

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



MAKALAH

**MENGOPTIMALKAN PERAWATAN TURBOCHARGER GUNA
MENINGKATKAN PERFORMA MESIN INDUK
DI KAPAL MT. MTG4**

OLEH

**DEDY SURACHMAT
NIS .01350 / TEKNIKA**

PROGRAM PENDIDIKAN DIKLAT UPGRADING ATT I

JAKARTA

2017

KEMENTERIAN PERHUBUNGAN

BADAN PENGEMBANGAN SDM PERHUBUNGAN

SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN



MAKALAH

MENGOPTIMALKAN PERAWATAN TURBOCHARGER GUNA

MENINGKATKAN PERFORMA MESIN INDUK

DI KAPAL MT. MTG4

Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan
Untuk Penyelesaian Program Diklat Pelaut - I

OLEH

DEDY SURACHMAT

NIS .01350 / TEKNIKA

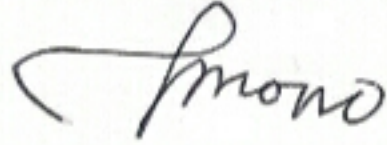
**PROGRAM PENDIDIKAN DIKLAT UPGRADING ATT I
JAKARTA
2017
KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
BADAN PENGEMBANGAN SDM PERHUBUNGAN
SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN**



TANDA PERSETUJUAN MAKALAH

Nama	: Dedy Surachmat
NIS	: 01350 / T
Program Pendidikan	: Diklat Pelaut - I
Jurusan	: Teknika
Judul	: Mengoptimalkan Perawatan Turbocharger
Guna	Meningkatkan Performa Mesin Induk Di Kapal MT. MTG4

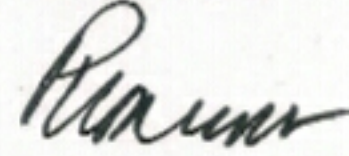
Pembimbing Materi,



An, Pramono SH. MM

Jakarta, 10 - Januari - 2017

Pembimbing Penulisan,

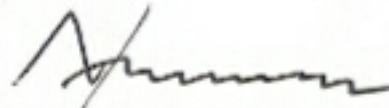


Drs. Purnomo, MM

Pembina (IV/a)

NIP. 19590612198003100

Mengetahui
Ketua Jurusan Teknik



Nafi Almuzani, MM. Tr

Penata Tk 1 (III/d)

NIP . 197209012005021001

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



TANDA PENGESAHAN MAKALAH

Nama	: Dedy Surachmat
NIS	: 01350 / T
Program Pendidikan	: Diklat Pelaut - I
Jurusan	: Teknika
Judul	: Mengoptimalkan Perawatan Turbocharger
Guna	: Meningkatkan Performa Mesin Induk Di
Kapal	

MT. MTG4

Penguji I
Materi

Penguji II
Materi

Penguji III
Materi

Heru Widada, MM
Pembina (IV/a)
(IV/c)
NIP, 197302051999031001
195509261976031001

Drs. Taher Usemahu, MSi
Pembina (IV/a)
NIP, 195404211980031002

Drs. R. Manurung, MM
Pembina Utama Muda
NIP,

Mengetahui
Ketua Jurusan Teknik

Nafi Almuzani, MM. Tr
Penata Tk I (III/d)
NIP .197209012005021001

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji syukur serta atas anugrah Tuhan yang Maha Esa dengan Rahmat dan Hidayahnya yang dikaruniai akhirnya Penulis dapat menyelesaikan Makalah ini Dengan judul : *“Mengoptimalkan Perawatan Turbocharger Guna Meningkatkan Performa Mesin Induk Di Kapal MT. MTG4”*

Dalam penyusun Makalah ini adalah sebagai bukti persyaratan untuk menyelesaikan Program Pendidikan Diklat Pelaut - I yang di selenggarakan di Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran Jakarta. Dalam penyusunan makalah ini, Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan-kekurangan baik dari segi teknik penulisan, bentuk kecermatan materi, pengetahuan yang di dapat dan juga

waktu selama Penulis alami pada saat bekerja di atas kapal. Karena itu beberapa pengalaman Penulis yang di dapat selama ini, masih jauh dari kesempurnaannya. Maka dengan sangat rendah hati mengharapkan masukan yang berupa kritikan-kritikan dan saran saran untuk menyempurnakan penyusunan makalah ini. Maka Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Bapak Capt, Weku F. Karuntu, MM. Selaku Ketua Kepala Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran Jakarta.
2. Bapak Bambang Sumali. MM. Selaku Ketua Divisi Pengembangan Usaha di Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran Jakarta.
3. Bapak Nafi Mulzani, MM.Tr. Selaku Ketua Jurusan Teknik di Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran
4. Bapak An. Pramono. SH. MM. Selaku Pembimbing Materi yang sudah membantu dalam penyusun Makalah.
5. Bapak Drs. Purnomo. MM. Selaku Pembimbing Penulisan yang sudah memberi masukan dalam penyusunan Makalah.
6. Para Dosen Pengajar di Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran Jakarta yang secara langsung telah memberikan beberapa Materi dan Bimbingan yang bermanfaat bagi Penulis
7. Seluruh Teman-teman Perwira Siswa-Siswi ATT / ANT - I di Angkatan XLV dan Di Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran yang telah memberi dukungan dan Doa.

DAFTAR ISI

Halaman

TANDA PERSETUJUAN MAKALAH

TANDA PENGESAHAN MAKALAH

KATA PENGANTARi

DAFTAR ISIii

DAFTAR TABELiii

DAFTAR GAMBARiv

BAB I : PENDAHULUAN

A. Latar belakang Masalah1

B. Identifikasi, Batasan Dan Perumusan Masalah.....3

C. Metode Penelitian

.....5

D. Tujuan dan Manfaat Penelitian

n.....8

E. Waktu dan Tempat Penelitian.....9

F. Sistematika Penulisan.....10

BAB II : LANDASAN TEORI

A. Hasil Penelitian Terdahulu.....11

B. Tinjauan Pustaka12

C. Kerangka pemikiran27

BAB III : HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Deskripsi Data28

B. Analisis Data30

C. Alternatife Pemecahan Masalah37

D. Evaluasi Pemecahan Masalah.....43

BAB IV : PENUTUP

A. Kesimpulan51

B. Saran-saran.....52

DAFTAR PUSTAKA.....v

LAMPIRAN.....vi

DAFTAR TABEL

Halaman

Table 1. Data *Ship particulars*9

Table 2. Data ketentuan *turbocharge main engine*
e.....31

Table 3. Data pengamatan kinerja turbocharger mesin induk dari *engine log book*.....32

Table 4. Data catatan temperatur dan tekan *turbocharger* mesin induk
.....33

Table 5. *Clearance sheet turbocharger* dari KBB *instruction manual book*.....
35

Table 6. *Operating values for turbine washing*.....38

Table 7. *Specification of bolts, screws, nuts and plug*
s.....42

Table 8. Konstruksi bagian-bagian dari *turbine gas housing*.....
44

Table 9. Konstruksi pada bagian *compressor housing*
g.....45

DAFTAR GAMBAR

Halaman Gambar 1. Aliran gas buang dan udara. Dari sumber	12
Gambar 2. Sistem sirkulasi udara dan gas buang <i>turbocharger (two stroke engine)</i>	14
Gambar 3. Sistem sirkulasi udara dan gas buang <i>turbocharger (four stroke engine)</i>	17
Gambar 4. Pipa-pipa system tekanan denyut (<i>Pulse pressure</i>).....	18
Gambar 5. Pipa-pipa system tekanan konstan (<i>Constant pressure</i>).....	19
Gambar 6. Perputaran kompresor.	23
Gambar 7. Grafik. Lingkaran <i>Surging</i>	24
Gambar 8. Grafik. <i>Percentage (%)</i> , <i>turbocharger speed</i> dengan <i>engine Outpu</i>	

t.....25

Gambar 9. Grafik. Waktu pengoperasian terhadap beban mesin dan

Gambar10. Grafik Waktu pengoperasian terhadap kecepatan *turbocharge*

r.....28

Gambar 11. Kontruksi pada bagian *turbine housing (over haul)*.....43

Gambar 12. Kontruksi pada bagian *compressor housing (over haul)*.....
45

Gambar 13. *Over haul* pada *rotor shaft compressor impelle*
r.....46

Gambar 14. *Over haul complated of rotor shaft turbine axia*
l.....47

Gambar 15. *Over haul complated of rotor shaft compressor impeller and*
Turbine axia
l.....48

BAB I

PENDAHULUAN

A. LATAR BELAKANG MASALAH.

Turbocharger merupakan suatu pesawat yang mampu menghasilkan udara bertekanan yang sangat dibutuhkan untuk proses pembakaran di dalam silinder mesin *diesel* dan mesin-mesin berbahan bakar bensin, dimana teknologi sekarang ini sudah sebagian dilengkapi sistem *turbocharger* baik untuk permesinan penggerak kapal atau mobil-mobil *modern*. Artinya sistem ini untuk meningkatkan performa mesin sehingga tenaga mesin yang dihasilkan bertambah dan juga efisien dalam pemakaian bahan bakar. Putaran *turbocharger* digerakan oleh gas atau udara panas yang keluar dari silinder dan masuk ke *turbin blower*, maka turbin berputar dalam satu poros batang penghubung ke *compressor blower*, dimana udara luar terhisap oleh *compressor blower* dan ditekan udara tersebut masuk ke dalam silinder dengan cara paksa ketika *intake valve* terbuka pada saat posisi *piston* langkah hisap.

Pada awal tahun 1905, *turbocharger* pertama kali di temukan oleh Alfred Buechi insinyur berkebangsaan Swiss yang bekerja di IHI Sulzer, beliau memperoleh hak *patent* mesin ciptaannya. Lalu beliau mendeskripsikan mesin *supercharger* dengan mesin berbahan bakar bensin empat langkah, yang dilengkapi *system multi stage axial compressor* dan *multi stage turbine* yang terletak dalam satu poros *shaft* yang sama. Hasil ini mengarah ke Buechi dan mempublikasikan tentang mesin yang dilengkapi sistem *turbocharger* pada tahun 1909. Dan hasil pun lebih baik dari

mesin-mesin pembakaran tanpa *turbocharger*. Seiring dengan perkembangan era-globalisasi atau kemajuan zaman yang semakin *modern*, maka perkembangan, pemakaian, dan pemasaran pada mesin diesel maupu mesin bensin yang dilengkapi

sistem *turbocharger* semakin meluas pemasarannya. Dimana mesin-mesin diesel sampai saat ini menjadi momen utama yang diakui baik untuk permesinan olah gerak kapal, permesinan bantu (*Auxiliary Engine*) maupun untuk kendaraan-kendaraan *automotif modern* yang dilengkapi sistem *turbocharger*. Artinya *diesel engine* atau motor bakar bensin yang dilengkapi *turbocharger* lebih efisien dan ramah lingkungan. Dan hasil tenaga motor pun yang dihasilkan lebih besar dayanya jika dibandingkan sekelas dengan silinder *volume* yang sama.

Dalam riwayat penulis di atas kapal MT. MTG4, *turbocharger* mesin induk kenyataannya dilapangan ditemui banyak masalah-masalah yang timbul pada kinerja *turbocharger* tersebut. Banyak masalah kendala saat perjalanan trayek laut. Seperti masalah pertama pada suhu gas buang yang keluar dari tiap-tiap silinder mesin batas normal 380°C sampai dengan batas maksimum 440°C . Suhu naik menjadi 430°C , Ini artinya *Safety device* bekerja bila suhu gas buang mendekati angka maksimum, akan terjadi *alarm high temperature exhaust gas* dan mengakibatkan putaran mesin induk *slow down* perlahan-perlahan *engine Off*. Hal ini juga disebabkan dari *turbocharger* tidak normal atau juga *injector valve failure*. sehingga proses pembakaran tidak sempurna akibat pasokan udara ke dalam silinder kurang. Dimana massa udara di ruang bakar seharusnya 1:14,5 atau juga sistem pengabutan jelek pada *injector valve*-nya dan itu akan menimbulkan asap hitam yang di hasilkan banyak mengandung karborasi yang pekat dan melekat pada sudu-sudu *turbine*

blade yang berputar.

Faktor ke dua juga pada getaran turbocharger (*Vibration*), hal ini juga disebabkan *bearing* turbin dan *bearing* kompresor mengalami kerusakan (ke Ausan) sehingga mengakibatkan putaran *turbocharger Unbalancing*. Dimana masalah *unbalancing* pada *turbocharger* ini akan berdampak pada putaran kompresor blower dan turbin side bekerja tidak normal dan juga mempengaruhi performa mesin induk menurun. Selain itu biaya dalam perbaikan pada *turbocharger* pun mahal dan memakan waktu yang cukup lama karena membutuhkan persiapan suku-suku cadang yang siap digunakan untuk melakukan perbaikan *over haul*. Maka itu yang menjadi fokus permasalahan pokok utamanya adalah tidak adanya perawatan turbocharger mesin induk di atas kapal, sehingga performa mesin yang dihasilkan menurun.

2

Maka itu Penulis mengambil solusi dan langkah-langkah untuk melakukan perawatan pada turbocaharger tersebut. sehingga dalam penyusunan makalah ini Penulis mengangkat judul : ***“Mengoptimalkan Perawatan Turbocharger Guna Meningkatkan Performa Mesin Induk Di Kapal MT. MTG4”***

B. IDENTIFIKASI MASALAH DAN BATASAN MASALAH

Berdasarkan latar belakang diatas dapat dijelaskan sebagai Identifikasi masalah dan batasan masalah. Dimana dalam penulisan makalah ini membahas permasalahan yang terjadi di atas kapal sebagai berikut :

1. Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah dalam penulisan makalah ini menyangkut tentang masalah tidak adanya perawatan *turbocharger* di atas kapal yang

menyebabkan performa mesin induk yang dihasilkan menurun. Hal ini disebabkan tidak berjalannya sistem perawatan dan perbaikan yang sesuai pada *planning maintenance system* diatas kapal dan instruksi buku manualnya. Ada pun kemungkinan faktor penyebab kerusakan-kerusakan yang timbul di bagian komponen utama *Turbocharger* sebagai berikut :

- a. Tidak adanya perawatan pada *turbocharger* di atas kapal, sehingga kompresor blower dan turbin side bekerja tidak normal.
 - b. Kesalahan dalam penggunaan minyak lumas *turbocharger*, sehingga dapat merusak bagian-bagian komponen metal jalan seperti *bearing turbine* dan *compressor bearing*.
 - c. Tidak adanya perbaikan *over haul* pada *turbocharger* sehingga mengakibatkan kerusakan-kerusakan yang fatal pada bagian komponen-komponen mekaniknya, dan dapat mempengaruhi turunnya performa mesin induk yang di hasilkan.
 - d. Tidak tersediannya suku-suku cadang turbocharger di atas kapal, sehingga
dalam perawatan dan perbaikan pada turbocharger tidak berjalan sistemnya.
- 3
- e. Kurangnya pengetahuan masinis di atas kapal terhadap perawatan dan
perbaikan turbocharger, sehingga dalam sistem pelaksanaannya tidak berjalan.

2. Batasan Masalah

Agar dalam penulisan makalah ini lebih jelas dan terarah serta lebih

mengarah pada pokok permasalahan, maka diperlukannya pembatasan masalah. Oleh karena itu dalam Makalah ini hanya menjelaskan berdasarkan latar belakang di atas. Maka semua topic permasalahan dapatlah diketahui begitu luasnya pembahasan masalah yang menyangkut tentang beberapa bagian komponen dari Turbocharger mesin induk. Khususnya bagaimana cara mengatasi permasalahan-permasalahan pada *Turbocharger*. Hal ini sangat penting untuk meningkatkan performa mesin induk dalam pengoperasian kapal. Maka itu penulis membatasi masalah dari permasalahan di atas sebagai berikut :

- a. Tidak adanya perawatan pada *turbocharger* mesin induk di atas kapal sehingga pada kompresor *blower* dan turbin side bekerja tidak normal.
- b. Tidak adanya perbaikan *over haul turbocharger* mesin induk di atas kapal sehingga mengakibatkan kerusakan-kerusakan yang fatal pada bagian komponen-komponen mekaniknya, dan dapat mempengaruhi turunnya performa mesin induk yang dihasilkan.

C. PERUMUSAN MASALAH

Dimana hasil peninjauan dari pendahuluan dalam latar belakang masalah di atas, maka penulis dapat menyusun rumusan permasalahan yang akan diuraikan dalam pembahasan dan dibahas satu-persatu pada permasalahan sebagai berikut :

- a. Apa tujuannya diadakan perawatan turbocharger di atas kapal, agar kompresor blower dan turbin side dapat bekerja dengan normal ?
- b. Mengapa harus diadakan perbaikan *over haul turbocharger* di atas kapal, agar kerusakan-kerusakan yang fatal pada komponen-komponen mekaniknya dapat diperbaiki dan performa mesin induk yang dihasilkan meningkat ?

D. METODE PENELITIAN

1. Studi Pendekatan

Dalam penyusunan makalah ini, ada beberapa metode sebagai bahan perbandingan guna mendapatkan hasil yang akurat serta sesuai dengan ketentuan yang ada. Ada pun dalam penyusunan makalah ini penulis menggunakan metode pendekatan sebagai berikut :

a. Studi Kasus

Mengadakan pengamatan secara langsung dengan masalah yang terjadi serta menganalisa setiap kejadian-kejadian kerusakan pada *turbocharger* mesin induk kapal di MT. MTG4.

b. Deskriptif Kualitatif

Penelitian yang menghasilkan data-data deskriptif yang berupa kata-kata tertulis atau lisan dari orang dan perilaku yang dapat di amati. seperti data-data kerusakan-kerusakan *turbocharger* yang dicatat untuk laporan kerusakan

Sebagai tanda bukti atau data-data yang didatakannya.

2. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data perlu didukung dengan teknik yang tepat, dilaksanakan dengan sistematis yang baik agar suatu jaminan bahwa hasil dari suatu pengamatan merupakan hasil dari eksperimen atau praktik sebelum mendapatkan data-data pengamatan tersebut. Tujuannya agar hasil dari pengamatan ini akan lebih terbukti dan handal (*reliable*), karena dengan hal tersebut data yang diperoleh akan lebih lengkap. Objektif dan dapat di pertanggung jawabkan sehingga dalam pengkajiannya akan memberikan suatu gambaran dan penjelasan yang

benar. Maka itu untuk mencapai hal tersebut penelitian ini harus menggunakan teknik pengumpulan data sebagai berikut :

a. Observasi

Merupakan suatu cara dalam teknik pengumpulan data yang didasarkan atas

pengamatan-pengamatan yang langsung dilakukan pada objek penelitian di

5

lapangan. Dan akhirnya mencapai pada suatu kesimpulan yang benar, dimana penulis mengamati dan memahami prinsip kerja pada *turbocharger* mesin induk di atas kapal MT. MTG4.

b. Teknik Wawancara

Wawancara adalah suatu reportase yang dapat dilakukan dengan Tanya jawab dalam bentuk diskusi untuk mencari informasi Yang berlangsung antara pencari data dengan Orang-orang yang Berkopentensi dalam Keahliannya. Dimana hasil diskusi ini adalah percakapan langsung dengan KKM, Para Masinis, Teknisi dari Mekanik *turbocharger* dan Semua Pihak yang dilibatkan di kapal-kapal tersebut. Dimana diskusi ini yang dibahas yaitu :

1. Cara melaksanakan pemeliharaan *turbocharger* yang benar agar kompresor blower dan turbin side dapat bekerja dengan normal, serta meningkatkan performa mesin induk baik sesuai yang diterapkan dalam perawatan dan perbaikan dari intruksi buku manualnya.
2. Cara melakukan pemasangan suku-suku cadang yang benar saat perbaikan *over haul turbocharger* sesuai perhitungan-perhitungan

pada *clearance*-nya dari *instruction manual book*.

3. Cara mengatasinya jika *turbocharger* terjadi *surging* saat mesin induk

dalam kecepatan penuh dan tindakan-tindakan yang harus dilakukan jika terjadi kerusakan pada turbocharge secara tiba-tiba.

c. Metode Dokumentasi

Dokumentasi adalah sekumpulan berkas yakni mencari data-data berupa catatan, transkrip, buku-buku, surat kabar, majalah, dan lain-lain. Oleh karena itu penulis mengumpulkan beberapa data-data yang terkait dari beberapa buku panduan dari *manual book* dan surat laporan yang ada di atas kapal. Karena dari data-data tersebut ada hubungannya dengan permasalahan yang akan diteliti oleh penulis yaitu:

1. Catatan harian kamar mesin (*engine log book*)

6

2. Surat permintaan suku cadang dan surat laporan pemakaian suku cadang
3. Intruksi buku manual dari *turbocharger*.
4. Laporan bulanan pada perawatan dan perbaikan (*Monthly Report of Maintenance and Repaired*)
5. Buku *Spare Part Catalog Turbocharger*

d. Studi Pustaka

Studi pustaka merupakan teknik pengumpulan data melalui dari beberapa buku-buku pelajaran maupun dari perpustakaan serta buku instruksi dari perawatannya. Selain itu juga ditambah pengetahuan penulis dari beberapa pengalaman di atas kapal. Pengumpulan data

melalui studi pustaka menjadi bagian penting dalam penelitian ketika penulis memutuskan untuk melakukan bahan kajian pustaka dalam menjawab rumusan masalah yang akan dipergunakan untuk memecahkan masalah-masalah yang ada dalam makalah. Pengumpulan teknik ini dengan membaca dan mencari informasi-informasi yang berhubungan dengan *turbocharger*. Dengan demikian penelitian akan dilakukan dengan jelas dan dalam waktu singkat karena data yang diperoleh mudah didapatkan untuk penulis makalah sebagai sumber masukan bagi penulis untuk memecahkan masalah yang ada dalam penyusunan makalah.

e. Teknik Analisis Data

Teknik analisis data adalah suatu metode atau cara untuk mengelola sebuah data menjadi informasi sehingga karakteristik data tersebut menjadi mudah untuk dipahami dan juga bermanfaat untuk menemukan solusi permasalahan pada *turbocharger*. yang dipergunakan dalam penyusunan makalah ini adalah metode deskriptif yaitu fakta yang digunakan atas kejadian-kejadian yang dialami penulis selama melakukan kerja di atas kapal dan beberapa data-data yang dikumpulkan. Maka itu dalam pengamatan, Penulis melihat dari data-data yang sudah ada mulai dari permasalahan-permasalahan yang terjadi, bacaan yang didapat dari beberapa kumpulan buku-buku yang ada dan menganalisa dalam pemecahan masalah yang kongkrit dan jelas. Sehingga beberapa masalah yang timbul dapat diselesaikan dengan baik dan benar.

E. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

Berdasarkan Uraian latar belakang diatas dapat disusun tujuan dan

kegunaan penelitian, Yaitu sebagai berikut :

1. Tujuan Peneliti

- a. Mengoptimalkan perawatan yang benar pada *Turbocharger* untuk meningkatkan performa mesin induk tetap stabil dalam kinerjanya.
- b. Sebagai bahan rujukan penelitian atau referensi berikutnya bagi penulis dan pembaca tentang *Turbocharger* mesin induk di atas kapal.
- c. Menambah pengetahuan yang luas, dan terampil dalam bidang keahliannya, Khususnya untuk semua perwira mesin yang bertanggung jawab diatas kapal dalam perawatan *turbocharger* secara benar dan rutin sesuai jam kerja yang berdasarkan intruksi dari buku manualnya.

2. Manfaat Penelitian

a. Manfaat teoritis (keilmuan)

- 1). Merupakan masukan yang bermanfaat dalam menambah wawasan dan ilmu pengetahuan yang luas tentang peningkatan ketenaga kerjaan diatas kapal, Serta menjalankan prosedur perawatan dan perbaikan yang benar terhadap *Turbocharger* sesuai instruksi dari buku manualnya.
- 2). Diharapkan dapat bermanfaat bagi para pembaca sebagai pedoman kerja agar dapat mengatasi setiap permasalahan yang mungkin terjadi dalam sektor perawatan dan perbaikan khususnya pada *Turbocharger-turbocharger* mesin diesel di atas kapal.

b. Manfaat Praktis

- 1). Memberikan referensi-referensi bagi perusahaan pelayaran khususnya transportasi laut yang memiliki armada-armada yang bertenaga dorong besar pada mesin diesel dan dilengkapi sistem *Turbocharger*.
- 2). Sebagai bahan masukan bagi semua kru perwira mesin yang bekerja di atas kapal dan sekalipun pada transportasi angkutan darat

F. WAKTU PENELITIAN DAN TEMPAT PENELITIAN.

1. Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di atas kapal selama 9 bulan saat penulis melakukan kerja kontrak di laut. Hasil penelitian ini dilakukan dari mulai penulis *sign on* pada tanggal 23-January-2012 S/D 20-September-2012.

2. Tempat Penelitian

Dimana hasil penelitian ini di dapat dari perusahaan pelayaran swasta PT. Bintang Samudera Utama yang di *charter* oleh PT. Wilmar. Dimana penulis melakukan penelitian di atas kapal seperti yang di tunjukan pada table 1 *Shiparticuler* dibawah ini.

Tabel 1. *Shiparticuler*

Nama Perusahaan	PT. Bintang Samudera Utama
NAMA KAPAL	MT. MTG4
Tipe Kapal	<i>Cargo Petroleum Oil Tanker</i>
Bendera Kapal	Indonesia
Registrasi Pelabuhan	Jakarta
Biro Klasifikasi	LR + BKI
Tahun Pembuatan	2010

Nomor IMO	9800405673
Sebutan Kapal	TOTJ
D.W.T	3.800 T
G.R.T	2.240 T
L.O.A	98,78 m
Tipe Mesin Induk (<i>Main Engine Type</i>)	<i>Four Stroke Of Main Diesel Engine</i> MAK / 20 MC
Daya Maksimum (<i>Hourse Power</i>)	2.725 KW.
Jumlah Silinder	6 Unit.
Panjang Silinder	597 mm

G. SISTEMATIK PENULISAN MAKALAH

Dalam penyusunan makalah ini penulis membuat sistematis penulisan untuk mempermudah dalam membaca isi pokok dari Makalah ini. Maka penulis membuat Makalah ini ditulis dalam (4 Bab). Dalam sistematika penulisan sebagai berikut :

BAB I : Dalam bab I ini, terdapat pendahuluan yang berisi latar belakang, identifikasi masalah, batasan masalah, perumusan masalah, metode penelitian yang di bagi menjadi dua bagian yaitu studi pendekatan dan teknik pengumpulan data. Dimana dalam teknik pengumpulan data di bagi mejadi 5 bagian yaitu observasi, teknik wawancara, metode dokumentasi, studi pustaka dan teknik analisis data. Selain itu juga dilengkapi tujuan, manfaat penelitian dan sistematis penulisan.

BAB II : Dalam bab II merupakan kerangka konseptual yang berisi batasan konsep mengenai materi yang di dapat dari kajian pustaka dan teori-teori yang diterapkan dari buku-buku referensi yang mendukung untuk penulisan makalah. Selain itu juga diambil Dari masalah yang diteliti serta dasar kerangka pemikiran yang akan ditempuh dalam memudahkan penyusunan makalah.

BAB III : Dalam bab III mengenai hasil penelitian data yang diperoleh dari pembahasan yang berisi deskripsi data, analisis data pada permasalahan-permasalahan yang terjadi pada *Turbocharger* mesin induk di atas kapal. dan uraian-uraian hasil kajian, temuan, ide pengembangan yang sesuai rumusan masalah yang akan dibahas lebih luas di dalam pemecahan masalah, evaluasi masalah dan tujuan manfaatnya.

BAB IV : Dalam bab IV ini terdiri tentang kesimpulan-kesimpulan penulis yang menyimpulkan seluruh pembahasan dalam permasalahan yang terjadi pada turbocharger mesin induk di atas kapal. Selain itu juga berapa poin-poin yang di capai dan saran-saran penulis yang sesuai dengan tujuan dalam penyusunan makalah.

BAB II

LANDASAN TEORI

A. HASIL PENELITIAN TERDAHULU

Dalam penyusunan makalah ini telah ditinjau hasil penelitian terdahulu dan Beberapa materi-materi yang sebelumnya sudah ada dalam pustaka. Hasil dari penelitian ini dimana pada *turbocharger* mempunyai peranan penting bagi mesin diesel penggerak utama dan mesin diesel generator diatas kapal, Baik mesin diesel dua langkah dan empat langkah (*two strok and four strok diesel engine*). Karena mesin diesel penggerak utama maupun mesin diesel generator ini selalu dilengkapi dengan *turbocharger*. Maka kaitannya sangat penting sekali dalam menambah pasokan udara ke dalam silinder mesin untuk proses pembakarannya, Sehingga usaha yang dihasilkan lebih besar dibandingkan mesin diesel penggerak biasa tanpa *turbocharger*. Sebab itu *turbocharger* perlu diadakan perawatan dan perbaikan rutin agar mencegah dari kerusakan-kerusakan yang tidak diinginkan serta tidak mengganggu dalam pengoperasian kapal.

Pada saat penulis bertugas jaga diatas kapal MT. MTG4. Telah terjadi permasalahan pada *turbocharger* mesin induk bekerja tidak normal . Dimana suhu gas buang dari yang masuk *turbine gas* batas *minimum* dan *maximum* yaitu 380°C sampai dengan 440°C Dimana hasil dari penelitian diatas kapal di temukan tinggi gas buang pada turbine gas 430°C . Ini artinya bila mencapai suhu tertentu mesin induk akan terjadi alarm pada *exhaust gas high temperature*-nya. Putaran mesin induk pun perlahan-lahan akan turun secara tiba-tiba yang mengakibatkan mesin induk mati saat kapal sedang beroperasi. Faktor ke dua juga terjadinya getaran *turbocharger*, hal ini juga disebabkan bantalan atau *bearing* turbin dan *bearing* kompresor mengalami kerusakan atau (ke Ausan). Sehingga menyebabkan putaran *turbocharger*

(*Unbalancing*) karena kinerja pada kompresor blower dan turbin side putarannya tidak stabil. Selain itu juga banyaknya kotoran sisa carbon

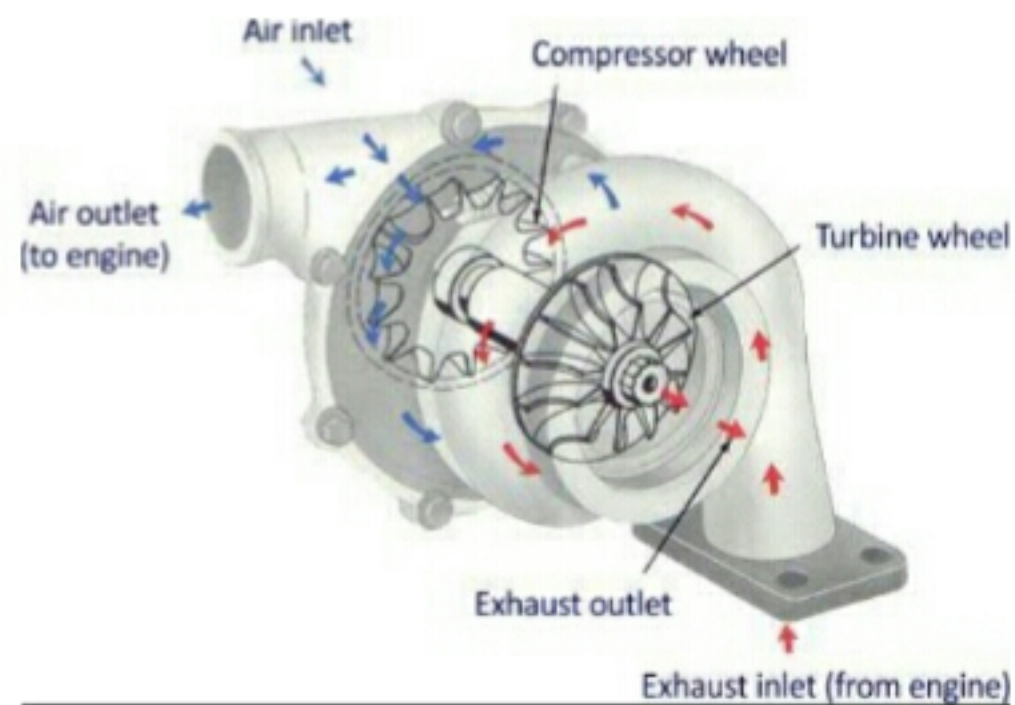
pembakaran yang melekat dibagian sisi *rotary turbine blade* dan kompresor sentrifugal hisapnya. Maka sirkulasi udara dan gas panas di sistem *turbocharger* bekerja tidak normal. Hal ini disebabkan kurang perawatan-perawatan terhadap *turbocharger* sehingga performa mesin induk yang dihasilkan menurun.

B. TINJAUAN PUSTAKA

Bedasarkan pembahasan didalam penulisan makalah ini, penulis telah menggunakan beberapa materi-materi yang didapat dari pustaka. Dan dalam pustaka tersebut sangat berkaitan dengan permasalahan tersebut yang ditulis dan dibahas oleh penulis. Didalam makalah ini; Pengertian, Pembahasan dan permasalahan yang diambil berdasarkan dari data-data kepustakaan ini diambil dari beberapa buku-buku atau dari media internet antara lain :

1. Pengertian *turbocharger*,

Menurut Karyanto (2000) *Turbocharger* adalah suatu komponen tambahan pada motor pembakar dalam mesin diesel, yang berfungsi untuk meningkatkan masa aliran udara yang masuk kedalam silinder mesin, seperti pada gambar 1. Sehingga daya yang dihasilkan dapat meningkat. Komponen utamanya terdiri dari turbin , kompresor , *connecting shaft*, *VTR bearings*, dan *rumah impeller*.



Gambar 1. Aliran gas buang dan udara.

12

2. Komponen-komponen utama dari *turbocharger*, Karyanto (2000)

a. Rumah Kompresor (*Compressor house*)

Rumah kompresor terbuat dari bahan aluminium bersambungan dengan bagian pusat inti (*Center Core*) ditopang oleh jaminan baut dan plat.

b. Pusat inti (*Centre Core*)

Pada bagian rumah pusat inti terdapat poros *shaft* penghubung, turbin dan kompresor (*blower*), bantalan, *ring*, *plate ring*, dan *oil deflector*. Bagian-bagian yang berputar termasuk *turbin shaft*, *Compresor wheel*, *shaft bearing*, *thurst washer* dan *oil seal ring*. Dimana bagian-bagian yang berputar pada *turbocharger* dioperasikan pada kecepatan dan *temperature* yang tinggi sehingga materialnya dibuat sangat selektif dengan keserasian yang sangat tinggi.

c. Rumah Turbin (*Turbine House*)

Terbuat dari bahan *cast steel*/dan bersambungan dengan bagian

rumah pasat dengan memakai *steel ring* penjamin, diantara sambungan rumah turbin dan *manifold* dipasang gasket yang terbuat dari bahan *stainless steel* untuk menjamin sambungan tersebut.

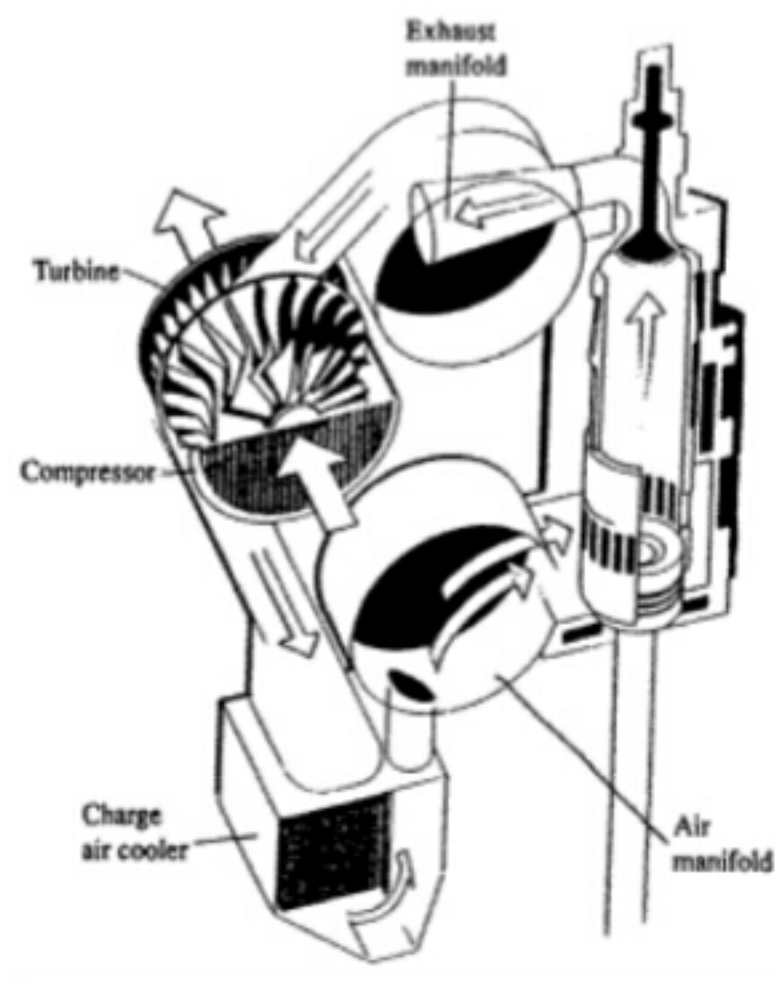
3. Kontruksi *turbocharger*

Menurut Karyanto, (2000) mengatakan bahwa kontruksi *turbocharger* terdiri dari sebuah turbin dan kompresor, keduanya dipasang dalam satu poros *shaft*. Turbin gas berfungsi sebagai pemutar turbin dengan memanfaatkan energi panas gas buang. Dimana gas buang dari *exhaust gas manifold* disalurkan menuju rumah turbin sehingga turbin berputar. Putaran turbin menghubungkan ke kompresor melalui poros batang punghubung sehingga kompresor berputar. Dimana kecepatan komperesor berputar sama dengan percepatan putaran turbine yang dihasilkan, sehingga udara terhisap masuk ke dalam silinder dan udara yang di *supply* ke dalam silinder lebih banyak, maka proses pembakaran yang di hasilkan lebih sempurna.

4. Prinsip kerja dari *turbocharger* motor diesel 2 langkah

Menurut karyanto,(2000) mengatakan bahwa prinsip kerja *turbocharger* adalah proses pembuangan gas buang di dalam silinder motor yang dilakukan oleh *piston* mendorong gas buang hasil pembakaran sehingga gas buang di dalam ruang pembakaran terdorong keluar melalui katup buang menuju saluran *exhaust manifold*. Gas buang menekan kesuatu roda turbin sehingga menghasilkan putaran. Kompresor yang dipasang dalam satu poros dengan roda turbin menghasilkan putaran akibat terdorongnya oleh

gas sisa hasil pembakaran yang keluar melalui cerobong mesin, sehingga menghasilkan tekanan udara. Hembusan udara yang mengakibatkan terjadinya pemadatan udara masuk dengan tekanan di atas 1 atm. Pada umumnya udara yang terhisap oleh kompresor menuju *intake manifold* dimana udara yang keluar dari kompresor mencapai suhu 80°C maka perlunya didinginkan dengan *air cooler*. Sesudah proses pendinginan, maka udara yang padat ini ditekan masuk ke selinder yang akan menaikkan efisiensi proses pembakaran, Bila udara didinginkan 20°C maka daya mesin dapat dinaikan 6 sampai 7 %. Perhatikan pada gambar 2.



Gambar 2. Sistem sirkulasi udara masuk ke kompresor dan gas buang masuk ke turbine (*Two Stroke engine*)

5. keuntungan dan Kerugian Dari *Turbocharger*, Karyanto (2000)

a. Keuntungan dari *turbocharger*

- 1). Sebuah *turbocharger* dapat meningkatkan daya torsi mesin diesel sebesar 30%-40% dari versi konvensional.
- 2). Mengurangi kebisingan mesin, dimana *turbine casing* bertindak sebagai kumpulan penyerapan kebisingan mesin gas buang. Dan bagian kompresor mengurangi kebisingan yang dihasilkan oleh pulsa dalam *intake manifold*.
- 3). Pemakaian bahan bakar lebih ekonomis. Artinya sebuah mesin yang dilengkapi *turbocharger* memiliki efisiensi volume metrik yang lebih tinggi dibandingkan konvensional (mesin tanpa turbo), dengan mencapai pembakaran yang lebih sempurna, dan menghasilkan konsumsi bahan bakar yang lebih rendah.
- 4). Pengurangan asap atau gas buang yang keluar dari mesin tersebut, dimana mesin yang dilengkapi *turbocharger* menghasilkan fase pembakaran lebih efisien dan bersih.
- 5). Membantu dalam meredam gas buang, dimana *turbocharger* dapat meredam bunyi letupan yang dihasilkan oleh gas buang yang keluar dari mesin tersebut, karena pada *turbocharger* dilengkapi dengan alat peredam suara (*silencer filter*).

b. Faktor kerugian-kerugian dari *turbocharger*.

Kerugian-kerugian mekanis akibat terjadinya gesekan mempunyai hubungan dengan ukuran dan jumlah putaran motor diesel tersebut. Pembesaran kerugian gesekan karena adanya penggunaan, atau *turbocharger* hanya disebabkan karena bertambahnya putaran motor saja. Oleh karena itu adanya motor diesel yang dilengkapi dengan *turbocharger*

mempunyai tingkat efisiensi mekanis yang lebih besar, bila dibandingkan dengan motor diesel tanpa *turbocharger* dengan daya yang sama.

15

6. Hubungan *performance* mesin dengan *turbocharger*.

Sukoco dan Arifin (2008) mengatakan bahwa motor pembakar dalam tanpa turbo menghisap udara dari luar hanya mengandalkan ke vakuman saja. Maka itu udara yang terdapat hanya sederhana dan hasil pembakaran pun standar. Tetapi jika mesin diesel menggunakan *turbocharger* maka, udara yang diasumsikan didalam silinder lebih banyak, dan hal ini yang membuat pembakaran lebih sempurna, dan daya keluaran dari mesin pun meningkat serta lebih hemat dan efisien dalam konsumsi bahan bakar.

a. Manfaat *Air Cooler System* pada *Turbocharger*

- 1). Untuk pendinginan atau pemindahan energi panas dari udara ke media air tawar dengan menggunakan suatu alat pendingin (*Air Cooler System*).
- 2). Dapat meningkatkan atau menambah kandungan molekul oksigen dalam udara tersebut, sehingga udara menjadi padat dan kaya dengan oksigen.
- 3). Dapat menyempurnakan pembakaran dalam silinder, karena udara kaya dengan kandungan atau molekul oksigen

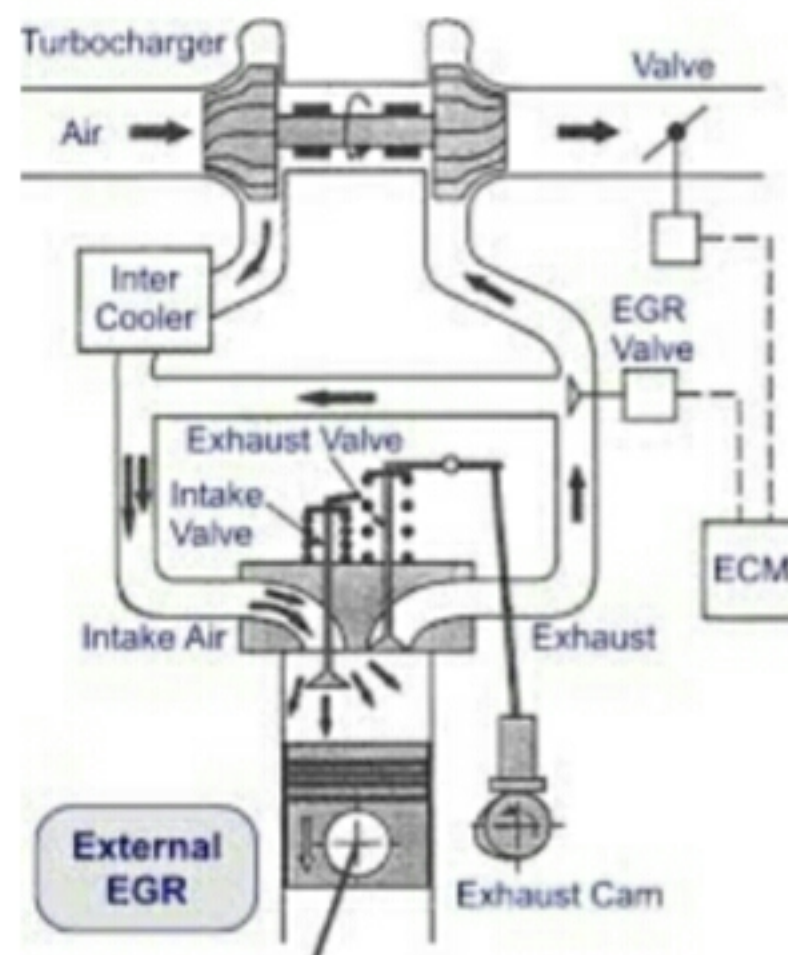
b. Prinsip kerja dari *turbocharger* mesin diesel 4 Langkah.

Menurut Sukoco dan Arifin, pada saat motor diesel dihidupkan

gas buang yang mengalir keluar melalui *exhaust manifold* dan *turbine gas* sebelum ke udara luar. Gas buang memutar roda turbin sekaligus melalui poros penghubung memutar kompresor. Dengan demikian kompresor menghisap udara lewat saringan udara dan menekannya ke *intake manifold*. Peningkatan tekanan udara dalam *intake manifold* akan diikuti oleh kenaikan temperaturnya, sehingga untuk dapat menambah jumlah *volume* udara yang masuk, dilakukan penurunan temperature udara. Penurunan *temperature* akan diikuti oleh turunnya tekanan, sehingga kompresor dapat menambah jumlah udara kedalam silinder sehingga daya mesin bertambah dari hasil proses pembakaran di dalam silinder.

16

Penurunan udara dilakukan dengan menggunakan pendinginan yang disebut dengan *inter cooler*. Perhatikan pada gambar 3.



gambar 3. Sistem sirkulasi udara yang masuk ke kompresor dan gas buang masuk ke turbin (*four stroke engine*)

7. Menurut *FIMarest / Emere, Turbocharger* ada beberapa faktor dalam penggunaannya terhadap mesin diesel penggerak utama maupun mesin diesel generator di kapal-kapal sebagai berikut :

a. Beberapa alasan penggunaan *Turbocharger* yaitu :

- 1). Kepekatan udara bilas meningkat memungkinkan lebih banyak bbm dibakar.
- 2). Memperbaiki efisiensi pembilasan mesin (*scavage efficiency*).
- 3). Menurunkan beban panas pada komponen-komponen mesin
- 4). Meningkatkan daya mesin yang dihasilkn baik pada motor bakar diesel maupun motor bakar bensin.
- 5). Efisien dalam penggunaan bahan bakar. sehingga pemakaian bahan bakar lebih ekonomis.
- 6). Dapat meredam suara Letupan yang keluar dari mesin diesel, karena *turbocharger* dilengkapi dengan *silencer filter*

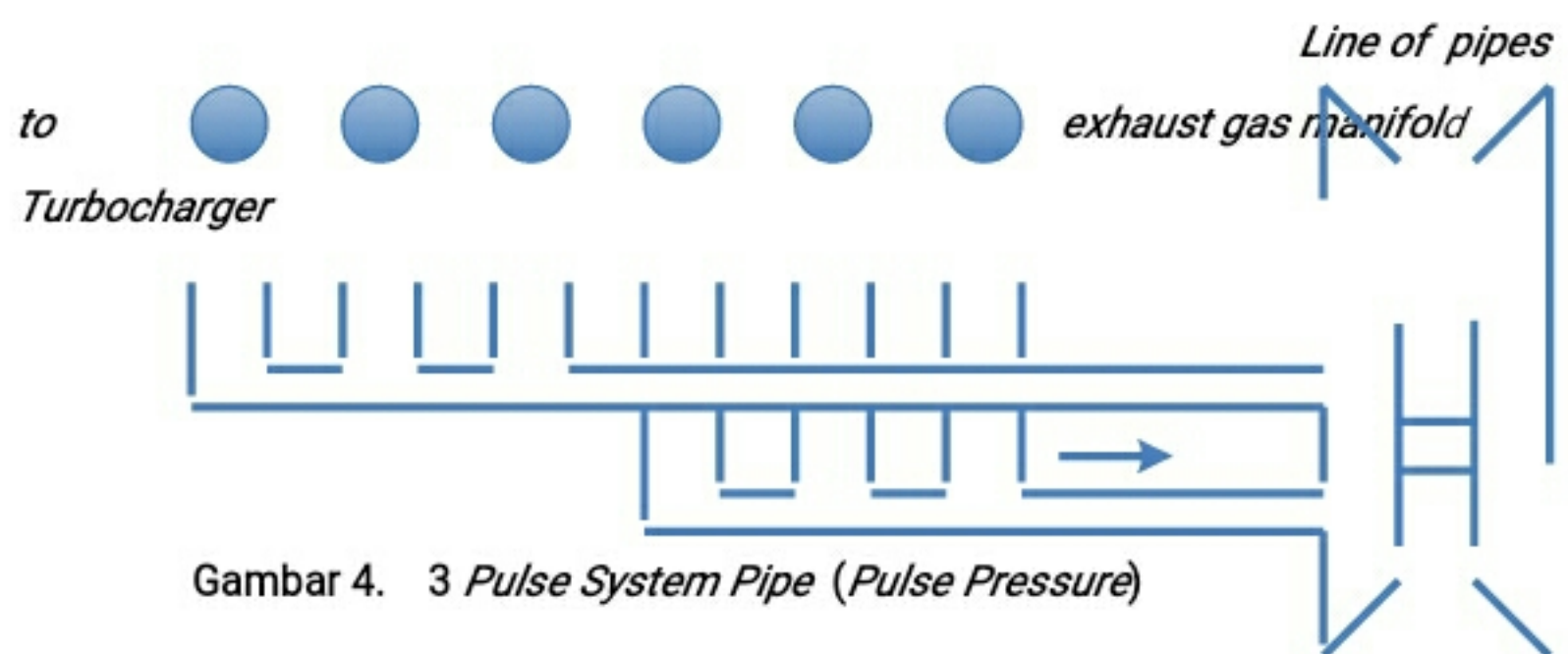
17

b. Sistem tekanan *turbocharger* dibagi menjadi dua yaitu :

1). Sistem Tekanan Denyut

Sistem denyut ini digunakan untuk *diesel engine* empat tak dan memanfaatkan energy dari gas buang saat katup buang terbuka untuk memutar *turbocharger*. Sistem pemipaan dari sistem denyut ini lebih rumit dari pada sistem tekanan rata-rata (*constant pressure system*). Perhatikan gambar 4. Pipa-pipa gas buang keluar dari silindernya harus langsung sambung dengan *turbocharger* . kotak/casing penyalur gas buang masuk ke *turbocharger* memiliki lubang-lubang saluran masuk yang banyaknya ditentukan oleh jumlah unit silinder dari mesin. Sebagai

contoh jika ada Sembilan saluran yang memasok gas buang ke *turbocharger*, maka kotak penyalurannya mungkin memiliki tiga saluran masuk gas buang masing-masing dipasok dari tiga unit silinder mesin. Artinya volume dari pipa gas buang harus dibuat sekecil mungkin untuk mempertahankan tekanan gas buang setelah keluar dari unit silinder. Energy gas buang masuk yang tinggi mengakibatkan *turbocharger* jenis ini sangat *responsive* terhadap perubahan-perubahan beban mesin. Hal ini lah bias diartikan bahwa tidak diperlukan lagi *blower* bantu.



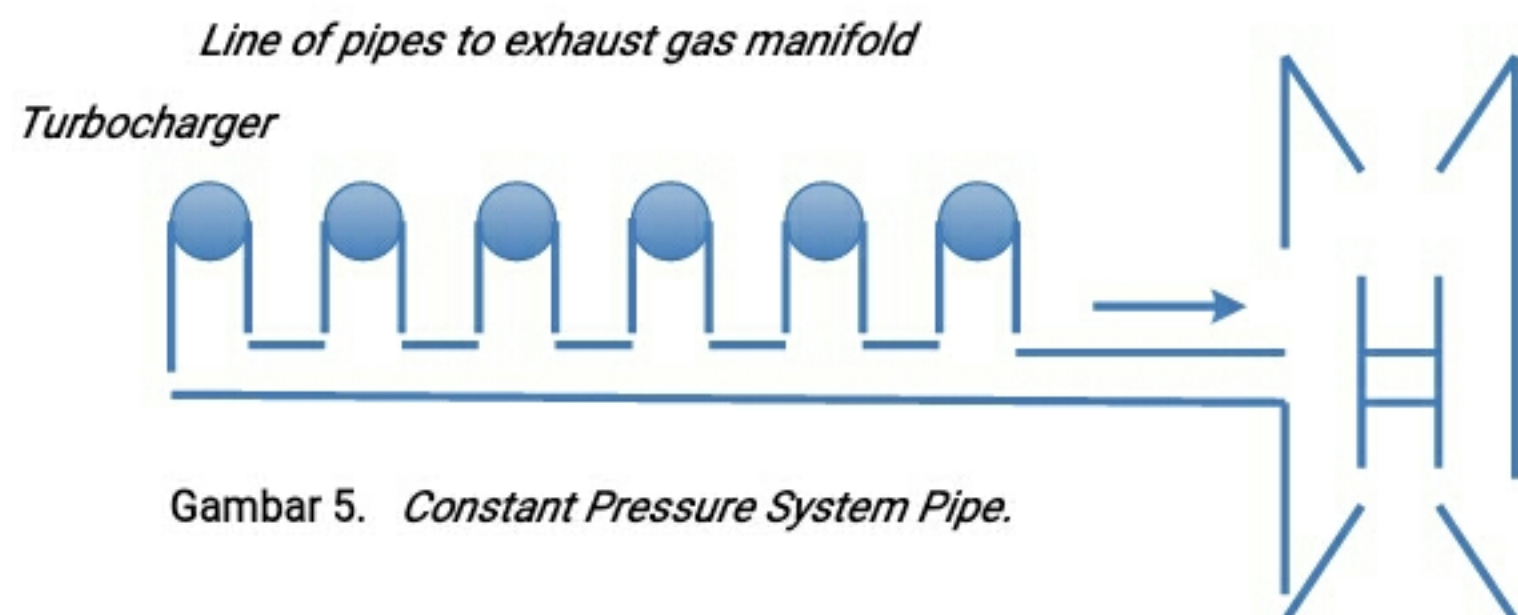
2). Sistem Tekanan Konstan

Sistem tekanan rata-rata (*Constant Pressure System*) ini umumnya diterapkan pada mesin-mesin dua langkah (*Two Stroke*). Dimana gas buang keluar dari unit-unit silinder masuk ke dalam pipa *Manifold*.

yang besar dimana tekanan diturunkan sampai berada dibawah tekanan udara bilas. Perhatikan Gambar 5. *Turbocharger* beroperasi pada efisiensi yang maksimum, karena adanya tekanan

gas buang yang tetap saat terbukanya katup gas buang, tidak ditentukan oleh kebutuhan untuk lebih lambat, sehingga bias memberikan langkah kerja yang lebih panjang.

Sistem tekanan rata-rata tidak terlalu efisien pada beban-beban yang rendah, karena itu diperlukan sebuah *blower* bantu untuk pengoperasian mesin dengan beban rendah.



Gambar 5. *Constant Pressure System Pipe.*

c. *Surging Turbocharger,*

Menurut Imare, *surging* merupakan terhetinya aliran gas dan terjadinya aliran balik udara dari ruang udara bilas ke *difusser* dan *impeller*. *Surging* adalah sesuatu yang tidak dikehendaki karena ia mempengaruhi pembakaran dan lebih penting lagi, kemungkinan terjadinya kerusakan pada bantalan pendorong.

1). Penyebab terjadinya *surging*

- a. Kompresor dan turbin kotor, filter yang kotor sehingga terjadi endapan

kotoran, Maka bagian-bagian ini harus dibersihkan secara teratur.

- b. Distribusi daya yang buruk / tidak seimbang antara unit-unit silinder

Buatlah diagram tarik *indicator* untuk pengecekan. Selain itu juga bias

disebabkan perubahan beban atau putaran mendadak (*over Speed*).

c. Tekanan balik dari gas buang yang tinggi. Bisa ditenggarai oleh suhu

gas buang yang lebih tinggi dari biasanya. Pada *turbocharger* jenis sistem pulse ini jika salah satu bagian *nozzle ring*-nya tersumbat, maka

19

unit silinder yang memasok gas ke bagian yang tersumbat ini akan menyebabkan suhu gas buang yang lebih tinggi.

2). Penyebab-penyebab lainnya

- a. Katup buang tidak terbuka dengan baik atau sempurna
- b. Cicin *nozzle* kotor
- c. Pendingin atau *Scaving Air Cooler* kotor.
- d. Lubang-lubang saluran *Scavinging air* tersumbat.

8. Manajemen Perawatan Dan Perbaikan, Oleh NSOS.

Menurut NSOS bahwa perawatan adalah suatu usaha atau kegiatan untuk merawat suatu materil atau mesin agar supaya materil itu dapat dipakai secara produktif dan mempunyai umur yang relative panjang. Sedangkan perbaikan adalah suatu tindakan yang dilakukan terhadap materil atas kondisi ketidaksesuaian yang telah terjadi serta pergantian materil yang lama dengan yang baru.

a. Dalam manajemen perawatan dan perbaikan di bagi menjadi tiga yaitu :

- 1). Perawatan insidentil terhadap perawatan berencana

Suatu tindakan dalam perawatan dan perbaikan yang dilaksanakan apabila mesin bekerja terus menerus sampai waktunya rusak, maka dilakukanlah langkah-langkah Perbaikan atas kerusakan tersebut. Faktor inilah yang menghambat dalam pengoperasian kapal. Maka itu yang perlu dipertimbangkan adalah harus menyediakan kapasitas yang berlebihan untuk dapat menampung kapasitas fungsi-fungsi yang kritis. Dan sangat mahal dalam pembiayaan perawatan kapal. Maka itu perawatan insidental kurang baik diterapkan di atas kapal. Oleh sebab itu sistem yang baik diterapkan di atas kapal adalah mempergunakan sistem perawatan berencana tujuannya agar mengurangi anggaran biaya dalam perbaikan kapal saat dock, mencegah terjadinya kerusakan-kerusakan yang terjadi secara tiba-tiba dan juga dapat memperjang usia mesin serta penggunaan dalam pengoperasian kapal dengan lancar.

2). Perawatan pencegahan terhadap perawatan dan perbaikan

Dengan perawatan pencegahan terhadap perawatan dan perbaikan agar menjaga permesinan kapal dalam kondisi normal dalam pengoperasiannya. Artinya dimana kapal memerlukan perawatan yang khusus dalam pelaksanaannya seperti melaksanakan survey permesinan yaitu pemeriksaan-pemeriksaan permesinan agar kondisi-kondisi permesinan kapal yang akan terjadi kemungkinan kerusakan dapat teratasi sebelumnya dengan melakukan survey pemeriksaan tersebut.

3). Perawatan rutin / periodik terhadap pemantauan kondisi.

Perawatan pencegahan biasanya terjadi dari pembukaan secara periodik mesin dan perlengkapan untuk menentukan apakah

diperlukan penyetelan-

Penyetelan *clearance* pada mesin dan pergantian-pergantian tiap suku cadang dalam jangka waktu inspeksi demikian yang didasarkan atas jam kerja mesin atau waktu kelender. Sebab itu pemeliharaan rutin / perawatan berkala dapat dilakukan secara *instrument* dengan selang waktu tertentu berdasarkan perhitungan jam kerja (*running hours*), kelender bulanan, dan tahunan. Hal ini juga Sesuai dengan petunjuk-petunjuk dari *instrument* buku-buku panduan manual dari tiap-tiap permesinan kapal tersebut.

9. Pengoperasian *Turbocharger*. ABB, By Jhohan Schiemen.

Menurut Jhohan Schiemen bahwa *turbocharger* merupakan suatu alat yang terdiri dari turbin, kompresor dan rumah *impeller* (*impeller house*) yang tersusun menjadi satu unit. Dimana ABB *Turbocharger* di gunakan di mesin diesel yang bertenaga 500 KW atau lebih. Dalam berikut ini, kami akan mempertimbangkan mesin-mesin diesel yang hanya dapat digunakan ABB *Turbocharger*. Karena ABB *Turbocharger* terdiri dari dua *blower*, turbin dan kompresor yang mempunyai dua jenis *impeller* yang berbeda yaitu *Axial* dan *Centrifugal*. Dimana udara di gerakkan oleh kompresor yang dipasang pada poros yang sama. Udara yang terkompresi akan melewati melalui pendingin udara (*air cooler*) lalu udara masuk ke mesin diesel untuk proses pembakaran.

Nama yang diberikan kepada sistem *turbocharger* berasal dari pengaturan saluran pembuangan antara silinder mesin dan gas buang yang masuk ke *turbocharger*. Pada perbedaan pengaturan-pengaturannya. Sedangkan disini digunakan pada mesin empat langkah. Sistem tekanan denyut dan sistem tekanan konstan juga tersedia untuk mesin dua

langkah. Sistem tekanan denyut menggunakan dipersempit pipa-pipa dengan *volume* diperkecil antara silinder dan masuknya gas ke dalam turbin. Tersedianya efisiensi *turbocharger* memainkan kunci peranan dalam pilihan sistem turbocharge. Sebagai bagian dari pencarian untuk efisiensi yang lebih baik untuk sistem *turbocharger*.

a. Kerja kompresor *centrifugal*

Menurut Jhohan Schiemen bahwa Bagian utama dari kompresor *turbocharger* adalah putaran *impeller* kompresor, *diffusor*, udara masuk dan udara keluar dari *casing*. Pada saringan, *silencer* ini bisa untuk peredam suara atau hisapan udara masuk akan dicabangkan ke *casing*. Perhatikan gambar 6 menunjukkan skema roda kompresor, akan di asumsikan roda masih berdiri raung antaraa sisi-sisi diisi dengan udara bertekanan Disini dimulai dari perputaran roda kompresor, lihat gambar 6. Menunjukan dengan kecepatan satuannya U , lingkaran jari-jari satuan r , percepatan satuannya V . dimana *volume* masa udara yang diperkecil sama dengan percepatan putaran, V^2/r , yang menyebabkan pergerakan putaran keluarannya. Semua udara masuk ke *casing impeller* melalui roda kompresor dan ke dalam kompresor dan keluar dari *casing* dimana udara berada di linkaran sisi-sisi *impeller* kompresor dengan kecepatan mutlak, satuan C

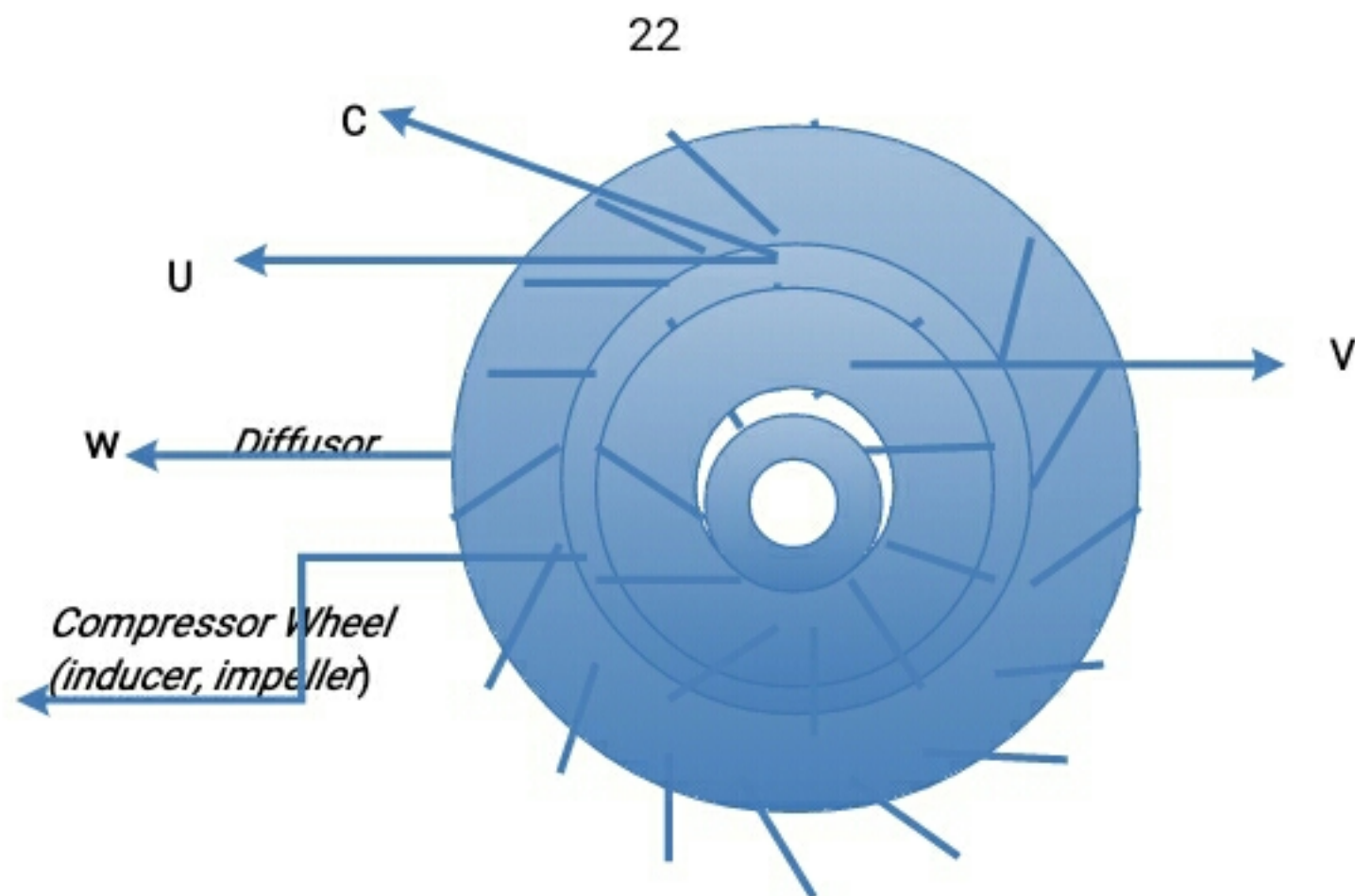
Keterangan simbol sebagai berikut :

U = kecepatan melingkar

V = kecepatan partikel masa udara

C = kecepatan udara yang meninggalkan kompresor

W = kecepatan udara relatif terhadap



Gambar 6. *Rotating compressor.*

b. Pentingnya pada pembersihan dalam perawatan

Proses yang dijelaskan di atas garis bawah menjaga kebutuhan turbin bersih untuk memastikan bebas masalah operasi. Polusi mengurangi aliran melalui dan efisiensi turbin. Akibatnya kompresor *surgin* juga dapat terjadi dalam kasus pada mesin diesel dua langkah.

Korosi dan erosi dapat memperbesar *clearance* antara sirip-sirip yang bergerak dan cincin penutup, menyebabkan penurunan pada efisiensi turbin serta kecepatan *turbocharger*-nya. *compressor blower* dan *turbine side* dapat dibersihkan secara berkala selama dalam pengoperasian dan saringan tembaga tetap bersih (*silencer filter*), efisiensi ini akan berkurang tetapi hanya sangat lambat. Angka normal per hari ini pada *interval* antara dua kali pemeriksaan memerlukan pembongkaran setia 10000 sampai dengan 18000 jam, yang tergantung pada kondisi operasi dalam penggunaan dan ukuran dalam kurun waktu. Sebuah *turbocharger* mesin induk yang telah dibongkar, dibersihkan dan bagian-bagian yang sudah dipakai diganti dengan suku cadang baru. Hal ini Akan memiliki efisiensi, "seperti

baru". Dimana beberapa cabang pelayanan jasa *turbocharger* ini sudah tersedia di seluruh dunia dan akan membantu dalam pelayanan jasa kepemilikan untuk mempertahankan efisiensi yang maksimal pada *turbocharger-turbocharger* mereka.

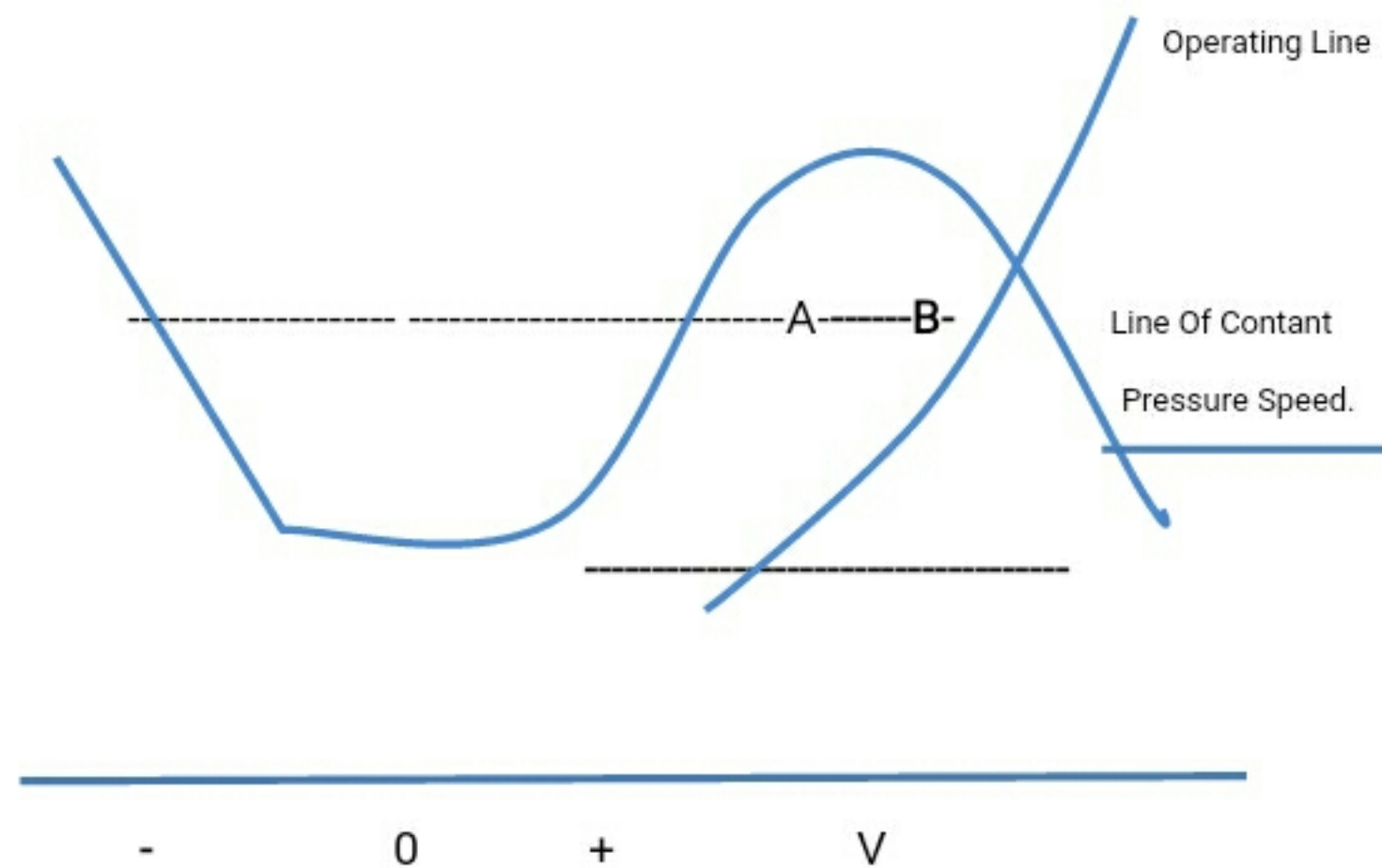
23

c. Fenomena *surging* pada *turbocharger*.

Menurut Jhohan Schiemen bahwa Kompresor berkerja pada kecepatan konstan dan pasokan udara ke *air receiver* dari mesin. Dimana tekanan yang diperlukan harus dipertahankan. Lihat gambar 7. Grafik ini menunjukkan garis kecepatan konstan dan garis operasi mesin. persimpangan dari garis dua adalah titik A berkerja jika sedikitnya peningkatan *volume* udara yang terjadi, lebih banyak tekanan yang diperlukan pada garis operasi dan tekanan menjadi lebih rendah pada baris kecepatan konstan. *Volume* jadi menurun terhadap ke titik keseimbangan A, jika pada kecepatan pengisian daya yang sama. Penurunan sedikit aliran udara melewati tekanan akan meningkat meskipun sedikit tekanan yang diperlukan pada baris kerja. Keseimbangan adalah kembali lagi pada kerja titik A ke kerja titik B.

Table dari garis kecepatan konstan yang cenderung ke bawah dengan meningkatnya volume udara. Jika sedikit penurunan volume udara terjadi pada titik B.(sebagian tekanan yang sama pada titik A), kemudian menurunnya kecepatan tekanan konstan pada garis. Tekanan yang diperlukan dari kompresor tidak terjaga, sehingga volume terus menurun dan lonjakan kompresor, di titik B tidak stabil dari garis kecepatan konstan yang cenderung ke atas dengan meningkatkan volume udara.





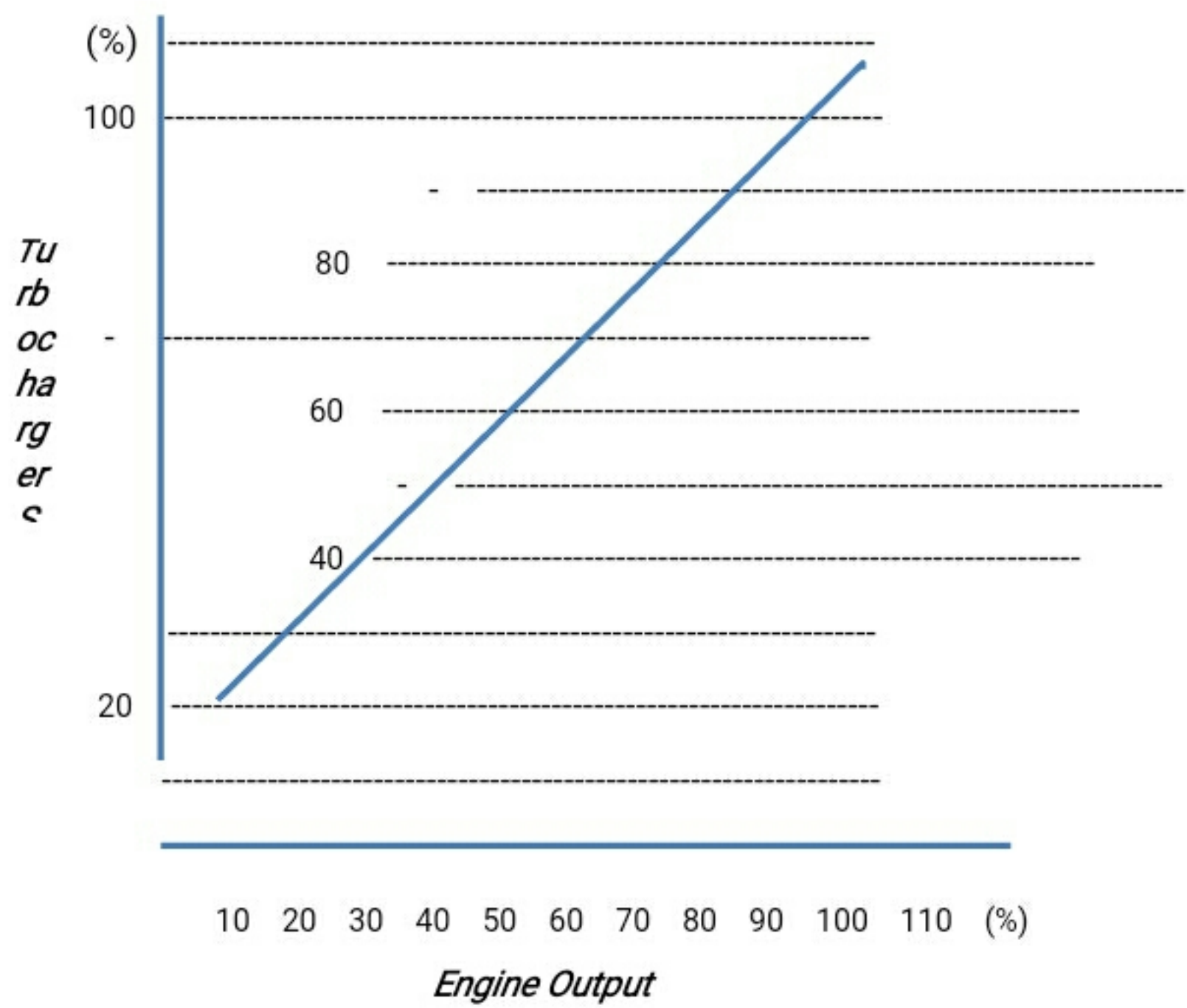
Gambar 7. Grafik *surging cycle*.

24

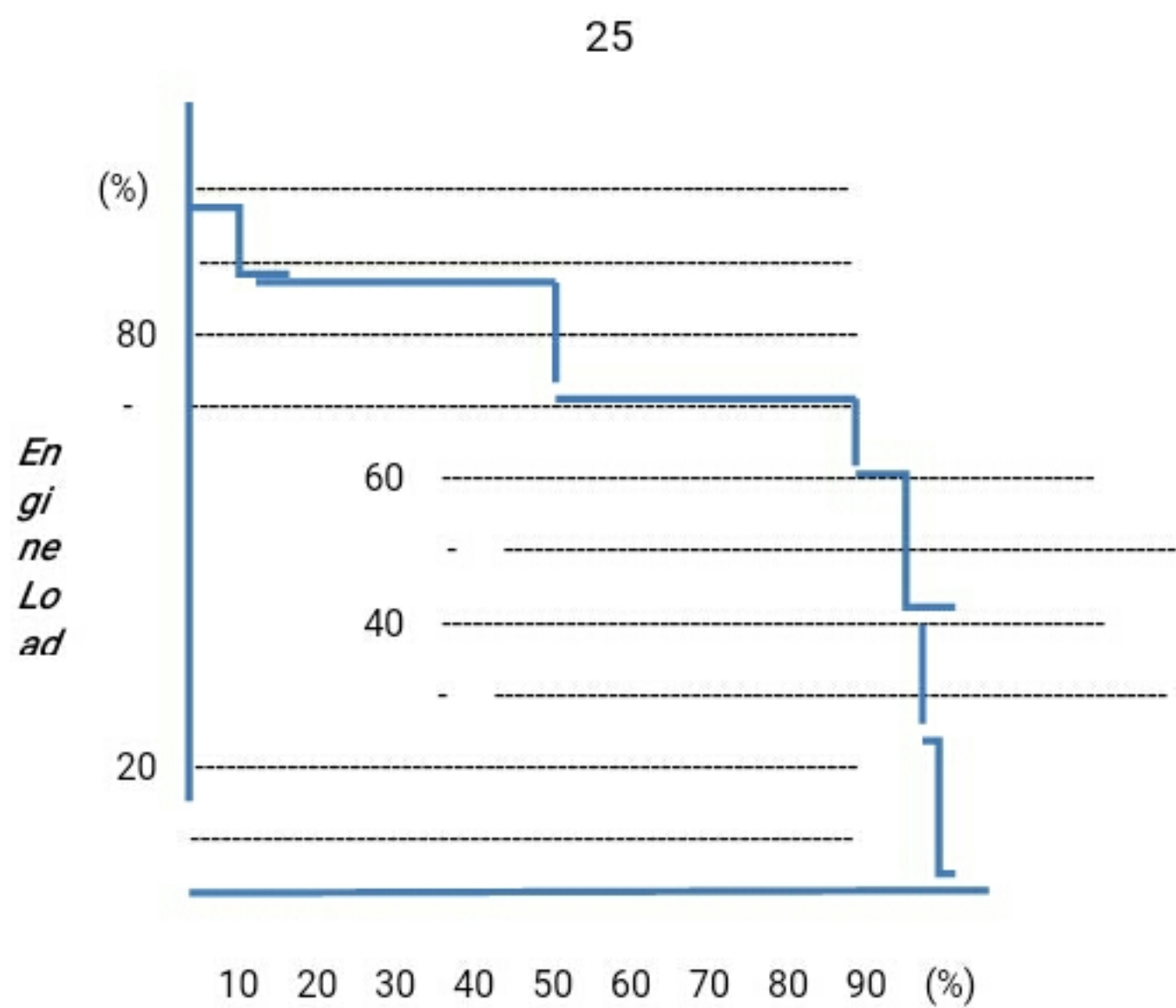
d. Bagaimana reaksi mesin-mesin diesel

Menurut Jhohan Schiemen di menjelaskan bagaimana mesin diesel dan *turbocharger* bereaksi terhadap jenis operasinya. Perhatikan gambar 8. Grafik dibawah, menunjukkan kecepatan *turbocharger* dipetakan berdasarkan hasil usaha mesin tersebut. Hasil tenaga mesin 100 % yang dihasilkan mesin tersebut adalah batas tidak boleh terlampaui ketentuannya.

Kecepatan penuh *turbocharger* pada beban mesin yang ditentukan selama penerima pengujian mesin. Kendala operasional yang cocok adalah di kapal ikan juga diperiksa . seperti ditunjukan di bawah aplikasi ini melibatkan banyaknya waktu kecepatan penuh. Berlari ke tempat kapal serta sejumlah besar variasi yang luas dalam beban mesin dan kecepatan, dengan kecepatan *turbocharger* bervariasi sesuai gambar 9 dan 10. Grafik percepatan putaran turbo terhadap hasil keluaran pada beban mesin dan hasil keluaran beban mesin terhadap waktu operasi.

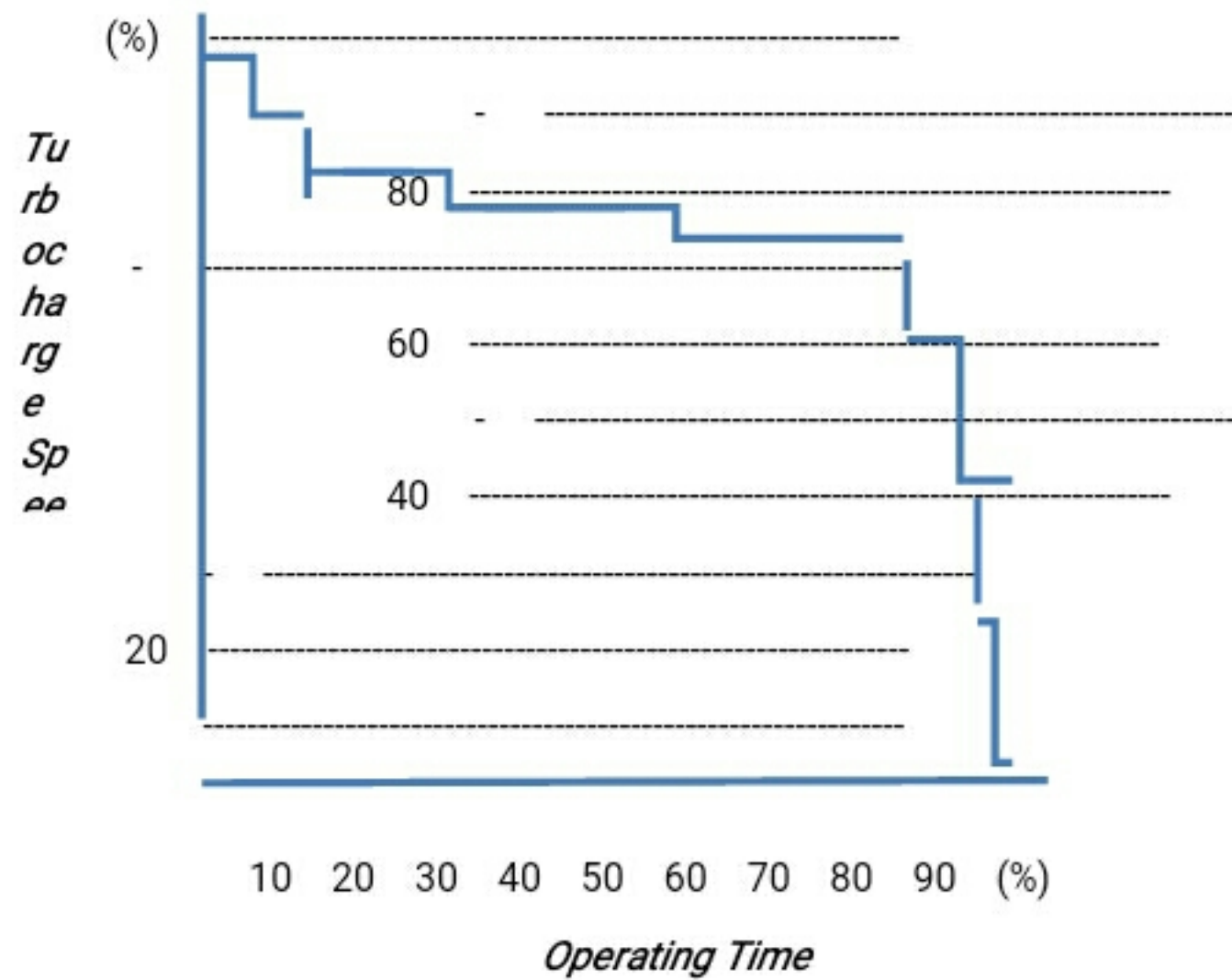


Gambar 8. Grafik *percentage (%)*, Turbocharger speed of engine output



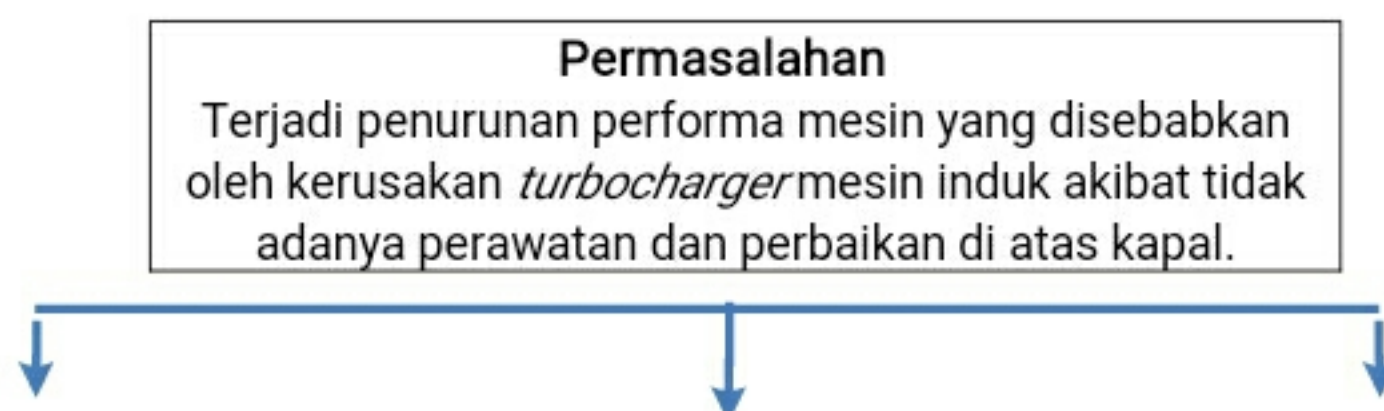
Operating Time

Gambar 9. Grafik Waktu pengoperasian terhadap beban mesin



Gambar 10. Grafik Waktu pengoperasian terhadap kecepatan *turbocharger*

C. KERANGKA PEMIKIRAN.



- Suhu gas buang di exhaust manifold tinggi. - Terjadi getaran (<i>Vibration</i>) Pada <i>turbocharger</i> .	- Kesalahan dalam pemakaian minyak pelumas <i>Turbocharger</i>	- Perawatan yang tidak teratur sesuai PMS dan buku manual instruksi.
---	--	--

Disebabkan	Disebabkan	Disebabkan
- Kotornya saringan udara kassa <i>filter</i> dan <i>silencer</i> di kompresor <i>blower</i> - Kotor sudu-sudu roda kompresor dan roda turbin - kerusakan	- Mengalami keausan pada <i>rotor shaft</i> penghubung sehingga <i>oil turbo</i> masuk dan	- Kurangnya ilmu pengetahuan masinis terhadap perawatan-perawatan <i>turbocharger</i> mesin induk di atas kapal - Minimnya suku cadang di atas kapal yang mengakibatkan

Solusi / Input	Solusi/Input
- Melakukan perawatan-perawatan yang benar sesuai PMS dan buku manual instruksi - Melakukan perbaikan <i>over haul</i> pada komponen komponen utama <i>turbocharger</i> yang rusak atau berdasarkan jam kerjanya.	- Meningkatkan mutu tenaga kerja khususnya bagi masinis dalam ilmu pengetahuannya - Mengadakan permintaan suku-suku cadang di atas kapal atau merekondisi suku-suku cadang yang masih layak digunakan untuk sementara waktu.

Topik (Judul)
- Mengoptimalkan perawatan turbocharger guna meningkatkan performa mesin induk di kapal MT. MTG4.

Hasil Output
- <i>Turbocharger</i> dapat berfungsi dengan baik dan performa mesin induk yang dihasilkan dapat di optimalkan kembali.

BAB III

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. DESKRIPSI DATA.

Dengan menyadari begitu pentingnya peranan sistem *turbocharger-turbocharger* mesin induk maupun mesin diesel bantu lainnya. Maka dalam penulisan makalah ini memberikan beberapa ilmu pengetahuan yang berdasarkan pengalaman dan data-data yang didapat waktu penulis melakukan kerja di atas kapal MT. MTG4. Terutama berkaitan tentang masalah-masalah yang terjadi di atas kapal mengenai tidak adanya perawatan *turbocharger* mesin induk baik segi *planning maintenance system* maupun dari intruksi buku manualnya. Sehingga permasalahan yang terjadi pada *turbocharger* mesin induk banyak mengalami kerusakan yang serius, oleh sebab itu dalam penyusunan makalah ini Penulis akan membahas dan menjelaskan keterangan satu-persatu permasalahan yang terjadi sesuai data-data di atas kapal tersebut.

Turbocharger merupakan suatu pesawat perlengkapan yang diintegrasikan di mesin untuk memasokkan udara bertekanan dengan cara paksa ke dalam silinder mesin diesel agar volume udara di dalam silinder lebih banyak dan proses pembakaran pun diruang bakar lebih sempurna. Sehingga daya yang dihasilkan mesin bertambah jika dibandingkan dengan mesin diesel konvensional tanpa *turbocharger*. Mesin-mesin diesel 2 tak dan 4 tak yang mempunyai kapasitas tenaga besar di atas kapal pada umumnya selalu dirancang dan dilengkapi sistem *turbocharger*, sehingga kapasitas daya

yang di hasilakan mesin lebih besar. Hal ini tidak akan efektif jika kinerja *turbocharger* tidak normal. Sebab itu perlu adanya perawatan dan perbaikan khusus pada *turbocharger* sesuai yang di terapkan dalam manajemen perawatan dan perbaikan di atas kapal, serta juga mengacu pada intruksi dari buku manulnya. Selain itu juga perlu ditingkatan penyediaan pada suku-suku cadang *turbocharger* di atas kapal, agar saat melakukan perbaikan-perbaikan *over hual turbocharger* dapat di

laksanakan dengan lancar dan tidak menunda-nunda dalam pelaksanaannya. Setiap perusahaan pemilik kapal dan semua kru harus saling bekerja sama agar terlaksanananya manajemen perawatan dan perbaikan permesinan di atas kapal dapat berjalan dengan baik. Dimana hasil uraian ini adalah hasil himbauan Penulis berdasarkan ilmu pengetahuan yang di dapat dari pengalaman-pengalaman kerja di atas kapal dan juga di ambil dari pustaka untuk buku-buku referensi, seperti buku perawatan manual dari *turbocharger*, buku-buku permesinan, majalah-majalah, *internet* dan informasi pengetahuan lainnya. Sebagaimana permasalahan yang terjadi dalam pembahasan makalah ini yaitu :

1. Pada tanggal 13-Januari-2012, Perusahaan singapore menjual kapal MT GRIECT yang di beli oleh perusahaan PT. BINTANG SAMUDERA UTAMA. Pada tanggal 22-januari-2012 Kru kapal pihak pertama orang Philipin dan Kru kapal pihak ke dua orang indonesia melakukan serah terima. Dimana Kru kapal Pihak kedua dari PT BINTANG SAMUDERA UTAMA, mulai dari owner, Nahkoda, mualim 1, KKM dan beberapa teknisi dari kantor ikut berperan serta dalam memantau dan mengecek semua kondisi kapal mulai dari dokumen-dokumen kapal, alat-alat perlengkapan keselamatan, alat-alat elektronik navigasi di anjungan, suku-suku cadang di atas kapal baik suku cadang permesinan maupun di anjungan dan

selama 4 hari kapal anchorage di area perairan OPL. Hal ini untuk memastikan kondisi yang ada, sesuai dengan perjanjian jual beli kapal oleh pihak pertama dan pihak ke dua. Setelah selesai dalam pemeriksaan kondisi kapal, kapal melakukan pelayaran dari OPL ke belawan untuk merencanakan dock sebelum kapal akan di *charter* oleh PT. WILMAR. Dimana dalam pelayaran selama 1.5 hari dari OPL ke Belawan ternyata terjadi permasalahan pada *turbocharger* mesin induk di kapal MT. MTG4 yang di dapat berdasarkan pengamatan yang ditelitinya sebagai berikut :

- a. Tingginya suhu gas buang yang keluar dari tiap silinder mesin induk dari batas normal 380°C sampai dengan suhu maksimum 440°C . Akan tetapi kenyataannya suhu naik 430°C , sehingga alarm pada suhu gas buang terdeteksi dikomputer *engine control room*. Faktor ini juga dipengaruhi karena pemasokan udara yang di *supply* dari turbocharger ke ruang pembakaran

29

kurang atau bisa juga sistem pengabutan dari *injector valve failure*.

- b. Terjadi Getaran (*Vibration*) pada *turbocharger* mesin induk, Hal ini di sebabkan karena ada kerusakan (ke Ausan pada bantalan / *bearing turbocharger*).

Sehingga *turbocharger* mesin induk bekerja tidak normal dan mengakibatkan *unbalancing* pada putaran turbin dan kompresor *blower*

- c. *Turbocharger* mesin induk mengalami kebocoran di sistem pelumasan-nya Sehingga menyebabkan minyak pelumas masuk ke ruang pembakaran yang bersamaan dengan aliran tekanan kompresor yang berputar, maka mengakibatkan sistem minyak pelumasan dari sump tank mesin berkurang.

2. Pada tanggal 7 – juni – 2012, kapal melakukan dock dalam perbaikan kapal. Dimana kapal sedang melakukan perbaikan-perbaikan permesinan, instalasi pipa-pipa yang bocor, lambung-lambung di deck, pergantian nama kapal dari MT. GRICHK menjadi MT. MTG4, sumblasting, kalibrasi propeller dll. Tujuannya agar kondisi kapal tetap terawat dan layak di operasikan kembali. pada saat kapal melakukan *dock* dalam perbaikan di bagian permesinan kapal. Penulis selaku masinis II dan KKM melakukan pemantauan dalam perbaikan di kamar mesin agar memberi himbauan terhadap pekerja-pekerja kru *dock* yang sesuai direncanakan sebelumnya. Pada saat itu Penulis memantau pekerja-pekerja dari tim mekanik *turbocharger* yang akan melakukan perbaikan *over haul turbocharger* mesin induk, dimana kenyataannya ada hambatan pada ketersediaan suku-suku cadang pada *turbocharger* mesin induk di atas kapal, Sehingga mengakibatkan ketertundaan dalam perbaikan *over haul turbocharger* tersebut.

B. ANALISIS DATA

Analisis data ini bertujuan untuk menyederhanakan dan mencari penyebab dari permasalahan-permasalahan yang terkait pada *turbocharger* mesin induk di atas kapal, penyebab yang akan ditinjau dari segi 6M + 1 E, yaitu *Man, Money, Material, Method, Machine, Market* dan *Enviroment*. Maka perlu dilakukan penganalisaan pada permasalahan yang terjadi pada *turbocharger* mesin induk. Sehingga dapat menemukan pemecahan masalah yang akan dibahas dan dapat ditingkatkan dalam perawatan *turbocharger* mesin induk yang dilakukan secara rutin sesuai *planning*

perawatan

manual di atas kapal. Maka Penulis akan membahas semua permasalahan yang terjadi di *turbocharger* mesin induk, agar performa mesin induk yang dihasilkan tetap optimal. Dimana Penulis mendapatkan beberapa data-data dari atas kapal seperti di bawah ini.

Table 2. Data *particular turbocharger main engine* (20 MC) dan Komponen-komponen Data sumber dari intruksi buku manual KBB *turbocharger* (HPR5000).

<i>Type Turbocharge System</i>	<i>The Radial Type HPR 5000 Range of KBB ST7 Include (2.500 Kw to 5000 Kw Power Range)</i>	
<i>MAKER</i>	<i>KBB - CO. LTD BANNEWITZ</i>	
<i>MAXIMUM SPEED</i>	41.500 Rpm	
<i>Oil Inlet Temperature</i>	> 80 ⁰ Celcius	
<i>Maximum Inlet Exhaust Gas Temperature Of Turbine</i>	550 ⁰ Celcius	
<i>Connecting Shaft</i>	<i>Shocket Screw</i>	<i>Washer Ring</i>
<i>Looking Disch</i>	<i>Upset Screw</i>	<i>Silinder</i>
<i>Ring Nut</i>	<i>Hexagonal Srew</i>	<i>Filter</i>
<i>Guide Wheel</i>	<i>Spring Washer</i>	<i>Filter Mesh</i>
<i>Gland Striping</i>	<i>Ball Baering T.S</i>	<i>Disctance Pipe</i>
<i>Dumping Wire</i>	<i>Gas Inlet Casing</i>	<i>Disctance Pipe</i>
<i>Shrink Ring</i>	<i>Guide Bolt</i>	<i>Air Section Branch</i>
<i>Impeller - Centrifugal and Axial</i>	<i>Bearing Cover</i>	<i>Outer Section, Nozzle With Felt</i>
<i>Guide Wheel</i>	<i>W. Ring</i>	<i>Flange</i>
<i>Diffusor</i>	<i>Blower Casing Outlet</i>	<i>Pin</i>
<i>Nozzle Ring</i>	<i>Gas Outlet Casing</i>	<i>Hous Packing</i>
<i>Turbin Diffusor</i>	<i>Oil Filter Plug</i>	<i>Parration Wall</i>
<i>Spring Washer</i>	<i>Shaft Protecting Sleeve</i>	<i>Cover Seat</i>
<i>Bearing Unit (VTR Bearing)</i>	<i>Lubricating Disch</i>	<i>Air Outlet Casing</i>

<i>Oil Baffle Plate</i>	<i>Oil Collector</i>	<i>Safety Plate</i>
<i>Divergent nozzle</i>	<i>Cover ring</i>	<i>Oil glass</i>

Table 3. Data pengamatan kinerja *turbocharger* mesin induk dari (*engine log book*)

Exhaust Gas Temperature (°C)		Exhaust Gas Pressure		Turbo Blower rpm	Scaving Pressure			Scaving Temperature		
Turbine		Inlet	Outlet		Inlet	Outlet	Receiver	Inlet	Before	After
Inlet	Outlet	Turbin	Turbin		Compress ore	Compress ore	(Mpa)	Blower	Cooler	Cooler
		(Mpa)	(Mpa)		(Mpa)	(Mpa)				
430	380	0.247	0.139	24000	0.240	0.480	0.272	34	190	37
T ₁	T ₂	P ₁	P ₂	S	P ₃	P ₄	P ₅	T ₃	T ₄	T ₅

Table 4. Data temperatu dan tekan turbocharger mesin induk yang dicatat pada saat jaga di kamar mesin

<i>System</i> keluaran turbin <i>blades</i>	<i>System</i> masukan kompresor <i>blower</i>
T ₁ (Exh) = 430 ⁰ C	T ₃ (Exh) = 34 ⁰ C
P ₁ (Exh) = 0.214 MPa	P ₃ (Exh) = 0.16 MPa
T ₂ (Exh) = 380 ⁰ C	T ₄ (Exh) = 190 ⁰ C
P ₂ (Exh) = 0.139 MPa	P ₄ (Exh) = 0.48 MPa
	T ₅ (Exh) = 37 ⁰ C
	P ₅ (Exh) = 0.272 MPa

Berdasarkan dari buku panduan teori thermodinamika, menjelaskan kinerja *turbocharger* diperoleh dari hasil *fluida* kerja berfase gas untuk menghasilkan kerja atau tenaga mekanik. Maka proses yang berlangsung

dapat di analisis dengan siklus Bryton pada basis standar dingin pada udara, maka panas spasifik diambil konstan :

Sesuai dengan data di atas saat melakukan observasi di atas kapal. “ perawatan pada *turbocharger*”, perawatan *turbocharger* mesin induk tidak sesuai dengan ketentuan yang ditetapkan. Seharusnya perawatan *turbocharger* sekali dalam dua tahun maksimal untuk melakukan perbaikan *over haul* dan juga berdasarkan jam kerja

32

(*running hours*) dari panduan intruksi buku manual perawatannya. Namun fakta yang ada di atas kapal MT. MTG4 lebih dari empat tahun baru melakukan perbaikan *over haul turbocharger*, ini berarti lebih dari batas ketentuan yang ditetapkan. Hal ini yang menjadi permasalahan pada *turbocharger* mesin induk bekerja tidak normal, sehingga mengakibatkan performa mesin induk yang di hasilkan menurun. Dimana Permasalahan utamanya pada *turbocharger* adalah banyaknya kerusakan yang terjadi pada komponen-komponen utama pada metal jalan mengalami Ke ausan di bagian turbin dan kompresor *blower* sehingga siklus udara dan gas yang di sirkulasikan pada turbocharger kurang optimal. Ke dua kerusakan pada *bearing turbine* dan bearing kompresor yang menyebabkan *turbocharger* mesin induk bergetar (*vibration*) dan mengakibatkan putaran *turbocharger unblancing* dalam arti tidak seimbang pada putaran turbin dan kompresor blowernya.

masalah ini juga dibuktikan ketika Penulis melakukan *over haul turbocharger* mesin induk bersama teknisi di atas kapal. Sehingga hasil analisis sebelumnya memperoleh dari data-data persamaan di atas bahwa temperatur yang keluar dari turbin menurun dibanding suhu yang masuk. Sedangkan suhu yang keluar dari kompresor meningkat dibanding yang

masuk. Hasil dari pembuktiannya bahwa kerja kompresor lebih besar dari pada kerja turbin. Maka itu Penulis akan membahas permasalahan-permasalahan dan solusi yang benar tentang perawatan *turbocharger* mesin induk di atas kapal sebagai berikut :

1. Apa tujuannya diadakan perawatan pada *turbocharger* di atas kapal, agar turbine side dan kompresor *blower* dapat bekerja dengan normal.

karena dengan adanya perawatan *turbocharger* mesin induk di atas kapal, sehingga hal-hal kemungkinan yang terjadi kerusakan pada turbocharger dapat di diatasi dan cegah. maka itu perlu diadakan sistem perawatan terencana agar salah satu tindakan yang dilakukan dapat di tentukan sesuai jadwal dan mengacu pada manajemen perawatan dan perbaikan kapal. Semua Kru kapal wajib menjalankan manajemen perawatan dan perbaikan kapal sesuai peraturan prosedur yang sudah di tetapkan standar *IMO pada SOLAS, Chapter II-1, Part C & E Machinery and Electrical*. Dengan pemahaman bahwa permesinan kapal merupakan salah satu

asset termahal dalam perusahaan pelayaran. Seperti hal-hal sebagai berikut:

- a. Melakukan perawatan-perawatan rutin terhadap *turbocharger* mesin diesel utama, sesuai jadwal yang ditentukan yang berdasarkan buku panduan manual yang direkomendasikan dari makernya, baik perawatan berdasarkan jam kerja (*running hours*) dan perbaikan dalam *over haul*/permesinan di atas kapal.
- b. Melakukan pengecekan- pengecekan rutin berdasarkan visual penglihatan dan pendengaran dimana pengecekan *turbocharger* mesin diesel utama maupun diesel generator tersebut, agar kondisi

permesinan yang berkerja dalam keadaan terkontrol dan terkendali setiap saat. Contoh dasar pengecekan oleh penglihatan terhadap oil *level gauge glass* di turbin dan kompresor turbo. Tujuannya agar memastikan apakah minyak pelumas pada turbo sesuai garis level atau tidak. Selain itu juga pengecekan melalui pendengaran terhadap bisingan bunyi putaran *turbocharger* tersebut, agar dapat terdeteksi apakah ada suara bunyian meringik yang tidak biasanya atau bunyi normal.

- c. Pengadaan suku-suku cadang *turbocharger* di atas kapal baik suku-suku cadang *turbocharger* mesin induk dan pesawat bantu lainnya. Supaya dalam melakukan perbaikan *over haul* dapat dikerjakan dengan tepat waktu dan tidak menunda dalam perbaikan ketika *over haul turbocharger* mesin induk dilakukan di atas kapal.
- d. Meningkatkan mutu tenaga kerja dalam sumber daya manusia dibidang ilmu pengetahuan yang berkopentensi dalam bidang keahlian, keterampilan kerja dan mempunyai sikap sosial yang baik terhadap anak buahnya. Artinya setiap Perwira mesin harus mempunyai kopentensi dan bertanggung jawab terhadap permesinan kapal atas tugas dan jawabnya masing-masin di atas kapal. Tujuannya agar setiap permasalahan permesinan yang terjadi di atas kapal dapat di atasi dengan Baik.
- e. Meningkatkan hubungan kerja sama antara pihak kru deck dan kru mesin di atas kapal, khususnya dalam manajemen perawatan dan perbaikan kapal, agar pelaksanaan pengoperasian kapal dapat berjalan lancar. Contohnya Nahkoda

mengadakan meeting untuk semua kru setiap bulan atau dua bulan sekali.

Tujuannya untuk meningkatkan hubungan kerja sama Kru deck dan Kru mesin agar kondisi kapal terawat serta pengoperasian kapal dapat berjalan dengan lancar.

2. Mengapa perlu adanya perbaikan *over haul turbocharger* mesin induk, agar kerusakan-kerusakan yang fatal pada komponen-komponen mekaniknya dapat dicegah dan performa mesin yang dihasilkan meningkat?

Karena dengan di jalakannya perbaikan *over haul turbocharger* mesin induk untuk melakukan perbaikan atas kerusakan-kerusakan yang terjadi pada *turbocharger* dan melakukan pergantian-pergantian suku cadang yang baru supaya kondisi *turbocharger* seperti baru dan dapat meningkatkan performa mesin yang dihasilkan optimal. Langkah-langkah yang harus dilakukan dalam perbaikan *over haul turbocharger* adalah:

- a. Melakukan pemasangan suku-suku cadang sesuai petunjuk intruksi dari buku perawatan manualnya, agar mengetahui berapa perhitungan *clearance*-nya saat akan memasang suku-suku cadang yang akan digantinya. Sebaiknya masinis mempelajari terlebih dahulu dari buku intruksi manualnya, agar memahami konsep apa saja yang harus di perhitungkan *clearance*-nya. Seperti contoh pada *table* di bawah ini.

Table 5. *Clearance sheet Turbocharger KBB intruction manual book.*

		<i>Values (in mm)</i>		
		<i>New condition</i>		<i>Limit Clear max</i>
<i>Clear</i>	<i>Parts Designation</i>	<i>min</i>	<i>max</i>	
1	<i>Compressor Impeller – compressor housing (radial)</i>	0.55	0.65	0.9
2	<i>Compressor impeller – Compressor housing (axial)</i>	0.6	0.7	1.1
5	<i>Tilting clearance (rotor – bearing) (maesured at location E)</i>	-	<0.6	0.8
12	<i>Turbine wheel – Turbine housing (radial)</i>	0.55	0.65	0.9
14	<i>Turbine wheel – Turbine housing (axial)</i>	0.4	0.7	1.0
15	<i>Rotor – Compressor bearing (axial)</i>	0.12	0.2	0.23
18	<i>Compression Ring – Turbine bearing cover</i>	0.2	0.5	-
19	<i>Compression Ring – Compressor bearing cover</i>	0.1	0.3	-

b. Dalam pengikatan baut dan mur pada komponen turbocharger seharusnya

dilakukan dengan torsi yang sesuai petunjuk dari pedoman buku manual

KBB Turbo. Yaitu pada *Admisible radial deviation of rotor* 0.020 mm (*location E*) dan pengikatan mur pada rotor 105 (+5) Nm, dimana dalam pengikatan harus sesuai jarak *clearance* yang ditentukannya.

c. Dalam penggunaan suku-suku cadang *turbocharger* mesin induk di

anjurkan harus asli dari maker turbocharger tersebut. Agar tingkat pemakaian suku cadang digunakan tahan lama dan mempunyai kekuatan material yang berkualitas.

- d. Dalam perbaikan *over haul* lebih baik dikerjakan oleh ahli teknisi dari maker *turbocharger*. Karena tingkatan keahlian dan pengetahuannya dalam menguasai *turbocharger* lebih familiar dan handal dalam profesinya.
- e. Pada saat pergantian suku cadang pada bearing kompresor dan turbin yang sukar di lepas, usahakan tidak boleh dipaksa atau diketuk benda keras dan tajam, karena dapat merusak permukaan-permukaan materialnya.

C. ALTERNATIF PEMECAHAN MASALAH

Berdasarkan dari hasil pengkajian rumus terbukti bahwa, udara yang masuk ke dalam karena adanya hisapan dari sudu-sudu kompresor yang berputar di turbocharger. Putaran kompresor di hubungkan dengan satu poros *shaft* dengan turbin yang berputaran. Putaran ini dihasilkan dari tekanan gas buang dari dalam silinder mesin yang di dorong oleh *piston* ketika *piston* langkah pembuangan melalui katup buang yang terbuka. Karena gas buang hasil pembakaran yang berekspansi di dalam turbin, sehingga gas panas masuk ke sudu-sudu axial turbin dan turbin berputar sesuai dengan beban mesin (*output engine*), atau putaran mesin pada kecepatan kapal yang ditentukan. Jadi melalui analisa Penulis membuktikan bahwa, kinerja *turbocharger* berlangsung pada dua proses dan dua komponen utama yaitu kompresor dan turbin. Dimana dua proses itu adalah tekanan dan suhu gas buang, bila mana suhu gas buang tinggi maka tekanan gas buang juga tinggi. Jadi pengertiannya kecepatan *turbocharger* berpengaruh terhadap beban mesin yang di

hasikan terhadap kecepatan putaran mesin yang di operasikan. Sesuai dengan

36

pernyataan yang dikatakan oleh Jhohan Schiemen pada gambar grafik di atas. Maka itu *turbocharger* sangat penting terhadap mesin induk di atas kapal. Agar *turbocharger* mesin induk tetap optimal dalam kinerjanya dan dapat meningkatkan performa mesin yang di hasilkan. Dengan adanya perawatan-perawatan yang rutin dan benar sesuai dengan ketentuan dari buku pedoman perawatannya (*manual Book*). Tujuannya supaya mencegah terjadi kerusakan-kerusakan pada bagian komponen-komponen utama dan mempertahankan kondisi *turbocharger* dalam kinerjanya. Karena itu perawatan-perawatan yang harus dilakukan sesuai prosedur adalah :

- 1). Perawatan-perawatan rutin (*periodic maintenance*) pada *turbocharger*, poin-poin dalam instruksi buku manualnya yang harus diperhatikan adalah :
 - a. Melakukan pergantian minyak lumas *turbocharger*, dimana minyak lumas harus diganti rutin setiap 500 – 800 jam dari batas toleransi maksimum dari jam kerja *turbocharger* tersebut. hal ini sangat penting untuk mencegah atau mengurangi dari gesekan mekanis pada bagian metal jalan dan bantalan beraing turbin dan bearing kompresor tersebut. Karena kecepatan putaran *turbocharger* sangat tinggi bebannya. Sehingga membutuhkan pelumasan dan viskositi yang khusus sesuai minyak pelumas yang di rekomendasikan dari makernya. Dengan catatan sistem pelumasan turbocharger di bagi menjadi dua sistem yaitu sistem pelumasan langsung dari *oil system main engine* dan juga ada dari sistem *turbocharger* itu sendiri.
 - b. Ganti saringan kasa dan silencer kompresor hisap setiap 500 jam dari

jam kerja *turbocharger* tersebut, supaya kotoran-kotoran yang melekat pada saringan udara tidak masuk ke dalam komponen-komponen mekanik turbocharge yang dapat merusak pada bagian metal jalan yang berputar di kompresor *blower* Cara melakukannya pergantian saringan (*filter* luar dan *Silencer* dalam) di kompresor sebagai berikut :

- 1b. Lepaskan kawat pengikat saringan kasa dan angkat saringan kasa di bagian luar kompresor tersebut, untuk dibersihkan atau diganti dengan penyaring kasa baru. Kedua lepaskan baut-baut pengikat *compressor housing cover*

37

untuk mengganti saringan serat tembaga (*silencer*) bagian dalam. Lepaskan *compressor housing cover*, Setelah itu lepaskan *Filter* kasa bagian atas dan bawah di kompresor tersebut. lakukanlah pembersihan *silencer* atau saringan serat tembaga dari kotoran dengan menggunakan cairan deterjen atau minyak hingga bersih dan keringkan kembali, jika serat tembaga rusak ganti dengan serat tembaga yang baru di atas kapal.

- 2b. Pasang kembali filter kassa dan serat tembaga (*silencer* dalam) ke kompresor *blower* tersebut sesuai urutan yang benar.
- c. Melakukan *turbine Flashing and compressor washing water* setiap 12 jam sekali. Ketika mesin induk bekerja dalam kecepatan maksimum dan kondisi kapal bermuatan penuh. Tujuannya agar membersihkan kotoran-kotoran kerak karbon dari sisa-sisa pembakaran gas buang yang melekat di sudu-sudu turbin *blade* dan membersihkan serpihan-serpihan logam yang masuk ke putaran turbin. Sedangkan *water washing* kompresor untuk membersihkan kotoran-kotoran debu

yang melekat di sisi-sisi *impeller centrifugal*. Seperti contoh pada table operasi *flashing* turbin dari sumber *instruction manual book KBB Turbocharger*.

Table 6. Operating values for turbine Flashing.

<i>Exhaus Gas Temperatur Before Turbine</i>	<i>Exhaus gas Temperat ur After Turbine</i>	<i>Exhaus gas Temperatur After Cylinder</i>	<i>Water Pressure (Gauge)</i>	<i>Total Flashing Periode and Washing</i>
390 ⁰ – 400 ⁰ C	360 ⁰ C	380 ⁰ – 400 ⁰ C	2.4 – 3.5 bar	2 x 30 sec

- d. Periksalah semua parameter-parameter yang terdapat di sistem *turbocharger* mesin induk seperti pada kecepatan *turbocharger*, suhu gas buang yang keluar dan masuk, suhu pendingin air tawar yang masuk dan keluar di *air cooler*, tekanan udara yang masuk dan suhu udara, tekanan *level* minyak lumas di glass duga *turbocharger*, dan tekanan udara diferensial di *manometer* kompresornya.

- e. Periksalah suara yang ditimbulkan pada *turbocharger*, apakah ada suara meringik atau tidak, tujuannya untuk memastikan perbedaan suara dari *turbocharger* yang normal dan abnormal. Hal ini mengidentifikasikan adanya masalah di bagian komponen mekanik *turbocharger*-nya.
- f. Periksalah getaran *turbocharger* saat mesin induk dengan kecepatan penuh, kerana pada saat putaran mesin induk dengan kecepatan penuh dimana *turbocharger* berputar dengan kecepatan yang lebih

tinggi. Karena *turbocharger* ini memiliki frekuensi getaran alami. Alat peredam getaran (*Vibration detection*) ini di pasang untuk mengetahui getaran ke struktur

kapal jika ada getaran tampak tidak normal, lakukanlah *stop* mesin, hal ini

kemungkinan adanya kerusakan pada bantalan bearing atau baut pondasi

longgar tindakan ini untuk mencegah agar tidak terjadi kerusakan yang lebih

berat dan memakan biaya dalam perbaikan yang cukup mahal.

- g. Lakukan *over haul* kecil untuk pembersihan *impeller* kompresor dan *axial* turbin bagian sisi-sisi *turbine blade*, dan sisi-sisi *impeller centrifugal compressor*. Dimana *over haul* untuk pembersihan *turbocharger* dilakukan setiap 8000 jam sampai dengan 10000 jam maksimumnya dari batas jam kerja dan toleransi dari buku manual yang di tetapkan.
- h. Lakukan perbaikan *over haul total turbocharger* setiap dua sampai tiga tahun dari masa *over haul* sebelumnya. Tujuannya untuk pergantian setiap suku-suku cadang *turbocharger* yang rusak atau suku cadang yang sudah habis batas waktu pemakaian sesuai petunjuk intruksi dari buku manualnya. Seperti penggantian pada bantalan *bearing* turbin dan *bearing* kompresor, serta memeriksa kondisi pada bagian komponen utama dari *turbine housing*, *compressor housing* dan *nozzle ring pada turbine* dan *compressor*-nya Apakah ada kerusakan pada bagian materialnya.
- i. Lakukan pemeriksaan pada bagian poros *shaft* penghubung turbin dan kompresor saat perbaikan *over haul*, apakah ada perubahan fisik pada materialnya yang di akibatkan gesekan dan lakukanlah

pengecekan pada permukaan batang *shaft* tersebut, apakah masih di batas toleransi atau lebih

39

Jika hasil fisik material mengalami perubahan jauh, sebaiknya di rekondisi

atau diganti dengan suku cadang yang baru jika memiliki persediaan *di atas kapal*.

- j. Lakukanlah pengetesan *balancing* dengan menggunakan alat khusus untuk untuk mengetahui keseimbangan putaran dari ke dua turbin dan kompresor tersebut. hal ini untuk memastikan putaran dalam kondisi *balance* atau tidak.

2). Tujuannya perawatan terencana pada *turbocharger* sesuai (PMS) dan intruksi buku manualnya.

Untuk mencegah agar *turbocharger* mesin induk di atas kapal tetap dalam Kondisi normal dalam proses kerjanya. Maka itu perawatan terencana yang efektif dapat mengarah pada hal-hal sebagai berikut yaitu :

- a. Untuk mencegah atau mengantifikasi terjadinya kerusakan-kerusakan pada *turbocharger* yang disebabkan oleh beberapa faktor dari kotoran gas buang yang menempel pada sudu-sudu turbin *blade*-nya, seperti kotornya pada saringan hisap luar dan bagian dalam dari kompresor, kotornya ruang udara bilas (*scavengin air system*), kotornya minyak lumas turbo, kotornya sudu-sudu turbin dan kompresor hisap, dan dll. Sehingga semua itu dapat dilakukan dengan perawatan rutin seperti membersihkan pada bagian komponen-komponen tersebut.
- b. Dapat memelihara atau mempertahankan kondisi kinerja

turbocharger, sehingga *turbocharger* mesin induk dapat bekerja dengan normal dalam pengoperasiannya. Selain itu juga dapat memperkecil tingkat resiko terjadinya kerusakan-kerusakan pada *turbocharger* mesin induk serta dapat mempertahankan usia *turbocharger* mesin induk lebih lama.

- c. Dapat mengurangi pengeluaran biaya dalam anggaran untuk perbaikan *overhaul turbochargers* sehingga pengeluaran biaya dapat di perkecil
- d. Dengan dijalankan perawatan-perawatan terencana dapat menghemat dalam penggunaan suku-suku cadang di atas kapal. Sehingga suku-suku cadang *turbocharger* maupun suku-suku cadang permesinan lainnya banyak tersedia di atas kapal.

40

- e. Dengan dilaksanakan sistem perawatan terencana (PMS) pada permesinan kapal, maka dapat menguntungkan bagi pihak perusahaan pemilik kapal. Yang di tinjau dari segi waktu, uang dan material misalnya :

1e. Dari segi waktu

Pada umumnya pelaksanaan pekerjaan dalam perbaikan - perbaikan over haul dapat dikerjakan sesuai jadwal atau waktu yang sudah ditentukan sebelumnya dan juga tertera pada intruksi buku manual perawatannya yang berdasarakan jam kerja (*running hours*). Sehingga kondisi permesinan-permesinan kapal dapat terawat dengan baik dan berjalan dengan lancar dalam pengoperasian kapal.

2e. Dari segi uang (Anggaran biaya)

Anggaran biaya pengeluaran dalam perbaikan over haul

permesinan di atas kapal, baik untuk mesin induk, mesin diesel generator listrik dan permesinan bantu lainnya dapat di perkecil 5 % sampai 10 % dalam anggaran biaya pengeluarannya.

3e. Dari segi material (Suku-suku cadang)

Dimana dalam penggunaan suku cadang *turbocharger* mesin induk dapat di pertahankan sesuai usia pakai dalam jam kerjanya, sehingga penggunaan suku cadang di atas kapal dapat menghemat dalam penggunaannya.

3). Langkah-langkah yang harus dipersiapkan dalam pelaksanaan perbaikan *over haul turbocharger* mesin induk di atas kapal berdasarkan prosedur instruksi buku manualnya.

Ada beberapa alasan dalam perawatan *turbocharger* mesin induk untuk melakukan *over haul*. Yaitu dikarenakan pada bagian komponen utama *turbocharger* terjadi kerusakan disebabkan kurangnya perawatan atau kerusakan yang disebabkan habisnya usia pakai atau jam kerja berdasarkan instruksikan dalam buku manual / perawatan. Untuk itu penulis ingin menjelaskan langkah-langkah yang harus diperhatikan dalam perbaikan *over haul turbocharger* mesin

induk yang berdasarkan pada buku perawatan sebagai berikut :

- a. lepaskan pada bagian saringan luar dan *Silencer* dalam, buka baut pipa *expansion joint* yang menghubungkan ke *turbocharger exhaust manifold*. Lalu buka baut pipa yang menghubungkan antara *turbocharger* ke cerobong asap, dan pipa penghubung ke *air manifold*. Bersihkan sisa-sisa *packing gasket* di *flang* pipa penghubung *expansion joint*.
- b. Siapkan *electric motor crane* ke posisi *turbocharger* untuk

mengangkat jika *turbocharger* sudah siap dilepaskan. Siapkan dua tali atau *wire ropes* di antara *flanges silencer* dan *compressor housing* serta *exhaust gas elbow* dengan *turbine housing*. Lepas mur pondasi turbo di dudukan *turbocharger*, lepaskan mur pada pipa penghubung ke sistem pelumasan turbo, angkat perlahan-lahan oleh *motor crane* yg sudah siap dan pastikan jangan ada mur dan baut yang tertinggal.

- c. Angkat *turbocharger* mesin induk dari pondasi dengan menggunakan electric *motor crane* perlahan-lahan agar tidak terjadi tegangan pada *wire crane*, dan letakan di *upper deck* samping mesin induk yang sudah di lapisi kayu balok agar tidak merusak pada *turbocharger housing* dan lebih mudah dalam melakukan *over haul* tersebut.
- d. Siapkan alat-alat kunci spesial *turbo*, agar perbaikan *over haul turbocharger* lebih mudah dalam membuka baut-baut atau mur mekanik *turbocharger* tersebut. Seperti contoh dalam tabel 7. Sumber intruksi buku manualnya

Tabel 7. *Specipication of bolts, screws, nuts and plugs*

<i>Part Number</i>	<i>Quantity</i>	<i>Designation</i>
5050	9 pc	<i>Screw plug</i>
5070	2 pc	<i>Hexagonal socket screw</i>
5090	12 pc	<i>Hexagonal nut</i>
5110	12 pc	<i>Stud bolt</i>
5120	4 pc	<i>Stud bolt</i>
9050	2 pc	<i>Screw plug</i>
9055	1 pc	<i>Screw plug</i>

9221	4 pc	<i>Washer</i>
9103	12 pc	<i>Ripped washer</i>
5060	9 pc	<i>Gasket</i>
7020	3 pc	<i>Locating bolt</i>
9102	12 pc	<i>Hexagonal head screw</i>
9222	4 pc	<i>Hexagonal screw</i>

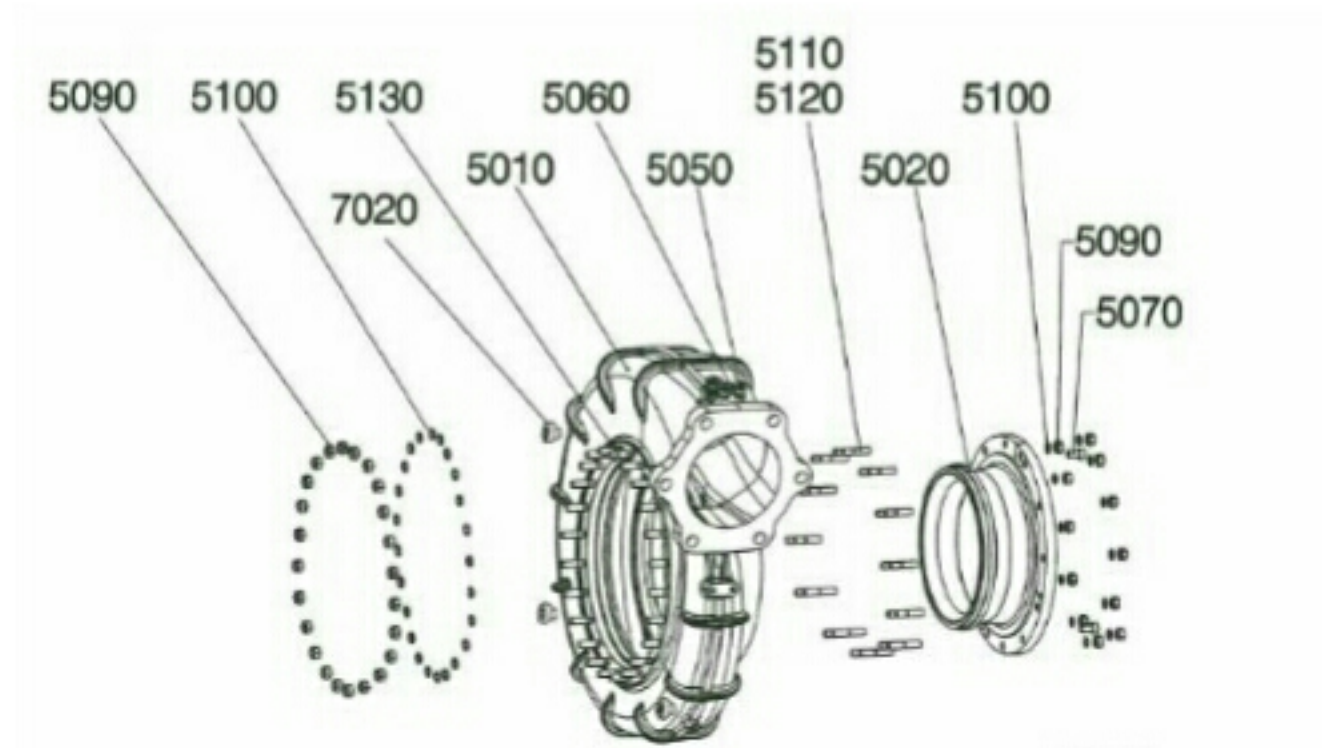
D. EVALUASI PEMECAHAN MASALAH.

Dalam evaluasi pemecahan masalah ini akan membahas lebih luas cara-cara melakukan perbaikan *over haul turbocharger* yang benar sesuai dengan manajemen perawatan dan perbaikan yang berdasarkan prosedur *Instruction manual book* seperti yang akan dibahas dalam permasalahan-permasalahan sebagai berikut :

1). Cara melakukan perbaikan *over haul turbocharger* pada *turbine gas* yang berdasarkan *dalam intruction manual book* pada gambar 11.

- a. Langkah pertama melepaskan pada *turbine housing*, lepaskan *hexagonal nuts* dan *ripper washer*-nya, pasang *hexagonal socket screw* untuk melepaskan *Insert turbine* lalu lepas *insert tubin cover* depan.
- b. Langkah ke dua lepaskan *hexagonal nuts* dan *ripper washer*-nya di bagian belakang *turbine housing* yang menghubungkan ke *compressor housing*. Lepaskan *turbine housing* gunakan *hexagonal socket screw* ketika saat melepaskannya. Perhatikan pada gambar 11 dan tabel 8.

Turbine housing



Gambar 11. Konstruksi unit pada bagian turbin (*over haul*)

43

- c. Bersihkan *turbine housing* dan *insert turbine*-nya dari kotoran kerak-kerak karbon dengan menggunakan sikat kawat (*brush*). Setelah itu periksa semua bagian-bagian *turbine housing* dan *insert turbine*-nya.
- d. Bersihkan semua bagia-bagian pada *axial blades turbine* dan periksalah bagian-bagian *axial blades*. Apakah ada kerusakan atau cacat pada bagian *axial blades*-nya.

Tabel 8. konstruksi pada bagian-bagian dari *turbine gas*

<i>Part No</i>	<i>Qty</i>	<i>Designation</i>
5010	1	<i>Turbine housing</i>
5020	1	<i>Insert, turbine housing</i>
5050	3	<i>Screw plug</i>
5060	3	<i>Gasket</i>
5070	2	<i>Hexagonal socket screw</i>
5090	36	<i>Hexagonal nut</i>
5100	36	<i>Ripper washer</i>
5110	12	<i>Stud bolt</i>
5120	4	<i>Stud bolt</i>

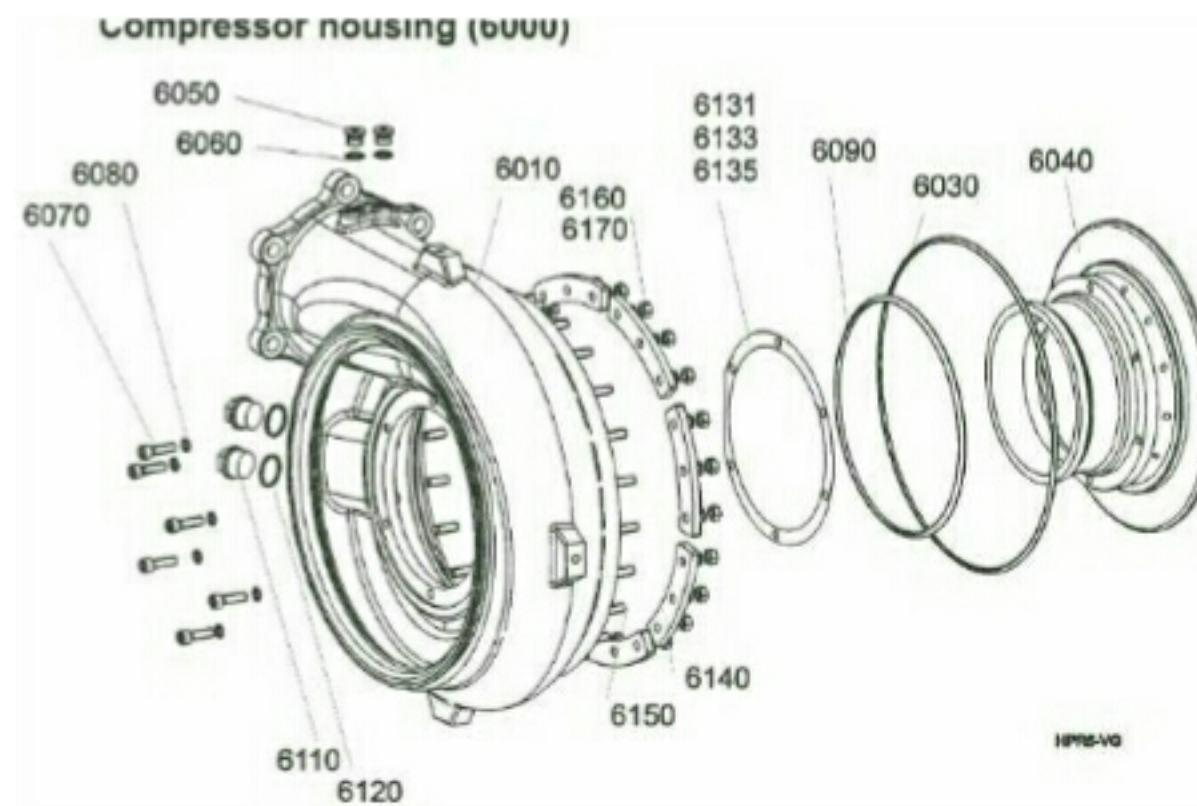
5130	24	<i>Stud bolt</i>
7020	3	<i>Locating bolt</i>

2). Cara melakukan perbaikan *over haul turbocharger* pada *compressor housing* yang berdasarkan *instruction manual books*.

- a. Langkah pertama sebelum melepaskan *compressor housing*, melepaskan *filter* luar dan *silencer compressor housing* terlebih dahulu, buka pengikat *V- balt band* pada *bolt screws* dari *flenge* dan lepaskan. Angkat *silencer compressor housing* dari *impeller compressor housing*.
- b. Melepaskan *insert compressor housing*, buka semua *hexagonal nuts* dan *ripper washer*-nya, untuk melepaskan *clamping flanges*. Pasang *hexagonal socket screw* untuk melepaskan *Insert compressor housing*, kemudian lepaskan *insert compressor housing* dari *compressor housing* tersebut.
- c. Cara melepaskan *compressor diffuser*, Kendurkan dan Lepaskan *screw nuts*

44

secara bersamaan hingga *bushing* berhenti dan lepaskan *compressor diffuser*. Lepaskan *O'rings* tersebut dan periksa semua apakah ada yang rusak perhatikan pada gambar 12 *compressor housing* dan tabel 9 pada konstruksi bagian *compressor housing*.



Gambar 12. Konstruksi Pada *compressor housing unit (over haul)*

Tabel 9. Konstruksi pada bagian *compressor housing*.

Part No	Qty	Designation
6010	1	<i>Compressor housing</i>
6030	1	<i>O' Ring, Compressor housing</i>
6040	1	<i>Insert, compressor housing</i>
6050	1	<i>Screw plug</i>
6060	1	<i>Gasket</i>
6070	6	<i>Hexagonal socket screw</i>
6080	6	<i>Ripped washer</i>
6090	1	<i>O' Ring, insert compressor housing</i>
6110	2	<i>Screw plug</i>
6120	2	<i>Gasket</i>
6131	*)	<i>Shim (0.2)</i>
6133	*)	<i>Shim (0.15)</i>
6135	*)	<i>Shim (0.2)</i>
6140	8	<i>Clamping flange</i>
6150	24	<i>Stud bolt</i>
6160	24	<i>Hexagonal nut</i>
6170	24	<i>Ripped washer</i>

- d. Bersihkan semua *compressor housing*, *insert housing*, dan bagian-bagian komponen lainnya. Agar kotoran udara yang melakat di permukaan

sudu-sudu *impeller* dan di permukaan dalam *compressor housing* bersih.

- e. Periksalah semua komponen-komponen mekanik dari *compressor housing, insert compressor housing, compressor centrifugal impeller, O'rings seal, stud bolts, screws* dan lain-lain. Apakah ada kerusakan pada materialnya, Jika rusak ganti baru (*renew*).

3). Cara melakukan perbaikan *over haul rotary shaft impeller centrifugal compressor* dan *axial turbine* pada *turbocharger* mesin induk yang berdasarkan dari *instruction manual book*.

- a. Langkah pertama melakukan *over haul* pada *rotary shaft impeller centrifugal compressor*. Tempatkan perangkat penguncian pada roda *turbine* dan latakan perangkat ke *flange* pada *bearing housing* (3010). Kemudian kendurkan mur *rotor* dengan alat *spanner torque* (2060), angkat mur rotor dan *coupling disk* (2050) dan hati-hati untuk melepas *impeller compressor* (2040) dari poros *shaft* (2010). Dengan catatan posisi pelepasan poros ke dalam dianjurkan harus di tandai agar mudah untuk menentukan dalam pemasangan kembali.
- b. Kendurkan semua skrup (3090), angkat *bearing cover* pada kompresor (3040), jika kekuatan yang di perlukan dari *cover* dengan skrup (3090). O'ring kompresi polos diletakan di *bearing cover* (2090). Dengan catatan perhatikan *gasket* bawah (3081) *bearing cover* (3040).
- c. Lepaskan *Spacer* (2030) dari poros *shaft*, kemudian kendur skrup-skrup (3100) dan lepaskan *bearing* kompresor (4020) dengan *trackle bearing*. Lanjut tempatkan *extractor shaft* (2010) dan skrup mendorong ke dalam *thrust ring* (2020). Kemudian lepaskan *thrust ring* dari poros *shaft* (2020), catatan pada saat poros (2010) ditarik keluar dari *bearing housing* (3010) dan lepaskan ring kompresi dari

poros *shaft* tersebut (2070).

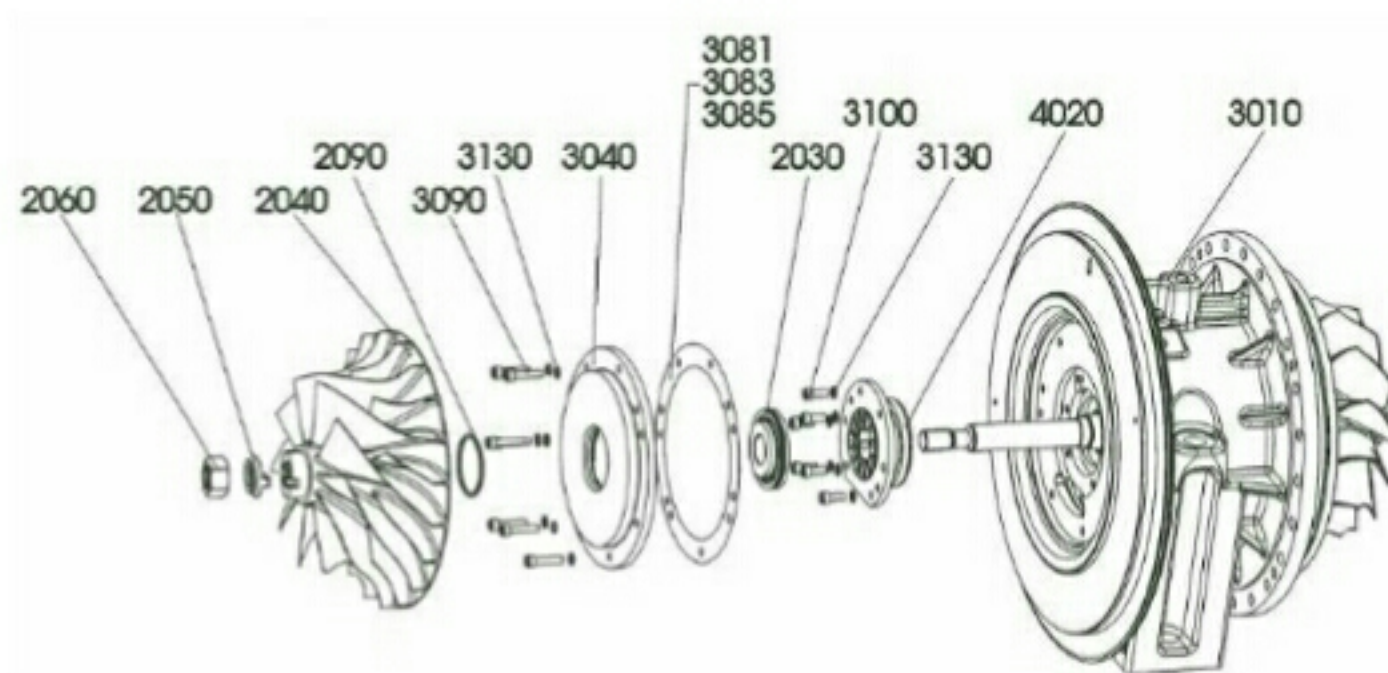
d. Lepaskan *feather key* dari poros *shaft* (2080) dan lepaskan *heat shield*-nya

(3030). Kemudian tarik *bearing* ke luar dari *bearing housing* (3020) dengan

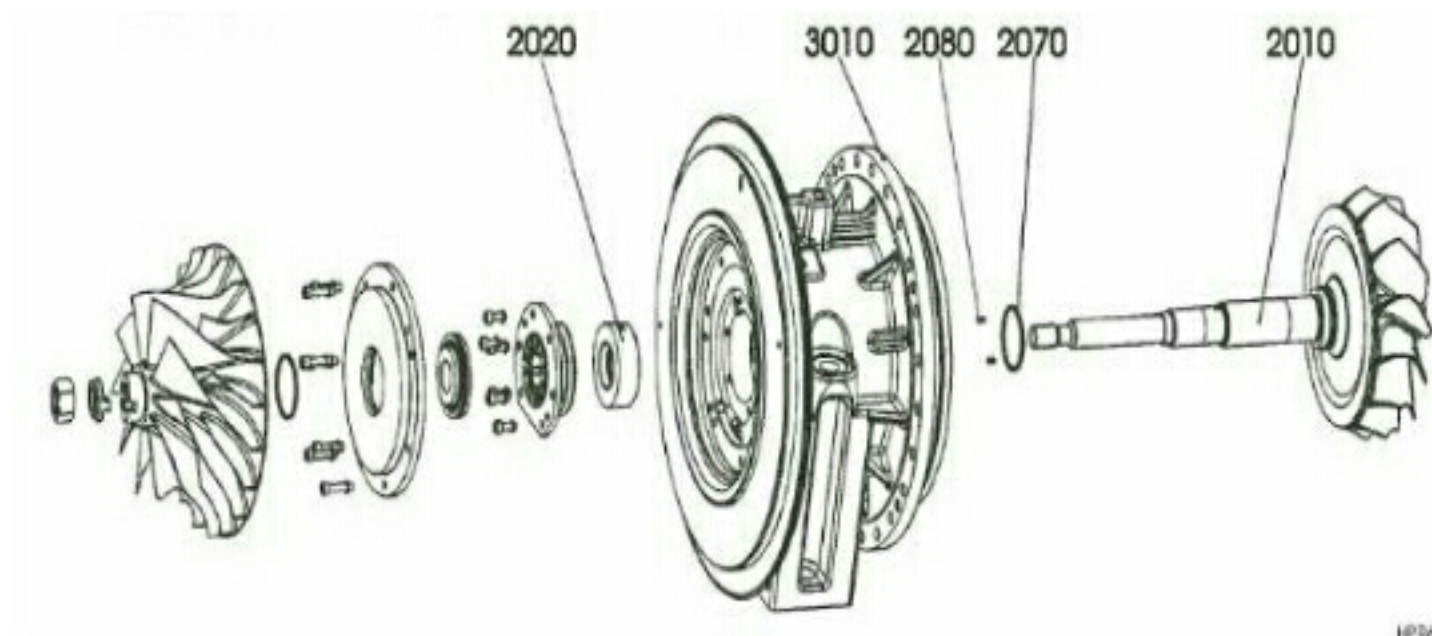
46

didorong menggunakan skrup (3010). Perhatikan *gasket packing* berada di (3081) bawah *bearing* (3020).

e. kendurkan *plug* skrup (3120), dan kemudian lepaskan *plate* pemisah (3060) lalu kendurkan *plug* skrupnya (3200) dengan *spring washer* (3210). Setelah itu tarik ke luar *turbine bearing* (4010) pada *bearing guide sleeve* (3020). Setelah *turbocharger* di bongkar periksalah semua bagian-bagian komponen mekaniknya apakah ada kerusakan atau tidak. Jika ada dapat di ganti dengan suku cadang yang baru dan bersihkan semua komponen-komponennya yang sudah bongkar. Dimana dalam *over haul* poros batang penghubung *impeller compressor* dan *turbine axial* dapat di tunjukan pada gambar 13.14 dan 15 di bawah ini.

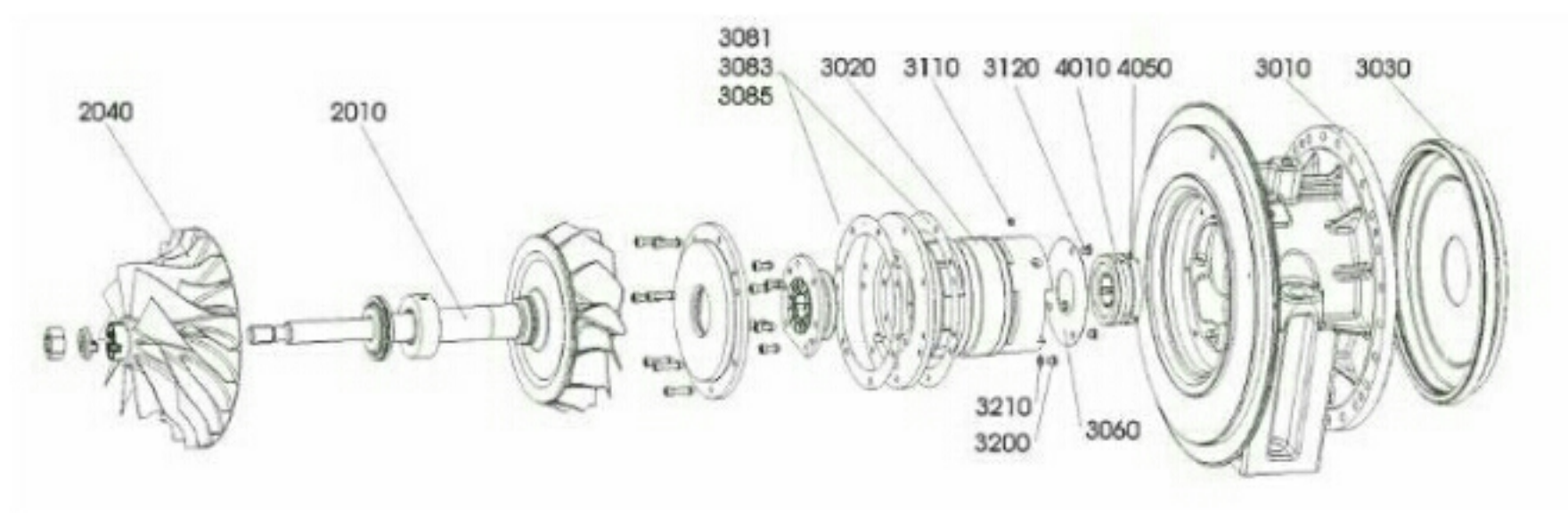


Gambar 13. *Over haul* pada rotor shaft compressor impeller



Gambar 14. *Over haul complated of rotor shaft turbine axial*

47



Gambar 15. *Over haul complated of rotor shaft compressor impeller and turbine axial*

4). Cara melakukan pemasangan kembali pada *rotor shaft impeller compressor* dan *axial turbine* pada *turbocharger* yang berdasarkan *instruction manual book*.

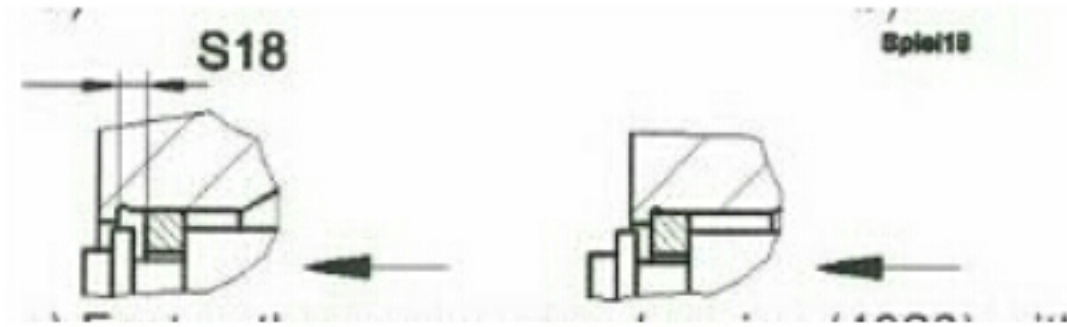
a. Langkah pertama dalam pemasangan kembali pada *rotor shaft impeller* dan *axial*. Pertama masukan *turbine bearing* (4010) ke dalam

bearing guide sleeve (3020) dan kemudian kencangkan skrup *plug* (3200) dan *washer*-nya (3210). Kemudian periksa *plug thread* (3110) pada saat menyekrupkan kedudukan bantalan *bearing* (3020). Yang harus diperhatikan ketika memasang *turbine bearing* (4010) dengan 3 pin silinder (4050) untuk melindungi terhadap resiko puntiran.

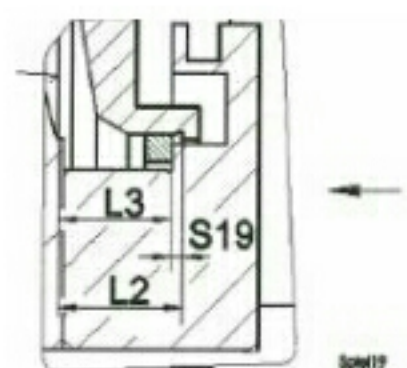
- b. Masukan *plate* pemisah (3060), kencangkan dengan skrup *plug* (3120) dan selanjutnya. masukan *bearing guide sleeve* (3081) dengan *gasket packing* yang asli (3081) atau dengan *gasket packing* yang sama ketebalannya, dan masukan ke dalam *bearing housing* tersebut. Lalu kencangkan *bearing guide sleeve* dengan ke dua skrup, kemudian pasang *cover heat shield* (3030) yang memusat pada *bearing housing*. Perhatikan pada gambar 15 di atas.
- c. Masukan O'ring kompresi polos pada turbin (2070) ke dalam poros alur *shaft*, setelah itu masukan pin (*faether key*) ke dalam alur poros batang tersebut dan gunakan *guide sleeve* (9805) untuk mengangkat ke dalam poros. Oleskan oli ke *bearing turbine* dengan catatan, hati-hati ketika memasukan poros batang penghubung ke dalam *bearing housing*. Kemudian oleskan oli

dan dorong *ring* tersebut (2020), lalu letakan *ring* hingga ke poros *shaft*, perhatikan pada gambar 14 di atas.

- d. Oleskan oli pada *bearing* kompresor (4020), letakan *bearing* kompresor pada poros hingga ke titik terbawah sejajar dengan *flange* dan kencangkan dengan skrup (3100) dan *washer*-nya (3130). Setelah itu periksa *clearance*-nya yang di tunjukan pada S18 (hanya jika komponen-komponen yang di ganti baru).



- e. Kencangkan *bearing* kompresor (4020) dengan skrup-skrup tersebut (3100) dan tekan poros (2010) terhadap rumah *bearing*. Terapkan dial gauge di ujung poros dan sesuaikan ke angka nol. Kemudian kendurkan skrup-skrup (3100) dan paksa bearing kompresor (4020) dengan jarak 1 mm. Ubah *clearance* poros pada S18 : yang benar dengan mengganti ketebalan gasket (3081) pada *bearing guide sleeve* jika perlu. Perhatikan pada gambar 13 dan 14 di atas.
- f. Kenakan perangkat penguncian untuk rotor ke roda *turbine* dan kencangkan skrup pada *flange* dengan rumah *bearing* tersebut. Kemudian geser *spacer* pada sampai ke ujung poros (2030) dengan memperhatikan posisi perakitan pemasangan kembali. Periksa *clearance* pada S19 : ($S19 = L_2 - L_1$) contoh pada gambar kedudukan *bearing* (X- referensi pada *bearing housing*).



Perhatikan pada gambar di atas

Menentukan dimensinya L_3 , selanjutnya lepaskan *spacer* (2030) dan masukan *bearing cover* kompresornya (3040). Selanjutnya cara menentukan dimensi pada L_2 dan perhitungan S19 ($S19 = L_2 - L_3$) S19 yang benar dengan

mengubah ketebalan *gasket bearing cover* kompresor (3040).

g. masukan dan kencangkan *bearing cover* kompresornya (3040) dengan skrup-skrup (3090) dan Washer-nya (3130). Kemudian masukan ring kompresi (2090) ke dalam *bearing cover* (3040) dan geser *impeller* kompresor ke dalam batang poros dan perhatikan posisi pemasangannya. Berikan grease pada permukaan dis kopling yang mengandung MoS₂. Lalu masukan coupling disc (2050) dan rotor nut (2060). Perhatikan berikut di bawah ini :

1.g) Tanda pemasangan di poros *shaft* dan *impeller* kompresor harus sesuai dengan penguncian di rotor dengan rata-rata dengan menggunakan alat kunci torsi.

2.g) Karena umumnya sangat penting jika digabungkan dengan kunci
spanner torsi (9801).

h. Kencangkan rotor nut (2060) dengan kekencangan ikat 105 Nm, kemudian periksa kembali rotor untuk kelancaran; perlahan-lahan memutar rotor, harus dimungkinkan untuk memutar rotor dengan lancar tanpa ada hambatan dalam putarannya. Selanjutnya periksalah kebenaran pada putaran rotor : terapkan dial gauge ukur di samping *impeller* kompresor dan ukur jangka keluar putaran radial rotor sambil amati perlahan-lahan pada putaran rotor, Hal ini untuk memastikan *radial clearance* pada putaran tersebut.

i. Setelah selesai pemasangan pada rotor *shaft* penghubung kompresor dan *axial* turbin, selanjutnya lakukanlah pemeriksaan pada kelancaran putaran untuk memastikan apakah putaran turbin dan kompresor lancar dan *balance* atau tidak dengan menggunakan alat ukur balancing meter. Jika putaran normal, maka selanjutnya untuk melanjutkan pemasangan pada *compressor housing* dan *turbine*

housing yaitu ke balikkannya yang sudah di bahas pada point 1 dan point 2 di atas pada hal, 44, 45 dan 46. Dengan catatan untuk pemasangan harus sesuai dengan urutan-urutannya dan perhatikan *clearance*-nya.

BAB IV

PENUTUP

A. KESIMPULAN

Dari hasil pembahasan permasalahan diatas penulis memperoleh beberapa kesimpulan menurut hasil pengamatan dan analisa yang telah dilakukan selama ini. Mengenai tentang meningkatkan perawatan *turbocharger* mesin induk di MT. MTG4 dalam rangka kelancaran pengoperasian kapal.

1. *Turbocharger* merupakan sistem alat bantu yang di pasang pada mesin-mesin diesel kapal untuk menambah tenaga mesin yang di hasilkan dengan cara memasok udara secara paksa ke dalam silinder oleh putaran kompresor. Dimana putaran kompresor ini di gerak dalam satu poros *shaft* pada turbin yang berputaran dari hasil tekanan gas buang yang keluar dari dalam silinder mesin tersebut. Oleh karena itu penulis menyimpulkan begitu pentingnya peranan *turbocharger* terhadap mesin induk, agar menjaga performa mesin Optimal.
2. Terdapat kerusakan-kerusakan pada bagian komponen utama

turbocharger yang mengakibatkan kinerja *turbocharger* tidak normal dan juga menghambat pada performa mesin induk. Hal ini disebabkan karena adanya perawatan *turbocharger* mesin induk di atas kapal oleh masinis, baik ditinjau dari segi ilmu pengetahuan dan suku-suku cadang di atas kapal yang terbatas. Sehingga faktor kendalanya yang terjadi adalah

- a. Terjadinya penurunan tekanan ekspansi dalam ruang *turbine blade* yang disebabkan banyaknya kotoran dari jelaga-jelaga karbon gas buang yang menempel sisi-sisi *blade*-nya
- b. Turunnya daya isap udara oleh kompresor akibat kotornya saringan udara dan saringan dalam serat tembaga (*silencer*) di bagian kompresor blower.
- c. Suhu *Air cooler* tinggi akibat banyak kotoran-kotoran yang menyumbat di pipa-pipa *water cooling*.
- d. Suhu gas buang di *exhaust manifold* tinggi di sebabkan pemasukan udara dari kompresor ke silinder kurang yang mengakibatkan proses pembakaran kurang sempurna. Atau faktor lain oleh pengabutan injector yang kurang baik.
- e. Terjadi getaran pada *turbocharger* yang disebabkan oleh rusaknya pada bagian bearing turbin dan kompresor, sehingga putaran *turbocharger unbalancing*

B. SARAN-SARAN

Untuk mengingatkan permasalahan yang timbul terhadap sistem *turbocharger* mesin induk pada saat kapal beroperasi, agar tidak terjadi lagi pada kerusakan-kerusakan *turbocharger* yang mengakibatkan kinerja

mesin induk menurun. Maka penulis menghimbau atau menyarankan sebagai berikut :

1. Mengupayakan yang benar pada perawatan dan perbaikan *turbocharger-turbocharger* mesin diesel induk maupun mesin diesel bantu generator listrik. Tujuannya agar kinerja mesin dapat meningkat peformenya dan tidak menghambat dalam pengoperasian kapal. Saran saran penulis yang perlu dicapai adalah pada saat jaga di kamar mesin kapal berlayar lakukanlah *water washing compreesor* setiap 4 jam dan juga pada *turbine side* lakukanlah *flashing* agar kotoran-kotoran karbon atau serpihan-serpihan logam dapat dibersihkan lewat tekanan udara dan tekanan gas yang keluar ke *atmosfire*.
2. Lakukanlah pengecekan-pengecekan setiap 30 menit pada turbocharger mesin induk maupun diesel generator agar kondisi kerja *turbocharger-turbocharger* mesin diesel di atas kapal dapat terkontrol.
3. Lakukanlah pembersihan saringan-saringan *turbocharger* pada bagian kompresor setiap 500 jam kerja. Dan gantilah minyak pelumas *bearing turbo* kompresor dan turbin setiap 1000 jam kerja sesuai dari buku pedoman perawatan *manual book*.

DAFTAR PUSTAKA

1. Karyanto, (2000). *http // : Wikipedia / Org / Turbocharger*.
2. Zainal Arifin dan Sukoco, (2008). *Teknologi Motor Diesel*. Penerbit ALFABETA. Bandung. Hal 124, 127 , 128 dan 129.
3. N.E Chel, Ceng, FIMarest, Imere. *Pengoperasian dan Perawatan Instalasi*

- Mesin di Kapal-kapal Motor*. Dirillis Ulang dari Buku Seri MEP Volume 1 Part 18. Jakarta. Hal 16, 17 dan 19.
4. NSOS (2006:25). *Manajemen Perawatan dan Perbaikan Permesinan Kapal*.
 5. Jhohan Schiemen. 1992- 1996. *ABB Turbocharger Operating System*.
Published In Turbo Megazine. Page 6, 8, 9 dan 12
 6. KBB turbo. *Operating and Mounting Instruction Manual Book for Exhaust Turbocharger HPR5000*. *Published in Bannewitz Germany*. Hal. 36 s/d 42.

LAMPIRAN

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran No. 01 : (*Figure No 1. Turbocharger*) *Single Stage Turbine Axial and Compressor Centrifugal*, serta *Table Operating Data*.

Lampiran No. 02 : (*Figure No 2. Specific Turbocharger*) dan *Data Table Waight of Important Subassemblies*.

Lampiran No. 03 : *Rotor Shaft Complate of Centrifugal and Axial Impellers* dan *Keterangan Data*.

Lampiran No. 04 : *Housing Turbocharger Complate* dan *keterangan Data*.

Figure No. 1 *Single Stage Turbine Axial and Compressor Impeller*



LAMPIRAN TABLE NO. 01

1 TECHNICAL DATA**1.1 Operating data**

Specification	458xxxx
Max. speed	41,500 rpm
Max. exhaust gas temperature upstream of turbine	650 °C
Lubricating oil	
Types of lubricating oil: engine oil with a kinematic viscosity of at 50 °C, e.g. SAE30, SAE40	60 ... 115 mm ² /s
Nominal oil filter fineness upstream of TC	max. 25 µm
Lubricating oil pressure upstream of TC	300 ± 150 kPa
Admissible lubricating oil pressures for special operating states	
at start-up	min. 50 kPa
from start-up to idle running	min. 50 kPa
at standstill (pre-lubrication or re-lubrication/standby mode)	see diagram below
Lubricating oil temperature upstream of TC	40 ... 105 °C
Lubricating oil temperature downstream of TC	max. 120 °C
Lubricating oil flow	20 ... 30 l/min
Sound power level (measured on silencer at 100 mm distance from compressor housing)	108 dB(A) at 37,000 rpm
Counter-pressure downstream of turbine	max. 2.5 kPa(g)
Vacuum upstream of compressor	max. 1.5 kPa(g)

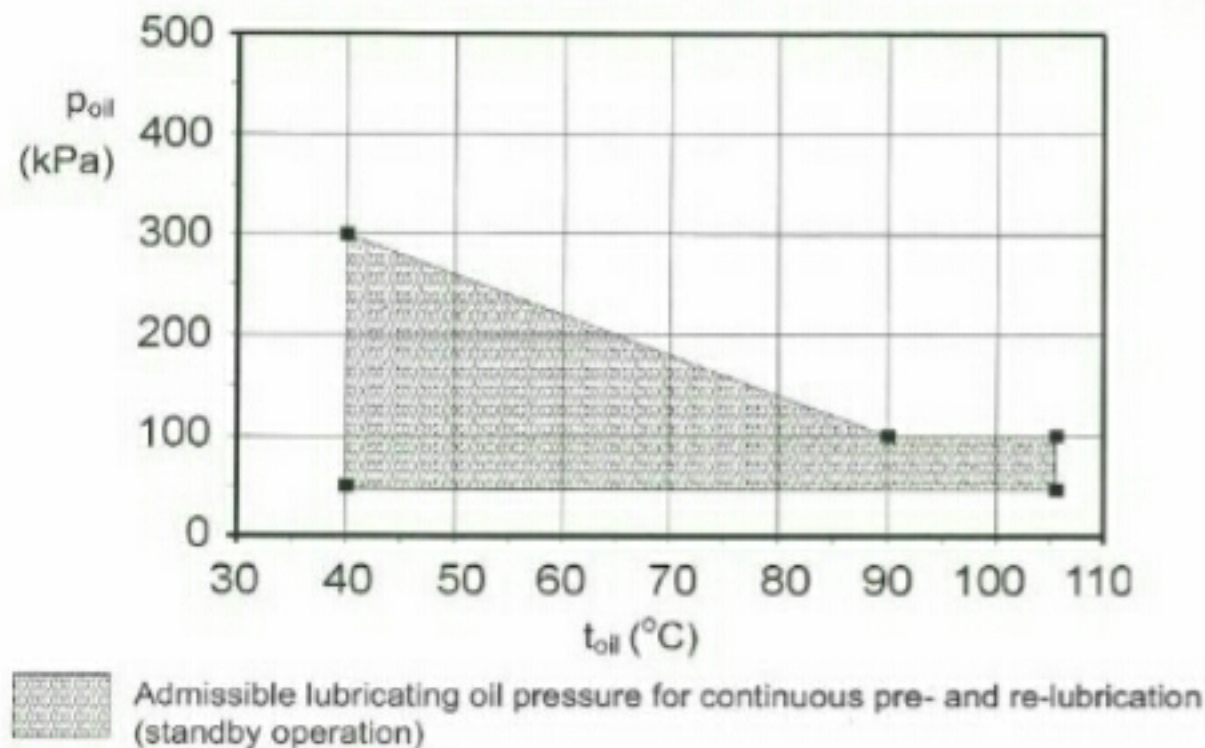


Figure No. 2 *Spacific Turbocharger*



LAMPIRAN TABLE NO. 02



The piping for the pipe connections listed is not included in the scope of supply of Kompressorenbau Bannewitz GmbH.



Pipes have always to be laid free of stress.

1.4 Test connections

The TC is equipped with the following test connections which can be used as required.

- There are two threads each (M18x1.5) provided at the air intake housing, compressor housing and turbine-inlet housing and at the exhaust-gas elbow for measuring the temperature and pressure.
- For measuring the speed, the bearing housing can be equipped with a speed sensor.

1.5 Weight of important subassemblies

Exhaust gas turbocharger, compl. *)	354 kg
Exhaust gas turbocharger, basic unit	265 kg
Insulation	16 kg
Silencer	40 kg
Air-intake bend	18 kg
Compressor housing	86 kg
Turbine housing	87 kg
Exhaust-gas elbow	46 kg
Cartridge (Bearing housing with rotor)	88 kg
Bearing housing	49 kg
Rotor	18 kg
Shaft	14 kg
Compressor impeller	4 kg

*) Basic unit including silencer and exhaust-gas elbow (see name-plate) without insulation

Figure No. 3 *Rotor Shaft Complate Of Centrifugal and Axial Impellers*

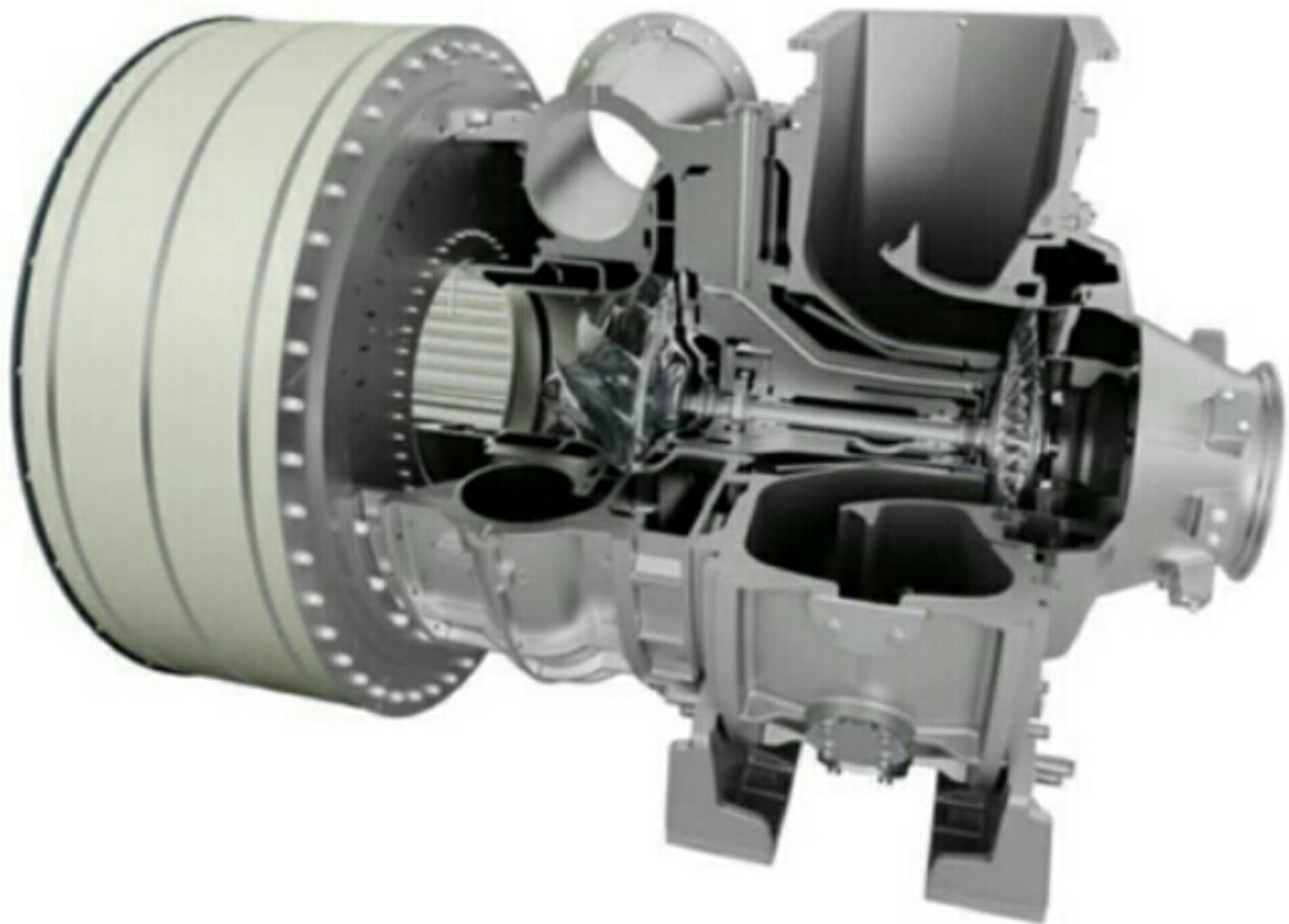


Keterangan : 1). *Centrifugal Impeller of Compressor Blower.*

2). *Axial Impeller of Turbine Side.*

3). *Rotor Shaft Complate.*

Figure No. 4 *Housing Turbocharger Complate.*



- Keterangan : 1). *Housing Filter and Silencer of Compressor Blower.*
2). *Compressor Housing of Impeller Centrifugal.*
3). *Turbine Housing of Impeller Axial.*
4). *Compressor Bearing and Turbine Bearing Housings.*
5). *Pipes of Circulation Air and Gas System in*

Turbocharger