

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



**MAKALAH**

**PENTINGNYA PERAWATAN DAN PERBAIKAN  
TURBOCHARGER UNTUK MENUNJANG KINERJA  
MESIN INDUK DI MV. DK ILIOS**

**Oleh :**

**IMAN MUHAMMAD ADIKUSUMAH**

**NIS. 01896/T-I**

**PROGRAM PENDIDIKAN DIKLAT PELAUT I  
JAKARTA  
2023**

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



**MAKALAH**

**PENTINGNYA PERAWATAN DAN PERBAIKAN  
TURBOCHARGER UNTUK MENUNJANG KINERJA  
MESIN INDUK DI MV. DK ILIOS**

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

**Oleh :**

**IMAN MUHAMAD ADIKUSUMAH**  
**NIS. 01896/T-I**

**PROGRAM PENDIDIKAN DIKLAT PELAUT I  
JAKARTA  
2023**

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



**TANDA PERSETUJUAN MAKALAH**

Nama : IMAN MUHAMAD ADIKUSUMAH  
NIS : 01896/T-I  
Program Pendidikan : Diklat Pelaut - I  
Jurusan : TEKNIKA  
Judul : PENTINGNYA PERAWATAN DAN PERBAIKAN  
TURBOCHARGER UNTUK MENUNJANG KINERJA  
MESIN INDUK DI MV. DK ILIOS

Pembimbing I

Jakarta, Februari 2023

Pembimbing II

**Mohamad Ridwan, S.SLT., M. M**  
Penata (III/c)  
NIP.19780707 200912 1 005

**Drs. Edward Arsanova, MM, M.Mar.E**  
Dosen STIP

Mengetahui :  
Ketua Jurusan Teknika

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

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



**TANDA PENGESAHAN MAKALAH**

Nama : IMAN MUHAMAD ADIKUSUMAH  
NIS : 01896/T-I  
Program Pendidikan : Diklat Pelaut - I  
Jurusan : TEKNIKA  
Judul : PENTINGNYA PERAWATAN DAN PERBAIKAN  
TURBOCHARGER UNTUK MENUNJANG KINERJA  
MESIN INDUK DI MV. DK ILIOS

Penguji I

**Markus Yando, S.SiT., M.M**

Penata TK. I (III/d)

NIP. 19800605 200812 1 001

Penguji II

**HARTAYA, MM**

Penata Tk.I (III/d)

NIP. 19660310 199903 1 005

Penguji III

**Mohamad Ridwan, S.SiT., M.M**

Penata TK. (III/c)

NIP. 19780707 200912 1 005

Mengetahui :

Ketua Jurusan Teknika

**Markus Yando, S.SiT., M.M**

Penata TK. I (III/d)

NIP. 19800605 200812 1 001

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur Penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa karena atas karunia-Nya, sehingga penulis mendapat kesempatan untuk mengikuti tugas belajar program upgrading Ahli Teknik Tingkat I yang diselenggarakan di Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran Jakarta. Guna memenuhi persyaratan Kurikulum Program Upgrading ATT-I, maka semua pasis diwajibkan untuk membuat atau menulis sebuah makalah berdasarkan pengalaman selama bekerja di atas kapal dan ditunjang dengan teori-teori serta bimbingan dari pada dosen pembimbing STIP Jakarta. Sehingga penulis dapat menyelesaikan makalah ini sesuai dengan waktu yang ditentukan dengan judul :

### **“PENTINGNYA PERAWATAN DAN PERBAIKAN TURBOCHARGER UNTUK MENUNJANG KINERJA MESIN INDUK DI MV. DK ILIOS”**

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

1. Capt. Sudiono, M.Mar, selaku Ketua Sekolah tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta.
2. Capt. Suhartini, S.SiT.,M.M.,M.MTr, selaku Kepala Divisi Pengembangan Usaha Sekolah tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta.
3. Bapak Markus Yando, S.SiT.,M.M, selaku Ketua Jurusan Teknik Sekolah tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta.
4. Bapak Mohamad Ridwan, S.SI.T., M. M, selaku dosen pembimbing I, yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran dalam membimbing dan memberikan arahan petunjuk dalam pengerjaan skripsi ini sehingga dapat berjalan lancar sampai dengan selesai.
5. Drs. Edward Arsanova, MM, M.Mar.E, selaku dosen pembimbing II, yang telah memberikan pengarahan, motivasi, kerja keras dan bimbingan dalam penulisan skripsi ini hingga selesai sebagaimana mestinya.

6. Seluruh Dosen dan staf pengajar Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta yang telah memberikan bantuan dan dorongan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan tugas makalah ini.
7. Orang tua tercinta yang telah memberikan kasih sayang, materi dan doanya selama pembuatan makalah.
8. Kepada Keluarga tercinta Istri dan Anak yang telah memberikan kasih sayang dan doanya kepada penulis untuk mampu bertahan sampai sekarang ini dan selalu memberikan semangat kepada penulis.
9. Semua rekan-rekan Pasis Ahli Teknik Tingkat I Angkatan Enam Puluh Lima (LXV) tahun ajaran 2022/2023 yang telah memberikan bimbingan, sumbangsih dan saran baik secara materil maupun moril sehingga makalah ini akhirnya dapat terselesaikan.

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

Jakarta,     Februari 2023

Penulis,

IMAN MUHAMMAD ADIKUSUMAH  
NIS. 01896/T-I

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>TANDA PERSETUJUAN MAKALAH</b> .....	ii
<b>TANDA PENGESAHAN MAKALAH</b> .....	iii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	iv
<b>DAFTAR ISI</b> .....	vi
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	vii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	viii
 <b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
A. LATAR BELAKANG .....	1
B. IDENTIFIKASI, BATASAN DAN RUMUSAN MASALAH .....	3
C. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN .....	4
D. METODE PENELITIAN .....	5
E. WAKTU DAN TEMPAT PENELITIAN .....	6
F. SISTEMATIKA PENULISAN .....	6
 <b>BAB II LANDASAN TEORI</b>	
A. TINJAUAN PUSTAKA .....	8
B. KERANGKA PEMIKIRAN .....	20
 <b>BAB III ANALISIS DAN PEMBAHASAN</b>	
A. DESKRIPSI DATA .....	21
B. ANALISIS DATA .....	23
C. PEMECAHAN MASALAH .....	26
 <b>BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
A. KESIMPULAN .....	33
B. SARAN .....	34
 <b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	36
 <b>LAMPIRAN</b>	
 <b>DAFTAR ISTILAH</b>	

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 3.1 Penampang <i>Turbocharger</i> .....	22
Gambar 3.2 Gambar Kerusakan <i>Nozzle Ring Turbocharger</i> .....	23
Gambar 3.3 Kerusakan pada <i>turbin blade</i> .....	23
Gambar 3.4 Kotoran pada <i>air cooler air side</i> .....	24
Gambar 3.5 Gambar proses <i>balancing</i> pada <i>Rotor Turbocharger</i> .....	28
Gambar 3.6 Gambar Hasil pengukuran <i>balancing</i> di <i>monitor</i> .....	29
Gambar 3.7 Gambar <i>Data report</i> hasil <i>Balancing Rotor</i> .....	29



## **DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran 1. Ship Particular

Lampiran 2. Crewlist

# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. LATAR BELAKANG

MV. DK ILIOS adalah kapal *General Cargo* berbendera Korea milik Nishi Ship Building CO.LTD. Kapal dengan berat kotor (GRT) 3869 tons tersebut dilengkapi dengan mesin induk jenis motor diesel Makita Mitsui MAN B&W 6L35MC dengan kekuatan mesin 1620 KW. Sehingga mampu melaju dengan kecepatan maksimum 11 knots. Guna menunjang kelancaran dan keselamatan operasional kapal, performa dari mesin induk harus dapat dipertahankan.

Mengingat persaingan bisnis pelayaran yang sangat ketat, maka untuk menunjang tujuan perusahaan agar tetap bertahan, maka Nahkoda dan *Chief Engineer* sebagai pimpinan di atas kapal, dituntut untuk bekerja semaksimal mungkin. Penulis sebagai *Chief Engineer* sangat menyadari bahwa kelancaran dari suatu kapal adalah bagaimana menjaga kinerja mesin induk tetap bekerja optimal.

Mesin induk jenis motor diesel kerjanya dengan memanfaatkan tekanan ledakan pembakaran di ruang *cylinder*, dimana ledakan pembakaran tersebut merupakan hasil akumulasi udara murni yang *disupply* oleh *turbocharger* ke ruang bakar. Kelancaran operasional kapal sangat tergantung pada kondisi kerja mesin induk. Agar kondisi kerja mesin induk selalu baik maka diperlukan perawatan secara rutin dan terencana pada semua bagian mesin induk khususnya pada bagian *turbocharger*.

*Turbocharger* harus dapat menghasilkan tekanan udara bilas yang diperlukan sekaligus mempertahankan cadangan yang memadai untuk mengantisipasi *surging*. *Surging* merupakan terhentinya aliran gas dan terjadinya aliran balik udara dari ruang bilas ( *intake manifold* ) ke *diffuser* dan *impeller*. Pada proses pembakaran motor induk, gas buang dijaga agar tetap konstan pada suatu tekanan yang lebih

tinggi dari tekanan atmosfer dengan demikian turbin dapat beroperasi pada efisiensi optimum.

*Turbocharger* beroperasi dengan memanfaatkan gas buang/ *exhaust gas* yang dihasilkan dari pembakaran selanjutnya gas buang dari *exhaust manifold* mengalir ke dalam *turbocharger* melalui *nozzle ring* menekan sudu sudu turbin untuk memutar rotor ( *turbin side* ) yang selanjutnya diteruskan ke *compressor whell / impeller* melalui poros yang terhubung dengan turbin side untuk menghisap dan menekan udara luar masuk ke dalam ruang bakar. Dengan kondisi operasi yang demikian, *turbine blade* ( *sudu-sudu turbin* ) rentan mengalami pengikisan / pengendapan karbon yang diakibatkan oleh material-material yang terkandung dalam gas buang (*exhaust gas*). *Carbon* menjadi komponen utama yang menyebabkan pengikisan/ pengendapan pada sudu-sudu turbin (*turbine blade*) serta terbentuknya kerak pada sudu-sudu ( *nozzle ring* ) dari *turbocharger*.

Apabila kinerja *turbocharger* yang tidak maksimal/normal jika dibiarkan atau tidak diambil tindakan secara berlarut-larut akan mempunyai efek yang besar pada *performance* mesin karena tekanan udara bilas tidak normal  $1,6 \text{ kg/cm}^2$  sedangkan yang normal  $2.10 \text{ kg/cm}^2$  pada putaran NCR (*Normal continuous rated* = 200 Rpm) dan temperatur udara bilas terlalu tinggi  $85^{\circ}\text{C}$  sedangkan yang normal temperaturnya  $48^{\circ}\text{C}$ , sehingga membawa dampak yang serius atau fatal terhadap komponen-komponen mesin induk dari kerusakan *material* mesin.

Untuk dapat memberikan solusi yang positif mengenai hal tersebut, maka diperlukan rencana perawatan permesinan yang baik, teratur dan tepat waktu sehingga operasional kapal dapat berjalan dengan baik dan lancar sesuai dengan apa yang diharapkan awak mesin kapal dan perusahaan. Disamping juga diharapkan kondisi usia mesin dan komponennya dapat mencapai umur yang panjang dan selalu berada pada kondisi yang baik dan dapat berfungsi secara baik dan maksimal.

Pada saat penulis bekerja dikapal, terjadi gangguan atau kerusakan sebagai berikut pada tanggal 06 November 2021 pada saat kapal dalam pelayaran saat kondisi laut *rough sea* terjadi *surging* pada *turbocharger*. Ditandai dengan suara dentuman pada sisi *turbocharger* yang pada akhirnya mengakibatkan bunyi dari putaran

*turbocharger* yang menjadi berisik dan tidak stabil (tidak beraturan). Selanjutnya disusul dengan turunnya tekanan udara masuk di *intake manifold* dari 2,2 kg/cm<sup>2</sup> menjadi 1,6 kg/cm<sup>2</sup> pada putaran mesin yang sama 200 Rpm, dan disertai turunnya putaran *turbocharger* dari 22.000 rpm ke 15.000 rpm. Pada asap yang keluar dari cerobong mengeluarkan asap yang hitam pekat hal ini mengakibatkan kenaikan temperature gas buang di semua *cylinder* di atas batas *temperature* maksimal yang di iijinkan > 500°C sehingga *exhaust manifold* ( *expansion joint* ) sampai memerah, dan temperatur gas buang yang keluar dari *turbocharger* juga tinggi 640 °C tidak seperti biasanya 410°C. Masalah tersebut mengakibatkan turunnya performa dari *turbocharger* dan sekaligus berdampak pada turunnya performa dari mesin induk, dan jika dibiarkan akan mengakibatkan kerusakan yang tidak hanya pada *turbocharger* tapi juga berdampak pada bagian bagian mesin induk yang dikarenakan kurangnya *supply* udara oleh *turbocharger* ke dalam mesin.

Berdasarkan latar belakang tersebut maka penulis tertarik untuk membahas ke dalam makalah dengan judul : **“PENTINGNYA PERAWATAN DAN PERBAIKAN *TURBOCHARGER* UNTUK MENUNJANG KINERJA MESIN INDUK DI MV. DK ILIOS”**.

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

### **1. Identifikasi Masalah**

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, Penulis dapat mengidentifikasi beberapa permasalahan yang timbul yang berkaitan dengan *turbocharger*, yaitu:

- a. Terjadi *surging* pada *turbocharger*.
- b. Kerusakan *turbocharger* pada *nozzle ring*.
- c. Adanya kebocoran pada *flexible exhaust manifold*.
- d. Terjadinya kerusakan pada *bearings* dan *shaft rotor* di *turbocharger*.
- e. *Rotor unbalance* / tidak seimbang nya *rotor*.

## **2. Batasan Masalah**

Dari masalah-masalah yang teridentifikasi, maka penulis membatasi pembahasan hanya pada 2 (dua) masalah yang terjadi di MV. DK ILIOS, sebagai berikut:

- a. Terjadi *surging* pada *turbocharger*.
- b. Kerusakan *turbocharger* pada *nozzle ring*.

## **3. Rumusan Masalah**

Berdasarkan batasan masalah diatas, maka penulis dapat merumuskan masalah yang terjadi sebagai berikut :

- a. Mengapa terjadi *surging* pada *turbocharger* ?
- b. Mengapa terjadi kerusakan *turbocharger* pada *nozzle ring* ?

# **C. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN**

## **1. Tujuan Penelitian**

- a. Untuk menganalisis penyebab terjadinya *surging* pada *turbocharger* di MV. DK ILIOS.
- b. Untuk menganalisis penyebab terjadinya kerusakan *turbocharger* pada *nozzle ring* dan mencari pendekatan pemecahan masalahnya.

## **2. Manfaat Penelitian**

Penelitian makalah bermanfaat secara teoritis dan praktis, antara lain :

### **a. Aspek Teoritis**

- 1) Sebagai tambahan informasi dan pengetahuan untuk para pembaca khususnya peserta diklat di STIP Jakarta mengenai masalah yang terjadi pada *turbocharger* dan solusi yang dapat dilakukan untuk mengatasinya.
- 2) Memberikan nilai tambah sebagai perbendaharaan bahan bacaan yang bermutu di perpustakaan STIP Jakarta.

#### **b. Aspek Praktis**

- 1) Memberikan sumbang saran bagi perusahaan pelayaran khususnya Nishi Ship Building CO.LTD untuk meningkatkan perhatiannya terhadap perawatan permesinan kapal sehingga operasional kapal dapat berjalan dengan lancar.
- 2) Sebagai bahan untuk pembelajaran bagi para perwira dan rating dalam memahami perawatan berkala pada *turbocharger* sesuai dengan *planned maintenance system (PMS)*.

### **D. METODE PENELITIAN**

#### **1. Metode Pendekatan**

Metode yang digunakan penulis dalam penelitian ini adalah:

##### **a. Deskriptif kualitatif**

Yaitu mendeksripsikan bagaimana pengaruh kurangnya perawatan *turbocharger* terhadap daya mesin induk dan mengatasi masalah tersebut sehubungan dengan kondisi yang terjadi sehingga mesin induk dapat bekerja secara maksimal.

##### **b. Study kasus**

Yaitu pengaruh kurangnya perawatan *turbocharger* terhadap daya mesin induk dapat disesuaikan dengan keadaan yang sebenarnya dan dibandingkan dengan teori yang menunjang serta prosedur-prosedur perawatan yang dibuat oleh perusahaan sehingga mendapatkan sesuatu yang lebih di dalam meningkatkan performa mesin induk di atas kapal di masa yang akan datang.

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

Dalam mengumpulkan data-data penulis didalam pembuatan makalah, menggunakan teknik-teknik pengumpulan data antara lain sebagai berikut:

**a. Observasi**

Penulis menggunakan pengamatan secara langsung di atas MV. DK ILIOS terutama terhadap kendala-kendala yang ada pada yang bisa menyebabkan penurunan performa mesin induk yang berakibat pada terganggunya operasional kapal.

**b. Studi Kepustakaan**

Penulis mengambil referensi dan buku-buku dan catatan yang berhubungan dengan pengaruh kurangnya perawatan *turbocharger* terhadap daya mesin induk.

**3. Teknik Analisis Data**

Dalam penelitian ini, teknik analisis data yang digunakan adalah deskriptif kualitatif yaitu menggambarkan data yang ditemukan di lapangan dan membandingkan dengan teori / aturan yang ada.

**E. WAKTU DAN TEMPAT PENELITIAN**

**1. Waktu Penelitian**

Pelaksanaan pengambilan data dilakukan pada saat penulis bekerja sebagai Masinis I di atas MV. DK ILIOS sejak tanggal 02 Februari 2021 - 20 Oktober 2022.

**2. Tempat Penelitian**

Tempat penelitian yaitu MV. DK ILIOS milik Nishi Ship Building CO.LTD sebagai operatornya dengan alur pelayaran *Forein Going*

**F. SISTEMATIKA PENULISAN**

Penyusunan makalah yang sistematis diperlukan dalam memudahkan penyusunan maupun pemahaman dalam makalah yang disusun, adapun sistematika penulisan sebagai berikut:

## BAB I PENDAHULUAN

Berisikan Latar Belakang yang menguraikan Identifikasi Masalah yang menguraikan tentang masalah yang terjadi, Batasan Masalah merupakan masalah utama yang akan dipecahkan, Rumusan Masalah merupakan pertanyaan yang mencerminkan hipotesis atau dugaan penyebab terjadinya masalah, Tujuan dan Manfaat Penelitian, Metode Penelitian, Waktu dan tempat Penelitian dan Sistematika Penulisan Makalah.

## BAB II LANDASAN TEORI

Pada BAB II dijelaskan tentang Tinjauan Pustaka yang menguraikan teori-teori yang berkaitan dengan variabel yang terdapat dalam Judul Makalah, variabel dalam batasan masalah dan rumusan masalah serta variabel yang tercermin dalam pemecahan masalah dan Kerangka Pemikiran merupakan alur pikir penulis dalam identifikasi masalah dan memilih masalah yang akan dipecahkan hingga rencana pemecahan masalah.

## BAB III ANALISIS DAN PEMBAHASAN

menjelaskan data-data yang diambil dari lapangan sesuai dengan pengalaman penulis selama bekerja di atas MV. DK ILIOS. Data-data dirumuskan dalam deskripsi data, kemudian dianalisis permasalahan yang terjadi dan menjabarkan pemecahan dari permasalahan tersebut. Dengan demikian permasalahan yang sama tidak terjadi lagi. Dengan kata lain menawarkan solusi terhadap penyelesaian masalah tersebut.

## BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN

Sebagai penutup Bab ini menyimpulkan hasil-hasil dari penelitian melalui kesimpulan untuk kemudian diambil lagi saran-saran yang sebaiknya dapat digunakan untuk menghindari terjadinya permasalahan yang sama.



## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

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

Berdasarkan pembahasan pada bab sebelumnya maka penulis mencari beberapa landasan teori untuk pemecahan perawatan *turbocharger* di atas MV. DK ILIOS, diantaranya yaitu sebagai berikut :

##### **1. Perawatan dan Perbaikan**

###### **a. Definisi Perawatan**

Menurut Sofyan Assauri (2014:34) dalam bukunya yang berjudul “Manajemen Produksi dan Operasi” bahwa perawatan adalah kegiatan untuk memelihara atau menjaga fasilitas/peralatan pabrik dan mengadakan perbaikan, penyesuaian atau penggantian yang diperlukan agar supaya terdapat suatu keadaan operasi yang memuaskan sesuai dengan apa yang direncanakan.

Menurut Jusak Johan Handoyo, (2015:57) dalam bukunya yang berjudul “Sistem Perawatan Permesinan Kapal” bahwa perawatan adalah suatu kegiatan yang diarahkan pada tujuan untuk menjamin kelangsungan fungsional suatu sistem operasi sehingga dari sistem ini dapat diharapkan menghasilkan *out put* sesuai dengan yang dikehendaki. Sedangkan perbaikan (*Repair*) adalah tindakan perbaikan kapal pada saat terjadi kerusakan. Sistem perawatan dapat dipandang sebagai bayangan dari sistem produksi, dimana apabila sistem produksi beroperasi dengan kapasitas yang sangat tinggi maka akan lebih intensif.

Menurut Ansori Nachnul (2013:2), dalam bukunya yg berjudul “Sistem Perawatan Terpadu” menyebutkan bahwa perawatan adalah konsepsi dari semua aktivitass yang diperlukan untuk menjaga atau mempertahankan

kualitas fasilitas atau mesin agar dapat berfungsi dengan baik seperti kondisi awalnya.

### **Jenis-Jenis Perawatan**

Menurut J.E Habibie dalam NSOS (2012:15) dalam bukunya yang berjudul “Manajemen Perawatan Dan Perbaikan” bahwa perawatan dapat diklasifikasikan menjadi 4 (empat) kelompok yaitu :

#### **1) Perawatan Insidentil**

Perawatan insidentil perawatan yang membiarkan mesin bekerja sampai rusak, baru kemudian dilakukan perawatan atau perbaikan. Pada umumnya metode ini sangat mahal, oleh karena itu beberapa bentuk sistem perencanaan diterapkan dengan mempergunakan sistem perawatan terencana, tujuannya untuk memperkecil kerusakan dan beban kerja dari suatu pekerjaan perawatan yang diperlukan.

#### **2) Perawatan Terencana**

Perawatan terencana adalah perawatan yang dilakukan dengan melakukan perencanaan pada mesin untuk dioperasikan setiap saat dibutuhkan. Perawatan terencana dibagi menjadi dua jenis yaitu :

##### **a) Perawatan korektif**

Perawatan korektif adalah perawatan yang ditujukan untuk memperbaiki kerusakan yang sudah diperkirakan, tetapi bukan untuk mencegah karena tidak ditujukan untuk alat-alat yang kritis, atau alat-alat yang penting bagi keselamatan atau penghematan. Strategi ini membutuhkan perhitungan atau penilaian biaya dan ketersediaan suku cadang kapal yang teratur.

##### **b) Perawatan pencegahan**

Perawatan pencegahan adalah perawatan yang ditujukan untuk mencegah kegagalan atau berkembangnya kerusakan, atau menemukan kegagalan sedini mungkin. Dapat dilakukan melalui

penyetelan secara berkala, rekondisi atau penggantian alat-alat atau berdasarkan pemantauan kondisi.

3) Perawatan Berkala

Perawatan berkala biasanya melibatkan pembongkaran, penggantian *spare part* secara berkala terhadap mesin berdasarkan waktu pengoperasian atau jam kerja.

4) Perawatan Berdasarkan Pantauan Kondisi (Pemeliharaan Prediktif)

Perawatan berdasarkan kondisi dilakukan berdasarkan hasil pengamatan (*monitoring*) dan analisis untuk menentukan kondisi dan kapan pemeliharaan akan dilaksanakan.

**b. Definisi Perbaikan**

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) adalah suatu tindakan untuk mengembalikan sesuatu ke kondisi yang lebih baik atau mendekati baru dengan mengubah, memperbaiki, atau mengganti bagian tertentu. (KBBI, 2016).

Perawatan dan Perbaikan memiliki tujuan yang sama yaitu untuk menjaga kapal atau bisnis dapat berjalan dengan lancar dan efisien agar sesuai dengan jadwal kapal atau rancangan. Namun, mengetahui perbedaannya akan membantu kita menentukan kapan harus menggunakan teknik perawatan dan teknik perbaikan. Dengan begitu kapal dan perusahaan akan tetap berjalan dengan produktif dan menguntungkan tanpa masalah.

Berikut ini adalah perbedaan antara perawatan dan perbaikan :

Perawatan	Perbaikan
Pemeliharaan atau perawatan untuk memastikan aset selalu dalam kondisi baik.	Perbaikan yang dilakukan untuk mengembalikan fungsi normal dari aset perusahaan
Mencegah terjadinya kerusakan dan perbaikan yang tidak terduga.	Dilakukan saat terjadi kerusakan pada mesin, peralatan, dan aset lainnya.
Untuk beberapa maintenance seperti pengecekan dan pembersihan biasanya tidak mengeluarkan biaya. Jika	Membutuhkan biaya yang tidak sedikit, tergantung dari seberapa

membutuhkan biaya, jumlahnya jauh lebih kecil dari perbaikan.	berat kerusakannya.
Maintenance adalah proses yang direncanakan dan diaplikasikan secara berkala.	Dapat terjadi secara tidak terduga
Tidak mengganggu proses produksi atau bisnis perusahaan karena dilakukan di hari libur atau hari yang telah ditentukan.	Dapat merugikan bisnis secara finansial karena akan mengganggu produktivitas.

## 2. *Turbocharger*

### a. Definisi *Turbocharger*

Menurut Wiranto Arismunandar dan Koichi Tsuda, (2015:12) dalam bukunya yg berjudul “Penggerak Mula Turbin” bahwa *Turbocharger* adalah sebuah kompresor sentrifugal yang membutuhkan daya dari sumber tenaganya berasal dari hasil gas buang mesin induk yang berfungsi untuk memutar *turbin*. Biasanya digunakan di mesin pembakaran dalam untuk meningkatkan keluaran tenaga dan efisiensi mesin dengan meningkatkan tekanan udara yang memasuki mesin.

Daya mesin, rendemen *thermis* dan pemakaian bahan bakar per jam dari mesin diesel relatif tetap. Untuk menghasilkan pembakaran yang sempurna dari bahan bakar yang tersedia dan hasil kerja mesin diesel yang efisien, maka diperlukan sejumlah tambahan udara yang dialirkan ke dalam silinder mesin pada sejumlah aliran bahan bakar tertentu. Bila kepekatan udara bertambah sebelum ditambahkan kedalam silinder, seluruh bahan bakar terbakar dan daya mesin bertambah.

Untuk itu mesin diesel yang dilengkapi dengan *turbocharger*, bertujuan untuk memadatkan udara masuk kedalam silinder mesin, sehingga daya mesin lebih besar dibanding mesin dengan dimensi yang sama dan bagian *turbocharger* terdiri dari *turbin side* dan *blower side*. Bagaimana memanfaatkan dan mengubah energi gas sisa hasil pembakaran ke dalam

energi mekanis. Hal tersebut dilakukannya dengan menyalurkan tekanan gas hasil pembakaran ke suatu *turbin* dan mempergunakan tenaga *turbin* ini untuk menggerakkan *blower*.

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

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

Proses langkah buang di dalam silinder mesin dilakukan oleh piston menyebabkan gas sisa pembakaran terdorong keluar dari katup buang melalui manifold buang menekan ke suatu roda *turbin* sehingga menghasilkan putaran *turbin* dan sebagian sisa pembakaran keluar ke atmosfer, *blower* yang dipasang seporos dengan roda *turbin* ikut berputar sehingga menghisap udara luar yang menyebabkan terjadinya pemadatan udara masuk dengan tekanan diatas satu atmosfer yang didinginkan oleh *intercooler*. Selanjutnya udara yang bertekanan disalurkan ke *manifold* masuk, kemudian masuk ke dalam silinder melalui katup masuk.

Untuk itu mesin diesel dilengkapi dengan *turbocharger* bertujuan untuk memperbesar tenaga mesin tanpa menambah terlampau banyak berat dan ukuran mesin.

#### **c. Sistem atau Cara Kerja Turbocharger**

Sebuah turbocharger secara dasar adalah sebuah pompa udara. Gas buang panas yang meninggalkan mesin setelah pembakaran diarahkan langsung ke roda turbin disamping *turbocharger* untuk membuat turbin tersebut berputar hingga kecepatan 230.000 RPM. Roda Turbin itu terhubung oleh sebuah batang ke roda kompresor. Semakin turbin berputar cepat, kompresor pun ikut berputar dengan cepat. Putaran kompresor tersebut mendorong aliran udara dan mengkompres udara tersebut sebelum dipompakan ke dalam ruang pembakaran mesin.

Banyak sistem turbo yang menambahkan pendingin (*Intercooler*) antara kompresor dan silinder, karena udara yg terkompres dan berputar sedemikian cepatnya dapat mencapai suhu tinggi yg ekstrim. Prinsip dasar dibalik penggunaan *turbocharger* cukup sederhana, namun sebuah *turbocharger* adalah sebuah komponen mesin yang sangat kompleks. Tidak hanya komponen-komponen dalam *turbocharger* itu sendiri yg harus terkoordinasi secara tepat, tapi juga *turbocharger* dan mesin harus benar-benar cocok. jika tidak, maka dapat menghasilkan mesin yang tidak efisien dan bahkan kerusakan

#### **d. Konstruksi Dari *Turbocharger***

Unit bagian dari *turbocharger* terdiri dari :

##### **1) Rumah kompresor (*compressor housing / blower*)**

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

##### **2) Pusat inti (*cartridge group*)**

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

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

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

**e. Keuntungan Sistem Pengisian Udara Bilas oleh *Turbocharger***

Menurut Sukoco, M.Pd. dan Zainal Arifin, M.T (2008) dalam bukunya yang berjudul “Teknologi Motor Diesel”, beberapa keuntungan dari sistem pengisian udara bilas yang dilakukan oleh *turbocharger* adalah sebagai berikut :

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

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

- 2) Pembakaran lebih sempurna

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

- 3) Perbandingan kompresi kecil

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

- 4) Jumlah udara yang masuk ke silinder lebih banyak

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

**f. *Surging* pada *Turbocharger***

Menurut Jusak Johan Handoyo (2015:295) dalam bukunya yang berjudul

“Sistem Perawatan Permesinan Kapal” jika pada saat olah-gerak, *suplai* udara dari *blower* berkurang, berarti juga tekanan udaranya berkurang. Sementara tekanan udara dari pompa bilas tetap walaupun saat olah gerak sehingga tekanan udara dari pompa bilas lebih besar daripada tekanan udara dari *blower*. Hal ini akan terjadi tekanan balik dan tekanan ini berbenturan di dalam *blower*, yang menimbulkan bunyi seperti "suara kuat", kejadian ini disebut *Surging*.

Penyebab dari sisi *turbocharger* terjadinya kerusakan pada *turbin side* dan *blower side* yang mengakibatkan tidak tercapainya putaran *shaft rotor* (kurangnya putaran *turbocharger* dibawah standart yang disyaratkan oleh *engine maker* ) diantaranya dengan melakukan perawatan *turbocharger* secara berkala sesuai PMS pada buku petunjuk panduan mesin. Adapun perawatan terhadap *turbocharger* diantaranya sebagai berikut :

- 1) Penggantian *lub oil turbocharger* sesuai jam kerja yang di syartkan.
- 2) Pembersihan saringan udara *blower side* secara berkala.
- 3) Melakukan *overhaul* terhadap *turbocharger* sesuai PMS
- 4) Melakukan *rebalancing* pada *rotor turbocharger* ( *rotor recondition* )
- 5) Melakukan rekondisi dan pembersihan pada *nozzle ring*
- 6) Mengganti *floating bearings* dan mempertahankan *clearence* dari *bearings* terhadap *shaft* sesuai rekomendasi dari *maker*.
- 7) Melakukan *solid shoot blow* dengan *marine grid / granule* pada sisi *turbin side* dan *wet shoot blow* dengan air panas pada *blower side* secara berkala sesuai petunjuk buku manual.

Di dalam perawatan ini bukan hanya sudu-sudu *nozzle ring* saja yang diperbaiki, akan tetapi menyangkut semua bagian-bagian lainnya termasuk pengukuran-pengukuran dari *clearance turbocharger* sesuai panduan buku petunjuk. Adapun tujuan pembersihan ini adalah untuk membersihkan *nozzle ring* dari kotoran-kotoran jelaga yang menempel supaya gas buang keluar lewat *nozzle ring* untuk memutar sudu-sudu turbin lancar dan rutin dapat berputar dengan baik, sehingga *turbocharger* bisa bekerja dengan normal dan dapat menghasilkan udara yang bertekanan yang cukup dalam



proses pembakaran di dalam *cylinder*.

*Surging* ini harus dihilangkan, karena jika sering terjadi akan merusak *deffuser* dari *blower side* dan *compressor whell*. Hal tersebut akan membawa dampak terhadap suplai udara yang berkurang karena penurunan putaran yang disebabkan oleh retensi yang berlebihan karena kerusakan bearings dan shaft, oleh karena tekanan benturan dari *surging* tersebut.

Pada saat kondisi sedang olah-gerak (*manoeuvre*), putaran engine berubah-ubah terutama dari *full* ke *half* atau ke *slow* dan *dead slow* secara cepat dan mendadak sehingga putaran rotor belum/tidak stabil atau masih rendah sehingga mengakibatkan putaran *blower* yang juga tidak stabil atau masih rendah. Sementara tekanan udara di *intake manifold* tetap besar sehingga menimbulkan tekanan balik bertubrukan di dalam *blower side* dan menimbulkan bunyi *Surging*.

Untuk mengatasi *surging* dapat dilakukan dengan cara :

- 1) Naikkan putaran (Rpm) mesin secara bertahap. Sebelumnya tentu harus memberitahukan kepada anjungan untuk posisi kapal, dengan menaikkan putaran maka tekanan udara *blower* menjadi lebih besar daripada tekanan udara pompa bilas.
- 2) *Blow down* udara dari *intake manifold* sehingga tekanan udara di *intake manifold* lebih kecil daripada tekanan udara *blower*, dengan menggunakan katup cerat yang sudah tersedia.

### **3. Sistem Pembakaran di Dalam Silinder**

Menurut Jusak Johan Handoyo, (2014:138-140) dalam bukunya yang berjudul “Mesin Diesel Penggerak Utama Kapal” pembakaran diartikan suatu proses kimia dari pencampuran bahan-bakar dengan zat asam dari udara. Umumnya memakai bahan bakar cair yang mengandung unsur zat arang ( C ), zat cair ( H ) dengan sebagian kecil zat belerang ( S ), biasa di sebut *hydro carbon*. Zat asam yang di butuhkan di dapat dari udara sebagaimana di ketahui udara itu mengandung 23% zat asam dan 77% nitrogen bila dihitung dalam volume atau

21% dengan 79% bila di hitung dalam berat udara. Perlu di ingat bahwa pembakaran di dalam silinder tidak berlangsung sederhana, karena molekul-molekul bahan bakar harus di pecah kecil berbentuk kabut halus agar pembakaran berlangsung tuntas.

Pembakaran yang tuntas dan sempurna secara kimiawi ini akan menghasilkan panas, proses reaksinya disebut *Exterm*. Bila sejumlah gas atau udara di kompresi atau di *expansi* akan ada perubahan suhu selama proses terjadi, namun bila keadaan suhunya tidak ada perubahan, maka prosesnya di sebut *isothermis*. Keadaan itu hanya mungkin terjadi apabila selama proses kompresi berlangsung panas yang timbul diambil dan bila prosesnya *ekspansi*, panas yang hilang di ganti sehingga suhunya tinggal tetap.

Lain halnya bila sejumlah gas itu saat di lakukan kompresi maupun *expansi* tanpa ada tambahan panas atau kehilangan panas, proses yang demikian di sebut *adiabatic*.

Selain faktor bahan bakar di atas, Sukoco, M.Pd, Zainal Arifin, M.T (2003:97) dalam bukunya yang berjudul “Teknologi Motor Diesel” syarat-syarat proses pembakaran yang sempurna antara lain sebagai berikut :

- a. Perbandingan bahan bakar dengan udara seimbang, dimana 1 kg bahan bakar membutuhkan 15 kg faktor udara.
- b. Bahan bakar harus berbentuk kabut, sehingga kinerja alat pengabut bahan bakar harus optimal.
- c. Pencampuran kabut bahan bakar dengan udara harus merata/senyawa.
- d. Tekanan pengabutan bahan bakar yang cukup tinggi untuk di kabutkan ke dalam ruang kompresi.
- e. Mutu bahan bakar yang di gunakan bermutu baik, yaitu seimbang antara unsur  $\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2$ .
- f. Kelambatan penyalaan (*ignition delay*) atau ID harus tepat.

Apabila terlalu cepat akan terjadi ketukan atau *knocking*, tetapi bila terlambat maka pembakaran pun terlambat sehingga gas buang akan tinggi.

#### 4. Pengaruh Suplai Udara Terhadap Pembakaran Di Dalam Silinder

Mengutip dari Teng Sutrisno, pradityo P. Purnomo melalui article "Jurnal Teknik Mesin" (<http://jurnalmesin.petra.ac.id/index.php/mes/article/>) masalah yang sering timbul pada pengoperasian mesin diesel adalah kurangnya *supply* udara pembakaran. Untuk mengetahui cukup atau tidaknya perbandingan udara terhadap bahan bakar yang diinjeksikan ke ruang bakar adalah dengan melihat warna gas buang. Ketika warna gas buang mulai berwarna gelap hal tersebut menunjukkan kurangnya udara untuk pembakaran, atau yang disebut batas asap. Warna gelap/hitam tersebut disebabkan sebagian bahan bakar tidak terbakar dan menjadi CO yang berbentuk padat. Untuk itu pada mesin diesel besar, misalnya untuk penggerak kapal, baik penggerak utama maupun mesin bantu, selalu dilengkapi dengan sistem pemasukan udara pembakaran dengan menggunakan *turbocharger*.

*Turbocharger* adalah sebuah alat yang dipasang pada sistem pemasukan udara pembakaran yang tujuannya untuk memberikan tekanan pada udara bilas dengan cara memanfaatkan tekanan yang terkandung dalam gas buang untuk menggerakkan poros *turbin* sebagai penggerak poros *blower*.

Pemasukan udara pada sistem ini adalah dengan cara mengkompresi udara atmosfer dengan menggunakan *blower* agar memiliki tekanan yang tinggi. Tekanan tinggi akan diikuti naiknya temperatur. Selain akibat kenaikan tekanan, kenaikan temperatur juga disebabkan oleh adanya rambatan panas dari gas buang melalui dinding *blower*.

Tekanan tinggi akan tetapi temperaturnya juga tinggi maka tujuan menaikkan massa udara menjadi tidak tercapai / kurang optimal. Untuk itu setelah keluar dari *blower* udara kemudian didinginkan di dalam *air cooler*, kemudian baru dialirkan ke dalam ruang bakar. Dalam hal ini putaran *turbin* yang normal untuk mensuplai udara kedalam udara bilas adalah diatas 10.000 rpm dan apabila putarannya dibawah 10.000 rpm akan mempengaruhi supply udara kedalam ruang pembakaran dan akan mengakibatkan :

- a. *Exhaust gas (flexible joint )* akan menganga/membara

- b. Temperatur Gas buang keluar tiap silinder *head* tiap silinder tidak stabil sehingga rpm mesin tidak maksimal

Akibatnya kenaikan tekanan indikasi di dalam ruang bakar, maka akan meningkatkan daya dari mesin tersebut. Sumber energi yang dipergunakan untuk memutar sudu-sudu *turbin* adalah energi kinetik gas sisa pembakaran dari mesin diesel itu sendiri.

## 5. Daya Motor Induk

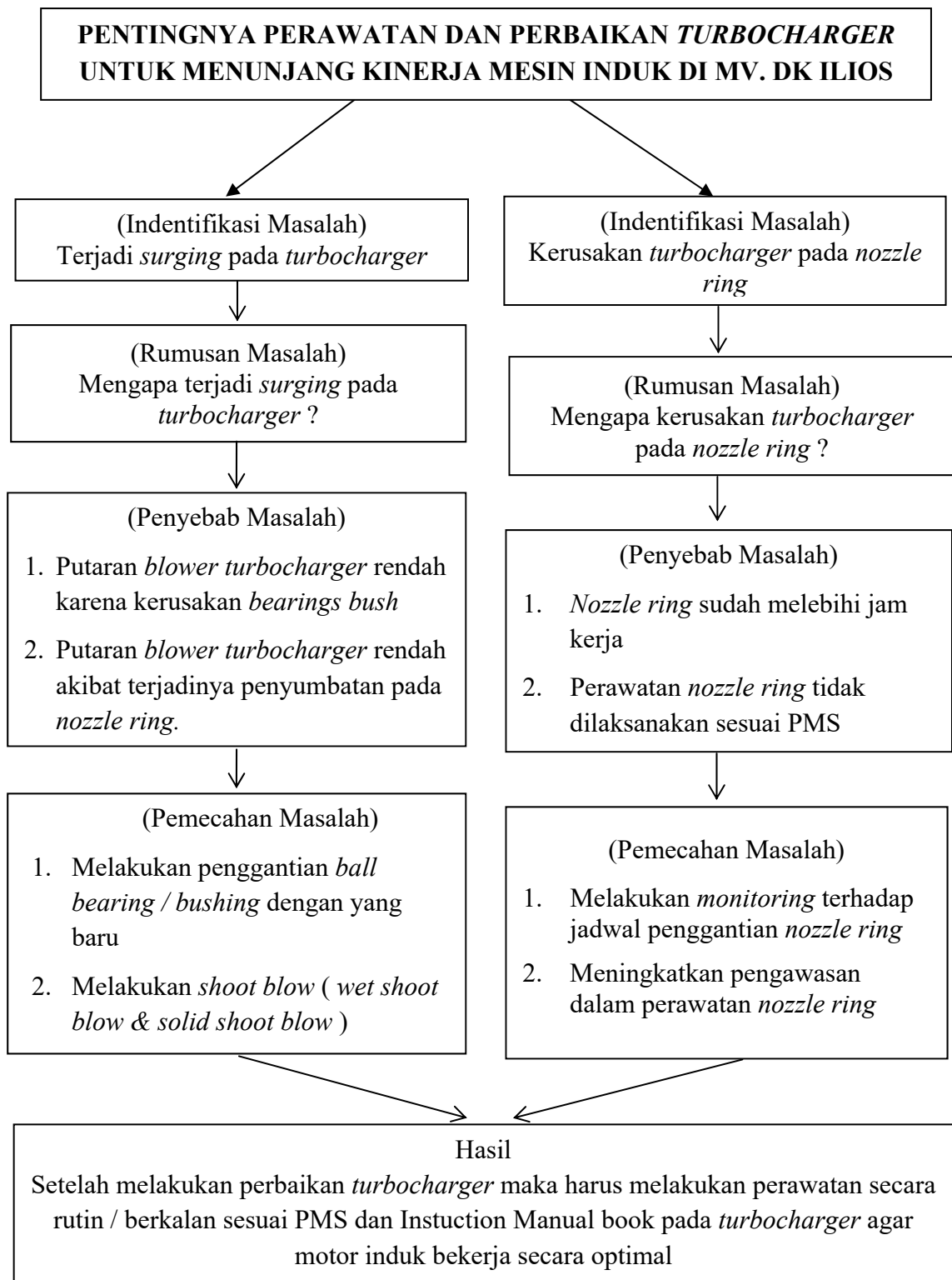
Menurut **Jusak Johan Handoyo (2014 : 65)** dalam bukunya yang berjudul “Mesin Diesel Penggerak Utama Kapal” Daya motor induk adalah salah satu parameter dalam menentukan kinerja dari suatu motor induk tersebut. Daya diklasifikasikan menjadi 2 macam yaitu :

- a. Daya indicator yaitu daya secara teoritis yang diambil melalui diagram indicator dari hasil pembakaran di dalam setiap silinder mesin induk. Daya indicator ini dapat diukur melalui hasil pengukuran diagram indicator dengan menggunakan planimeter dengan skala pegas yang sudah ditentukan pada saat pengambilan diagram indicator tersebut.

Mesin induk di kapal tidak semuanya dapat diambil diagram indikatornya, sehingga daya indicator dapat juga dihitung dengan menggunakan data-data mesin yang sudah ada, yang umumnya secara teoritis dilakukan pada perhitungan mesin induk dan disingkat dengan sebutan ( $P_i$ ). Rumus daya indicator adalah  $(P_i) = 0,785.D^2.S.Z.p_i.n.100$ .

- b. Daya efektif ( $P_e$ ) yaitu daya yang benar-benar efektif menggerakkan poros engkol, yaitu daya indicator setelah dikurangi kerugian mekanik atau umumnya disingkat dengan sebutan rendemen mekanik ( $m$ ). Berikut rumusnya :  $(P_e) = 0,785.D^2.S.Z.p_e.n.100$

## B. KERANGKA PEMIKIRAN



## **BAB III**

### **ANALISIS DAN PEMBAHASAN**

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

Selama penulis bertugas di atas kapal MV. DK ILIOS sebagai Masinis I, Penulis menemukan beberapa permasalahan yang berkaitan dengan *turbocharger*, diantaranya yaitu :

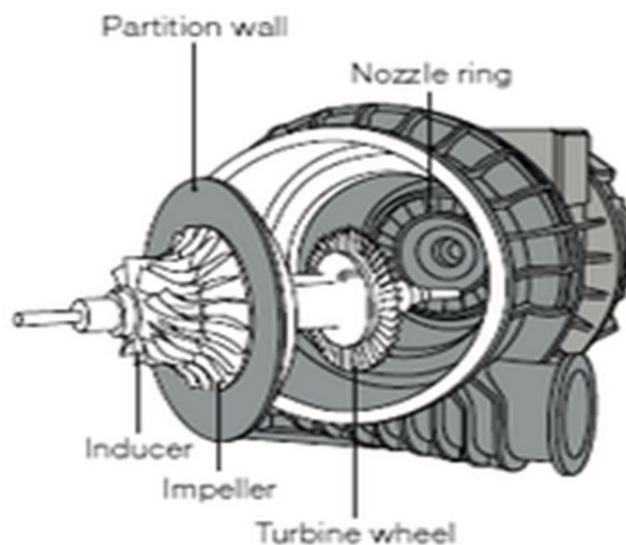
##### **1. Terjadi *Surging* pada *Turbocharger***

Pada tanggal 06 November 2021 saat kapal dalam pelayaran saat kondisi laut *rough sea*, mendadak terjadi *surging* pada *turbocharger* yang di tandai dengan suara dentuman ledakan yang tidak beraturan pada sisi *turbocharger* , selanjutnya dilakukan pemeriksaan pada parameter mesin yang ada untuk di ambil data data pendukung untuk mengantisipasi terjadinya *surging* kembali, setelah diambil data data parameter dari mesin selanjutnya dilakukan pengurangan putaran mesin dari *sea speed* ke *half speed* untuk menghindari kerusakan dari *turbocharger* sebagai akibat dari *surging* tersebut. Pada saat pengambilan data data *performance* dari mesin didapati perbedaan *P max* yang melebihi batas deviasi (  $> 20 \text{ bar}$  ) yang di ijin dan juga *temperature* gas buang tiap *cylinder* yang melebihi batas deviasi yang di ijin ( *max deviation temperature* =  $50^{\circ}\text{C}$  ).

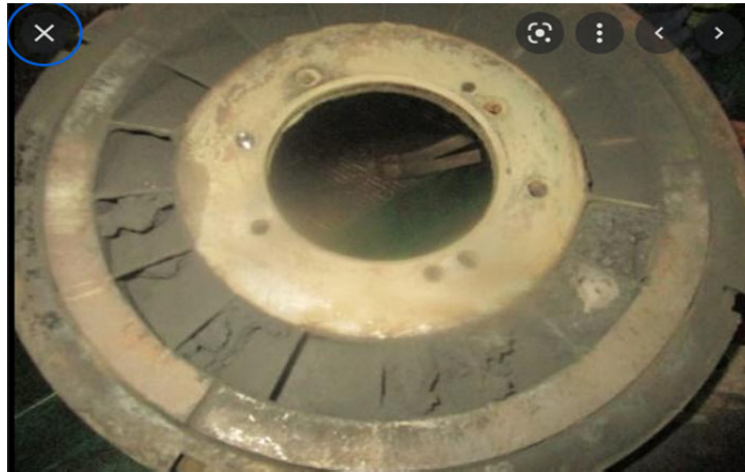
##### **2. Kerusakan *turbocharger* pada *nozzle ring***

Pada tanggal 06 November 2021, pukul 10.15 LT pada saat kapal dalam pelayaran dalam kondisi laut *rough sea* pada *turbocharger* sering mengalami dentuman atau lazimnya disebut *surging*. Dalam keadaan ini tiba tiba *turbocharger* mengalami penurunan putaran dari 22.000 Rpm ke 15.000 Rpm yang seharusnya 20.000 – 22.000 Rpm dan di sertai suara gesekan antar logam pada sisi *turbin side* dengan suara *abnormal* yang tidak beraturan. Penurunan

putaran *Turbocharger* tersebut mengakibatkan turunnya *supply* udara ke dalam ruang bakar yang semula  $2.2 \text{ kg/cm}^2$  menjadi  $1.4 \text{ kg/cm}^2$ , dimana keadaan tersebut mengakibatkan kurangnya komposisi udara dalam pembakaran dan komposisi bahan bakar menjadi lebih banyak sehingga mengakibatkan kenaikan *temperature* gas buang diatas ambang batas normal ( $> 450^\circ\text{C}$ ) yang seharusnya ( $360 - 430^\circ\text{C}$ ) di semua *cylinder*. Dari kejadian tersebut mengindikasikan penurunan kinerja dari *turbocharger*. Setelah kapal sampai di Pelabuhan tujuan pada tanggal 9 November 2021 di Pelabuhan dilakukan overhaul terhadap *turbocharger* supaya kerja turbocharger menjadi normal kembali, dan kerja mesin menjadi lebih optimal pada putaran NCR (normal continuous rated = 200 Rpm ). Pada saat overhaul di dapati sudu sudu plat dari *nozzle ring* mengalami penyumbatan oleh carbon sisa dari pembakaran dan pengikisan ataupun kerusakan yang di karenakan oleh *overheating* dari aliran gas buang ( $> 600^\circ\text{C}$ ) dan juga benturan ataupun gesekan dengan *turbin blade*.



( Gambar 3.1 Penampang *Turbocharger* )



(Gambar 3.2 Gambar Kerusakan *Nozzle Ring Turbocharger* )

Selanjutnya pada saat overhaul di lakukan penggantian bagian bagian yang rusak seperti *nozzle ring spare*, *rotor* yang sudah di *balancing* (  $< 100\text{ mg}$  ), dan *floating bearings TS dan BS* dari *spare parts* yang tersedia di atas kapal (*Turbocharger* termasuk *critical equipment* menurut aturan keselamatan pelayaran harus tersedia 1 *spare on board* ). dan di lakukan penyetelan *radial clearence* dan *axial clearence* pada *rotor* terhadap *catridge* dan juga *clearence* dari *compressor whell* terhadap *diffuser* sesuai dengan panduan buku manual.

## B. ANALISIS DATA

Beberapa penyebab dari permasalahan diatas sesuai dengan landasan teori dapat diuraikan sebagai berikut :

### 1. Terjadi surging pada *Turbocharger*

Ada beberapa faktor yang menjadi penyebabnya turbocharger surging diantaranya adalah :

#### a. Penyebab dari sisi Turbocharger





Gambar 3.3 Kerusakan pada *turbin blade*

Kerusakan pada *turbin blade* ( sudu sudu jalan ) dan *nozzle ring* sehingga aliran gas buang ke sudu sudu turbin akan terganggu dan berkurang sehingga mengakibatkan tidak tercapainya putaran *shaft rotor* sesuai yang diharapkan sehingga udara yang dihisap dan di tekan ke dalam mesin menjadi berkurang.

Kerusakan pada *compressor whell* dan *inducer whell / diffuser*. Demikian juga sebaliknya kerusakan yang terjadi di sisi ini akan mengakibatkan kurangnya supply udara yang dibutuhkan oleh mesin.

**b. Penyebab dari sisi udara bilas**



Gambar 3.4 Kotoran pada *air cooler air side*

Banyaknya kotoran pada *air cooler air side* sehingga mengakibatkan tekanan udara balik terhadap *blower side ( back pressure )*

Temperatur udara bilas yang terlalu tinggi

**c. Penyebab dari sisi system bahan bakar**

*Fuel injection valves* yang sudah tidak baik (tidak mengabut dengan sempurna). Kondisi dari *fuel oil pump ( High pressure pump )* yang sudah tidak baik. Terjadi kebocoran *fuel oil* pada sisi *barrel dan plunger*, terjadi penurunan tekanan pompa, kurang dari *design* tekanan kerja yang disyaratkan. Adanya udara dalam *system* bahan bakar.

**2. Kerusakan *turbocharger* pada *nozzle ring***

Faktor penyebab kerusakan *turbocharger* pada bagian *nozzle ring* dapat bervariasi, diantara penyebabnya adalah :

**a. Faktor *internal turbocharger***

*Unbalance* dari *rotor turbocharger* dikarenakan banyaknya kotoran *carbon deposit* yang menempel pada sudu sudu *turbin side* dan juga kotoran yang menempel pada *compressor whell* pada sisi *blower side*, sehingga menghasilkan *vibrasi* yang berlebihan saat *turbocharger* berputar, hal tersebut mengakibatkan material *bearings TS* ataupun *BS* cepat rusak dan menjadikan *clearance* antara *shaft* dan *bearings* menjadi lebih besar, kondisi tersebut mengakibatkan *rotor* jatuh dan bersentuhan antara sudu sudu *turbin* dengan *nozzle ring* saat *turbocharger* berputar pada putaran tinggi.

**b. Faktor *external* dari *turbocharger***

Hasil pembakaran bahan bakar yang kurang sempurna sebagai akibat dari pemakaian bahan bakar yang tidak sesuai dengan *spesifikasi* yang disyaratkan oleh *engine maker*, yang mana di dalam bahan bakar tersebut terkandung *material* yang dapat merusak *material* dari *instrument* pembakaran seperti : material *fuel pump*, *injector*, ataupun sudu sudu dari *nozzle ring* dan juga sudu sudu dari *turbin side*. Diantara kandungan bahan bakar yang merusak material mesin seperti : *sulfur*, *vanadium*, *aluminium*, dan *silicon*.

*Carbon deposit* yang berlebihan sebagai akibat dari kurangnya komposisi udara saat pembakaran ( komposisi bahan bakar terlalu kaya ). Hal ini mengakibatkan pembentukan kerak yang berlebihan yang dapat menutup sisi *nozzle ring*, sehingga mengakibatkan tertahannya gas buang sepanjang sisi *exhaust manifold* sampai *turbocharger*. Dampak dari hal tersebut mengakibatkan *overheating / temperature* gas buang yang melebihi ambang batas aman bagi material mesin (di atas *exhaust temperature high alarm*) sehingga dapat merusak sudu sudu dari *nozzle ring*.

Kerusakan *nozzle ring* sebagai akibat dari benturan dengan benda asing seperti pecahan material dari *exhaust valve spindle* ataupun *exhaust valves*

*seat* yang membentur sudu sudu dari *nozzle ring* di saat *turbocharger* berputar kencang.

### C. PENDEKATAN PEMECAHAN MASALAH

Berdasarkan uraian analisis data di atas, maka di perlukan tindakan tindakan pemecahan masalahnya sebagai berikut :

#### 1. Melakukan Penggantian *Ball Bearing* / *Bushing* Dengan Yang Baru

Penyebab surging dari sisi udara bilas, hal ini di karenakan oleh adanya tekanan balik ( *back pressure* ) ke sisi *blower side* di karenakan kotorannya *air cooler air side* / sisi udara. Hal ini biasa di sebabkan oleh adanya kotoran karbon ataupun kotoran debu yang bercampur dengan uap minyak yang menempel pada *fin plate air cooler*. Untuk membersihkan air cooler sisi udara tersebut bisa kita lakukan dengan dua cara, diantaranya :

##### a. Perendaman

Melepas air cooler dari rumahudukan air cooler selanjutnya di rendam di dalam box dengan chemical air cooler cleaner selama beberapa saat dan selanjutnya di bilas dengan air tawar.

##### b. Resirkulasi

Dengan melakukan chemical recirculation selama beberapa saat pada sisi air cooler air side dengan chemical air cooler cleaner dan selanjutnya di bilas dengan air tawar.

Selain dari pada *back pressure* pada *blower side*, *surging* juga dapat di sebabkan oleh panasnya temperatur udara bilas. Untuk mengatasi dari pada panasnya temperature udara bilas (  $> 85^{\circ} \text{C}$  ) dapat di lakukan dengan :

- 1) Membersihkan pipa pipa sisi air laut pada *air cooler* secara berkala.
- 2) Menjaga tekanan Air laut dari *Main cooling sea water pump* yang masuk ke *air cooler* pada batas tekanan yang disyaratkan oleh *manual book* (  $2.0 \text{ kg/cm}^2$  ).

- 3) Membersihkan saringan *sea chest* secara berkala untuk menjaga aliran air laut ke *main cooling sea water pump* tetap lancar.

## 2. Melakukan *shoot blow* ( *wet shoot blow & solid shoot blow* )

Pada *turbocharger surging* juga dapat disebabkan oleh *system* bahan bakar. *System* bahan bakar (*instrument* pembakaran) pada mesin sangat berpengaruh terhadap kualitas pembakaran di dalam mesin. Pembakaran yang sempurna akan menghasilkan tenaga yang optimal, dan tenaga yang di hasilkan oleh tiap tiap *cylinder* harus seimbang antara *cylinder* yang satu dengan yang lain ( *P max deviation* ) tidak boleh melebihi batas yang di syaratkan (  $> 20$  bar ). Hal tersebut akan mengakibatkan daya yang di terima oleh *turbin side* menjadi *fluktuatif* (tidak stabil) sehingga menjadikan putaran *turbocharger* tidak konstan, Bila *P max deviation* terlalu besar akan menjadikan *high vibration* pada saat *turbocharger* berputar. Untuk mengatasi *P max deviation* yang terlalu besar kita dapat melakukan pembenahan pada *instrument* pembakaran diantaranya adalah :

- a. Dilakukan penyetelan tekanan pengabutan dari *fuel injection valve* sesuai petunjuk buku manual (  $370 \text{ kg/cm}^2$  ).
- b. Dilakukan penggantian spare part pada *fuel injection valve* sesuai jadwal interval waktu pada PMS.
- c. Dilakukan penggantian *spare part* dengan memakai spare part COM ( *Certified of maker* ).
- d. Dilakukan penggantian *barrel dan plunger pada fuel pump* sesuai jadwal PMS.
- e. Dilakukan pengecekan dan penyetelan *timing injection* sesuai dengan petunjuk panduan buku manual ( $12^\circ$  BTDC).

Selain daripada pembenahan pada *instrument* pembakaran seperti di atas pada *system* bahan bakar perlu juga di lakukan Tindakan untuk membuang atau mengurangi kandungan air pada bahan bakar dengan melakukan *drain* pada tangki *service tank* dan *settling tank* secara berkala, dan juga dengan melakukan *purging* bahan bakar untuk membuang udara yang terjebak di

dalam system bahan bakar dengan cara membuang buih bahan bakar melalui *cover* saringan bahan bakar dan pada setiap *venting screw* pada *fuel pump*.

### 3. Kerusakan *turbocharger* pada *nozzle ring*

#### 1. Melakukan *monitoring* terhadap jadwal penggantian *nozzle ring*

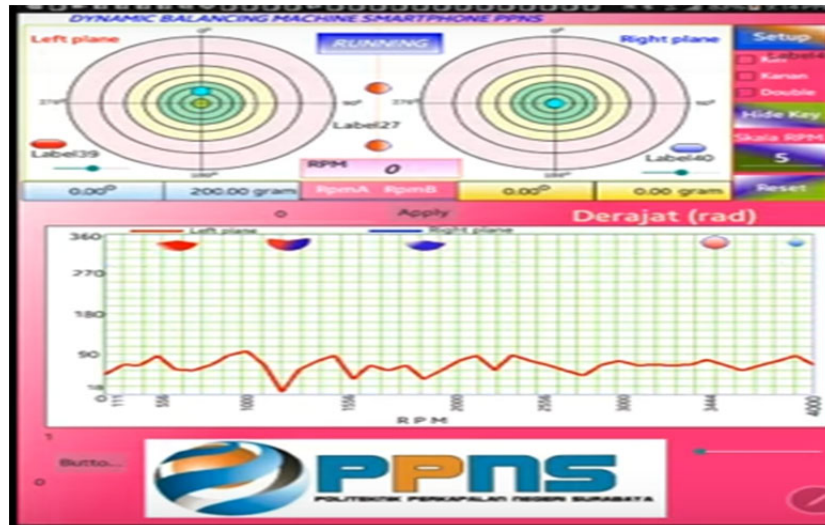
*Unbalance* pada *turbocharger* yang diakibatkan oleh banyaknya kotoran *carbon* yang menempel pada sisi *turbin side* dapat kita atasi dengan melakukan *maintenance routine*. Diantara *maintenance routine* untuk mengurangi kotoran *carbon* yang menempel pada turbin side yaitu dengan melakukan *solid shoot blow* menggunakan *marine grid* / *granule* pada putaran yang di syaratkan sesuai buku panduan mesin. Tetapi bilamana *turbocharger* sudah mengalami kerusakan dan harus di lakukan *overhaul* maka perlu di lakukan pembongkaran dan penggantian pada komponen *turbocharger* diantaranya komponen yang di ganti atau di perbaiki adalah :

- a. *Nozzle ring* ( Kondisi baru atau recondition )
- b. *Floting bearings* / *Bearing bush* TS dan BS.
- c. *Rotor* ( *complete set* BS , TS, *Shaft* ) yang sudah di *balancing*.

Dalam pekerjaan *balancing* harus di lakukan oleh seorang *expert* di *workshop specialist turbocharger* dan hasil pengukuran *balancing* tidak boleh melebihi 200 mg pada sisi *turbin side* maupun *blowerside*.



(Gambar 3.5 Gambar proses *balancing* pada *Rotor Turbocharger*)



( Gbr 3.6 Gambar Hasil pengukuran *balancing* di *monitor*)

## Balancing report

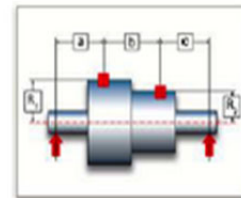
### Type data

Rotor type VTR160-complete  
 Last change 8/21/2013 6:44 PM  
 Set speed 1200 rpm

### ABC geometry

#### Position of correction planes

Distance a 145 mm  
 Distance b 121 mm  
 Distance c 143 mm  
 Radius 1 46 mm  
 Radius 2 42 mm



### Tolerance

Tolerance User defined  
 Selected planes Correction planes

### Dynamic Tolerance of Unbalance

Correction Plane 1 15,0 g-mm  
 Correction Plane 2 15,0 g-mm

### Measuring Results, Run: 1

8/21/2013 / 6:40:52 PM

Rotor ID 160II53  
 Measuring speed 901 rpm

### Correction

Correction Plane 1 - Mass (Remove) 585 mg 157 ° 1.8 \* Tol  
 Correction Plane 2 - Mass (Remove) 1,70 g 9 ° 4.8 \* Tol

### Measuring Results, Run: 7

8/21/2013 / 6:55:54 PM

Rotor ID 160II53  
 Measuring speed 1200 rpm

### Correction

Correction Plane 1 - Mass (Remove) 195 mg 149 ° in Tol  
 Correction Plane 2 - Mass (Remove) 14,3 mg 218 ° in Tol

( Gbr 3.7 Gambar *Data report* hasil *Balancing Rotor*)

Demikian untuk proses *Sbalancing* dari *rotor turbocharger*. Hal tersebut dilakukan untuk mendapatkan keseimbangan saat *turbocharger* dalam putaran tinggi supaya *vibration* yang timbul saat *turbocharger* berputar cepat saat kecil ( di bawah batas *maximum vibration* yang diijinkan ).

## 2. Meningkatkan Pengawasan Dalam Perawatan *Nozzle Ring*

Hasil pembakaran yang kurang sempurna sebagai akibat dari pemakaian bahan bakar yang tidak sesuai dengan spesifikasi yang di syaratkan oleh *engine maker*. Dalam penggunaan bahan bakar untuk dipakai pada mesin diesel kita harus melihat berbagai aspek, yang mana kandungan komposisi dari bahan bakar tersebut harus sesuai dengan rekomendasi dari *engine maker* contohnya adalah *viscosity* / kekentalan. Kekentalan minimum yang disyaratkan dalam pemakaian di mesin diesel adalah 4 cst dan normalnya adalah 5 – 12 cst, bila mana kekentalan kurang dari minimum maka akan berpengaruh terhadap pengabutan atau bahkan dapat merusak material dari *instrument* pembakaran mesin. Disamping dari kekentalan di dalam bahan bakar harus terhindar dari kandungan *material* berbahaya seperti *sulfur*, *vanadium*, *alumunium* dan *silicon* bilamana konsentrasi dari kandungan material tersebut melebihi batas maksimal yang diijinkan maka akan dapat merusak material dari instrument pembakaran yang menjadikannya cepat aus seperti pada *barrel & plunger* pada *fuel pump* dan *needle valve* pada *fuel injection valve*, dan pada akhirnya akan berdampak pada kualitas pembakaran yang tidak sempurna, dan juga akan mengakibatkan kerusakan pada *turbocharger* ( *nozzle ring* ).

Untuk mengatasi permasalahan dalam bahan bakar maka kita harus melakukan Tindakan sebagai berikut :

- a. Membuat permintaan bunker sesuai rekomendasi *engine maker*, dan melakukan uji laboratorium terhadap kandungan berbahaya sebelum memakai bahan bakar tersebut.

- b. Melakukan purifikasi untuk membuang kandungan air dan lumpur dalam bahan bakar.
- c. Melakukan *drain* secara berkala pada tangki *settling tank* dan *service tank* untuk mengurangi kadar air dalam bahan bakar.
- d. Menambahkan zat aditif berupa *fuel oil treatment* pada tangki *bunker tank* sesuai aturan komposisi dari buku petunjuk *oil treatment*.

Demikian cara cara penanganan bahan bakar supaya lebih berkualitas di dalam pemakaian terhadap mesin, dan tidak merusak material dari instrument pembakaran, contoh dari *supply bunker* beserta nilai Batasan maksimumnya adalah sebagai berikut :

*Carbon deposit* yang berlebihan sebagai akibat dari kurangnya komposisi udara saat pembakaran (komposisi bahan bakar terlalu kaya). Untuk mengatasi pembentukan *carbon deposit* yang berlebihan, dan untuk mengurangi banyaknya *carbon deposit* yang menempel pada sisi *nozzle ring* dapat kita lakukan saat *turbocharger* sedang bekerja yaitu dengan melakukan *solid shootblow* pada *turbin side* sesuai *interval* yang disyaratkan oleh buku panduan mesin ( tiap 48 jam ). Untuk mengatasi masalah *overheating* sebagai akibat dari *temperature* gas buang yang berlebihan dapat kita atasi dengan melakukan perawatan *routine* pada *instrument* pembakaran sesuai *PMS* diantaranya adalah :

- a. Melakukan penyetelan *fuel injection pressure* pada *FIV* sesuai yang di syaratkan buku panduan mesin ( 350 kg/ cm<sup>2</sup> )
- b. Melakukan penyetelan *fuel injection timing* pada *fuel pump* sesuai rekomendasi dari *engine maker* ataupun *shop test certificated* ( 12 ° BTDC ).
- c. Melakukan penyetelan *valve clearence* pada *intake valves* ( 0.4 mm ) dan *exh valves* ( 0.7 mm ).
- d. Melakukan penyetelan *T – yoke / valves bridge* ke *zero setting*.

Demikian adalah Langkah Langkah perawatan *routine* pada *instrument* pembakaran. Hal tersebut kita lakukan untuk menjaga supaya kualitas



pembakaran di dalam mesin menjadi lebih baik dan di hasilkan pembakaran yang sempurna sehingga dapat mengurangi kandungan *carbon residu* pada pembakaran bahan bakar.

Kerusakan *nozzle ring* sebagai akibat dari benturan dengan benda asing. Untuk menghindari kejadian tersebut maka kita selaku *engineer* di atas kapal harus melakukan Langkah Langkah perawatan yang benar terhadap mesin, diantara Langkah Langkah tersebut yang dapat kita lakukan adalah:

- a. Melakukan *top overhaul* pada *cylinder head* sesuai PMS pada buku petunjuk panduan mesin.
- b. Memakai *spare parts COM (certified of maker)* dalam penggantian *spare parts*.
- c. Melakukan pengecekan berkala terhadap baut baut pengikat *cylinder head* maupun baut baut pada *rocker arm* sesuai torsi pada buku manual.

Demikian Langkah Langkah pencegahan yang dapat kita lakukan supaya kerusakan *nozzle ring* akibat dari benturan dengan benda asing dapat kita hindari.

## BAB IV

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### A. KESIMPULAN

Berdasarkan uraian dari pembahasan pada bab-bab sebelumnya, mengenai permasalahan yang terjadi pada *turbocharger*, maka penulis menyimpulkan beberapa penyebab dari permasalahan tersebut diantaranya:

1. Terjadinya *surging* pada *turbocharger* dapat disebabkan oleh faktor *internal* dan *eksternal* dari *turbocharger*,
  - a. Faktor *internal* sering di sebabkan oleh keausan dari *compressor whell* dan *diffuser* pada *inducer whell* sehingga berpengaruh terhadap *supply* udara ke dalam mesin saat *load* dari mesin berubah cepat.
  - b. Faktor *eksternal* penyebab *surging* pada *turbocharger* adalah kotornya *air cooler air side* dan *sea water cooling side* serta dari *system* bahan bakar yang mengakibatkan *unbalance* pada tekanan maksimum pembakaran di tiap *cylinder* sehingga mengakibatkan putaran *turbocharger* yang tidak stabil, sehingga menjadikan *turbocharger* mengalami *surging* saat ada perubahan *load* mesin.
2. Kerusakan *turbocharger* pada *nozzle ring*. Berdasarkan Analisa dari data pembahasan bab sebelumnya dapat di tarik kesimpulan bahwa kerusakan dari *nozzle ring* pada *turbocharger* disebabkan oleh 2 faktor antaranya adalah:
  - a. Faktor *internal* dari *turbocharger* yaitu *unbalance* pada rotor *turbocharger* yang menjadikan *turbocharger* mengalami *high vibration* yang dapat merusak *bearings* dan *shaft* yang selanjutnya mengakibatkan *turbin side* dari rotor bersentuhan dengan *nozzle ring* saat *turbocharger* berputar kencang. Hal itulah yang menjadi penyebab kerusakan *nozzle ring* dari *faktor internal*.

b. Faktor eksternal dari *turbocharger* yaitu :

- 1) Pemakaian bahan bakar yang mengandung *material* berbahaya yang melebihi batas yang diijinkan seperti *sulfur*, *vanadium*, *aluminium* dan *silicon* yang dapat mengakibatkan kerusakan pada instrument pembakaran yang pada akhirnya bermuara pada pembakaran yang tidak sempurna dengan residu *carbon* yang tinggi dan gas buang sisa pembakaran dengan *temperature* yang *overheat* hingga merusak *material* dari *nozzle ring*.
- 2) Kerusakan *nozzle ring* pada *turbocharger* dikarenakan benturan dengan benda asing di sebabkan oleh kelelahan bahan dari komponen *spare parts* pendukung di *cylinder head* ataupun dari kualitas *material* dari *spare parts* tersebut.

## B. SARAN

Dari beberapa kesimpulan mengenai penyebab dari terjadinya permasalahan pada *turbocharger*, maka penulis memberikan beberapa saran kepada para *engineer* untuk :

1. Menghindari terjadinya surging pada *turbocharger*
  - a. Membersihkan air cooler air side n s.w. side
  - b. *Solid shootblow* pada *turbin side* dan *wet shootblow* pada *blower side*  
Every 2days in one time
  - c. Membersihkan secara teratur pada ruang udara bilas.
  - d. Membersihkan atau mengganti saringan udara pada *blower side* secara berkala.
  - e. Mengganti *lubricating oil* sesuai jam kerja yang di atur dalam panduan buku manual mesin.
  - f. Mengecheck kekencangan baut baut pengikat *turbocharger* secara rutin untuk mencegah *vibration* saat *engine* bekerja.

2. Menghindari kerusakan nozzle ring pada *turbocharger*
  - a. Melakukan perawatan atau *overhaul* turbocharger secara berkala yang bersifat rutin sesuai PMS maupun CMS.
  - b. Dalam melakukan melakukan *overhaul* dan dalam menyiapkan turbocharger cadangan baik recondition maupun spare unit baru, dengan memakai *spare part genuine* atau *COM (certified of maker)*.
  - c. Melakukan perbaikan atau maintenance mesin yang lainnya sesuai P.M.S. atau jam kerja agar *turbocharger* tidak mengalami benturan dengan benda asing dapat kita hindari. ( Perawatan Cylinder dan Exhaust Valve)
  - d. Mecegah atau menghindari *carbon deposit* yang berlebihan dan menempel pada *nozzle ring* yaitu dengan cek kondisi dari *fuel injection valve* dan Check kondisi ( Analysis Bunker F.O) jangan sampai bahan bakar yg di gunakan mengandung *material* berbahaya yang melebihi batas yang diijinkan seperti *sulfur, vanadium, aluminium dan silicon*.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arismunandar, Wiranto dan Koichi Tsuda. (2015). *Motor Diesel Putaran Tinggi*. Jakarta: PT. Pradnya Paramita.
- Danoesgoro, Goenawan. (2003). *Manajemen Perawatan*. Jakarta : Yayasan bina citra Samudra.
- Gasper, Vincent. (2002). *Total Quality Management*. Jakarta : PT. Gramedia
- Handoyo, Jusak Johan. (2015). *Perawatan dan Perbaikan Kapal*. Jakarta : Djangkar
- Handoyo, Jusak Johan. (2017). *Motor Diesel Penggerak Utama Kapal*. Jakarta : Djangkar
- NSOS.(2003). *Manajemen Perawatan dan Perbaikan*. Jakarta : PT.Triasko Madra.
- Maanen, P.Van. (2001). *Motor Diesel Kapal, Jilid I*. Jakarta : Triasko Maddra.

## DAFTAR ISTILAH

<i>Air Filter</i>	: Penyaringan udara dari debu dan kotoran yang akan masuk kedalam ruangan pembakaran, biasanya dipasang di sisi luar <i>blower</i> .
<i>Bearing</i>	: Bantalan yang berfungsi sebagai penyangga rotor sehingga membuat rotor dapat stabil/lurus pada posisinya di dalam kesing dan rotor dapat berputar dengan aman dan bebas.
<i>Blower</i>	: Bagian dari komponen <i>turbocharger</i> yang bersebelahan atau dipasang satu as dengan turbin, dan berfungsi menghasilkan udara bilas yang ditekankan kedalam silinder mesin.
<i>Casing</i>	: Suatu wadah berbentuk menyerupai sebuah tabung dimana rotor ditempatkan. Pada ujung kesing terdapat ruang besar mengelilingi poros turbin disebut <i>exhaust hood</i> , dan diluar casing dipasang bantalan yang berfungsi untuk menyangga rotor.
<i>Cylinder</i>	: Bagian dari komponen mesin untuk tempat Bergeraknya torak dan piston di dalamnya, dan merupakan tempat berlangsungnya pembakaran.
<i>Engineer</i>	: Orang yang bertugas dan bertanggung jawab untuk merawat dan menjaga mesin induk dan alat-alat lainnya yang berhubungan dengan mesin di atas kapal (perwira mesin).
<i>Exhaust Manifold</i>	: Saluran pipa gas buang tiap-tiap silinder dan diproses untuk menghasilkan udara bilas melalui <i>turbocharger</i> .
<i>Ignition Delay</i>	: Keterlambatan pembakaran didalam ruang pembakaran mesin.
<i>Impulse system</i>	: Memasukkan udara yang bertekanan ke dalam silinder motor menggunakan <i>turbocharger</i> dengan system denyut.
<i>Injector</i>	: Bagian dari komponen mesin yang berfungsi untuk

pengabutan bahan bakar sehingga terjadinya ledakan atau pembakaran yang terjadi di dalam silinder mesin.

- Intercooler* : Suatu alat khusus dengan bahan anti karat, dilengkapi dengan sirip-sirip campuran alumunium yang berpungsi mendinginkan gas buang yang akan diproses oleh *turbocharger*.
- Moving Blade* : Sudu-sudu yang dipasang dipasang di sekeliling rotor membentuk suatu piringan. Dalam suatu rotor turbin terdiri dari beberapa baris piringan dengan diameter yang berbeda-beda, banyaknya baris sudu gerak biasanya banyaknya tingkat.
- Nozzle Ring* : Bagian komponen dari *turbocharger* yang berbentuk saluran untuk mengatur kecepatan gas buang yang disalurkan untuk memutar *turbin blade*
- Overhaul* : Melakukan pengecekan secara menyeluruh dan melakukan perbaikan atau mengganti jika ada yang rusak.
- Piston* : Bagian dari komponen mesin yang berpungsi untuk menghasilkan kompresi hingga terjadi ledakan.
- Poros* : Pada umumnya poros turbin sekarang terdiri dari silinder panjang yang solid. Sepanjang poros dibuat alur-alur melingkar yang biasa disebut akar (*root*) untuk tempat dudukan, sudu-sudu gerak (*moving blade*).
- Rotor* : Bagian yang berputar terdiri dari pporos dan sudu-sudu gerak yang terpasang mengelilingi rotor. Jumlah baris sudu-sudu gerak pada rotor sama dengan jumlah baris sudu diam pada casing. Pasangan antara sudu diam dan sudu gerak disebut tingkat (*Stage*).
- Surging* : Suatu titik operasi dimana *compressor* tidak mampu mempertahankan kestabilan aliran untuk memberikan udara tekanan lebih, dan terjadilah pembalikan arah aliran, ditandai dengan suara denyat bergemuruh atau suara hentakan.

- System Injection* : Pendesakan minyak bahan bakar ke dalam ruang bakar mesin diesel dengan tekanan tinggi.
- Turbine* : Merupakan mesin turbo yang berfungsi mengubah energi potensial fluida (energi kinetik) menjadi energi mekanik untuk menghasilkan kerja berupa putaran poros engkol.
- Turbocharger* : Suatu bagian dari komponen mesin untuk meningkatkan tenaga mesin dengan memanfaatkan dari gas buang.



**SHIP PARTICULAR**

SHIP NAME	: MV. DK ILIOS
CALL SIGN	: D 7 L F
PORT OF REGISTRY	: JEJU / KOREA
NATIONALITY	: KOREA
OFFICIAL NUMBER	: JJR-131053
CLASSIFICATION	: KR
IMO NUMBER	: 9234771
MMSI NO.	: 440095000
INMARSAT-C TLX NO.	: 444000677
TEL NO/FAX NO	: 340007934/34000795
EMAIL ADDRESS	: <a href="mailto:DKILIOS@NETWORKSHIP.COM">DKILIOS@NETWORKSHIP.COM</a>
GROSS TONNAGE/NET TONN	: 7433 / 3869 T
DEADWEIGHT	: 11247.880 T
NAME OF OWNER	: INTERGIS
NAME OF BUILDER	: NISHI SHIP BUILDING CO.,LTD
DATE OF BUILD	: 10 AUGUST 2000
DATE OF REGISTRATION	: 16 OCTOBER 2013
TYPE OF SHIP	: GENERAL CARGO
LEGTH OVER ALL (LOA)	: 110.67 M
L B P	: 102.00 M
HEIGHT (KEEL TO RADAR MAST)	: 42.66 M
DEPTH	: 13.50 M
BREADTH	: 19.20 M
FREE BOARD	: 4.38 M
DEADWEIGHT - TROPICAL	: 11589.800 KT 9.304 M
- SUMMER	: 11247.880 KT 9.114 M
- WINTER	: 10906.760 KT 8.924 M
LIGHT SHIP	: 3269 KT / 2.34 M
DISPLACEMENT	: 14516.88 KT
MAIN ENGINE	: MAKITA MITSUI MAN B & W 6L35MC
BRAKE HOSE POWER	: 5280 PS X 210 RPM
AUX ENGINE	: YANMAR 6NY 16L-DN 1200 RPM 280 KW X 2 SET
SERVICE SPEED	: 11.5 KNOT
P & I	: KOREA P & I
HATCH SIZE	: HOLD NO.1 20.30 M X 14.00 M HOLD NO.2 33.60 M X 14.00 M
SIDE THRUSTER / TPC	: NOT INSTALLED / 18.00 T
DISTANCE FROM BRIDGE TO BOW	: 91.46 M / 300.1 ft
DISTANCE FROM BRIDGE TO STERN	: 19.21 M / 63.02 ft

## CREW LIST

■ 입 항 ( ARRIVAL )

□ 출 항 ( DEPARTURE )

1. NAME OF SHIP			2. DATE OF ARRIVAL/DEPARTURE		3. NATIONALITY OF SHIP		4. PREVIOUS PORT
DK ILIOS			20-Oct-22		REP OF KOREA		MASAN
5. NO	6. CREW NAME	7. Rank	8. DATE OF BIRTH	9. NATIONALITY	10. SEAMAN'S BOOK NO. DATE OF EXPIRE	P. PORT NO. DATE OF EXPIRE	11. DATE OF EMBARK PORT
1	KIM GYEANG SEO	MASTER	1952-05-25	KOREA	MP984-22639 UNLIMITED	M10619907 16-Jul-31	2022-06-15 BUSAN, KOREA
2	KWAK TAEYONG	C/O	1976-08-07	KOREA	BS202-01119 UNLIMITED	M01090938 17-Nov-25	2022-08-17 KUNSAN, KOREA
3	ABDULLAH UBAIDILLAH	2/O	1991-11-27	INDONESIA	E125476 06-Oct-23	C7207792 02-Sep-26	2022-06-30 MASAN, KOREA
4	HARRY TAURINUS	3/O	1993-04-27	INDONESIA	G016580 16-Sep-23	C1472032 03-OCT-2023	2022-06-12 KUNSAN, KOREA
5	BARK HO SOON	C/E	1949-08-25	KOREA	BS096-01961 UNLIMITED	M19822568 05-Oct-26	2022-06-15 BUSAN, KOREA
6	IMAN MUHAMMAD ADIKUSUMAH	1/E	1985-04-15	INDONESIA	E135009 15-Dec-23	C2831390 16-Jan-24	2022-02-10 BUSAN, KOREA
7	CIPTO HAPOSAN MANURUNG	2E	1991-11-04	INDONESIA	F343014 14-Apr-25	C8678616 09-May-27	2022-06-12 KUNSAN, KOREA
8	ROBERO PARDAMEAN	3/E	1987-12-11	INDONESIA	H067015 14-Sep-25	E0787084 27-Sep-27	2022-08-17 KUNSAN, KOREA
9	MARAH DOLI SIREGAR	BSN	1968-09-19	INDONESIA	F128914 02-Apr-25	C6316874 10-Feb-25	2022-06-12 KUNSAN, KOREA
10	ACHMAD ROFIEK	AB/A	1979-11-23	INDONESIA	F194850 28-Nov-23	C6790676 14-Jul-25	2022-02-10 BUSAN, KOREA
11	BAMBANG RAFIKA	AB/B	1981-11-24	INDONESIA	F156759 25-Jul-23	C6859601 19-May-25	2022-02-10 BUSAN, KOREA
12	IRAWAN	AB/C	1976-07-06	INDONESIA	E105368 18-Aug-23	C9662285 22-Jul-27	2022-06-12 KUNSAN, KOREA
13	SYAFIQ FATH TAMANNA	O/S	2001-07-27	INDONESIA	F342076 18-Mar-25	C7308075 27-Jul-25	2022-06-12 KUNSAN, KOREA
14	HASOLOAN	NO.1 OLR	1976-08-26	INDONESIA	F024748 16-May-24	C9662273 22-Jul-27	2022-06-30 MASAN, KOREA
15	ADNAN PRAYOGI	OLR	1993-02-15	INDONESIA	F308156 06-Jan-25	C5831887 16-Dec-24	2022-02-10 BUSAN, KOREA
16	SUBAIRI	WPR/A	1994-05-17	INDONESIA	G105890 28-Sep-24	C2849645 28-Dec-23	2022-06-30 MASAN, KOREA
17	ARIF PURNAMA PUTRA	WPR/B	1991-10-15	INDONESIA	G109431 15-Dec-24	C8103463 24-Nov-26	2022-08-17 KUNSAN, KOREA
18	MARZUKI	CCK	1973-11-12	INDONESIA	G044968 30-Mar-24	C7934051 18-Jun-26	2022-02-10 BUSAN, KOREA
TOTAL 18 PERSONS		KR ID	3 15	SIGNATURE			

Capt. KIM GYEANG SEO

MASTER OF MV DK ILIOS