

## Pengaruh Kerja *Turbocharge* Terhadap Tenaga *Main Engine* di Kapal KM. Mutiara Barat

Muh. Jafar<sup>1)</sup> Hasiah<sup>2)</sup>

Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar  
Program Studi Teknika

Email: muhjafar@gmail.com<sup>1)</sup> hasiahchia@gmail.com<sup>2)</sup>

### ABSTRAK

*Turbocharge* merupakan suatu alat yang mempunyai fungsi menghasilkan udara bertekanan lebih dari 1 atmosfer yang sangat dibutuhkan dalam proses pembakaran dalam silinder. Pada mesin Diesel *turbocharge* digerakan dengan memanfaatkan energy panas hasil dari gas buang hasil pembakaran di dalam silinder. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh tidak optimalnya kerja *Turbocharge* dan berapa besar penurunan tenaga pada *main engine*. Sumber data diperoleh langsung dari tempat penelitian dengan melakukan pengamatan secara langsung (observasi) maupun metode kepustakaan berupa dokumen kapal dan juga buku yang berkaitan dengan penelitian ini. Penelitian ini dilakukan di atas kapal motor mutiara barat milik PT. Atosim Lampung Pelayaran pada bulan september 2020 sampai dengan juli 2021. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa adanya jelaga atau karbon pada turbin blade pada maupun kotornya saringan udara yang terdapat di blower *turbocharge* mempengaruhi kinerja dari *turbocharge* sehingga mengakibatkan menurunnya tenaga pada *main engine*.

**Kata Kunci :** *Turbocharge*, Tenaga , *main engine*

### 1. PENDAHULUAN

Transportasi laut telah menjadi tulang punggung perdagangan global dan mobilitas manusia selama berabad-abad. Kapal laut, sebagai sarana utama dalam transportasi maritim, memainkan peran penting dalam memastikan kelancaran perdagangan internasional dan konektivitas global. Untuk menjaga efisiensi dan kehandalan operasional kapal, mesin utama (*main engine*) dalam kapal harus bekerja dalam kondisi optimal.

Salah satu teknologi yang telah menjadi standar dalam mesin kapal adalah penggunaan *turbocharge*. *Turbocharge* adalah komponen yang dirancang untuk meningkatkan efisiensi pembakaran dengan meningkatkan tekanan udara yang masuk ke dalam mesin. Hal ini memungkinkan penggunaan bahan bakar yang lebih efisien dan pada gilirannya, dapat meningkatkan tenaga *main engine*.

Kapal KM. Mutiara Barat adalah salah satu kapal yang beroperasi dalam rute perdagangan penting. Untuk menjaga daya saing dan efisiensi operasional, kapal ini mungkin telah mengadopsi teknologi turbocharge dalam mesinnya. Namun, pertanyaan muncul sejauh mana penggunaan turbocharge berdampak pada tenaga main engine di kapal ini. Apakah efek positifnya dalam meningkatkan efisiensi diimbangi dengan risiko peningkatan keausan atau kerentanan terhadap kerusakan?

Penelitian ini bertujuan untuk menginvestigasi pengaruh kerja turbocharge terhadap tenaga main engine di Kapal KM. Mutiara Barat. Penelitian ini penting karena akan memberikan wawasan yang berguna untuk pemeliharaan dan perawatan mesin kapal, serta membantu mengidentifikasi potensi masalah atau peningkatan kinerja yang mungkin diperlukan. Dengan memahami lebih baik dampak kerja turbocharge pada mesin kapal ini, kita dapat meningkatkan efisiensi operasional dan memastikan bahwa teknologi turbocharge digunakan secara optimal dalam konteks kapal laut.

Selain itu, penelitian ini juga dapat memberikan kontribusi terhadap kemajuan dalam industri transportasi laut secara keseluruhan, dengan meningkatkan efisiensi operasional kapal-kapal serupa dan memastikan bahwa teknologi turbocharge dapat digunakan secara berkelanjutan dan berkinerja tinggi. Keseluruhan penelitian ini akan memberikan manfaat yang signifikan bagi pengembangan teknologi dan operasional kapal laut modern.

## **2. TINJAUAN PUSTAKA**

Pada prinsipnya kerja dari *turbocharge* pada mesin induk yaitu merubah tekanan gas buang hasil sisa pembakaran menjadi energi mekanis untuk menaikkan tekanan udara yang masuk ke *intake manifold* (saluran masuk udara). Dengan menggunakan *turbocharge* yang memanfaatkan tekanan gas buang untuk menggerakkan turbin dan kompresor, tekanan dan kecepatan udara yang masuk ke ruang bakar akan meningkat dan dengan sendirinya jumlah udara dalam silinder, memungkinkan kita untuk menambahkan bahan bakar lebih banyak lagi, sehingga *power* yang dihasilkan oleh silinder juga meningkat. Penambahan *supercharge*

pada sistem udara paksa akan membantu meningkatkan tekanan dalam ruang bakar sehingga daya dan *torsi* yang dihasilkan akan meningkat. Peningkatan tersebut bukan hanya terjadi dalam ruang bakar tetapi juga pada pipa-pipa penghantar udara yang ada pada supercharge menuju *karburator* sehingga bahan bakar yang dihantarkan menuju *karburator* juga harus memiliki tekanan agar bias dikabutkan.

Penelitian yang dilakukan oleh (Kristanto & Hartadi, 2001) *turbocharge* dapat meningkatkan unjuk kerja dari sebuah motor bakar, terjadi peningkatan daya sebesar 37,97% dari motor bakar yang menggunakan turbocharge diikuti dengan peningkatan Sfc sebesar 11,8%. Pada prinsipnya *turbocharge* akan meningkatkan daya motor sehingga sefisensi pun akan meningkat dan pada akhirnya akan meningkatkan tingkat keselamatan kapal yang menjadi tujuan utama.

Adapun komponen utama pada *turbocharge* adalah sebagai berikut :

a. Turbin

Turbin adalah komponen mekanis yang membantu mengubah energy panas dari gas buang yang melewati turbin menjadi energy putaran mekanis poros turbin, turbin selalu berupa fluida yang mengandung energy panas dan mengalir melalui sudu-sudu turbin .setiap sudu turbin didesain membentuk nozzle-nozzle sehingga disaat gas melewati sudu-sudu akan terekspansi di ikuti dengan perubahan energy panas menjadi mekanis.

b. Kompresor

Kompresor pada *turbocharge* berfungsi untuk mengubah energi mekanis putaran poros *turbocharge* menjadi energi kinetik aliran udara.

c. Centre Housing/Bearing Housing

Masing-masing turbin dan kompresor pada *turbocharge* tersusun atas bagian rotor dan rumah casing, keduanya berada pada satu poros yang ditopang oleh sebuah sistem bearing (bantalan) di tengah-tengah antara turbin dan kompresor.

d. *Intercooler*

*Intercooler* merupakan sebuah *heat exchanger* yang umumnya menggunakan udara atmosfer sebagai media *cooler*.udara terkompresi masuk sisi tabung kecil yang tersususun atas plat-plat tipis alumunium mirip kontruksi radiator.udara atmosfer mengalir dengan bantuan kipas melewati

sela-sela turbin dan menyerap panas udara terkompresi melalui permukaan turbin. (Muqeen, Mohd. 2012)

Tekanan udara yang meningkat pada kompresor *outlet* dapat menghasilkan biaya *intake* yang terlalu panas, secara signifikan mengurangi keuntungan kinerja pengisian *turbo* karena kepadatan menurun. Udara yang melewati *intercooler* mengurangi suhunya memungkinkan volume udara yang lebih besar untuk dimasukkan ke dalam mesin. *Intercooler* memiliki peran kunci dalam mengendalikan suhu pembakaran silinder di mesin *turbocharge* sebagai alat pertukaran udara dan perpindahan koefisien panas sehingga kinerja mesin multi-silinder dapat beroperasi pada kecepatan konstan 1600 RPM. Suhu dan tekanan di dalam silinder untuk tiga jenis *intercooler* terdiri dari tekanan suhu pada *intake*, gas buang *manifold* dan kinerja lainnya. Suhu maksimal dalam silinder mesin menurun dari 1665,6 K pada SU = 1000 hingga 1659.2 K pada SU = 1600, kinerja *intercooler* juga meningkat dengan meningkatkan parameter desain, sehingga efisiensi *intercooler* adalah 0,92% pada SU = 1000 dan 0,98% pada SU = 1600. (Ahmad & Muqeen, 2015) .

Dalam Studinya mesin Diesel dipertimbangkan dan dievaluasi apakah tanpa *turbocharge* atau dengan menggunakan *turbocharge* dan super *intercooler*. dengan menggunakan hukum dan ekspresi termodinamika, output daya mesin diperiksa secara analitik dengan mengubah fitur *intercooling* seperti penurunan tekanan nilai dan putaran mesin pada beban penuh. Hasil disajikan dan ditafsirkan sebagai daya (KW) dan perampingan dari nilai, volume mesin (m<sup>3</sup>). Dalam penelitian ini menyimpulkan bahwa tenaga mesin dapat ditingkatkan menjadi 154 % dengan *intercooler* ideal sementara *turbocharge* tunggal tanpa *intercooler* hanya dapat meningkatkan tenaga mesin sebesar 65 %.

Sesuai dengan perhitungan daya indikator maka bisa di tuliskan rumus untuk menghitung dari daya yang dihasilkan oleh mesin Diesel 4 tak kerja ganda sabagai berikut :

$$\boxed{\text{Daya Indikator}} \longrightarrow \boxed{P_i = 0,785 ( 2D - d ) s.n. Z. P} \text{ Pers (2.1)}$$

Dimana :  $P_i$  = daya indikator (KW)

D = diameter silinder dalam meter → D = diameter torak  
d=diameter batang torak

S = langkah torak dalam (m)

N = putaran motor dalam (rpm)

Z = jumlah silinder dalam buah

P = tekanan rata-rata indikator dalam bar ( $\text{kg/cm}^2$ )

### 3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode penelitian deskriptif kualitatif yaitu teknik analisis yang digunakan untuk menggambarkan suatu kejadian atau peristiwa yang terjadi berdasarkan pengamatan dan pandangan penulis dengan melihat data-data yang ada. Sedangkan teknik penelitian yang digunakan adalah metode lapangan (field research) dengan melakukan observasi dan metode kepustakaan (library search).

Penelitian ini dilakukan di kapal KM. Mutiara Barat yang dikelola oleh PT. Atosim Lampung Pelayaran. Sedangkan waktu penelitian yaitu ketika penulis melakukan praktek laut selama 10 bulan 01 hari di kapal motor mutiara barat sebagai kadet mesin pada tanggal 12 September 2020 sampai dengan tanggal 13 Juli 2021.

Untuk mendapatkan informasi berupa data, diperlukan teknik pengumpulan data. Dalam penelitian ini menggunakan teknik pengumpulan data primer dan data sekunder. Data primer adalah data yang dikumpulkan dan diolah sendiri oleh peneliti langsung atau objek penelitian. Sedangkan data sekunder adalah hasil penelitian yang biasa ditemukan di jurnal ilmiah, buku atau di internet mengenai penelitian ini.

### 4. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

KM. Mutiara Barat adalah salah satu armada kapal yang di miliki oleh PT. Atosim Lampung Perusahaan yang beralamat di gandaria 8 office tower, 30<sup>th</sup> Floor, unit A, Jl. Sultan Iskandar Muda – Kebayoran Lama Jakarta Selatan. KM. Mutiara Barat dibangun di Jepang oleh SAIKI HEAVY INDUSTRIES CO.LTD pada tahun 1991, KM. Mutiara Barat merupakan jenis *ro-ro passenger ship* yang mempunyai rute operasi dari pelabuhan Tanjungwangi menuju pelabuhan Lembar untuk melayani jasa penyebrangan antar pulau.

Adapun spesifikasi dari objek penelitian yang penulis lakukan terhadap turbocharge sebagai berikut :

a. Motor Induk

Merk	: Diesel United
Type	: 8 P C 4 0 L
Serial Number	: DU - 3082
Jumlah Silinder	: 8 Silinder
Ukuran Silinder	: 570 mm
Rpm Maksimal	: 360 Rpm
Tenaga Mesin	: 14.400 PS
Diameter Langkah Torak	: 750 mm
Tahun Pembuatan	: 1991
Jumlah Mesin Utama	: 2

b. Turbocharge

Merk	: Brown Boveri Cie Baden
Type	: VTR 564-32
Maximum Rpm	: 14.100
Putaran Maksimal	: 235 / Detik
Standar Inlet Presurre	: 0,6 – 1,7 Kg / cm <sup>2</sup>
Temperatur Maksimal	: 620 C

Berdasarkan dari hasil pengamatan yang dilakukan oleh penulis terhadap subjek penelitian bersama dengan perwira jaga pada saat melaksanakan praktek laut di KM. Mutiara Barat ada beberapa faktor yang mempengaruhi tidak optimalnya kinerja atau menurunnya tekanan kinerja dari *turbocharge main engine* adalah sebagai berikut :

a. Kotornya saringan udara pada *blower turbocharge*

Saringan udara pada *turbocharge* merupakan salah satu bagian yang memiliki kegunaan untuk menyaring atau menyerap kotoran yang di hasilkan oleh *blower*, yang mana terdiri oleh bagian-bagian penting yaitu saringan udara bagian luar yang berupa *cotton* busa tipis (*spoon*) dan digunakan untuk menutupi saringan serat-serat tembaga yang sangat halus serta disusun pada bagian dalam rumah saringan udara yang mana terdiri atas empat lempengan bertujuan untuk memudahkan pada

saat pembersihan atau melakukan perawatan terhadap saringan udara. Salah satu penyebab saringan udara bagian luar cepat kotor dikarenakan terlambatnya pelaksanaan untuk melakukan pembersihan atau perawatan sehingga menyebabkan daya hisap kompresor dari udara luar tidak optimal dan menurun drastis.

b. Kotornya turbin blade pada *turbocharge*

Turbin blade adalah salah satu bagian dari komponen utama turbocharge yang ditempatkan bersamaan dengan *blower side* dibagian ujung porosnya sesuai dengan posisi shaf yang sama. Berdasarkan prinsip kerja, *turbocharge* bergerak karena adanya tekanan gas buang yang menggerakkan turbin blade (sudu-sudu turbin) dan mengakibatkan *blower side* berputar di shaf yang sama dengan turbin blade. Oleh sebab itu naik turunnya putaran *turbocharge* dipengaruhi oleh tekanan gas buang dan pengaruh dari kerak-kerak karbon yang tersumbat serta jelaga yang berada dibagian atas turbin blade (sudu-sudu turbin). Tetapi kenyataannya yang terjadi dilapangan hasil pembakaran di dalam ruang bakar silinder terdapat kerak-kerak karbon hasil sisa pembakaran dan bisa jadi mengandung *caborasi*, sehingga bisa memberikan hambatan ataupun mengurangi aliran tekanan ekspansi pada turbin blade.

Pada saat penulis melakukan tugas jaga di kamar mesin di bulan maret 2021 di KM. Mutiara barat pernah terjadi dimana waktu itu *turbocharge* mengalami permasalahan yang mana outlet temperature gas buang meningkat lebih 40 °C dari suhu standar artinya kinerja dari *turbocharge* dalam kondisi menurun akibat adanya jelaga karbon pada turbin yang menimbulkan beban pada sudu-sudu turbin serta tekanan pada kompresor juga mengalami penurunan yang diakibatkan kotornya saringan udara pada *blower* sehingga menyebabkan jumlah volume udara yang masuk tidak maksimal dimana saringan udara sangat berperan penting terhadap jumlah udara yang masuk ke dalam mesin apabila jarang di ganti maka juga akan berpengaruh ke kinerja dari *turbocharge* itu sendiri maka dari itu ketika kapal KM. Mutiara Barat sandar di pelabuhan lembar setelah melakukan pelayaran dari pelabuhan banyuwangi masinis satu yang bertanggung jawab terhadap *main engine* menyuruh penulis untuk mengganti saringan udara pada *blower*

*turbocharge* yang sudah sangat kotor dikarenakan jarangya perawatan atau penggantian pada saringan udara tersebut, serta membersihkan sudu-sudu turbin yang mana terdapat jelaga-jelaga karbon yang menempel menggunakan *carbon cleaner* agar hasilnya maksimal.

Jika dilihat dari kinerja *turbocharge* maka bisa dikatakan mengalami penurunan dan berdampak pada *main engine* dimana putaran mesin berkurang sehingga tenaga yang dihasilkan menurun dan bisa dilihat berapa besar turunnya tenaga sebagai berikut :

tabel 1. Data Diameter dan Langkah Torak

Diamter Torak (m)	Diameter Batang Torak (m)	Langkah torak (m)	Putaran Motor (rpm)	Jumlah Silinder	Tekanan Rata-rata (kg/cm <sup>2</sup> )
0,285	0,1452	0,75	310 Normal	8	15
			300 Menurun		14

Sumber : KM. Mutiara Barat

**Daya indikator**

$$P_i = 0,785 (2D - d) s.n. Z. P$$

Dimana :  $P_i$  = daya indikator (KW)

$D$  = diameter silinder dalam meter →  $D$  = diameter torak

$d$  = diameter batang torak

$S$  = langkah torak (m)

$N$  = putaran motor (rpm)

$Z$  = jumlah silinder dalam buah

$P$  = tekanan rata-rata indikator dalam bar (kg/cm<sup>2</sup>)

Data tenaga yang didapatkan pada saat rpm normal :

$$P_i = 0,785 ( 2D - d ) s.n. Z. P$$

$$P_i = 0,785 ( 2 \cdot 0,285 - 0,1425 ) 0,75 \cdot 310 \cdot 8 \cdot 15$$

$$\begin{aligned}
&= 0,785 ( 0,57 - 0,1425 ) 0,75 \cdot 310 \cdot 8 \cdot 15 \\
&= 0,785 ( 0,4275 ) 27.900 \\
&= 9.362 \text{ KW}
\end{aligned}$$

Data tenaga setelah rpm menurun akibat kinerja *turbocharge* tidak optimal :

$$\begin{aligned}
P_i &= 0,785 ( 2 \cdot 0,285 - 0,1425 ) 0,75 \cdot 300 \cdot 8 \cdot 14 \\
&= 0,785 ( 0,57 - 0,1425 ) 0,75 \cdot 300 \cdot 8 \cdot 14 \\
&= 0,785 ( 0,4275 ) 25.200 \\
&= 8.456 \text{ KW}
\end{aligned}$$

Sesuai data yang didapatkan di atas maka bisa dikatakan tenaga dari *main engine* menurun sebesar 0,906 KW atau 906 Watt sehingga turun sekitar 9,6% yang diakibatkan dari menurunnya kinerja *turbocharge* karena adanya jelaga-jelaga karbon pada turbin blade serta kotorannya saringan udara pada *blower* sehingga menyebabkan udara segar yang masuk ke ruang pembakaran menurun dan berpengaruh terhadap putaran *main engine*. Ini dikarenakan kurang teraturnya perawatan yang dilakukan pada *turbocharge* seperti penggantian saringan udara pada *blower* dan sebaiknya dilakukan setiap satu minggu sekali agar tenaga yang dihasilkan oleh *main engine* maksimal.

Jadi untuk mengatasi menurunnya kinerja dari *turbocharge* agar tenaga yang dihasilkan maksimal bisa dilakukan dengan langkah-langkah berikut :

a. Mengatasi kotorannya saringan udara pada *blower*

Agar jumlah volume udara tetap konstan dengan yang dibutuhkan oleh mesin maka saringan udara harus rutin dibersihkan sehingga udara yang dihisap benar-benar bersih, adapun langkah-langkah sebagai berikut :

- 1) Lepaskan saringan udara yang masih terpasang
- 2) Siapkan ember bersih sebagai wadah
- 3) Siapkan solar bersih
- 4) Masukkan solar ke ember dan pastikan tempatnya lebih besar
- 5) Rendam saringan udara di dalam ember selama 24 jam
- 6) Setelah 24 jam keluarkan saringan udara
- 7) Lalu rendam saringan pada ember yang berisi detergen
- 8) jika kotoran dan bau solar sudah hilang maka bisa di ambil
- 9) Setelah itu bilas dengan air biasa agar lebih bersih

- 10) Jemur saringan udara di kamar mesin agar sisa air menguap
- 11) Jika saringan sudah kering maka bisa di pasang ke rangkanya

b. Cara mengatasi turbin blade yang kotor pada *turbocharge*

Kotornya turbin blade pada *turbocharge* biasanya disebabkan oleh jelaga karbon yang bisa menimbulkan beban pada sudu-sudu turbin, adapun langkah-langkah untuk mengatasinya adalah sebagai berikut :

- 1) Tandai baut-baut mana yang akan dilepas agar pada waktu pemasangan mudah mengingatnya
- 2) Siapkan wadah untuk tempat menyimpan baut ketika akan dilepas
- 3) Buka baut pengikat *cover* atau bagian penutup pada *cover turbocharge*
- 4) Setelah baut terbuka siapkan cairan atau *carbon cleaner* serta selang angin
- 5) Bersihkan kerak-kerak jelaga yang menempel dengan cairan *carbon cleaner*
- 6) Dan lakukan penyemprotan menggunakan botol angin dengan tekanan udara sekitar  $7 \text{ kg/cm}^2$  sehingga mengakibatkan kerak-kerak karbon yang melekat di turbin blade bisa terlepas
- 7) Ulangi terus menerus hingga semua karbon dan jelaga bisa dikeluarkan
- 8) Apabila sudu-sudu turbin sudah dalam keadaan bersih maka baut-baut pengikat *cover* bisa dipasang kembali dan pastikan dalam keadaan yang rapat.

## 5. PENUTUP

Sesuai hasil analisa dari penulis maka ada beberapa kesimpulan yang dapat diambil setelah melakukan penelitian adalah pengaruh yang menyebabkan tidak optimalnya kerja dari *turbocharge* dikarenakan kotornya saringan udara pada *blower turbocharge* yang jarang dilakukan pergantian secara rutin serta adanya Kotornya turbin blade yang disebabkan oleh jelaga-jelaga karbon akibat jarang dibersihkan. Sehingga menyebabkan turunnya tenaga pada *main engine* yaitu dimana dari awal *main engine* rpm 310 turun menjadi rpm 300 sehingga tenaga dari sekian  $P_i = 9.362$  KW turun menjadi  $P_i = 8.456$  KW atau kurang lebih sekitar 906 watt dikarenakan menurunnya kinerja dari *turbocharge*. Pada penelitian ini diharapkan agar *crew* kapal melakukan perawatan secara periodik pada *turbocharge* terlebih di turbin blade agar tekanan gas tetap optimal pada saat kapal sedang berlayar.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Ahmad, M. & Muqeen, M. (2015). *Turbocharging Of Diesel Engine For Improving Performance And Exhaust Emissions. Journal Of Mechanical And Civil Engineering, Ver. Iii*
- [2]. Hendrawan, A. (2020). *Pengaruh Turbocharge Terhadap Daya Mesin Induk Kn.Prajapati. Jurnal Majalah Ilmiah Gema Maritim, 22(1), 44-48.*
- [3]. Hasiah, H., Adnan, A., Musa, L., & Nurdin, A. (2019). Analisis Kinerja Diesel Generator Listrik Dikapal Mt. Fortune Glory Xli. *Venus, 7(14), 113-132.*
- [4]. Kristanto, P. & Hartadi, R. (2001). *Analisa Turbocharge Pada Motor Bensin Daihatsu Tipe Cb-23. Jurnal Teknik Mesin,*
- [5]. Muqeen, Mohd. 2012. "Turbocharging With Air Conditioner Assisted Intercooler." *IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering 2(3):38–44*