



## Upaya Mengatasi Gangguan Sistem Pembilasan Guna Menunjang Kelancaran Pengoperasian Mesin Induk Di Kapal MV. Lumoso Harmoni

Hartaya, Susi Herawati, Syarifuddin Komar  
Prodi Teknik

Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran Jakarta  
Jl. Marunda Makmur No. 1, Cilincing, Jakarta Utara. Jakarta 14150

---

disubmit pada :16/6/21 direvisi pada : 28/9/21 diterima pada :27/10/21

---

### Abstrak

Sampai saat ini, mesin induk diesel masih mendominasi sebagai mesin penggerak utama kapal. Oleh karena itu kinerja pengoperasiannya sangatlah penting dalam menunjang kelancaran pengoperasian kapal itu sendiri. Daya yang dihasilkannya sangat bergantung besar pada kualitas pembakaran yang terjadi di dalam silinder. Hal tersebut dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain : jumlah dan kualitas bahan bakar yang disuplai, kualitas dan kuantitas udara bilas yang masuk ke dalam silinder, kondisi ruang kompresi serta sistem-sistem pendukung lainnya. Pada kapal MV.Lumoso terjadi gangguan dalam pengoperasian mesin induk terkait pada sistem pembilasan, yaitu pengisian udara bilas yang masuk ke dalam silinder untuk proses pembakaran. Hal ini sangat mempengaruhi terjadinya penurunan putaran mesin induk dan pada gilirannya mengakibatkan penurunan daya serta kecepatan kapal. Permasalahan yang terjadi di kapal MV Lumoso Harmoni di antaranya yaitu terjadinya surging pada turbocharger, penyumbatan pada saringan udara, tekanan udara bilas menurun, temperatur udara bilas lebih tinggi dari yang seharusnya, terbatasnya waktu untuk perawatan secara berkala dan pendinginan pada intercooler tidak maksimal. Kondisi ini sangat mempengaruhi operasional kapal, di mana rencana jadwal keberangkatan maupun kedatangannya di pelabuhan menjadi terganggu. Maka hal inilah yang mendasari penulisan penelitian ini, bagaimana strategi untuk mengatasi gangguan pada kasus mesin induk kapal MV Lumoso Harmoni. Agar dapat bermanfaat sumbangan pemikiran bagi rekan-rekan Ahli Mesin Kapal, bila mengalami kasus serupa di tempat kerjanya.

Copyright © 2018, **METEOR STIP MARUNDA**, ISSN:1979-4746, eISSN :2685-4775

---

Kata Kunci : Mesin Induk, sistem pembilasan, surging turbocharger dan proses pembakaran  
Permalink DOI :

---

### 1. PENDAHULUAN

Menurut Mahadi (2010:23) turbocharger adalah komponen yang berupa kompresor dalam mesin pembakaran dalam untuk meningkatkan keluaran tenaga

mesin dengan meningkatkan massa oksigen yang memasuki mesin. Komponen ini memanfaatkan energi yang dikandung oleh gas buang sebagai hasil dari sisa pembakaran.

Menurut Endrodi (2004: 24) "Pada mesin diesel dipasang *turbocharger* bertujuan untuk memasukkan udara sebanyak-banyaknya ke dalam silinder dengan tekanan lebih dari 1 atmosfer". *Turbocharger* merupakan suatu alat yang berfungsi untuk menghasilkan tekanan udara di atas 1 atmosfer, di mana maksud dan tujuannya adalah agar dalam proses pembakaran bahan bakar dalam silinder tersedia oksigen yang cukup, sehingga akan terjadi pembakaran yang sempurna dan menghasilkan daya yang lebih besar pada motor dibanding tanpa menggunakan *turbocharger*. Kemudian dalam proses pembakaran yang terjadi di dalam silinder, akan terjadi beberapa kemungkinan. Antara lain : terjadi pembakaran sempurna dengan faktor udara ( $n = 1$ ) atau pembakaran sempurna dengan faktor udara ( $n > 1$ ). Atau akan terjadi proses pembakaran tak sempurna di mana faktor udara ( $n < 1$ ). Faktor udara ( $n$ ) didefinisikan sebagai perbandingan berat udara pembakaran praktis dengan berat udara pembakaran teoritis. Oleh karena itu, untuk mendapatkan pembakaran yang sempurna, akan lebih baik diupayakan dengan faktor udara ( $n > 1$ ), yang artinya terjadi kelebihan udara pembakaran. Untuk maksud tersebut, maka di sinilah pentingnya peranan *turbocharger* yang berfungsi memasukkan udara sebanyak-banyaknya ke dalam silinder.

Dalam kenyataannya, mesin diesel penggerak utama di MV. Lumoso Harmoni sering mengalami gangguan pada sistem pembilasan yaitu terjadinya *surgings* pada *Turbocharger* selama periode : Januari – Mei 2019. Di mana suhu gas buang melebihi batas yang seharusnya yaitu  $450^{\circ}\text{C}$  (normalnya  $380^{\circ}\text{C}$ ). Hal ini terjadi pada Mesin Induk di setiap silinder sehingga mengakibatkan temperatur kamar mesin naik.

Penulis melakukan pemeriksaan dan menemukan gangguan pada sistem udara bilas, yaitu terjadi kebuntuan pada sistem

lalu udara masuk pada sisi udara ditandai dengan kenaikan suhu udara masuk (naik  $30^{\circ}\text{C}$ ) ke dalam silinder dan penurunan tekanan udara bilasnya menjadi 0,46 bar dari tekanan normal 2,5 bar. Dalam kondisi normal yang sesuai dengan *manual book* Mesin Induk suhu udara masuk silinder berkisar antara  $40^{\circ}\text{C}$  -  $55^{\circ}\text{C}$ , sehingga mengakibatkan putaran mesin turun.

Untuk dapat meneruskan pelayarannya ke Amamapare Timika maka putaran Mesin Induk dikurangi dari 110 rpm (*sea speed*) diturunkan ke putaran 80 rpm sehingga kecepatan kapal berkurang menjadi 8 mil/jam dan mengakibatkan kapal terlambat tiba di pelabuhan tujuan dari jadwal sebelumnya. Selanjutnya dilakukan analisis dari data pada *monitoring sistem* meliputi temperatur udara dan tekanan udara dan lainnya untuk memastikan penyebab timbulnya *surgings* tersebut dan melakukan perawatan pada sistem pembilasan.

Dengan mencermati latar belakang dan judul yang sudah ada, Peneliti merumuskan masalah sebagai berikut:

- a. Mengapa terjadi *surgings* pada *turbocharger* ?
- b. Apa penyebab temperatur udara bilas masuk silinder tinggi ?

## 2. METODE PENELITIAN

Jenis metode penelitian yang digunakan oleh tim peneliti dalam menyusun penelitian ini adalah metode deskriptif kualitatif. Penelitian dilakukan di Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran, Jakarta. Teknik pengumpulan data dilakukan dengan : wawancara tak langsung (via email), studi kepustakaan dan dokumentasi. Sedangkan teknik analisis data yang digunakan adalah deskriptif kualitatif.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk memperoleh kinerja mesin induk yang optimal, perlu dilakukan perawatan secara terencana pada komponen-komponen utamanya seperti bagian sistem pembilasan sesuai dengan *planned*

*maintenance system (PMS)*. Yang menjadi obyek penelitian dalam makalah ini yaitu di kapal Mv. Lumoso Harmoni milik PT. Lumoso Pratama Line, dengan data sebagai berikut :

#### A. Data Spesifikasi Mesin

##### 1). Mesin Induk

Name	: Main Engine
Type	: Mitsui MAN B&W 6S50MC-C
Maker	: Imabari Shipbuilding Co. Ltd
MCO/NCR	: 9480 KW x 127 RPM / 8060 KW x 120 RPM
Turbocharger	: MET 60 MA
System	: Constant pressure system
RPM	: 14800 rpm
Maker	: Mitsubishi Heavy Industries Co., Ltd

##### 2). Turbocharger

Turbocharger	: VTR-454-32 with oil cooled system
System	: Constant pressure system
RPM	: 14000 rpm
Pelumasan	: Oil cooled system
Maker	: Mitsui MAN B&W

#### B. Analisis Masalah

##### 1. Terjadinya *surgings* pada Turbo charger

Pada saat MV. Lumoso Harmoni beroperasi Nakhoda memberikan *order* untuk menambah kecepatan kapal, dari *economical speed* menjadi *full speed*, kemudian penulis menambah putaran Mesin Induk secara perlahan hingga pada RPM 100 tiba-tiba Mesin Induk mengalami *surgings pada turbocharger*, dimana *turbocharger* mengalami *over running* lalu berhenti seketika, kemudian berputar dengan normal kembali, tidak berapa lama *over running* kembali dan terdengar bunyi atau

suara ledakan yang keras dan tidak beraturan pada *turbocharger* tersebut.. Diketahui suhu gas buang melebihi batas yang seharusnya yaitu 450°C (normalnya 380°C), hal ini terjadi pada semua silinder akibat kualitas pembakaran Mesin Induk yang tidak sempurna, dan apabila gas buang yang dihasilkan tidak sesuai dengan spesifikasi yang dibutuhkan *turbocharger*, maka putaran *turbocharger* pun tidak optimal.

Dari observasi yang penulis lakukan, berdasarkan data monitoring sistem pada Mesin Induk, timbulnya getaran saat kenaikan RPM, naiknya tekanan dan temperatur melebihi batas normal, kecepatan kapal tidak bertambah sementara kondisi laut tenang dan cuaca baik maka dapat diambil kesimpulan terjadinya *surgings* karena adanya gangguan pada baling-baling (*propeller*) kapal.

Maka penulis melaporkan hal tersebut kepada Kepala Kamar Mesin (KKM) dan Nakhoda di anjungan untuk menurunkan putaran mesin hingga *surgings* tersebut hilang. Dan merencanakan untuk dilakukan penyelaman saat kapal tiba di pelabuhan tujuan guna mengecek kondisi baling-baling (*propeller*) kapal.

Faktor penyebab terjadinya *surgings* pada turbocharger :

##### 1).Mesin bekerja kelebihan beban (*Overload operation*)

Mesin dapat dioperasikan dalam kondisi kelebihan beban untuk jangka waktu terbatas. Namun, sejauh mungkin harus di

hindari dari kondisi tersebut. Dalam operasi kelebihan beban (*overload operation*) hal-hal sebagai berikut harus diperhatikan yaitu, mesin tidak boleh bekerja melebihi 10% *Maximum Continuous Rating* (MCR) dan kurang dari 30 menit. Kondisi mesin kelebihan muatan (*overload*) ini dapat dilihat dari *rack* pompa injeksi bahan bakar, suhu gas buang di *inlet turbocharger*, dan putaran *turbocharger*.

Mesin bekerja kelebihan beban (*Overload operation*) dapat disebabkan oleh kerusakan / *deformasi* lambung dan baling-baling (*propeller*) yang meningkatkan tahanan (*resistensi*) kapal hingga tingkat yang cukup besar, bahkan kotoran dan teritip yang menempel pada lambung dan baling-baling (*propeller*) kapal yang *terakumulasi* secara bertahap, menghasilkan tahanan (*resistensi*) yang besar setelah beberapa tahun dan akan menyebabkan mesin mengalami peningkatan beban.

## 2). Kualitas udara kamar mesin buruk

Kualitas udara kamar mesin buruk disebabkan oleh :

### a). Temperatur udara lebih dari 45<sup>0</sup>C

Sesuai dengan “*Rules and Regulations for the Classification of ships for Main and auxiliary machinery 2007 Llyods Register Part 5 Chapter 1*” bahwa temperatur yang diijinkan dalam Kamar Mesin tidak lebih dari 45°C, hal ini disebabkan oleh batas ambang

pemuaian udara adalah 45°C. Dengan suhu yang tinggi udara dalam Kamar Mesin akan memuai sehingga menyebabkan kandungan oksigen dalam udara tersebut menipis. Bila kandungan oksigen dalam udara yang dibutuhkan sebagai campuran bahan bakar pada proses pembakaran kurang, maka akan terjadi pembakaran yang tidak sempurna dan menyebabkan daya yang dikeluarkan oleh mesin menurun. Hal ini pun menyebabkan sistem operasi Mesin Induk dan pesawat bantu lainnya tidak bekerja dengan maksimal dan bahkan mesin tidak dapat dioperasikan meskipun kondisi mesin pendorong optimal dan juga menyebabkan suasana tidak nyaman bagi personil yang bekerja di ruang mesin, beberapa peralatan elektronik menjadi cepat rusak sehingga *life time*-nya menjadi berkurang dan tidak sesuai dengan *maintenance concept* yang dilaksanakan. Mesin dan peralatan yang berada di dalam Kamar Mesin mengeluarkan panas ketika beroperasi. Untuk mengatasi panas tersebut, diperlukan udara yang disuplai dari luar Kamar Mesin oleh sistem ventilasi.

Selain berfungsi untuk menyuplai udara segar ke dalam Kamar Mesin, sistem ventilasi juga berfungsi untuk mensirkulasikan udara panas yang dipancarkan oleh mesin dan peralatan keluar Kamar Mesin. Sehingga sistem

ventilasi mampu menyuplai dan mensirkulasikan udara dengan baik di dalam Kamar Mesin.

**b). Adanya kotoran (partikel debu, jelaga, uap minyak dan sebagainya)**

Selain temperatur Kamar Mesin, penyebab kualitas udara Kamar Mesin buruk adalah karena filter udara yang kotor akibat udara luar yang dihisap oleh *Blower* dan ditekan melalui *Main Air Ducting* yang kemudian dibagi bagi sesuai kebutuhan di seluruh Kamar Mesin mengandung partikel debu, uap minyak dan lain sebagainya. Kotoran-kotoran tersebut akan melekat pada saringan udara dan sudu-sudu blower serta kisi-kisi *Main Air Ducting* sehingga mengakibatkan aliran udara kurang dan sirkulasi udara tidak lancar.



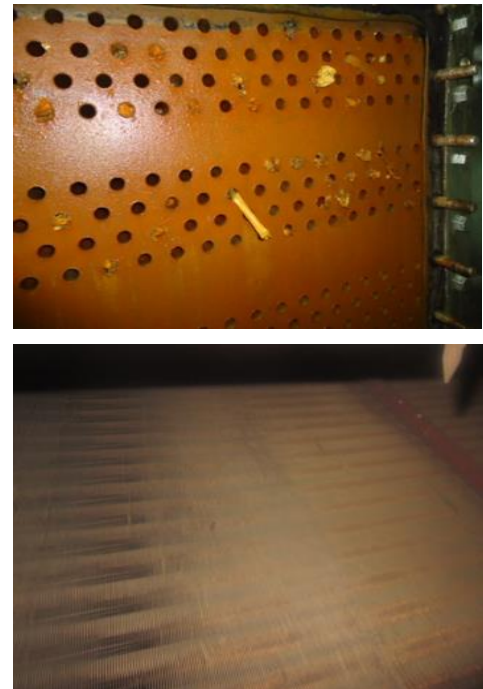
**Gambar 3.5.**  
*Air Filter Silencer*

Pada akhirnya kualitas udara Kamar Mesin yang buruk mempengaruhi kinerja *Turbocharger* karena *Air Filter Silencer* adalah bagian yang sangat penting dan sensitif dari *turbocharger*. Setelah beberapa jam operasi, bahan kedap suara dan bagian filter aus, dan penuh dengan kotoran dan oli. Kotoran-kotoran yang ikut terisap bersama-sama dengan udara, lama kelamaan akan menyebabkan *filter silencer* menjadi kotor dan akan menyumbat aliran udara yang dihisap oleh *turbocharger*. Hal mengakibatkan pasokan udara bilas akan berkurang.

**2. Tingginya temperatur udara bilas masuk silinder**

**a. Intercooler kotor**

*Intercooler* atau pendingin udara adalah suatu alat yang berfungsi mendinginkan udara yang akan digunakan untuk pembilasan dan pembakaran.



**Gambar 3.6.**  
*Intercooler kotor*

Pentingnya perawatan *Intercooler* merupakan hal yang sering tidak sesuai

dengan rencana perawatan, seperti yang penulis alami di MV. Lumoso Harmoni dimana *intercooler* pada sisi udaranya sangat kotor karena tersumbat oleh kotoran-kotoran, karbon, dan sisa gas pembakaran yang tercampur dengan uap minyak pada bagian dalam ruangan / sisi udara yang disuplai dari *blower turbocharger*, sehingga terjadi penyumbatan pada bagian udara *intercooler*.

Pada sisi air laut, pipa-pipa kebanyakan buntu oleh kerak-kerak dan sampah plastik yang terisap oleh pompa air laut pendingin mesin induk, hal ini sering terjadi pada laut di daerah tropis. Apabila *intercooler* tidak bekerja dengan baik maka pembakaran di dalam silinder menjadi tidak sempurna. Endapan maupun air yang berkumpul di dasar ruang *intercooler* harus bisa dikeluarkan atau dicerat. Kondensat ini terjadi karena perubahan suhu udara yang lembab. Bila dibiarkan akan menimbulkan korosi di sekitar ruangan udara bilas.

**b. Adanya deposit karbon di saluran udara bilas (*scavenge ports*)**

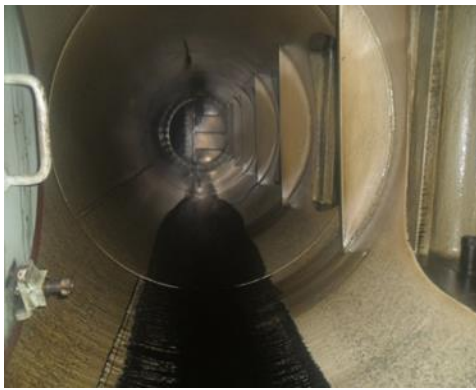
Lolosnya kompresi pada saat proses pembakaran karena adanya *piston ring* yang macet atau patah akan menyebabkan tumpukan lumpur pembakaran (*carbon deposit*) dan sisa-sisa minyak kotor pada saluran udara bilas (*scavenge ports*). Bila jumlah deposit terlalu banyak maka ini akan sangat berbahaya pada *protection grid* (saringan gas buang dari *Engine* ke

*Turbocharger*), *Nozzle Ring* dan *Turbine Blades*, sehingga tekanan balik (*back pressure*) setelah *Turbocharger* harus dijaga agar tidak melebihi dari 300 mmHg.

Yang sangat berbahaya manakala ada percikan terbakarnya *carbon deposit* jatuh ke dalam sisa-sisa minyak kotor (*oil sludge*) maka sisa minyak akan terbakar dan di dalam ruangan udara bilas (*piston under side*) temperatur menjadi sangat tinggi dan dapat berakibat fatal pada *Piston Rod* dan sangat mungkin juga akan mempengaruhi *tension* dari pada baut-baut di sekitarnya.

Terbakarnya *carbon deposit* (sisa-sisa karbon) dan sisa-sisa minyak kotor di bagian atas dari *scavenging air box* dapat disebabkan oleh :

- 1) *Blow by* (lolosnya) sisa karbon yang menumpuk dalam waktu agak lama dalam bentuk lumpur sisa yang berwarna hitam pekat.
- 2) Pembakaran yang lambat di dalam silinder yang mengakibatkan pengabutan di dalam silinder berlangsung tidak sempurna sehingga semprotan bahan bakar tidak tepat.
- 3) *Blow Back* atau hembusan balik melalui lubang udara bilas sehingga mengakibatkan tidak tepatnya pengaturan dari *Exhaust Cam Disc*, menyebabkan terjadinya *back pressure* di dalam sistem gas buang (*exhaust gas system*).



**Gambar 3.7.**  
Deposit karbon di saluran udara bilas  
(scavenge ports)

### C. Pemecahan Masalah

1. Mengatasi masalah terjadinya *surging* pada *turbocharger* :
  - a. Mengurangi beban mesin
    - Menurunkan putaran mesin
    - Membersihkan *ship under water area*
  - b. Membersihkan saringan ventilasi udara secara periodik sesuai PMS :
    - Saringan ventilasi udara kamar mesin
    - Saringan udara (*filter silencer turbocharger*)
2. Mengatasi Tingginya udara bilas masuk silinder :
  - a. Membersihkan *intercooler* secara berkala sesuai PMS,

- Membersihkan *intercooler* sisi air laut
  - Membersihkan *intercooler* sisi udara
- b. Membersihkan deposit karbon di ruang udara bilas (*scavenge chambers*):
    - membersihkan *scavenging air receiver*
    - membersihkan *stuffing box*

### 3. PENUTUP

#### A. Kesimpulan

1. Terjadinya *surging* pada *Turbocharger* disebabkan oleh :
  - a. Mesin bekerja kelebihan beban (*overload*) akibat kotoran dan teritip yang menempel pada lambung dan baling-baling (*propeller*) kapal yang *terakumulasi* secara bertahap, menghasilkan tahanan (*resistensi*) yang besar setelah beberapa tahun dan akan menyebabkan mesin mengalami peningkatan beban.
  - b. Kualitas udara kamar mesin buruk sangat mempengaruhi kinerja *Turbocharger* sehingga mengakibatkan aliran udara bilas kurang dan proses pembakaran menjadi tidak sempurna.
2. Tingginya temperatur udara bilas masuk silinder disebabkan oleh :
  - a. *Intercooler* yang kotor kurang dapat berfungsi untuk mendinginkan udara yang akan digunakan untuk pembilasan dan pembakaran di dalam mesin.
  - b. Deposit karbon di saluran udara bilas (*scavenge manifold*) sangat berbahaya dan dapat menyebabkan kebakaran.

## B. Saran/Rekomendasi

1. Untuk mengatasi masalah terjadinya *surging* pada *Turbocharger*, disarankan perlu dilakukan perawatan dengan :
  - a. Mengurangi beban mesin dengan menurunkan putaran mesin dan membersihkan *ships's under water area* terhadap teritip yang melekat pada lambung kapal dan baling - baling untuk mengurangi hambatan air terhadap laju kapal.
  - b. Melakukan perawatan dengan membersihkan saringan ventilasi udara kamar mesin secara periodik, supaya udara bilas yang masuk untuk pembakaran bersih dari kotoran.
2. Untuk mengatasi tingginya temperatur udara bilas masuk silinder, disarankan kepada ABK mesin untuk :
  - a. Melakukan perawatan dengan membersihkan *intercooler* secara rutin, supaya temperatur udara bilas yang masuk untuk pembakaran normal sesuai temperatur yang diinginkan.
  - b. Membersihkan deposit karbon di saluran udara bilas (*scavenge manifold*) secara periodik.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Basshuysen, R. van, Schaefer, F., *Internal Combustion Engine Handbook, Basics, Components, Systems and Perspectives*, SAE International, Warrendale 2004.
- [2] Doug Woodyard, *Pounder's Marine Diesel Engines and Gas Turbines*, Butterworth-Heinemann, Nine Edition, New York 2004
- [3] Danuasmoro, Gunawan, *Manajemen Perawatan*, Yayasan Bina Citra Samudra., Jakarta, 2003
- [4] Lennox G. Newman, *Two Stroke Internal Combustion Engine*, Patent US6776144B1, USA; Aug. 17, 2004.
- [5] Mahadi. 2010. *Pengaruh Penggunaan Turbocharger dengan Intercooler Terhadap Performansi Motor Bakar Diesel*. Jakarta: Jurnal Dinamis. Vol. 1, No.7:23-28.
- [6] Tim Penyusun AIP, *Motor-Motor Induk dan Turbin Gas Kapal*, Akademi Ilmu Pelayaran, Jakarta, 1976
- [7] Van. Maanen, P, *Motor Induk Kapal*, Jilid I,
- [8] Wiranto Aris Munandar, *Motor Diesel Putaran Tinggi*, Pradnya Paramita, Jakarta, 2003