

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



**MAKALAH**

**UPAYA MENINGKATKAN PERAWATAN DAN  
PERBAIKAN TURBOCHARGER UNTUK MENUNJANG  
KINERJA MESIN INDUK DI SV. MARISA 89**

Oleh :

**PUTUT BUDI PRASTYO**  
**NIS. 01941 / T-I**

**PROGRAM PENDIDIKAN DIKLAT PELAUT - 1**

**JAKARTA**

**2023**

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



**MAKALAH**

**UPAYA MENINGKATKAN PERAWATAN DAN  
PERBAIKAN TURBOCHARGER UNTUK MENUNJANG  
KINERJA MESIN INDUK DI SV. MARISA 89**

**Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan  
Untuk Menyelesaikan Program ATT - I**

**Oleh :**

**PUTUT BUDI PRASTYO**

**NIS. 01941 / T-I**

**PROGRAM PENDIDIKAN DIKLAT PELAUT - 1**

**JAKARTA**

**2023**

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



**TANDA PERSETUJUAN MAKALAH**

Nama : PUTUT BUDI PRASTYO  
No. Induk Siwa : 01941 / T-I  
Program Pendidikan : DIKLAT PELAUT - I  
Jurusan : TEKNIKA  
Judul : UPAYA MENINGKATKAN PERAWATAN DAN  
PERBAIKAN TURBOCHARGER UNTUK  
MENUNJANG KINERJA MESIN INDUK DI SV.  
MARISA 89

Pembimbing I,

**Kol. Laut (purn) Widigdho**  
Dosen STIP

Jakarta, Juni 2023  
Pembimbing II,

**Roma Dormawaty, S.Si.T.,M.M**  
Penata Tk.I (III/d)  
NIP. 19790413 200212 2 001

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknika

**Markus Yando, S.Si.T.,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 : PUTUT BUDI PRASTYO  
No. Induk Siwa : 01941 / T-I  
Program Pendidikan : DIKLAT PELAUT - I  
Jurusan : TEKNIKA  
Judul : UPAYA MENINGKATKAN PERAWATAN DAN  
PERBAIKAN TURBOCHARGER UNTUK  
MENUNJANG KINERJA MESIN INDUK DI SV.  
MARISA 89

Penguji I

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

Penguji II

**Kol.(purn) Widigdho**  
Dosen STIP

Penguji III

**H.Kamarul Hidayat, S.Pel., M.M.Tr**  
Pembina ( IV/a)  
NIP. 19710919 199803 1 001

Mengetahui  
Ketua Jurusan Teknika

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

## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT karena atas berkah dan rahmat serta karunia-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan makalah ini dengan judul :

**“UPAYA MENINGKATKAN PERAWATAN DAN PERBAIKAN  
TURBOCHARGER UNTUK MENUNJANG KINERJA MESIN INDUK  
DI SV. MARISA 89”**

Makalah ini diajukan dalam rangka melengkapi tugas dan untuk memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan program pendidikan Ahli Teknik Tingkat - I (ATT -I).

Dalam rangka pembuatan atau penulisan makalah ini, penulis sepenuhnya merasa bahwa masih banyak kekurangan baik dalam teknik penulisan makalah maupun kualitas materi yang disajikan. Untuk itu saran dan kritik yang bersifat membangun sangat penulis harapkan.

Dalam penyusunan makalah ini juga tidak lepas dari keterlibatan banyak pihak yang telah membantu, sehingga dalam kesempatan ini pula penulis mengucapkan rasa terima kasih yang terhormat :

1. Bapak H.Ahmad Wahid,S.T.,M.T.,M.Mar E, selaku Ketua Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta.
2. Capt. Suhartini, S.SiT.,M.M.,M.MTr, selaku Ketua 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 Kol. Laut (purn) Widigdho, selaku dosen pembimbing I yang telah meluangkan waktu untuk memberikan saran dan pikirannya mengarahkan penulis pada sistematika materi yang baik dan benar
5. Ibu Roma Dormawaty, S.SiT.,M.M., selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan waktunya untuk membimbing proses penulisan makalah ini
6. Bapak Markus Yando,S.SiT.,M.M,Bapak Kol.(purn)Widigdho,Bapak H.Kamarul Hidayat,S.Pel.,M.M.Tr.selaku Dewan Penguji yang telah meluangkan waktu untuk memberikan pemikiran untuk masukan dan saran materi yang baik dan benar

7. 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.
8. Istri dan anak-anak saya beserta Keluarga besar dan Seluruh rekan-rekan yang ikut memberikan sumbangsih pikiran dan yang telah memberikan motivasi selama penyusunan makalah ini.

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

Jakarta, **27** Juni 2023

Penulis,



PUTUT BUDI PRASTYO

NIS. 01941 / T-I



# DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>TANDA PERSETUJUAN MAKALAH .....</b>	<b>ii</b>
<b>TANDA PENGESAHAN MAKALAH .....</b>	<b>iii</b>
<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>iv</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>viii</b>
<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 Ternpat Penelitian .....	6
F. Sistematika Penulisan .....	6
<b>BAB II LANDASAN TEORI</b>	
A. Tinjauan Pustaka .....	8
B. Kerangka Pemikiran .....	22
<b>BAB III ANALISIS DAN PEMBAHASAN</b>	
A. Deskripsi Data .....	23
B. Analisis Data .....	26
C. Pemecahan Masalah .....	30
<b>BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
A. Kesimpulan .....	43
B. Saran .....	44
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>45</b>
<b>LAMPIRAN</b>	
<b>DAFTAR ISTILAH.....</b>	<b>47</b>

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Bagian - Bagian dari <i>Turbocharger</i> .....	15
Gambar 2.2. Konstruksi Bagian dari <i>Turbocharger</i> .....	16
Gambar 3.1 Kerusakan <i>Nozzle Ring Turbocharger</i> .....	25
Gambar 3.2 Kerusakan pada <i>turbin blade</i> .....	27
Gambar 3.3 Proses <i>balancing</i> pada rotor <i>turbocharger</i> .....	35
Gambar 3.4 Hasil pengukuran <i>balancing</i> di <i>monitor</i> .....	35
Gambar 3.5 <i>Data report</i> hasil <i>Balancing Rotor</i> .....	36



## **DAFTAR LAMPIRAN**

- Lampiran 1. *Ship Particular*
- Lampiran 2. *Crew List*
- Lampiran 3. *Plan Mintenance System*

# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. LATAR BELAKANG

SV. MARISA 89 adalah kapal *Supply Vessel* berbendera Indonesia milik PT. Sowohi Kentiti Jaya. Kapal dengan berat kotor (GRT) 499 tons tersebut dilengkapi dengan mesin induk jenis motor diesel 2x1600 Cummins KTA50. Untuk 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 di teruskan 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  $1,3 \text{ kg/cm}^2$  sedangkan yang normal  $2.10 \text{ kg/cm}^2$  pada putaran NCR (*Normal continuous rated*) 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 16 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  $2,1 \text{ kg/cm}^2$  menjadi  $1,3 \text{ kg/cm}^2$  pada putaran mesin yang sama, 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 ijin > 500°C sehingga *exhaust manifold* ( *expansion joint* ) sampai memerah, dan temperatur gas buang yang keluar dari *turbocharger* juga tinggi 560 °C tidak seperti biasanya 380°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 : **“UPAYA MENINGKATKAN PERAWATAN DAN PERBAIKAN *TURBOCHARGER* UNTUK MENUNJANG KINERJA MESIN INDUK DI SV. MARISA 89”**.

## **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. Perawatan *turbocharger* belum dilaksanakan dengan baik.
- d. Adanya kebocoran pada *flexible exhaust manifold*.
- e. *Rotor unbalance* / tidak seimbang nya *rotor*.

### **2. Batasan Masalah**

Dari masalah-masalah yang teridentifikasi, maka penulis membatasi pembahasan hanya pada 3 (tiga) masalah yang terjadi di SV. MARISA 89, sebagai berikut:

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



- c. Perawatan *turbocharger* belum dilaksanakan dengan baik

### **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. Mengapa perawatan *turbocharger* belum dilaksanakan dengan baik

## **C. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN**

### **1. Tujuan Penelitian**

- a. Untuk menganalisis penyebab terjadinya *surging* pada *turbocharger* di SV. Marisa 89.
- b. Untuk menganalisis penyebab terjadinya kerusakan *turbocharger* pada *nozzle ring* dan mencari pendekatan pemecahan masalahnya.
- c. Untuk menganalisis penyebab perawatan *turbocharger* belum dilaksanakan dengan baik.

### **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 PT. Sowohi Kentiti Jaya 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 mendeskripsikan 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 SV. MARISA 89 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 KKM di atas SV. MARISA 89 sejak tanggal 01 Agustus 2020 sampai dengan 30 Desember 2022.

### **2. Tempat Penelitian**

Tempat penelitian yaitu SV. MARISA 89, salah satu armada milik PT. Sowohi Kentiti Jaya yang beroperasi di alur pelayaran laut Jawa.

## **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 SV. Marisa 89. 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 SV. MARISA 89, diantaranya yaitu sebagai berikut :

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

Menurut **Jusak Johan Handoyo** (2019:295) 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 syaratkan.
- 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 rotor* 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 rotor*, 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) Turunkan putaran (Rpm) mesin secara bertahap. Sebelumnya tentu harus memberitahukan kepada anjungan untuk posisi kapal, dengan menurunkan putaran maka tekanan udara *blower* menjadi lebih stabil 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.

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

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 ekspansi 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 ekspansi tanpa ada tambahan panas atau kehilangan panas, proses yang demikian di sebut *adiabatic*.

Selain faktor bahan bakar di atas, **Sukoco, M.Pd dan Zainal Arifin, M.T** (2008:97) dalam bukunya *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 seimbangantara 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. Kerusakan *nozzle ring* pada *Turbocharger*.

### 3. Perawatan dan Perbaikan

#### a. Definisi Perawatan

Menurut **Sofyan Assauri** (2019:34) 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**, (2019:57) 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.

Perawatan dan perbaikan adalah suatu kegiatan yang perlu dilaksanakan terhadap seluruh obyek baik Non – Teknis meliputi manajemen dan



sumber daya manusia agar dapat berfungsi dengan baik dan teknis meliputi suatu material atau benda yang bergerak ataupun benda yang tidak bergerak, sehingga material tersebut dapat dipakai dan berfungsi dengan baik serta selalu memenuhi persyaratan internasional.

#### **b. Jenis-Jenis Perawatan**

Menurut **J.E Habibie** (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.

**c. Definisi Perbaikan**

Menurut **Jusak Johan Handoyo**, (2019:57) dalam bukunya yang berjudul “Sistem Perawatan Permesinan Kapal” bahwa 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.

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 perbedaanya 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 :

<b>Perawatan</b>	<b>Perbaikan</b>
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, jumlahnya jauh lebih kecil dari perbaikan.	Membutuhkan biaya yang tidak sedikit, tergantung dari seberapa 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.

#### 4. *Turbocharger*

##### a. *Definisi Turbocharger*

Menurut **Wiranto Arismunandar dan Koichi Tsuda, (2019:12)** 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.

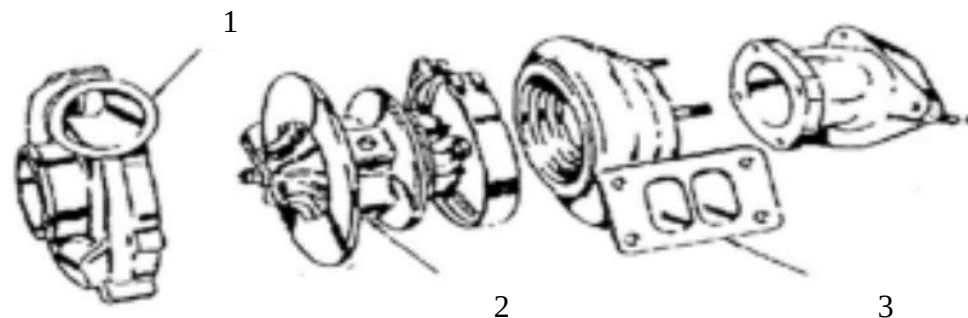
Daya mesin, rendemen *thermis* dan pemakaian bahan bakar per jam dari mesin diesel relatif tetap. Untuk menghasilkan pembakaran yang sempurna

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. Konstruksi Dari *Turbocharger*



Gambar 2.1. Bagian-bagian dari turbocharger

Unit bagian dari *turbocharger* terdiri dari :

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

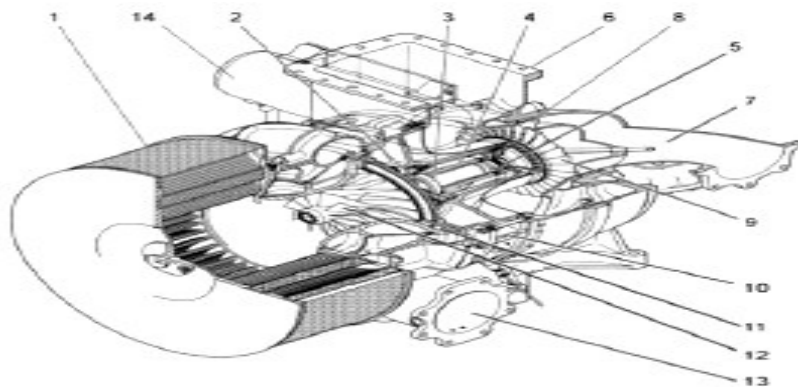
Rumah kompresor adalah tempat bagi blower untuk menghisap udara luar yang kemudian diteruskan menuju intercooler. Rumah kompresor terbuat dari bahan aluminium bersambung dengan bagian pusat inti (*cartridge group*) ditopang oleh jaminan baut dan cincin pelat.

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

Bagian inti dari *turbocharger* yang memanfaatkan gaya dari gas sisa pembakaran dalam silinder untuk menggerakkan blower yang menyalurkan udara bertekanan kedalam ruang pembakaran. Pada bagian 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*)

Tempat turbin menerima gaya aksial dari gas sisa pembakaran (*exhaust gas*) kemudian diteruskan lewat poros (*shaft*) menuju *blower*. 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.



Gambar 2.2. Konstruksi Bagian dari *Turbocharger*

Keterangan:

- |                         |                  |
|-------------------------|------------------|
| 1. Filter silencer      | 8. Nozzle ring   |
| 2. Radial plain bearing | 9. Turbine wheel |

- |                         |                                    |
|-------------------------|------------------------------------|
| 3. Thrust bearing       | 10. Bearing casing                 |
| 4. Bearing bush         | 11. Air diffuser                   |
| 5. Radial plain bearing | 12. Compressor wheel               |
| 6. Gas outlet casing    | 13. Compressor casing              |
| 7. Gas inlet casing     | 14. Emergency lubrication oil tank |

**c. Prinsip Kerja Turbocharger**

*Turbocharger* mengalami perkembangan dari masa ke masa. Namun pada dasarnya memiliki prinsip kerja yang sama. Prinsip kerja *turbocharger* adalah manifold gas dari aliran mesin diesel melalui casing inlet gas (7) dan cincin nozzle (8) ke roda turbin. Roda turbin (9) menggunakan energi yang terkandung dalam gas buang untuk menggerakkan roda kompresor (12). Kompresor mengambil udara segar, dikompresi dan kemudian dimasukkan kedalam silinder mesin. Gas buang lolos untuk membebaskan udara melalui *exhaust manifold* yang terhubung ke *casing gas outlet* (6). Udara yang diperlukan untuk pengoperasian mesin diesel dan yang dikompresi dalam *turbocharger* ditarik melalui filter silencer (1) ke roda kompresor (12) kemudian melewati diffuser (11) dan melalui rumah kompresor (13). Rotor berjalan dalam dua bantalan radial (2/5) salah satu bantalan adalah bearing bush (4) dan satu bantalan adalah thrust bearing (3) pada akhir kompresor. Bantalan mendapatkan pelumasan dari rangkaian mesin pelumasan. Outlet minyak selalu pada titik terendah dari casing bearing (10). *Turbocharger* dilengkapi dengan tangki darurat minyak pelumas (14). Jika sistem utama minyak pelumasan gagal masih ada minyak pelumas darurat yang dapat memberi minyak pada bantalan sampai rotor.

**d. 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 22.000 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 mengompres 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

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

Menurut **Sukoco** dan **Zainal Arifin** (2018:88) 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. Efisiensi Turbocharger**

Efisiensi *turbocharging* merupakan tinjauan terhadap kondisi kinerja kompresor, yang dapat dihitung dengan persamaan berikut untuk jenis mesin 4 langkah *turbocharger* sistem pulsa:

$$P_{Mf} = \frac{\left[ \left( \frac{P_{IM}}{P_{si}} \right)^{\frac{K_A - 1}{K_A}} - 1 \right]}{\left[ 1 - \left( \frac{P_{EM}}{P_{so}} \right)^{\frac{1 - K_G}{K_G}} \right]}$$

$$\eta_T = C_f \cdot C_{wt} \cdot P_{Mf} \frac{\bar{m}_{CYi} \cdot \frac{K_A}{K_A - 1} \cdot T_{si} \cdot R_A}{\bar{m}_{CYo} \cdot \frac{K_G}{K_G - 1} \cdot T_{EM} \cdot R_G} \quad (4)$$

Dimana :

$\eta_T$  = Efisiensi *turbocharging*

$P_{Mf}$  = Rasio tekanan gas manifold

Sedangkan efisiensi untuk sistem *turbocharger* merupakan tinjauan kondisi kinerja *turbin*, yang dapat dihitung dengan persamaan berikut



$$P_T = \frac{\left[ \left( \frac{P_{Co}}{P_{Ci}} \right)^{\frac{K_A - 1}{K_A}} - 1 \right]}{\left[ 1 - \left( \frac{P_{Ti}}{P_{To}} \right)^{\frac{1 - K_G}{K_G}} \right]}$$

$$\eta_{TC} = C_f \cdot C_{wt} \cdot P_T \frac{\bar{m}_{Co} \cdot \frac{K_A}{K_A - 1} \cdot T_{Ci} \cdot R_A}{\bar{m}_{Ti} \cdot \frac{K_G}{K_G - 1} \cdot T_{Ti} \cdot R_G}$$

Keterangan :

$\eta_{TC}$  = Efisiensi sistem *turbocharger*

$P_T$  = Rasio tekanan turbin

Parameter <i>turbocharger</i>	Simbol	Hasil pengukur an
Aliran massa udara di inlet silinder	$m_{CYi}$	5,52 kg/det
Aliran massa udara di outlet kompresor	$m_{Co}$	5,52 kg/det
Aliran massa gas di outlet silinder	$m_{CYo}$	5,68 kg/det
Aliran massa gas ke turbin	$m_{Ti}$	5,68 kg/det
Kelembaban udara	x	0,63%
Temperatur udara sistem	$T_{si}$	306,77 °K
Temperatur inlet kompresor	$T_{Ci}$	306,77 °K
Tekanan udara sistem	$P_{si}$	1,001 bar
Tekanan udara inlet kompresor	$P_{Ci}$	1,003 bar
Tekanan udara outlet kompresor	$P_{Co}$	3,46 bar
Tekanan udara di inlet manifold	$P_{IM}$	3,33 bar
Faktor koreksi bahan bakar	$C_f$	0,983
Faktor koreksi	$C_{wt}$	1

Tekanan gas outlet turbin	$P_{To}$	1,08 bar
Tekanan gas sistem	$P_{so}$	1,02 bar
Konstanta gas udara kering	$R$	287,05J/kg.K
Konstanta rasio panas spesifik udara kering	$K_A$	1,4
Konstanta rasio panas spesifik gas buang	$K_G$	1,3427

Tabel 2,1 Data Hasil Pengukuran dan Literatur Parameter *Turbocharge*

#### **g. Daya Motor Induk**

Menurut **Jusak Johan Handoyo** (2019:65) 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 :

- 1) 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  $(P_i) = 0,785.D^2.S.Z.pi.n.50$ .
- 2) 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 :  $(P_e) = 0,785.D^2.S.Z.pe.n.50$

Dimana :  $P_i$  = daya indikator dalam IKW

$P_e$  = daya efektif dalam EKW

$D$  = diameter silinder dalam meter  $\rightarrow D$  = diameter torak

$S$  = langkah torak dalam meter  $d$  = diameter batang torak ( m )

$N$  = putaran motor dalam RPS

$Z$  = jumlah silinder dalam buah

$P_i$  = tekanan rata-rata indikator dalam bar

$P_e$  = tekanan rata-rata efektif dalam bar

#### **B. KERANGKA PEMIKIRAN**

Berdasarkan tinjauan pustaka dan teori yang telah dijelaskan diatas, maka untuk memudahkan dalam memahami pembahasan pada makalah ini, penulis membuat kerangka pemikiran yang berhubungan dengan masalah yang teridentifikasi sebagai berikut:

**UPAYA MENINGKATKAN PERAWATAN DAN PERBAIKAN TURBOCHARGER UNTUK MENUNJANG KINERJA MESIN INDUK SV. MARISA 89**

- a. Terjadi surging pada turbocharger.
- b. Kerusakan turbocharger pada nozzle ring.
- c. Perawatan turbocharger belum dilaksanakan dengan baik.
- d. Adanya kebocoran pada flexible exhaust manifold.
- e. Rotor unbalance / tidak seimbangnya rotor.

**IDENTIFIKASI MASALAH**

**BATASAN MASALAH**

**RUMUSAN MASALAH**





## **BAB III**

### **ANALISIS DAN PEMBAHASAN**

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

Sebagai pendukung dalam pembahasan makalah, penulis uraikan data kapal SV. Marisa 89 sebagai berikut :

<i>Vessel Name</i>	: Marisa 89
<i>Flag</i>	: Indonesia
<i>Gross Tonnage</i>	: 499 tons
<i>Engine type</i>	: Cummins
<i>Engine Model</i>	: KTA50-M1
<i>Engine Power</i>	: 1600 X 2 BHP
<i>Owner</i>	: PT. SOWOHI KENTITI JAYA

Selama penulis bertugas di atas kapal SV. MARISA 89 sebagai Kepala Kamar Mesin, 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 *performance* dari tiap-tiap silinder mesin didapati perbedaan *P max* yang melebihi batas deviasi ( > 20 bar ) dan juga *temperature gas* buang yang melebihi batas deviasi ( 50°C ) antar tiap *silinder*.

<i>Cylinder Ps .ME Psd</i>	1	2	3	4	5	6
<i>Pressure in silinder ( bar )</i>	90	80	65	70	75	80
<i>Exhaust gas temperature ( °C )</i>	460	430	390	400	410	420

Tabel 3.1 Data Tekanan Indicator dan Temperature Gas Buang

## 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 22.000 – 28.000 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 2.1 kg/cm<sup>2</sup> menjadi 1.3 kg/cm<sup>2</sup>, 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 °C ) yang seharusnya (380°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* = 1350 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 ( > 450°C ) dan juga benturan ataupun gesekan dengan *turbin blade*



Gambar 3.1 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 clearance* dan *axial clearance* pada rotor terhadap *catridge* dan juga *clearance* dari *compressor whell* terhadap *diffuser* sesuai dengan panduan buku manual.

### 3. Perawatan pada *turbocharger* kurang optimal

Pada putaran putaran maksimal dilakukan secara terus menerus akan sangat membahayakan *turbocharger* tersebut dan temperatur gas buang sangat tinggi melebihi  $450\text{ }^{\circ}\text{C}$ , maka putaran harus cepat diturunkan di bawah putaran 1000 rpm. Apabila diperhatikan suara *surging* tersebut berbunyi pada saat tekanan udara bilas dari mesin induk 1,25 bar yang terbaca pada manometer udara bilas. Sesuai dengan *Instruction Maintenance and Operation Book* bahwa pada putaran maksimal maka tekanan udara bilas minimal 1,6 bar. Masinis jaga setelah menurunkan *handle* bahan bakar selalu mengecek temperatur gas buang tiap-tiap *cylinder* pada mesin induk dan mencatat temperatur gas buang tersebut.

## B. ANALISIS DATA

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

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

Gangguan pada *turbocharger* akan mengurangi tenaga yang dihasilkan oleh motor induk. Gangguan pada *turbocharger* ini terjadi saat kapal berangkat dari pelabuhan, tiba-tiba terdengar bunyi atau suara ledakan yang keras dan tidak beraturan pada *turbocharger* mesin induk atau yang biasa dikenal dengan istilah *surging*.

*Surging* adalah kejadian dimana *turbocharger* mengalami *over running* lalu berhenti seketika, kemudian berputar dengan normal kembali, tidak berapa lama *over running* kembali. Saat akan terjadi *surging*, kompressor akan berputar dengan kecepatan normalnya (*over running*). Hal ini terjadi kompressor tidak menghasilkan udara bertekanan yang di suplai kedalam mesin induk, sehingga seolah-olah *turbocharger* berputar tanpa beban.

*Surging* terjadi karena suatu getaran frekuensi tinggi dari impeller (rotor) yang berputar pada keadaan tertentu dan kompressor udara harus menyalurkan udara dengan tekanan tertentu sesuai dengan putaran *turbin*. Beberapa faktor terjadinya *surging* pada *turbocharger* sebagai berikut terhambatnya atau terganggunya system udara dan variasi beban yang terjadi pada masing-masing silinder berubah-ubah.

Dari ke dua kategori utama tersebut kemungkinan penyebab dari *turbocharger surging* antara lain :

#### a. Pada *turbocharger*

- 1) Kerusakan pada *turbin blades* ( sudu – sudu jalan ) sehingga gas buang ke sudu akan terganggu dan berkurang hingga mengakibatkan tidak tercapainya putaran *rotor shaft* yang diharapkan sehingga udara yang dihasilkan pun akan berkurang ke engine.
- 2) Kerusakan pada *compressor whell* dan *inducer whell*. Demikian pula sebaliknya kerusakan yang terjadi di sisi ini akan menyebabkan kekurangan suplai udara yang dibutuhkan *engine* sebagai udara bilas.



- 3) Kotornya *filter mesh* dari *turbocharger* akan mengakibatkan terganggunya aliran udara segar kedalam *engine*.
- b. Penyebab pada sisi gas buang ( *Exhaust Gas* ) Sistem.
- 1) Terhalangnya aliran gas buang dari *engine* ke *turbocharger* dikarenakan tersumbatnya *protection grid / filter* yang dibuat untuk melindungi *turbin blades* didalam *turbocharger* agar tidak terkena hantaman kemungkinan adanya pecahan benda asing dari dalam *engine* sehingga membahayakan *turbine blades* seperti pecahan *exhaust valve* atau pecahan patahan *piston ring* dan lainnya.
  - 2) *Vibrasi* tekanan di dalam *exhaust trunk / exhaust receiver*
  - 3) Bertambahnya *back pressure* setelah *turbocharger*
- c. Penyebab dari faktor sistem udara bilas
- 1) Kotornya *air cooler* sehingga mengakibatkan buntu
  - 2) Kotornya *scaving port* ( lubang udara bilas )
  - 3) Variasi *load* yang berubah-ubah
  - 4) Temperatur *scavenge receiver* yang terlalu tinggi
- d. Penyebab dari faktor *fuel oil system*
- 1) *Injector* yang sudah tidak baik
  - 2) *Fuel oil pump* yang sudah tidak baik
  - 3) Adanya udara dalam sistem bahan bakar
  - 4) Temperatur bahan bakar yang terlalu rendah



Gambar 3.2 Kerusakan pada *turbin blade*

*Turbocharger* terdiri dari sebuah *turbin side* dan sebuah *blower side*, keduanya dipasang satu poros. *Turbin side* berfungsi sebagai pemutar *blower side* dengan memanfaatkan energi gas buang. Gas buang dari *exhaust manifold* disalurkan menuju rumah sudu *turbin* gas hingga *turbin* berputar. Putaran *turbin* disalurkan ke *compressor* melalui poros penghubung hingga *compressor* juga berputar. Putaran *turbocharger* bisa mencapai 30.000 *rpm* lebih, putaran yang begitu tinggi menghasilkan jumlah udara yang jauh lebih banyak dibandingkan pengisian alami.

Tetapi akibat dari proses pembakaran yang tidak sempurna, menghasilkan karbon-karbon atau jelaga-jelaga tersebut menempel di *sudu-sudu nozzle ring* dan *sudu-sudu turbin* yang lama kelamaan membuat saluran gas bekas atau *sudu-sudu nozzle ring* dan *sudu-sudu turbin* akan menyempit, bahkan menutup *sudu-sudu turbin side* tersebut. Akibat dari penyumbatan *sudu-sudu nozzle ring* dan *sudu-sudu turbin* maka gas bekas tidak dapat mengalir dengan lancar, sehingga gas bekas terkumpul di saluran gas buang ( *manifold* ) dan masuk ke dalam ruang silinder, yang menyebabkan suhu gas buang di tiap-tiap silinder meningkat.

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

Temperatur udara bilas yang terlalu tinggi

## **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.

**3. Perawatan belum dilaksanakan dengan baik.**

Pelaksanaan jadwal perawatan sangat mendukung kinerja dari suatu permesinan diatas kapal agar tidak terjadi permasalahan saat permesinan tersebut beroperasi. Sebagai mana fakta yang telah dialami penulis selama di kapal, pelaksanaan jadwal perawatan *turbocharger* tidak sesuai dengan rencana/ *Planing Maintenance System (PMS)*.

Dari segi operasional, kondisi jam kerja komponen *turbocharger* yang sudah melampaui batas dalam penggunaannya sehingga fungsi dan kemampuan suku cadang tidak maksimal. Kurangnya pengontrolan data inventori spare part *turbocharger* kurang berjalan optimal. Data – data penggunaan spare part tidak terdaftar dengan baik, sehingga aktual stok spare part *turbocharger* di atas kapal kurang terkontrol. Ketidak tersediaan spare part diatas kapal menyebabkan perawatan berkala *turbocharger* terhenti dan tertundanya pergantian komponen sesuai jadwal yang seharusnya. Sehingga kurang menunjang pelaksanaan *plan maintenance system* ( PMS ) secara optimal.

### C. PEMECAHAN MASALAH

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

#### 1. Alternatif Pemecahan Masalah

##### a. Terjadi *Surging* pada *Turbocharger*

##### 1) Menurunkan RPM secara bertahap agar tekanan udara *blower* menjadi lebih stabil daripada tekanan udara pompa bilas

Berdasarkan pengalaman penulis upaya yang dilakukan alternatif untuk mengatasi masalah *surging* yaitu dengan mengurangi dampak dari *oversize cylinder liner* tersebut terutama terhadap *surging* dengan cara penggantian *cylinder liner* dengan suku cadang yang baru.

*Cylinder liner* yang sudah *oversize* melebihi toleransi maksimal harus dilakukan penggantian baru agar masalah serupa tidak terulang lagi. Di atas kapal tidak tersedia *cylinder liner* sejumlah yang dibutuhkan. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa 5 dari 6 silinder sudah harus diganti karena melebihi batas toleransi.(standar diameter 200 mm, batas toleransi *clearence cylinder liner* dengan *piston* 0.2 – 0.3 mm )

<i>Cylinder no</i>	1	2	3	4	5	6
Hasil pengukuran ( mm)	200,25	200	200,30	200.35	200.35	200,42

Tabel 3.2 Hasil Pengukuran Diameter Silinder Liner

Namun yang terjadi di atas kapal adalah tidak bisa dilakukan penggantian *cylinder liner* karena tidak adanya suku cadang, sehingga ditempuh cara alternatif untuk mengurangi dampak dari *oversize cylinder liner* tersebut dengan cara:

a) Menurunkan putaran Mesin Induk

Berdasarkan pengalaman penulis menurunkan putaran mesin Induk dari posisi *fullspeed* 1350 rpm secara bertahap sampai 900 rpm sudah tidak terdeteksi adanya *surging* pada *turbocharge* dan hasil observasi penurunan putaran mesin induk bisa lebih membuat pembakaran lebih stabil karena berada pada putaran yang relatif rendah dan gas buang yang dihasilkan lebih baik daripada menggunakan putaran Mesin Induk maksimal sedangkan gas buang yang dihasilkan tidak stabil karena dampak dari lolosnya kompresi dari *oversize cylinder liner*.

b) Mengurangi konsumsi minyak lumas silinder

Berdasarkan hasil observasi yang dilakukan peneliti, dengan diturunkannya putaran Mesin Induk, maka supply minyak lumas untuk *cylinder liner* berkurang tekanannya dari 3,4 kg/cm<sup>2</sup> menjadi 2,8 kg/cm<sup>2</sup> agar tidak semakin banyak yang ikut terbakar dan menyumbat *groove piston ring* yang menyebabkan *piston ring* macet dan patah. Selain itu pengurangan konsumsi minyak lumas silinder untuk mengurangi sisa kotoran pembakaran yang terkumpul di ruang udara bilas karena dampak dari *oversize cylinder liner*, sehingga tekanan udara bilas bisa lebih dioptimalkan untuk mensuplai udara pembakaran.

c) Mengoperasikan *auxiliary blower* secara manual

Berdasarkan hasil observasi, *oversize cylinder liner* menyebabkan lolosnya kompresi untuk pembakaran sehingga pembakaran yang berlangsung tidak optimal. Sedangkan saat terjadi *surging*, berdasarkan hasil observasi, wawancara, dan studi pustaka, didapati tekanan udara bilas di bawah 0,8 bar. Untuk tetap dapat

mensuplai udara bilas sesuai yang dibutuhkan Mesin Induk agar tidak terjadi *surgings* maka *auxiliary blower* yang berfungsi untuk membantu suplai udara ke dalam Mesin Induk dioperasikan secara manual. Dengan cara ini *auxiliary blower* akan terus beroperasi selama Mesin Induk beroperasi untuk mensuplai kekurangan udara akibat lolosnya kompresi dan *surgings*. Namun, harus diperhatikan temperature dari motor *auxiliary blower* untuk selalu dilakukan pengecekan karena dengan terus beroperasi maka motor akan panas dan menyebabkan motor terbakar.

## 2) Perawatan *air cooler* sisi udara secara berkala

Penyebab *surgings* dari sisi udara bilas, hal ini dikarenakan oleh adanya tekanan balik (*back pressure*) ke sisi *blower side* dikarenakan kotornya *air cooler air side* / sisi udara. Hal ini biasa disebabkan oleh adanya kotoran karbon ataupun kotoran debu yang bercampur dengan uap minyak yang menempel pada *fin plate air cooler*. Jadwal perawatan pembersihan *air cooler* sisi udara dilaksanakan pada saat running hours  $\pm 6000$  jam / 2 tahun sekali pada saat docking. Untuk membersihkan *air cooler* sisi udara tersebut bisa kita lakukan dengan dua cara, diantaranya :

### a) Perendaman

Melepas *air cooler* dari rumah kedudukan *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*, *surgings* juga dapat disebabkan oleh panasnya temperatur udara bilas. Untuk mengatasi dari pada panasnya temperature udara bilas ( $> 85^{\circ} \text{C}$ ) dapat dilakukan dengan :

- (1) Membersihkan pipa pipa sisi air laut pada *air cooler* secara berkala.( 3- 4 bulan sekali pembersihan)
- (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 kg/cm<sup>2</sup> ).
- (3) Membersihkan saringan *sea chest* secara berkala untuk menjaga aliran air laut ke *main cooling sea water pump* tetap lancar.( 1 minggu sekali pembersihan)

### 3) 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 disyaratkan ( > 20 bar ). Hal tersebut akan mengakibatkan daya yang diterima 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 ( 350 kg/cm<sup>2</sup> ).
- 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° 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*.

## **b. Kerusakan Turbocharger pada Nozzle Ring**

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

Monitoring jadwal penggantian *nozzle ring* sesuai *manual book maintenance engine* dijadwalkan  $\pm 12.000$  jam kerja dan pada saat kapal melaksanakan jadwal *maintenance* perawatan dan perbaikan di galangan dock, dilaksanakan juga pengecekan pada bagian – bagian *turbocharger* termasuk *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 (1000 – 1300 RPM). 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 3.4 Proses *Balancing* pada Rotor Turbocharger



Gambar 3.5 Hasil Pengukuran *Balancing* di Monitor)

## Balancing report

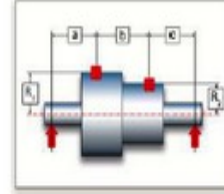
### Type data

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

Gambar 3.6 Data Report Hasil Balancing Rotor

Demikian untuk proses *balancing* 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*, *aluminium* 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 :

- (1) Melakukan penyetelan *fuel injection pressure* pada *FIV* sesuai yang di syartkan buku panduan mesin ( 350 kg/ cm<sup>2</sup> )
- (2) Melakukan penyetelan *fuel injection timing* pada *fuel pump* sesuai rekomendasi dari *engine maker* ataupun *shop test certificated* ( 12 ° BTDC ).
- (3) Melakukan penyetelan *valve clearance* pada *intake valves* ( 0.4 mm ) dan *exh valves* ( 0.7 mm ).
- (4) 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:

- (1) Melakukan *top overhaul* pada *cylinder head* sesuai *PMS* pada buku petunjuk panduan mesin.

(2) Memakai *spare parts COM (certified of maker)* dalam penggantian *spare parts*.

(3) 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.

**c. Perawatan *turbocharger* belum dilaksanakan dengan baik**

Perawatan tidak dilaksanakan dengan baik suku cadang *turbocharger* tidak tersedia di atas kapal. Untuk itu, alternatif pemecahan masalahnya yaitu **koordinasi dengan pihak perusahaan dalam pengiriman suku cadang *turbocharger* ke kapal.**

Segala sesuatu akan berjalan dengan baik apabila direncanakan dengan baik, termasuk pengaturan suku cadang. Dalam hal suku cadang yang perlu direncanakan adalah bagaimana agar suku cadang selalu tersedia sewaktu dibutuhkan. Adapun pengertian manajemen suku cadang dan perannya adalah sebuah proses perencanaan, pengorganisasian, pengkoordinasian dan pengontrolan suku cadang untuk mencapai sasaran yang efektif dan efisien. Yang perlu diperhatikan dalam merencanakan kebutuhan suku cadang antara lain:

- 1) Berapa banyak jumlah suku cadang dan dalam jangka waktu berapa lama biasanya dibutuhkan untuk pemakaian, kemudian dalam jangka waktu berapa lama sebelumnya telah dilakukan permintaan.
- 2) Perencanaan dalam hal pembukuan, catatan pemakaian dan penerimaan suku cadang yang benar dan mudah untuk pengontrolan, seperti dibutuhkan adanya, pengelompokan jenis suku cadang dan lain sebagainya.
- 3) Dalam hal penyimpanan agar direncanakan supaya mudah untuk mencari seperti penataan yang rapi, dikelompokkan menurut jenis

suku cadang, diberikan label pada kotak penyimpanan.

Sistem administrasi yang baik akan memudahkan pengontrolan dan mengurangi kesalahan yang akan terjadi, sehingga akan dapat memudahkan dalam mencari dan dapat dengan mudah ditemukan apabila terjadi kesalahan. Beberapa peralatan dasar untuk mengontrol adalah catatan yang baik dari peralatan seperti mesin perkakas, dan fasilitas serta *historical record system* dari reparasi perawatan yang dapat memperkirakan jenis dan jumlah suku cadang yang akan digunakan.

Setiap kali memesan suku cadang, perlu dipertimbangkan dan pengaturan yang mendekati tepat-guna, yaitu agar suku cadang tidak kehabisan pada saat yang dipesan belum datang, akan tetapi suku cadang juga jangan sampai berlebihan di atas kapal yang menyebabkan modal-mati (*idle money*), karena modal tersebut dapat digunakan untuk orang lain.

Segala kebutuhan suku cadang harus dicatat oleh KKM atau masinis dikapal agar kesalahan pendataan mengenai ketersediaan suku cadang yang ada dikapal tidak terjadi, sehingga tidak dapat menimbulkan ketidaksamaan hasil data material suku cadang antara pihak perusahaan maupun pihak dikapal, maka pihak kapal harus membuat kearsipan yang baik, antara lain:

- a) Sekali dalam sebulan KKM harus mencatat setiap pemakaian suku-cadang dan barang-umum dalam Buku Material atau dalam Buku "Stock In/Out", sesuai pemakaian berdasarkan Label-label dan Buku catatan pengeluaran suku-cadang dan barang-umum.
- b) Jika setiap barang yang dipakai telah mencapai titik pemesanan / permintaan, sebagaimana yang tercantum dalam formulirnya suku-cadang dan barang umum, harus segera di pesankan agar tetap dalam tingkat "Stock" atau persediaan normal.
- c) Setiap suku-cadang dan barang-umum yang dipesan / diminta harus dicatat dan dimasukkan dalam formulir "dipesan / diterima". Jika pesanan sudah diterima agar di tuliskan dalam

kolom penerimaan.

- d) Setiap permintaan material dan pemakaian material harus dibuatkan Nomer Surat masing-masing sesuai urutan pengeluaran surat yang telah diketahui / ditanda-tangani oleh Nakhoda, dengan maksud agar mempermudah mencari Data-data dokumen tersebut. Misalkan:
- e) Surat permintaan material (*Material requisition*).
- f) Surat pemakaian material (*Material consumption*),

## **2. Evaluasi Terhadap Alternatif Pemecahan Masalah**

### **a. Terjadi surging pada *Turbocharger***

Evaluasi pemecahan masalahnya sebagai berikut :

#### **1) Menurunkan RPM secara bertahap agar tekanan udara *blower* menjadi lebih stabil daripada tekanan udara pompa bilas**

Keuntungannya:

Dapat mencegah terjadinya tekanan balik yang menyebabkan *surging* pada *turbocharger*.

Kerugiannya:

Diperlukan pemahaman dan ketelitian crew mesin

#### **2) Perawatan *air cooler* sisi udara secara berkala**

Keuntungannya:

Pengerjaan lebih mudah, sehingga dapat dilaksanakan oleh semua crew mesin.

Kerugiannya:

Diperlukan waktu dan ketelitian dalam pelaksanaannya.

#### **3) Melakukan *Shoot Blow (Wet Shoot Blow & Solid Shoot Blow)***

Keuntungannya :

*Shoot blow (wet shoot blow & solid shoot blow)* dapat mencegah terjadinya *surging* pada *turbocharger*.

Kerugiannya :

Diperlukan pemahaman dan ketelitian crew mesin

**b. Kerusakan *turbocharger* pada *nozzle ring***

Evaluasi pemecahan masalahnya sebagai berikut :

**1) Melakukan *monitoring* terhadap jadwal penggantian *nozzle ring***

Keuntungannya :

Jadwal penggantian *nozzle ring* terpantau dengan seksama sehingga dapat diganti tepat waktu.

Kerugiannya :

Diperlukan peran perwira dalam memonitor jadwal penggantian *nozzle ring*.

**2) Meningkatkan pengawasan dalam perawatan *nozzle ring***

Keuntungannya :

Dengan pengawasan dalam perawatan *nozzle ring* sehingga hasilnya lebih maksimal.

Kerugiannya :

Diperlukan ketelitian dalam pelaksanaannya.

**c. Perawatan *turbocharger* belum dilaksanakan dengan baik**

**Koordinasi dengan pihak perusahaan dalam pengiriman suku cadang *turbocharger* ke kapal**

Keuntungannya :

Suku cadang *turbocharger* tersedia di atas kapal sehingga perawatan dapat terlaksana tepat waktu.

Kerugiannya :

Diperlukan komunikasi antara pihak kapal dengan pihak perusahaan dalam pengadaan suku cadang.



### **3. Pemecahan Masalah yang Dipilih**

#### **a. Terjadi surging pada *Turbocharger***

Berdasarkan evaluasi terhadap alternatif pemecahan masalah di atas, maka solusi yang dipilih untuk mengatasinya yaitu menurunkan RPM secara bertahap agar tekanan udara *blower* menjadi lebih besar daripada tekanan udara pompa bilas.

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

Berdasarkan evaluasi terhadap alternatif pemecahan masalah di atas, maka solusi yang dipilih untuk mengatasinya yaitu melakukan *monitoring* terhadap jadwal penggantian *nozzle ring*.

#### **c. Perawatan *turbocharger* belum dilaksanakan dengan baik**

Berdasarkan evaluasi terhadap alternatif pemecahan masalah di atas, maka solusi yang dipilih untuk mengatasinya yaitu koordinasi dengan pihak perusahaan dalam pengiriman suku cadang *turbocharger* ke kapal.

## 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 factor:
  - 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*.disebabkan oleh factor :
  - 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*, *alumuniudan* *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.
3. Perawatan *turbocharger* belum terlaksana dengan baik dikarenakan kurangnya monitoring pelaksanaan PMS sesuai *running hours turbocharger* dan suku cadang *turbocharger* tidak tersedia di atas kapal

## **B. SARAN**

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

1. Untuk menghindari terjadinya *surging* pada *turbocharger*:
  - a. Menurunkan RPM secara bertahap agar tekanan udara *blower* menjadi lebih stabil daripada tekanan udara pompa bilas.
  - b. Perawatan *air cooler* sisi udara secara berkala dengan cara perendaman maupun resirkulasi.
  - c. Melakukan *Shoot Blow* ( *Wet Shoot Blow & Solid Shoot Blow* )
2. Untuk menghindari terjadinya kerusakan *nozzle ring* pada *turbocharger*:
  - a. Melakukan *monitoring* terhadap jadwal penggantian *nozzle ring*
  - b. Meningkatkan pengawasan dalam perawatan *nozzle ring*.
3. Nakhoda dan Chief Engginer hendaknya selalu memantau pelaksanaan PMS dan menjalin koordinasi dengan pihak perusahaan dalam pengiriman suku cadang *turbocharger* agar suku cadang tersedia di kapal.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arismunandar, Wiranto dan Koichi Tsuda. (2019). *Motor Diesel Putaran Tinggi*. Jakarta: PT. Pradnya Paramita.
- Danoesmoru, Goenawan. (2018). *Manajemen Perawatan*. Jakarta: Yayasan Bina Citra Samudra.
- Gasper, Vincent. (2017). *Total Quality Management*. Jakarta: PT. Gramedia
- Handoyo, Jusak Johan. (2019). *Perawatan dan Perbaikan Kapal*. Jakarta: Djangkar
- Handoyo, Jusak Johan. (2019). *Motor Diesel Penggerak Utama Kapal*. Jakarta: Djangkar
- NSOS.(2012). *Manajemen Perawatan dan Perbaikan*. Jakarta : PT.Triasko Madra.
- Maanen, P.Van. (2021). *Motor Diesel Kapal, Jilid I*. Jakarta: Triasko Maddra.
- Sukoco dan Zainal Arifin. (2018). *Teknologi Motor Diesel*. Jakarta: Erlangga

## DAFTAR ISTILAH

<i>Bearing</i>	: Bantalan yang berfungsi sebagai penyangga rotor sehingga membuat rotor dapat stabil/lurus pada posisinya di dalam <i>casing</i> 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. Peralatan tersebut berfungsi menghasilkan udara bilas yang ditekan ke dalam silinder mesin.
<i>Casing</i>	: Suatu wadah berbentuk menyerupai sebuah tabung dimana rotor ditempatkan. Pada ujung <i>casing</i> terdapat ruang besar mengelilingi poros turbin disebut <i>exhaust hood</i> , dan diluar <i>casing</i> dipasang bantalan yang berfungsi untuk menyangga rotor.
<i>Cylinder</i>	: Bagian dari komponen mesin untuk tempat bergerakinya torak di dalamnya, dan merupakan tempat berlangsungnya pembakaran.
<i>Dynamic balancing rotor blade</i>	: Perbaikan untuk menyeimbangkan <i>rotor blade</i> agar kembali seimbang ( <i>balance</i> ).
<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 sistem 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.
<i>Intercooler</i>	: Suatu alat khusus dengan bahan anti karat, dilengkapi dengan sirip-sirip campuran aluminium yang berfungsi mendinginkan gas buang yang akan diproses oleh <i>turbocharger</i> .
<i>Moving Blade</i>	: Sudu-sudu yang 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.

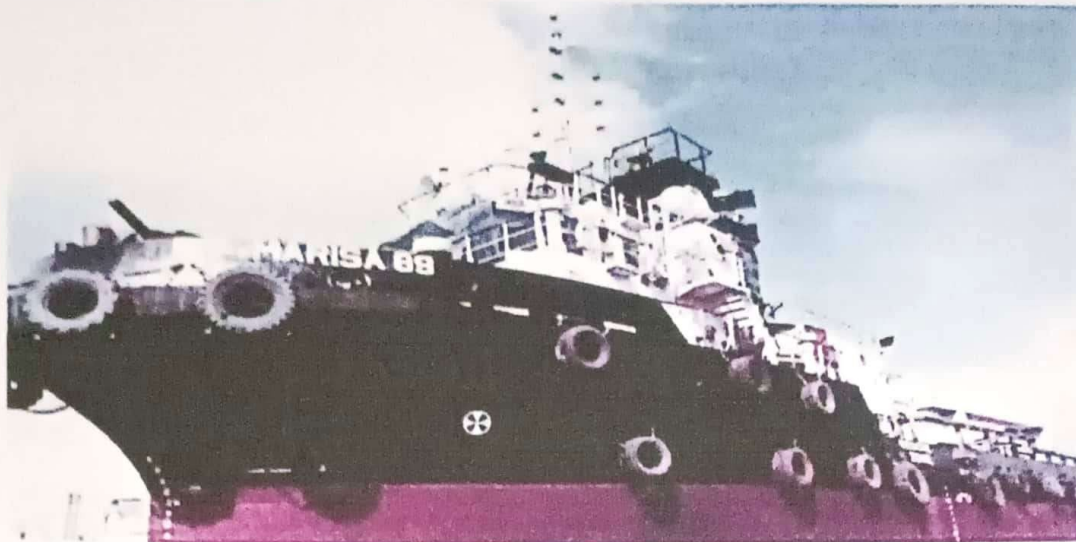
- Nozzle Ring* : Bagian komponen dari *turbocharger* yang berbentuk saluran untuk mengatur kecepatan gas buang yang disalurkan untuk memutar *turbin blade*
- Overhaul* : Melakukan pengecekan secara menyeluruh dan melakukan perbaikan atau mengganti jika ada yang rusak.
- Piston* : Bagian dari komponen mesin yang berfungsi 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*).
- : Bagian yang berputar terdiri dari poros 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* : Mesin *turbocharger* 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.

# MARISA 89

3200 BHP - Utility / Supply Vessel / Towing  
OUTLINE SPECIFICATION / DATA SHEET



PT. SOWOHI KENTITI JAYA



## PRINCIPAL PARTICULARS

Length Over All	: 45.00 M
Breadth	: 11.00 M
Depth	: 4.00 M
Draft Design	: 2.80 M
Year Built	: 2007
Flag	: Indonesia
Class	: BKI
Port of Registry	: Jakarta
Call Sign	: PMTG
GT	: 499 Tons
NT	: 150 Tons

## ACCOMODATION

Wheelhouse and Accomodation Room Fully Air Conditioned	
Crew cabins	: 11 persons
Passenger	: 30 persons +
Total	: 41 persons
Chiller	: 5 M <sup>3</sup>
Freezer	: 5 M <sup>3</sup>

## MACHINERY / PROPULSION

Main Engine	: 2 x 1600 Cummins KTA50 Diesel Engine
Aux. Engine	: 2 x 410 HP Cummins KTA19 Diesel Engine
A/E Emergency	: 1 x Mitsubishi 185 KVA
Propeller	: 2 x FPP With Kort Nozzle
Bow Thruster	: 1 x Schottel STT With Thrust 5 Tons
Gear Box	: 2 x Reintjes WAF 6651
OWS	: 1 x OWS @ 15 ppm

## CARGO CAPACITY

Clear Deck Space	: 210 M <sup>2</sup>
Fuel Oil Tank	: 265 M <sup>3</sup>
Fresh Water Tank	: 165 M <sup>3</sup>
Deck Cargo Rating	: 5 Tonnes/m <sup>2</sup>

## CARGO PUMPING

Fuel Oil	: 50 M <sup>3</sup> /Hr @ 50 M Head
Fresh Water	: 50 M <sup>3</sup> /Hr @ 50 M Head

## DECK MACHINERY

Towing Winch	: 1 Unit Winding Capacity 40 Ton With Brake Holding 100 T
Tugger Winch	: 2 Unit Capacity 5 Ton
Capstan	: 1 Unit Capacity 5 Ton
Stern Roller	: Length 3.5 M x Dia. 1.5 M
Deck Crane	: 1 Unit Cap. 3 Ton @ 5 M
Anchor Windlass	: 1 unit Brake Holding 15.3 Tons
Anchor Chain	: 2 x 8 Shackles (P/S) Dia. 28 mm
Anchor	: 2 x 780 Kgs Stockless Anchor

## LIFE SAVING EQUIPMENT

Life Raft	: 2 Units x 20 Persons and 2 Units x 25 Person
Life Jacket	: 58 Units
Life Bouys	: 8 Units
Pyrotechnic	: 1 Shipset
First Aid Kit	: 3 Shipset
Work Vest	: 10 Units

Sowohi Kentiti Jaya, PT.  
(Offshore Shipping Service)

H. Polder, Kertibang No. 23, Surabaya 60263 - Indonesia

Tel: +62 31 5467848 Fax: +62 31 5453059 Email: mkt@sowohikentitijaya.com www.sowohikentitijaya.com  
These particulars are believed to be correct, but are not guaranteed. (Please seek information of current accuracy before relying on same)

# MARISA 89

3200 BHP - Utility / Supply Vessel / Towing  
OUTLINE SPECIFICATION  
/ DATA SHEET



PT. SOWOHI KENTITI JAYA

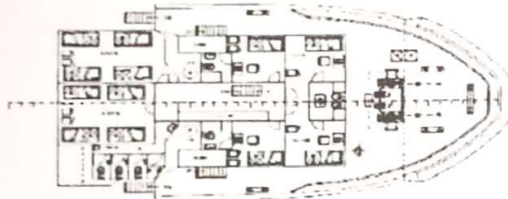
## NAVIGATION EQUIPMENT

All Round View Wheelhouse	
Forward & After Control Consoles (Electric Hydraulic)	
Radar	2 Units Radar JRC
Echo Sounder	1 Unit JRC JFE 582
Navtex Receiver	1 Unit NCR 333
Gyro Compass	1 Unit Gyro Compass
GPS	2 Units Furuno GP32
Inmarsat C	1 Unit JRC JUE 85
EPIRB	1 Unit Samyung
SART	2 Units Samyung SAR9
Search Lights	2 Units Search Light
AIS	1 Unit JRC JHS 182
VHF Radio	3 Units VHF Icom
Binocular	2 Units Binocular
Wind Speed Indicator	1 Unit Young

## FIRE FIGHTING & ANTI - POLLUTION

FIFI Class	Half FFI
FIFI Pump	1 x 1200 M <sup>3</sup> /Hr @ 100M Head
Fire Monitor	2 x 600 M <sup>3</sup> /Hr @ 100M Head
Spray Boom	2 Units (P/S)
Fireman Outfit	1 Unit
CO2 System	CO2 System Covered Engine Room Space
Sewage Treatment	1 Unit WCB-30

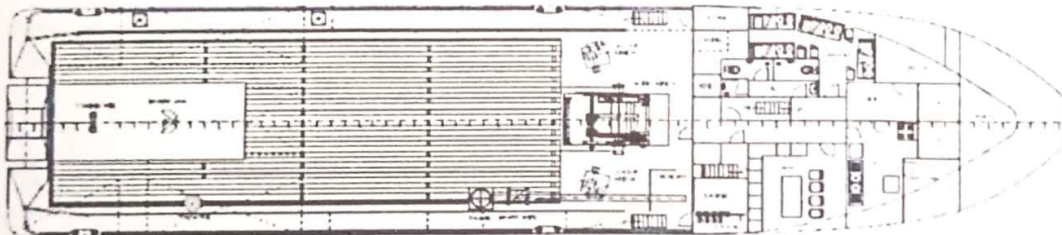
## GENERAL ARRANGEMENT



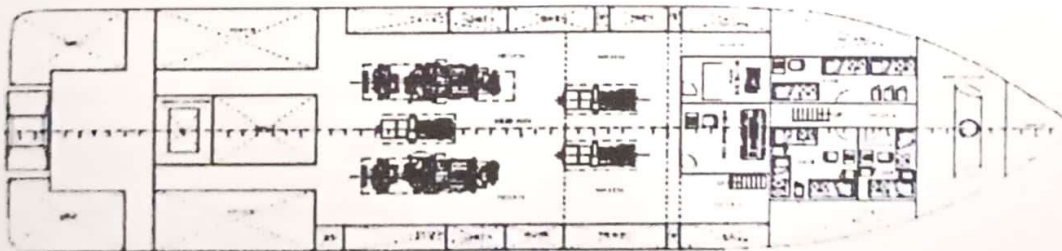
FORECASTLE DECK



WHEELHOUSE DECK



MAIN DECK



BELOW MAIN DECK

Sowohi Kentiti Jaya, PT.  
(Offshore Towing Service)

K. Pamekasan, Surabaya No. 22, Surabaya 60263 - Indonesia

Telp : +62 31 5467848 Fax : +62 31 5453059 Email : mkt@sowohikentitijaya.com www.sowohikentitijaya.com

The specifications are subject to be confirmed, but not still guaranteed. (Please check information of current equipment before ordering set items)



NAMA KAPAL : SV. MARISA 89  
 ISI KOTOR : 499 GT  
 BENDERA : INDONESIA  
 MILIK/AGEN : PT.SOWOHI KENTITI JAYA

NO	NAMA	JABATAN	IJAZAH/S.K.P			BUKU PELAUT	
			NO.DAN TAHUN	No Ijazah	Seafare Code	NOMOR	TGL/THN BERLAKU
1	USMAN	MASTER	ANT-III/2019	6201554167N20119	6201554167	E 042587	15.12.24
2	WYWK BUDIYONO	MUALIM I	ANT-IV/2018	6201596029M40218	6201596029	G 040482	21.12.23
3	IWAN YOGA ARDIYANTO	MUALIM II	ANT-III/2020	6201472230M30220	6201472230	F 274391	15.11.24
4	PUTUT BUDI P	KKM	ATT-II/2020	6200029562I20120	6200029562	F 189021	12.11.23
5	NURMAN JAYA	MASINIS I	ATT-III/2018	6200089342S30218	6200089342	F 098402	23.01.25
6	LUTYALAA DEVI	MASINIS II	ATT-IV/2021	6201327475S50217	6201327475	F 218986	14.02.24
7	HERI YANTO	A/B	RASD		6200408212	F 220318	25.02.24
8	HASAN	A/B	ANT V	6201407628N50119	6201407628	F 318334	22.01.25
9	DEDEN CANDRA WAHYUDI	A/B	ANT V	6200119583M50517	6200119583	E 104485	22.07.23
10	MIFTAHUL AKBAR AL FAUZI	COOK	RPNW		6201460398	F 151737	16.04.24
11	DOANY DHARMAWAN	CADET ENGINE	BSI		6212143624	G 066855	04.04.25
12	REZA PAHLEVI	CADET ENGINE	BSI		6222105430	H 068770	14.10.25
13							
14							
15							
16							

TOTAL CREW 12 (DUA BELAS) ORANG TERMASUK NAKHODA

USMAN  
 MASTER SV. MARISA 89

**ENGINE PLAN MAINTENANCE SYSTEM**

**Vessel/ Kapal : SV MARISA 89**

Kode	Bagian Yang Rawat	Pengecekan/ Perawatan	Jam Kerja	Tahun: 2021											
				Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
3001	Turbocharger	Kondisi (harian)		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
		Buka Cover & Bersihkan	1.000	○	○	○	●	○	○	○	●	○	○	○	●
		General Check Up	6.000	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
3002	Cylinder Head	Cek Kebocoran Kompresi (harian)		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
		Penyetelan In/ Ex Valve	6.000	○	○	○	○	○	○	○	○	●	○	○	○
		Cek Kebocoran Pada Cover (harian)		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
3003	Pompa Pelumasan	Cek Kebocoran (harian)		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
		Cek Tekanan Pompa (harian)		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
		Cek Bersihkan Cooler		○	○	●	○	○	○	○	○	●	○	○	●
		Pengujian (harian)		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
3004	Pompa Bahan Bakar	Cek Kebocoran (harian)		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
		Cek Tekanan Pompa		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
		Bersihkan Saringan BBM		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
		Buang Air & Kotoran Pada Tanki Harian (harian)		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
3005	Pompa Pendingin	Cek Kebocoran (harian)		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
		Penggantian Air Ditanki		○	○	●	○	○	●	○	○	●	○	○	●
		Cek Bersihkan Cooler		○	○	●	○	○	●	○	○	●	○	○	●
		Cek Tekanan Pompa		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
		Pengujian (harian)		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
3006	Gear Box	Cek Kebocoran (harian)		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
		Bersihkan Filter Strainer		○	○	○	○	○	○	○	○	○	●	○	○
		Cek Bersihkan Cooler		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		Cek Handle Maju / Mundur		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
		Pengujian (harian)		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
3007	Motor Bantu	Cek Kebocoran (harian)		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
		Bersihkan Saringan Udara		●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		Cek Sistim Pendingin (harian)		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
		Cek Sistim Pendingin (harian)		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Kode	Bagian Yang Rawat	Pengecekan/ Perawatan	Jam Kerja	Tahun : 2021											
				Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
3007	Motor Bantu	Cek Air Pendingin Ditanki (harian)		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
		Cek Van-Belt (harian )		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
		Penyetelan In/Ex Valve	1.500	○	●	○	○	○	○	○	●	○	○	○	○
		Test/Ganti Nozle	1.500	○	●	○	○	○	○	○	●	○	○	○	○
		Pengujian (harian)		●	●	●	●	●	●	●	●	○	○	●	●
3010	Pompa – Pompa :	Cek Impeller; Shaft; M.Seal		●	○	○	●	○	○	●	○	○	●	○	○
		Cek Bearing, O-Ring Seal		●	○	○	●	○	○	●	○	○	●	○	○
		Pemberian Grease		●	○	○	●	○	○	●	○	○	●	○	○
		Cek Dinamo Motor		●	○	○	○	○	○	●	○	○	○	○	○
		Cek Karet Couple		●	○	○	●	○	○	●	○	○	●	○	○
		Cek Saringan		●	○	○	●	○	○	●	○	○	●	○	○
		Kencangkan Baut dan Mur		●	○	○	●	○	○	●	○	○	●	○	○
		Pengujian (harian)		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
3011	General Service Pump	Cek Impeller; Shaft; M.Seal		○	●	○	○	●	○	○	●	○	○	●	○
		Cek Bearing, O-Ring Seal		○	●	○	○	●	○	○	●	○	○	●	○
		Pemberian Grease		○	●	○	○	●	○	○	●	○	○	●	○
		Cek Dinamo Motor		○	●	○	○	○	○	○	●	○	○	○	○
		Cek Karet Couple		○	●	○	○	●	○	○	○	○	○	●	○
		Cek Saringan		○	●	○	○	●	○	○	●	○	○	●	○
		Kencangkan Baut dan Mur		○	●	○	○	●	○	○	●	○	○	●	○
		Pengujian (harian)		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
3012	Bilge Pump	Cek Impeller; Shaft; M.Seal		○	○	●	○	○	●	○	○	●	○	○	●
		Cek Bearing, O-Ring Seal		○	○	●	○	○	●	○	○	●	○	○	●
		Pemberian Grease		○	○	●	○	○	●	○	○	●	○	○	●
		Cek Dinamo Motor		○	○	●	○	○	○	○	○	●	○	○	○
		Cek Karet Couple		○	○	●	○	○	●	○	○	●	○	○	●
		Cek Saringan		○	○	●	○	○	●	○	○	●	○	○	●
		Kencangkan Baut dan Mur		○	○	●	○	○	●	○	○	●	○	○	●
		Pengujian (harian)		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
3013	Fresh Water Pump	Cek Impeller; Shaft; M.Seal		●	○	○	●	○	○	●	○	○	●	○	○
		Cek Bearing, O-Ring Seal		●	○	○	●	○	○	●	○	○	●	○	○
		Pemberian Grease		●	○	○	●	○	○	●	○	○	●	○	○
Kode	Bagian Yang Rawat	Pengecekan/ Perawatan	Jam Kerja	Tahun : 2021											
				Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
3013	Fresh Water Pump	Cek Dinamo Motor		●					○	●					
		Cek Karet Couple		●	○	○	●	○	○	●	○	○	●	○	○
		Cek Saringan		●	○	○	●	○	○	●	○	○	●	○	○
		Kencangkan Baut dan Mur		●	○	○	●	○	○	●	○	○	●	○	○
		Pengujian (harian)		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
3014	Fuel Transfer Pump	Cek Impeller; Shaft; M.Seal		●	○	○	●	○	○	●	○	○	●	○	○
		Cek Bearing, O-Ring Seal		●	○	○	●	○	○	●	○	○	●	○	○
		Pemberian Grease		●	○	○	●	○	○	●	○	○	●	○	○
		Cek Dinamo Motor		●	○	○	○	○	○	●	○	○	○	○	○
		Cek Karet Couple		●	○	○	●	○	○	●	○	○	●	○	○
		Cek Saringan		●	○	○	●	○	○	●	○	○	●	○	○

**ENGINE PLAN MAINTENANCE SYSTEM**

		Kencangkan Baut dan Mur		●	○	○	●	○	○	●	○	○	●	○	○
		Pengujian (harian)		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
3015	Portable Pump	Cek Impeller;Shaft;M.Seal		○	●	○	○	●	○	○	●	○	○	●	○
		Cek Bearing,O-Ring Seal		○	●	○	○	●	○	○	●	○	○	●	○
		Pemberian Grease		○	●	○	○	●	○	○	●	○	○	●	○
		Cek Dinamo Motor		○	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		Cek Karet Couple		○	●	○	○	●	○	○	●	○	○	●	○
		Cek Saringan		○	●	○	○	●	○	○	●	○	○	●	○
		Kencangkan Baut dan Mur		○	●	○	○	●	○	○	●	○	○	●	○
		Pengujian (harian)		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
3020	Oil Water Separator	Kondisi/Pipa/Sambungan (harian)		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
		Bersihkan Filter Strainer		○	●	○	○	●	○	○	●	○	○	●	○
		Dynamo Motor		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		Pengujian (harian) (harian)		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
3021	Accumulator	Cek Ampere (harian)		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
		Cek /Tambah Air Accu (harian)		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
		Bersihkan Kepala Accu		●	○	○	○	○	○	●	○	○	○	○	○
		Pengujian (harian)		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
3022	Panel Listrik	Cek Main Circuit Breaker		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
		Cek Contactor / Fuse		●	○	○	●	○	○	●	○	○	○	○	○
Kode	Bagian Yang Rawat	Pengecekan/ Perawatan	Jam Kerja	Tahun : 2021											
				Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
3022	Panel Listrik	Cek Instalasi Kabel		●	○	○	○	○	○	●	○	○	○	○	○
		Test Amp/Volt/Herz/Watt (harian)		●	○	○	○	○	○	●	○	○	○	○	○
		Cek Lampu Indikator (harian)		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
		Kencangkan Baut dan Mur		●	○	○	○	○	○	●	○	○	○	○	○
		Pengujian (harian)		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
3030	Peralatan Kritis :	Kondisi (harian)		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
		Pelumasan		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
		Periksa Kebocoran		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
		Pengujian (harian)		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
		Invetaris		●	○	○	○	○	○	●	○	○	○	○	○
3031	Steering Gear	Kondisi (harian)		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
		Pelumasan		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
		Periksa Kebocoran		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
		Pengujian (harian)		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
		Invetaris		●	○	○	○	○	○	●	○	○	○	○	○
3040	Lampu Darurat	Kondisi (harian)		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
		Periksa Instalasinya		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
		Pengujian		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
		Inventaris		●	○	○	○	○	○	●	○	○	○	○	○
3041	GS PUMP/ BALLAST	Kondisi (harian)		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
		Cek O-Ring/M. Seal		●	○	○	○	○	○	●	○	○	○	○	○
		Cek Tekanan Pompa		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
		Cek Karet Couple		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
		Pemberian Grease		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
		Bersihkan Saringan		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
		Kencangkan Baut dan Mur		●	○	○	○	○	○	●	○	○	○	○	○
		Pengujian (harian)		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
		Inventaris		●	○	○	○	○	○	●	○	○	○	○	○
3042	Tombol Mematikan Darurat	Kondisi (harian)		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
		Cek Instalasinya		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
		Pengujian		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
		Inventaris		●	○	○	○	○	○	●	○	○	○	○	○
Kode	Bagian Yang Rawat	Pengecekan/ Perawatan	Jam Kerja	Tahun : 2021											
				Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
3043	Alat – Alat Pemadam	Kondisi (harian)		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
		Pelumasan		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
		Periksa Kebocoran (harian)		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
		Pengujian (harian)		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
		Inventaris		●	○	○	○	○	○	●	○	○	○	○	○
3044	Winch Jangkar	Kondisi (harian)		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
		Pelumasan		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
		Periksa Kebocoran (harian)		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
		Kencangkan Baut dan Mur		●	○	○	○	○	○	●	○	○	○	○	○
		Pengujian (harian)		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
3045	Intercoolr	Inventaris		●	○	○	○	○	○	●	○	○	○	○	○
		Kondisi (harian)		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
		Buka Cover & Bersihkan sisi air laut	2.000		○	○	●	○	○		○	○	●	○	○
		Buka Cover & Bersihkan sisi udara	12.000		○	○	○	○	○		○	○	○	○	○

Dibuat



PUTUT BUDI P

Disetujui



USMAN

Diketahui

.....

**ENGINE PLAN MAINTENANCE SYSTEM**

Chief Engineer

Master

Manajer Operasi