocean oil marine Pte. Ltd
LAO	: 170.00 M
LBP	: 161.754 M
Breadth	: 2 6 . 1 0 M
Depth	: 15.55 M
Air Draft	: 45.00 M
Gross Tonnage	: 17.413 T
Net Tonnage	: 6670 T
Dead Weight	: 25.413 M.tons
Summer Draft	: 10.00 M
Light Ship	: 6902 T
Cargo Tank Coating	:
Ship's Classification	: RINA
Kind Of Vessel	: Tanker for product
Sevice Speed	: 12. Knots
Compartment	: 19 Person
Main Engine	: HYUNDAI B&W 65 50CM-C/MCR
PSPropeller	: Single screw (Right handle)
Lounched	: 23 <sup>th</sup> Feb 2001
Built	: HYUNDAI MIPO DOCKYARD CO.LTD KO
Ship's Owner	: Florentine Ship management Pte.Ltd

#### D. Temuan

Ditinjau dari berbagai sudut pandang peneliti menemukan beberapa factor yang menyebabkan menurunnya kerja sebuah turbocharger. Berikut ini diuraikan ada dua factor utama penyebab dari kejadian tersebut diantaranya:

##### 1. Factor manusia

Menurut data yang ditemukan penulis dikapal menurunnya kinerja *turbocharger* pada kapal MT.Florentine disebabkan oleh kurangnya pengetahuan dan pengalaman keru dalam melaksanakan perawatan mesin induk. Sehingga masih penuh keraguan dalam melaksanakan tugas perawatan dan menganalisa masalah serta belum mengetahui resiko bila tidak melaksanakan tugas perawatan sesuai buku petunjuk manual.

- a) Kepala kamar mesin (KKM) kurang berperan aktif dalam memantau proses pelaksanaan perawatan rutin diatas kapal
- b) Minimnya penguasaan bahasa Inggris dari awak kapal karena semua buku petunjuk manual (manual book) tentang permesinan dikapal menggunakan bahasa inggris.
- c) Awak kapal kapal tidak melaksanakan perawatan dan perbaikan pada komponen turbocharger sesuai jam kerja.

##### 2. Factor dari luar kapal (external)

Pada pembahasan ini dapat dikelompokkan dalam dua kategori penyebab kegagalan fungsi dari suatu pesawat dikamar mesin yang dapat megakibatkan kinerja turbocharger tidak maksimal yaitu

### 3. Keadaan cuaca / kondisi laut

Selama pelayaran dari pelabuhan muat universal Singapore ke pelabuhan bongkar keadaan cuaca dikategorikan ekstrim karena ombak yang tinggi dibarengi dengan arus angin kencang dan air laut berlawanan dengan arah haluan kapal selama pelayaran.

#### a. Situasi dan kondisi pelabuhan

Kapal tidak bisa sandar karena kondisi cuaca ekstrim untuk bongkar muatan (*discharge port*) Jadi proses bongkar muat dilakukan dengan cara ship to ship dalam kondisi cuaca yang berobak.

#### b. Kepadatan lalu lintas laut

Keadaan tempat berlabuh dikategorikan padat dengan cuaca yang ekstrim jadi sulit untuk mengadakan perawatan dan perbaikan demi mencegah bilamana kapal larat berarti kita harus siap untuk olah gerak (*shifting*)

#### c. Komunikasi antara kru dengan management perusahaan

Komunikasi antara kru dengan management perusahaan dalam penyampaian informasi/ berita, baik itu informasi dari management kepada kru mengenai jadwal pelayaran kapal dan pengadaan suku cadang dan kebutuhan lain menyangkut operasional kapal.

#### d. Peraturan, survey atau pemeriksaan.

Survey dilaksanakan dengan tujuan untuk memastikan bahwa dokumen dan peralatan kapal sesuai dengan data pada dokumen mengenai perawatan dan perbaikan kapal.

Mengamati persoalan peraturan yaitu tidak terlaksananya pemeriksaan yang akurat dari pihak berwenang atau otoritas pelabuhan. Ini disebabkan karena adanya oknum petugas yang hanya mencari kepentingan pribadi sehingga mengabaikan tugas dan tanggung jawab.

#### **E. Urutan Kejadian**

Pada saat melakukan pelayaran dari pelabuhan SINGAPORE menuju Pelabuhan HAIPONG (Vietnam) tepatnya hari Kamis tanggal 20 Juli 2023 pukul 13.00 voyage 7/ 23 tiba-tiba terdengar suara ledakan di turbocaherger/surging putaran mesin induk mengalami penurunan dari putaran normalnya yang diikuti bunyi surging dari turbocharger dan saat itu masinis III yang sedang berdinis jaga mengecek semua alat control penunjang operasi mesin induk dan menemukan indicator tekan udara dalam ruangan scavenge rendah sudah tidak normal turun dari putaran normal mesin dari normal rpm tiba-tiba turun, kemudian melaporkan kepada kepala Kamar Mesin, lalu Kepala Kamar Mesin segera mengambil tindakan dengan menurunkan putaran (RPM) mesin induk.

Setelah masinis penanggung jawab mesin induk mengadakan investigasi dan berkoordinasi dengan kepala kamar mesin (KKM) mengenai indikasi kegagalan fungsi mesin induk distop (finish engine) dan diadakan proses pendinginan selama 60 menit.

Langkah pertama yang dilakukan sebelum perbaikan adalah pengukuran atau kalibrasi *turbocharger* pada bagian *blower side* gunanya untuk mengetahui apakah ada perubahan ukuran kalibrasi pada sisi blower. Setelah diadakan pengukuran didapatkan hasil bahwa hasil kalibrasi *blower side* masih dibatas

toleransi sesuai petunjuk buku manual.

a. Data pengukuran sebelum perbaikan turbocharger

Table: 3.3 Data pengukuran & temperatur sebelum perbaikan

NO	PENGUKURAN	RESULT OF MEASUREMENT				STANDART		REMARK
		T	B	P	S	CLEARANCE	ALLOW	
01	BLOWER - CASING	1.80	1.40	1.45	1.55	1.30 - 1.70	± 0.10	NORMAL
02	TURBIN - CASING	1.20	1.10	1.25	1.20	1.25 - 1.50	± 0.10	NORMAL
03	RLOWER RUN OUT	1.20			1.00	± 0.20	NORMAL	
04	BLOWER TURN BY HAND	LITTLE HARD			SMOOTH	SMOOTH	ABNORMAL	
05	T/C INLET EXH TEMP	460 °C			450 °C	± 30 °C	ABNORMAL	
06	T/C OUTLET EXH TEMP	420 °C			420 °C	± 20 °C	ABNORMAL	
07	CYL HIGHEST EXH TEMP	420 °C			400 °C	± 25 °C	ABNORMAL	
NOTICE: 1. TURBOCHARGER SOMETIMES SURGING 2. HIGH EXHAUST TEMP 3. LOW AIR PRESS INLET AIR COOLER								

Sumber: turbocharger MT. Florentine

Berdasarkan hasil pengukuran diatas kami memutuskan untuk diadakan observasi pada sisi *turbin side* dimana memungkinkan terjadinya penumpukan karbon pada turbin. Dan dimulailah pembongkaran komponen pada bagian turbin dan ditemukan terdapat penumpukan karbon yang berlebihan dan gesekan akibat penumpukan karbon.

Berhubung waktu yang diizinkan untuk mengadakan perbaikan oleh pihak perusahaan sangat terbatas maka kru hanya mengadakan perbaikan minor yaitu pembersihan jelaga / karbon pada bagian turbin saja. Langkah ini dimaksudkan untuk mencegah kerusakan yang lebih fatal.

Setelah proses pembersihan dilakukan dilanjutkan dengan pemasangan komponen dan pengukuran kembali sesuai petunjuk buku manual sampai pada penutupan casing selesai. Kemudian diadakan proses persiapan pengoperasian

mesindilakukan untuk melanjutkan pelayaran ke pelabuhan tujuan.

b. Data hasil pengukuran setelah perbaikan *turbocharger*

Table: 3.4 Hasil pengukuran & temperature setelah perbaikan

NO	PENGUKURAN	RESULT OF MEASURMENT				STANDART		REMARK
		T	B	P	S	CLEARANCE	ALLOW	
01	BLOWER - CASING	1.60	1.40	1.50	1.50	1.30 - 1.70	± 0.15	NORMAL
02	TURBINE - CASING	1.50	1.35	1.35	1.40	1.25 - 1.50	± 0.15	NORMAL
03	RLOWER RUN OUT	0.60				0.80	± 0.20	NORMAL
04	BLOWER TURN BY HAND	SMOOTH				SMOOTH	SMOOTH	NORMAL
05	T/C INLET EXH TEMP	440 °C				480 °C	± 30 °C	NORMAL
06	T/C OUTLET EXH TEMP	410 °C				420 °C	± 20 °C	NORMAL
07	CYL HIGHEST EXH TEMP	380 °C				400 °C	± 25 °C	NORMAL
NOTICE: 1. TURBOCHARGER NORMAL 2. TEMPERATUR NORMAL 3. AIR PRESS NORMAL								

Sumber: turbocharger MT. Florentine

Pelaporan hasil pekerjaan dan temuan dilakukan kepala kamar mesin (KKM) kepada perusahaan untuk mendapatkan petunjuk mengenai hasil temuan dan perbaikan yang dilakukan kru kapal. Berhubung pihak teknikal manager menginstruksikan untuk melanjutkan pelayaran sambil memantau situasi turbocharger. Setelah persiapan mesin selesai kepala kamar mesin melaporkan kepada nahkoda kapal bahwa mesin siap untuk berlayar.

Singkat kata saat mesin sudah mencapai putaran normal putaran *turbocharger* sudah berfungsi normal kembali dan tidak menemukan gejala surging. Sampai peneliti/penulis Karya Ilmiah Terapan (KIT) ini menyelesaikan kontrak kerja (*complete contact*) kondisi *turbocharger* dinyatakan normal. Itu tidak luput dari pelaksanaan perawatan yang tepat dilaksanakan sesuai buku petunjuk manual dan jam kerja perawatan yang rutin.

## **BAB IV**

### **PENUTUP**

#### **A. Kesimpulan**

Berdasarkan kejadian dan fakta dilapangan penulis menyimpulkan bahwa hal-hal yang dapat menurunkan kinerja *turbocharger* adalah:

1. Sisa hasil pembakaran yang kurang sempurna pada mesin dapat menyebabkan penumpukan karbon pada sisi *turbin blade* sehingga mengakibatkan gesekan pada *turbin* penumpukan jelaga/carbon pada *turbin side* yang dapat menyebabkan hambatan alur keluar gas buang
2. Upaya perawatan (*maintenance*) yang kurang tepat pada:
  - a. *Water flushing* atau chemical flushing jarang dilaksanakan
  - b. Perawatan suction filter tidak rutin
  - c. Perawatan *fuel injection valve* yang kurang tepat.

#### **B. Saran**

Berdasarkan kesimpulan dari pembahasan mengenai dari menurunnya kinerja turbocharger mesin induk MT.Florentine penulis merekomendasikan

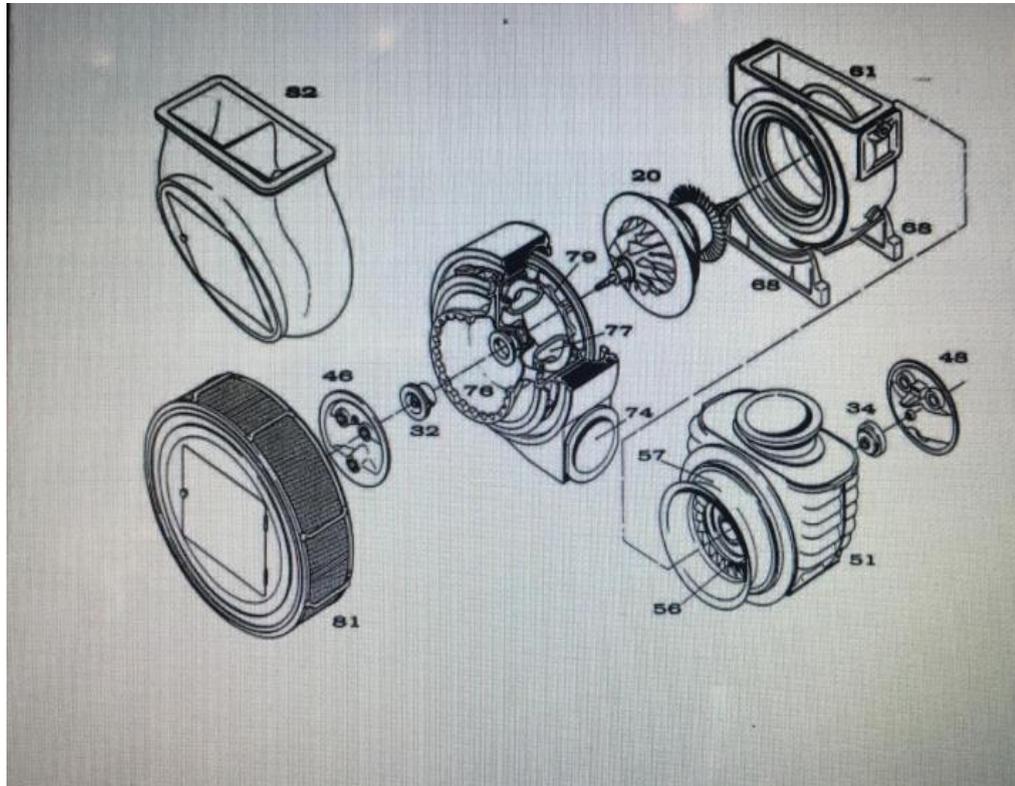
1. *Turbocharger* harus rutin dilakukan maintenance khususnya pada *turbine blade* agar tekanan gas menyentuh *turbine blade* dan lakukan pergantian *sparepart*
2. Arahan dari penulis berdasarkan temuan di atas kapal Mt.Florentine
  - a. Lakukan *water flushing* setiap hari ketika kapal jalan dan *chemical flushing* seminggu sekali
  - b. Lakukan pembersihan pergantian suction filter setiap 500 jam
  - c. Lakukan pengecekan tekanan *fuel injection valve* sesuai jam kerja

## DAFTAR PUSTAKA

- Menurut Sukoco,M.pd. dan Zainal Arifin,M.T (Bandung 2013:127-128) [Https://staffnew.uny.ac.id/upload/132297328/penelitian/Buku+Sistem+Bahan+Bkar+Motor+Diesel.pdf](https://staffnew.uny.ac.id/upload/132297328/penelitian/Buku+Sistem+Bahan+Bkar+Motor+Diesel.pdf) Diakses pada 21 januari 2024
- Alfred Buchi (July 11,1879) <https://id.wikipedia.org/wiki/Turbocharger> Di akses (21 januari 2024)
- Menurut Wiranto Arismunandar, Koichi Tsuda. (Jakarta Pradnya, 1983) <https://lib.ul.ac.id/m/detail.jsp?id=20101595&lokasi+lokal> Diakses (21 januari 2024)
- Menurut E Kariato (Jakarta , 2000) [https:// id.scribd.com / document/631255359/PR-Pratikum](https://id.scribd.com/document/631255359/PR-Pratikum) Di akses (21 januari 2024)
- Menurut.(Sukuoco & Arifin (Bandung 2013 :136 ). <https://id.scribd.com/document/631255359/PR-Pratikum> Diakses (22 januari 2024)
- Menurut Coder (1988:23 )<https://id.scribd.com/document/631255359/PR-Pratikum> Diakses 25 januari 2024
- Menurut Jusak Johan Handoyo, (2015:52) <http://egcmedkbooks.com> Diakses (06 February 2024)

## DAFTAR Lampiran

### Lampiran 1: Komponen Turbocharger



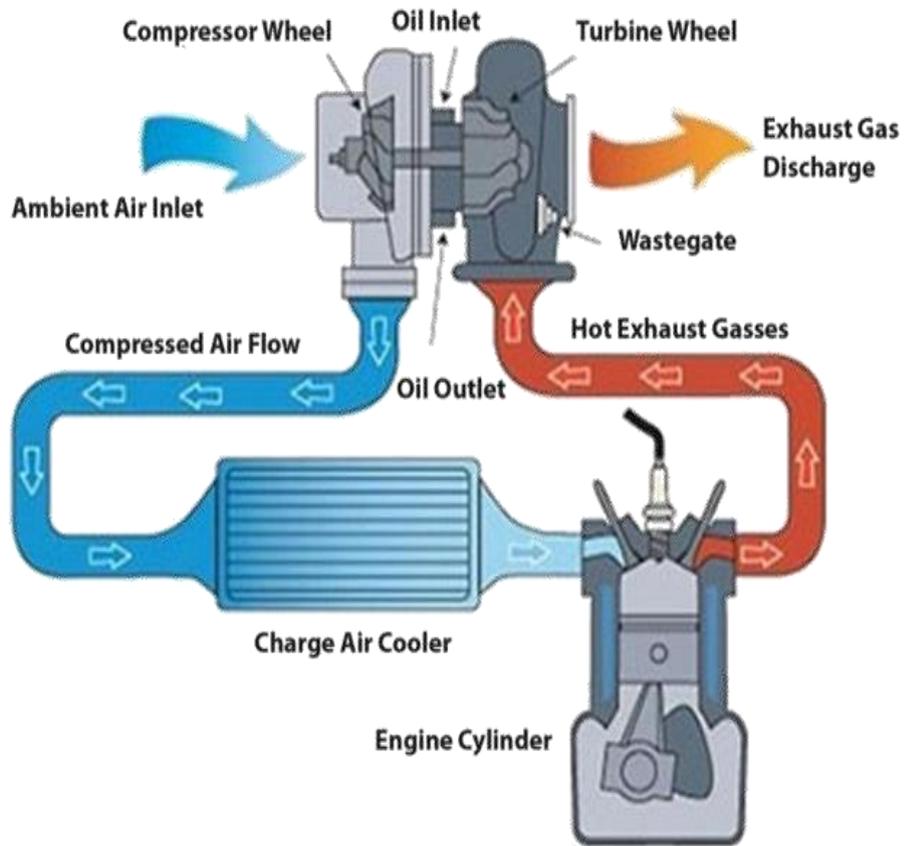
20. rotor complete	32. bearing CE
34. bearing TE	46. bearing space cover CE
48. bearing space cover TE	51. gas inlet casing
56. nozzle ring	57. cover ring
61. gas outlet casing	68. foot
72. compressor casing	74. air outlet casing
76. air inlet casing	77. wall insert
79. diffuser	81. sipencer
82. air suction branch	

Sumber: Instruction manual book

Lampiran 2: bagian bagian turbocharger

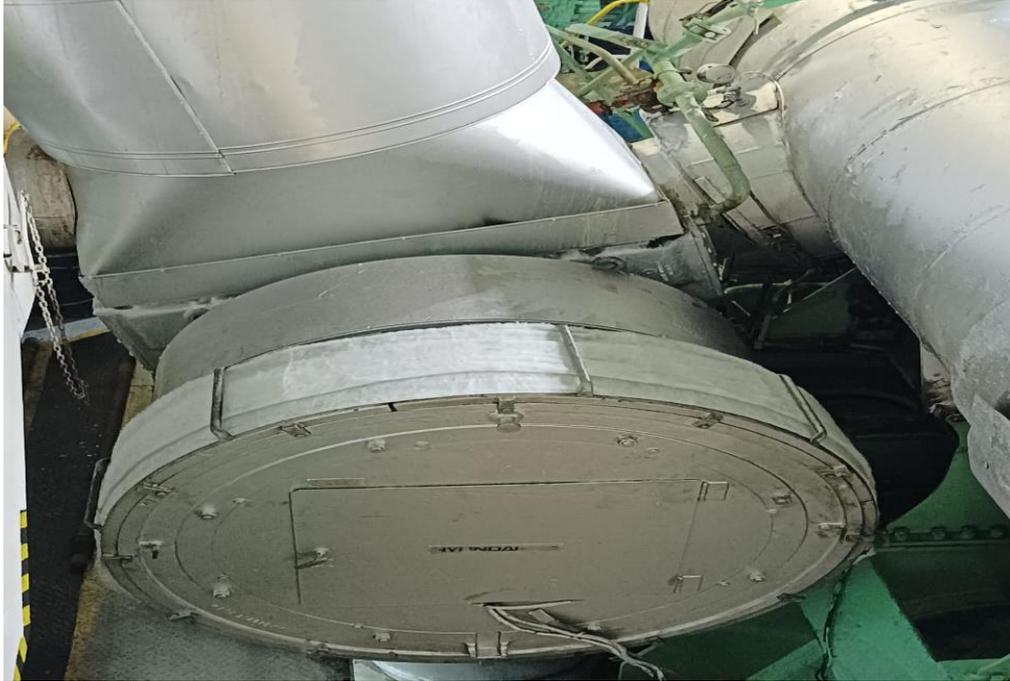


Lampiran 3: Gambar system udara bilas dan exhaust gas



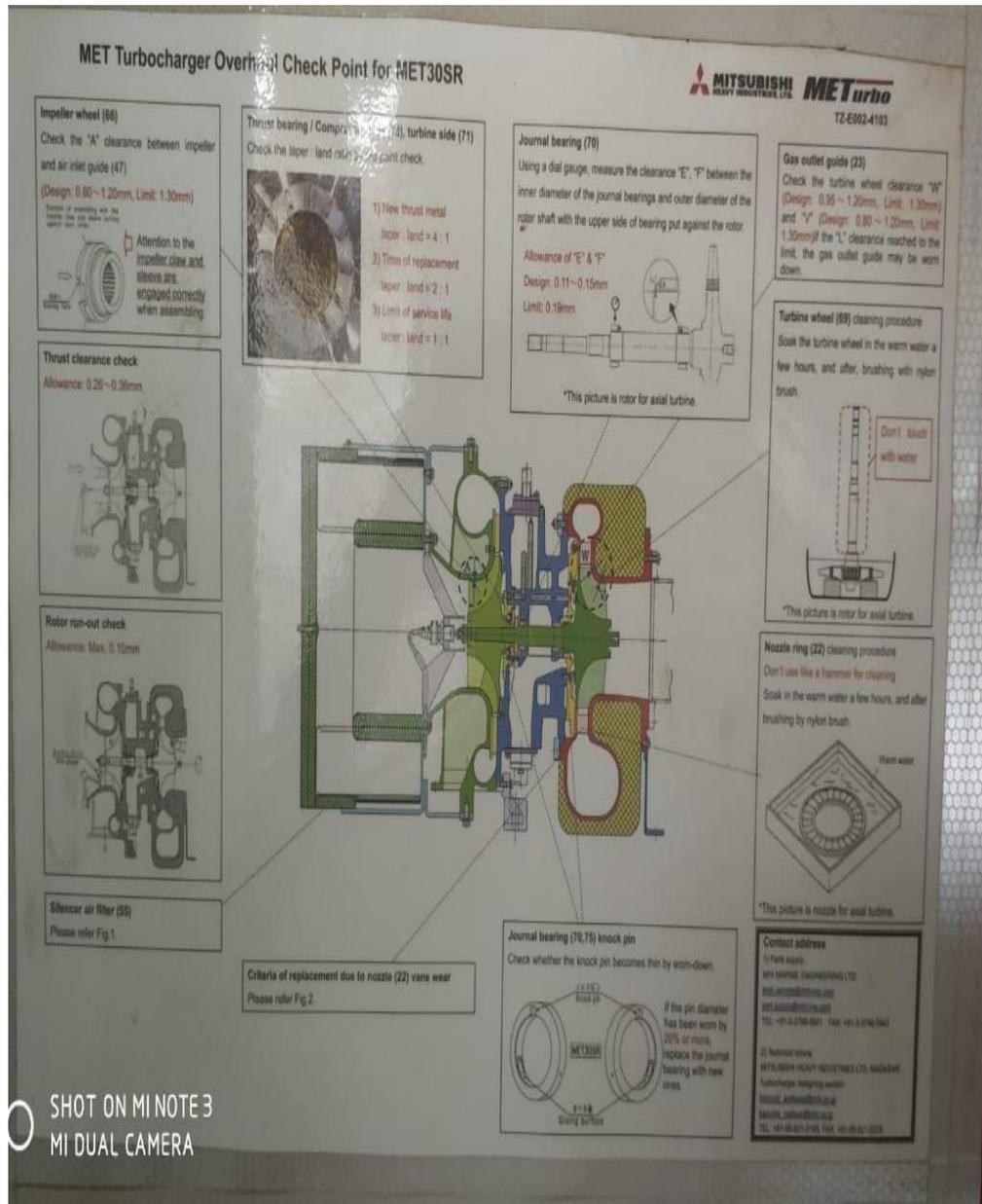
Sumber: Turbocharger air inlet and exhaust sistem

Lampiran 4: Turbocharger MET 30 SR



Sumber: MT.Florentine

Lampiran 5: Gambar petunjuk manual Turbocharger MET 30 SR



Sumber: Mitsubishi MET 30 SR

Lampiran 6: Gambar gesekan akibat penumpukan karbon turbin side



Sumber: Kapal MT.Florentine

Lampiran 7: gambar penumpukan karbon Turbocharger



Sumber: Kapal MT.Florentine

Lampiran 8: Gambar turbocharger bagian blower side



Sumber: foto turbocharger blower side MT.Florentine

Lampiran 9: Gambar perbaikan turbocharger bagian turbin side



Sumber: MT.Florentine

Lampiran 10: Gambar casing turbin side yang sudah dibersihkan



Sumber: MT Florentine

## RIWAYAT HIDUP



**R U D I**, Lahir palopo. Provinsi Sulawesi Selatan indonesia  
12 Februari 1984 Penulis mempunyai istri yang bernama  
**Risnawati** dengan dua orang anak bernama **Risqy**  
**Adriansyah** dan **Syifa Sauqiyah.R**

### Riwayat Pendidikan Formal :

- SD 588 Kalitata
- SMP Negeri 1 Ammasangan
- SMKP Katangka
- AMKOP Universitas 2023

Untuk mendapatkan peningkatan pengetahuan dan keterampilan di bidang kepelautan dengan mengikuti diklat-diklat yang pernah diikuti penulis yaitu :

1. Diklat Keahlian Pelaut ATT.IV Barombong 2011
2. Diklat Keahlian Pelaut ATT.III Barombong 2018
3. Diklat Keahlian Pelaut ATT.II Barombong 2021
4. Diklat Keahlian Pelaut ATT.I PIP Makassar 2024

Penulis memulai karirnya sebagai pelaut pada tahun 2003, berawal menjadi Oiler di atas kapal MV SAFFRON di PT. ASAHI MARINE KOREA, kemudian penulis melanjutkan Diklat Peningkatan dan melanjutkan kembali pekerjaan diatas kapal MT FORENTINE di PT. OCEAN OIL MARINE SINGAPORE dengan Jabatan Chief Engineer hingga sekarang.

Sejak November 2023 penulis aktif sebagai perwira siswa diklat pelaut ahli teknika tingkat I PIP Makassar Angkatan XXXVI dan Karya Ilmiah Terapan ini penulis buat sebagai syarat untuk menyelesaikan Pendidikan Diklat Pelaut ATT I.