



INNOVATIVE: Journal Of Social Science Research

Volume 5 Nomor 2 Tahun 2025 Page 3010-3027

E-ISSN 2807-4238 and P-ISSN 2807-4246

Website: <https://j-innovative.org/index.php/Innovative>

Analisis *Fishbone Diagram* Pada Kerusakan *Turbin Blade* dan Dampaknya
Pada Kinerja *Turbocharger Main Engine*
di Kapal Km Sirimau

Ardian Abhyasa^{1✉}, Shofa Dai Robbi^{2*}, Akhmad Kasan Gupron³, Agus Prawoto⁴, Rama Syahputra⁵

(1), (2), (4), (5) Teknologi Rekayasa Permesinan kapal, Politeknik Pelayaran Surabaya

(3) Teknologi Rekayasa Kelistrikan Kapal, Politeknik Pelayaran Surabaya

Email : shofa.dai@poltekpel-sby.ac.id^{1✉}

Abstrak

Turbocharger adalah komponen penting dalam sistem *main engine* pada kapal, berperan dalam meningkatkan efisiensi pembakaran dan performa mesin dengan cara mempercepat aliran udara masuk ke dalam ruang pembakaran silinder. Salah satu komponen utama dalam *turbocharger* adalah *turbin blade*, yang berfungsi untuk mengubah energi gas buang menjadi energi mekanis untuk menggerakkan *compressor*. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kerusakan pada *turbin blade* yang diakibatkan pecahnya *exhaust valve* dan masuk ke dalam *turbin side* yang berdampak pada kinerja dari *turbocharger*. Penelitian ini menggunakan metode analisis deskriptif dengan menggunakan *fishbone* analisis, dengan pengambilan data dari hasil observasi, log book, jurnal, manual book, dokumentasi dan wawancara. Hasil penelitian ini adalah faktor penyebab kerusakan *turbin blade turbocharger* adalah masuknya benda asing berupa pecahan *exhaust valve* dari *cylinder head* mesin induk. Hal tersebut menyebabkan patahnya *turbin blade turbocharger* yang berdampak pada penurunnya kinerja *turbocharger* mesin induk. Dalam perawatan mesin induk disarankan mengikuti *manual book* yang tersedia di atas kapal.

Kata Kunci: *Turbocharger, Main Engine, Turbin Blade, Kinerja Turbocharger, Exhaust Valve*

Abstract

The turbocharger is a critical component in a ship's main engine system, enhancing combustion efficiency and engine performance by accelerating airflow into the cylinder combustion chamber. One of its key components is the turbine blade, which converts exhaust gas energy into mechanical energy to drive the compressor. This study aims to analyze damage to the turbine blade caused by exhaust valve rupture, where broken valve fragments enter the turbine side, negatively affecting turbocharger performance. The research employs a descriptive analysis method using fishbone analysis, with data collected from observations, logbooks, journals, manuals, documentation, and interviews. The findings indicate that the primary cause of turbine blade damage is foreign object ingestion (FOI), specifically fragments from a fractured exhaust valve in the main engine's cylinder head. This fracture led to blade failure, significantly reducing the turbocharger's efficiency. To maintain optimal main engine performance, strict adherence to the onboard manual book is strongly recommended.

Keywords : *Turbocharger, Main Engine, Turbin Blade, Turbocharger Performance, Exhaust Valve*

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara maritim yang memiliki luas wilayah sebesar 1.892.410,09 km² dengan 77,14% di antaranya merupakan perairan (BPS, 2023). Dengan jumlah pulau sebanyak 17.001, Indonesia memiliki potensi besar dalam sektor maritim, terutama dalam pemanfaatan laut sebagai jalur perdagangan dunia. Transportasi laut menjadi sarana utama dalam menghubungkan pulau-pulau yang tersebar di seluruh wilayah Indonesia. Salah satu moda transportasi laut yang digunakan adalah kapal, sebagaimana diatur dalam Undang-Undang No. 17 Tahun 2008 tentang Pelayaran, yang mendefinisikan kapal sebagai kendaraan air dengan berbagai bentuk dan jenis yang digerakkan oleh tenaga angin, mekanik, atau energi lainnya (Kemenhub, 2008).

Perusahaan pelayaran memiliki peran penting dalam mendukung distribusi logistik dan transportasi penumpang antar pulau (PP, 2021). Untuk memastikan kelancaran operasional, armada kapal harus berfungsi dengan baik tanpa gangguan teknis maupun mekanis. Pengoperasian kapal memerlukan sumber daya manusia yang kompeten di bidang pelautan, mengingat mesin kapal yang besar dan kompleks membutuhkan perawatan serta koordinasi tim yang baik agar performa tetap optimal (STWC, 1978). Salah satu komponen utama dalam pengoperasian kapal adalah *main engine*, yang berfungsi sebagai mesin penggerak utama kapal. *Main engine* bekerja dengan prinsip empat langkah kerja, yaitu hisap, kompresi, usaha, dan buang (Babiczy, 2015). Agar *main engine* dapat beroperasi secara

efisien, dibutuhkan perawatan rutin serta pengecekan berkala.

Salah satu komponen pendukung *main engine* yang berperan penting adalah *turbocharger*. *Turbocharger* berfungsi dalam mensuplai udara ke ruang bakar untuk meningkatkan efisiensi pembakaran, sehingga tenaga yang dihasilkan lebih optimal. Jika terjadi kerusakan pada *turbocharger*, suplai udara menuju ruang bakar akan terganggu, menyebabkan penurunan performa mesin (Rijanto, 2023). Oleh karena itu, pemeliharaan *turbocharger* harus dilakukan secara rutin untuk menghindari kerusakan yang dapat berdampak pada kinerja *main engine* secara keseluruhan.

Salah satu kasus gangguan pada *turbocharger* terjadi pada kapal KM Sirimau milik PT Pelayaran Nasional Indonesia. Saat kapal berlayar dari Pelabuhan Agats menuju Pelabuhan Merauke, terjadi kerusakan pada *cylinder head main engine*, yang menyebabkan patahnya *exhaust valve* dan berujung pada kenaikan suhu gas buang di *cylinder* lainnya. Setelah dilakukan perbaikan dengan *overhaul* pada *cylinder head main engine*, ditemukan bahwa *turbocharger* mengalami kebisingan yang tidak normal. Meskipun telah dilakukan berbagai upaya untuk mengganti oli *turbocharger*, suara bising masih terdengar, menunjukkan bahwa *turbocharger* masih mengalami kerusakan. Gangguan ini menyebabkan *main engine* tidak dapat beroperasi secara optimal, sehingga berdampak pada performa keseluruhan kapal.

Penelitian sebelumnya oleh Rudi (2023) dalam "Analisis Menurunnya Kinerja *Turbocharger Main Engine* MT Florentin" mengungkap bahwa penurunan kinerja *turbocharger* umumnya disebabkan oleh akumulasi karbon pada *turbin blade* akibat sisa pembakaran yang kurang sempurna. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penyebab kebisingan pada *turbocharger* KM Sirimau serta mencari solusi yang dapat diterapkan untuk mengembalikan performa optimal *main engine*.

Analisis

Analisis menurut Komariah (2014) adalah penyelidikan terhadap suatu peristiwa (karangan, perbuatan dan sebagainya) untuk mengetahui keadaan yang sebenarnya (sebab musabab, duduk perkara dan sebagainya) (Komariah, 2014). Berdasarkan penjelasan menurut ahli, dapat disimpulkan bahwa analisis adalah proses sistematis yang dilakukan untuk memecahkan suatu fenomena, konsep atau masalah menjadi bagian-bagian yang lebih kecil dan lebih mudah dipahami.

Kerusakan

Kerusakan adalah kondisi dimana suatu objek, sistem atau komponen tidak berfungsi sebagaimana mestinya atau kehilangan kemampuan untuk memenuhi tujuan yang

dirancang. Kerusakan dapat berupa fisik (misalnya, keretakan pada material), fungsional (misalnya, kegagalan suatu perangkat bekerja) (Seftiandra Bermana, 2017).

Main Engine



Gambar 1. *Main Engine*

(Sumber : <https://id.made-in-china.com/>)

Mesin Induk atau yang dikenal dengan Mesin Penggerak Utama adalah mesin penggerak kapal yang didukung oleh mesin bantu lainnya agar mesin bekerja secara optimal, untuk berpindah dari satu tempat ketempat yang lain dengan mengubah energi kinetic menjadi energi mekanik. *Main engine* memiliki beberapa sistem di dalamnya seperti sistem pelumasan, udara, bahan bakar, gas buang, air tawar dan air laut (Rudi, 2023). Mesin induk 4 tak adalah mesin induk yang memiliki proses 4 langkah kerja yaitu langkah hisap, kompresi, usaha dan buang.

Turbocharger

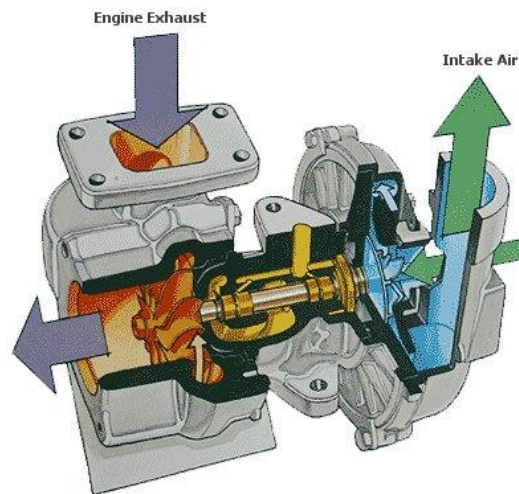


Gambar 2. *Turbocharger*

(Sumber : <https://indonesian.marineturbochargerparts.com/>)

Turbocharger adalah alat bantu yang melekat pada *main engine*, fungsi dari *turbocharger* sendiri untuk menambah suplai udara pada pembakaran silinder agar menjadi pembakaran yang sempurna . Saat udara tertarik oleh *turbocharger*, udara akan disalurkan

menuju *intercooler* untuk didinginkan agar molekul dari udara menjadi kecil sehingga saat ada di ruang bakar udara yang masuk kedalamnya menjadi lebih banyak



Gambar 3. Cara Kerja *Turbocharger*

(Sumber : <https://blogger.googleusercontent.com/>)

Menurut Karyanto (2000) Prinsip kerja *turbocharger* adalah proses langkah pembuangan di dalam silinder mesin dilakukan oleh piston menyebabkan gas asap hasil pembakaran terdorong keluar, dari katup buang melalui *manifold* buang menekan kesuatu roda *turbin* dan keluar lewat saluran pembuangan, hal ini mengakibatkan roda *compressor* (*blower*) berputar sehingga menghasilkan tekanan hembusan, yang menyebabkan terjadinya pemadatan udara masuk dan tekanan di atas satu atmosfer.

Kinerja *Turbocharger*

Kinerja *turbocharger* sangat dipengaruhi oleh rasio tekanan, efisiensi isentropic, dan kondisi operasi mesin. Penelitian ini menunjukkan bahwa peningkatan efisiensi *turbocharger* berkontribusi langsung pada peningkatan daya dan pengurangan konsumsi bahan bakar (Hendrawan et al., 2020). Kinerja dari *turbocharger* sendiri dapat dilihat dari gas buang dari mesin induk, jika gas buang dalam rata rata artinya *turbocharger* dalam keadaan baik tetapi jika ada gas buang yang memiliki suhu rendah artinya *turbocharger* tidak bekerja secara maksimal (Arifin, 2013).

Turbin side turbocharger



Gambar 4. *Turbin Side Turbocharger*

(Sumber : <https://www.alibaba.com/product-detail/>)

Dalam studi tentang efisiensi *turbocharger* untuk mesin diesel kapal, menyatakan bahwa penggunaan *turbocharger* dengan *turbin* yang efisien dapat meningkatkan efisiensi termal mesin hingga 30%. Dengan meningkatkan jumlah udara yang masuk keruang bakar, pembakaran menjadi lebih sempurna dan konsumsi bahan bakar dapat berkurang secara signifikan. *Turbin* yang terdapat pada *turbocharger* memiliki bagian utama yaitu, *turbin house*, *turbin blade* dan *shaft* (Arso et al., 2020).

Blower Side Turbocharger



Gambar 5. *Blower Side Turbocharger*

(Sumber : Dokumen KM Sirimau)

Menurut Abdul Khoir (2020), kecepatan rotasi roda kompresor di *blower side* harus dijaga agar stabil, karena kecepatan rotasi yang selalu tinggi atau rendah dapat mempengaruhi kualitas udara yang masuk ke ruang bakar. Dengan desain yang tepat, *blower side* dapat memastikan bahwa udara yang masuk memiliki tekanan dan kualitas yang optimal, mendukung efisiensi dan umur panjang mesin. *Blower side* memiliki beberapa komponen yaitu, *compressor housing*, *compressor wheel*, *inlet duct*, *diffuser* dan *shaft*. *Blower side* adalah komponen penting dalam sistem *turbocharger* pada mesin induk kapal. Komponen ini berguna untuk meningkatkan efisiensi pembakaran, pengoptimalan daya mesin dan mengurangi emisi gas buang (Handoyo, 2013).

Turbin Blade Turbocharger



Gambar 6. Turbin Blade Turbocharger

(Sumber : <https://indonesian.marine-turbocharger.com/>)

Turbin Blade adalah salah satu bagian dari *turbocharger* yang terletak di bagian *turbin side turbocharger*. *Turbin blade* berfungsi untuk mengubah energi dari gas buang (*Exhaust gas*) yang keluar dari mesin menjadi energi mekanik. Energi ini lalu digunakan untuk menggerakkan komponen *turbocharger* yang lain, yaitu *compressor wheel* yang berada di *blower side* dan terhubung oleh *shaft turbocharger* yang meningkatkan jumlah udara yang masuk dalam ruang bakar (Zulfadli et al., 2024).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode kualitatif, dimana analisis data dilakukan secara induktif berdasarkan fakta-fakta yang diperoleh di lapangan. Data yang dikumpulkan kemudian diolah dan dirumuskan menjadi teori. Hasil penelitian dengan metode ini disajikan dalam bentuk narasi, yang memberikan penjelasan deskriptif mengenai temuan secara terperinci. Pendekatan kualitatif ini berfokus pada penggunaan berbagai metode, bersifat alami dan holistik, mengutamakan aspek kualitas, serta disajikan dalam bentuk narasi dalam penelitian ilmiah (Sugiyono, 2016).

Teknik Pengumpulan Data

Peneliti kualitatif menggunakan berbagai metode, termasuk semiotika, analisis naratif, analisis isi, kajian wacana, studi arsip, dan bahkan statistik. Mereka juga menggunakan metode dan teknik lain, wawancara, survei, dan observasi partisipatif. Metode ini dianggap memberikan pengetahuan dan pemahaman yang berharga. Tidak ada metode yang lebih baik daripada yang lain, dan tidak ada yang diabaikan sepenuhnya (Creswell, 2014).

Teknik Analisis Data

Metode yang digunakan untuk menganalisis data dalam skripsi ini adalah *fishbone*

diagram. Diagram *fishbone* digunakan sebagai alat visual untuk mengidentifikasi, menyelidiki, dan menggambarkan secara visual setiap komponen yang berkontribusi pada masalah (Sugiyono, 2016).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Penelitian dilaksanakan pada saat program magang atau praktek laut (prala) selama kurang lebih 12 bulan, dari tanggal 17 Agustus 2023 sampai dengan 19 Agustus 2024 di KM Sirimau. Kapal tersebut merupakan kapal penumpang di bawah manajemen perusahaan pelayaran PT Pelayaran Nasional Indonesia (Persero). Penelitian berfokus pada *turbocharger* main engine type VTR-304, sebagaimana gambar 7.



Gambar 7. Turbocharger Main Engine

(Sumber : Dokumen KM Sirimau)

Hasil Observasi

Pada 15 Mei 2024, dalam pelayaran dari Pelabuhan Dobo ke Pelabuhan Komako Timika, KM Sirimau mengalami kelainan suara ketukan pada *cylinder head* no. 6 mesin induk 2 sekitar pukul 03.00 WIT. Masinis 2 (*3rd Engineer*) sebagai perwira mesin yang berjaga, bersama dengan Masinis 1 (*2nd Engineer*) segera mematikan mesin untuk pemeriksaan lebih lanjut. Setelah dilakukan pembongkaran, ditemukan bahwa *exhaust valve* pecah, dan material pecahannya dicari di *exhaust manifold* tetapi tidak ditemukan pecahan tersebut. *Cylinder head* yang rusak kemudian diganti dengan suku cadang yang tersedia. Setelah pemasangan dilakukan uji coba, namun terdengar suara mendengung pada *turbocharger*, sehingga putaran mesin diturunkan dari 410 menjadi 380 rpm.



Gambar 8. *Overhaul Cylinder Head no. 6*

(Sumber : Dokumen KM Sirimau)

Pada 18 Mei 2024, kapal bersandar di Pelabuhan Merauke untuk memperbaiki *turbocharger*. Pembongkaran pada *turbocharger* ditemukan adanya kerusakan pada *turbin blade* akibat dari serpihan material *exhaust valve* pecah sebelumnya. Untuk melanjutkan perjalanan, Kepala Kamar Mesin (KKM) atau *Chief Engineer* memerintahkan kepada kru bagian mesin untuk melakukan *blanking turbocharger* dan memasang *blower portable* ke *intercooler* dengan pipa *fleksibel* guna menjaga kinerja mesin induk.



Gambar 9. *Overhaul Turbocharger*

(Sumber : Dokumen KM Sirimau)

Hasil Wawancara

Berikut adalah hasil wawancara yang dilakukan peneliti dengan Masinis 2 sebagai regu yang berjaga di ruang mesin kapal pada pukul 00.00 – 04.00.

- 1) Apa faktor penyebab kerusakan pada *turbin blade turbocharger main engine*?

Masinis 2 menjelaskan bahwa faktor terjadinya kerusakan adalah masuknya material asing ke dalam *turbin side turbocharger*, yaitu berupa pecahan *exhaust valve*. Hal tersebut merusak *turbin blade turbocharger*. Pecahnya *exhaust valve* diakibatkan oleh *overheat* pada *cylinder head* mesin induk. Salah satu faktor penyebab *Overheat* adalah ketidak sesuai perawatan *filter cooler* dengan ketentuan pada *manual book*.

2) Apa dampak dari kerusakan *turbin blade turbocharger* pada kinerja *turbocharger*?

Masinis 2 menjelaskan bahwa dampak yang ditimbulkan dari kerusakan *turbin blade turbocharger* adalah menurunnya performa mesin induk, konsumsi bahan bakar yang berlebih dikarenakan kekurangan pasokan udara pada silinder. Hal tersebut juga menyebabkan terjadinya *overheating*, serta dampak lainnya adalah terjadinya kerusakan komponen *turbocharger* lain jika tidak segera diatasi secara langsung.

3) Apa penanganan yang dilakukan saat terjadi kerusakan pada *turbin blade turbocharger*?

Masinis 2 menjelaskan langkah pertama yang dilakukan adalah dengan melaksanakan *overhaul* atau melepas *rotor turbocharger* dari *turbocharger housing*. langkah selanjutnya adalah melakukan *blanking turbocharger* agar tidak terjadi kebocoran gas buang. Sebagai langkah mitigasi selama proses perbaikan *turbocharger*, digunakan *blower portable* sebagai pengganti *turbocharger*, agar suplai udara bersih ke ruang bakar tetap terjaga.

Hasil Dokumentasi

Berikut adalah hasil dokumentasi yang diambil dari *log book* dan berita acara yang ada di KM Sirimau.

1) Berita Acara Kerusakan *Exhaust Valve*

Pada 15 Mei 2024, dibuat berita acara mengenai kerusakan *exhaust valve* pada mesin induk kanan, silinder nomor 6. Adanya suara dengungan pada *turbocharger* sehingga diturunkan putaran mesin induk untuk mencegah kerusakan lebih lanjut. Berita acara ditandatangani oleh Nakhoda Kapal.

2) Laporan Kondisi *Turbocharger*

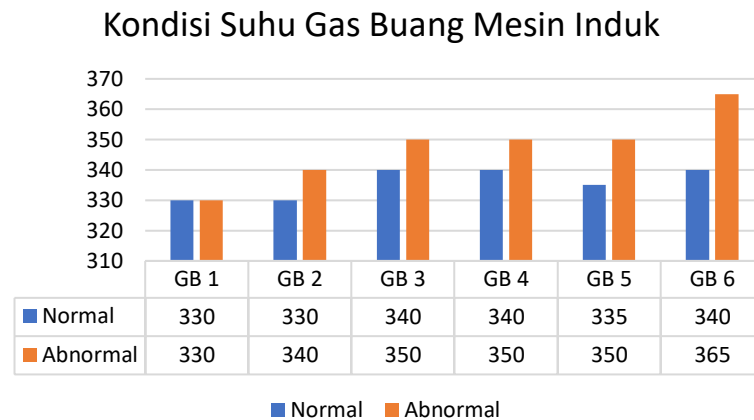
Pada 20 Mei 2024, dilaporkan bahwa kondisi *turbocharger* mesin induk satu dalam keadaan normal, sedangkan *turbocharger* mesin induk dua mengalami masalah, yang berdampak pada penurunan kecepatan kapal.

3) Berita Acara Keterlambatan Tiba

Pada 23 Mei 2024, dibuat berita acara terkait keterlambatan kedatangan kapal di pelabuhan. Keterlambatan ini disebabkan oleh proses perbaikan untuk mencegah kerusakan lebih lanjut, yaitu dengan melakukan *blanking* pada *turbocharger* mesin

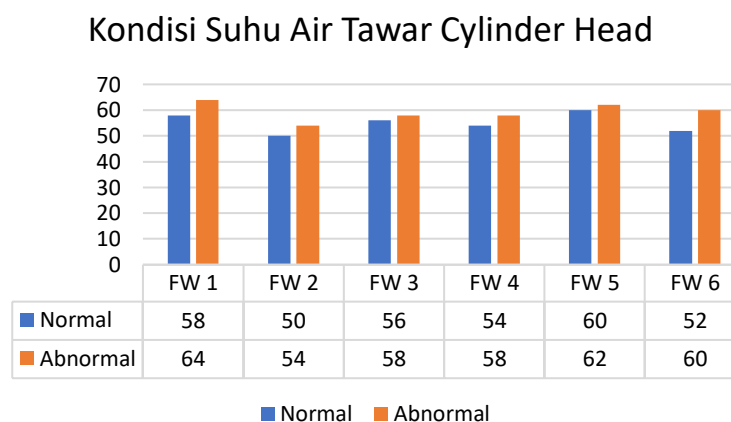
induk kanan.

4) Log Book



Gambar 10. Perbandingan Suhu Gas Buang (GB)

(Sumber : Dokumen Peneliti)



Gambar 11. Perbandingan Suhu Air Tawar (FW) *Cylinder Head*

(Sumber : Dokumen Peneliti)

Pada gambar 10 adalah laporan kondisi suhu gas buang (GB) mesin induk yang normal dan *abnormal* pada *log book*, terlihat terdapat peningkatan suhu gas buang yang diakibatkan dari pendinginan yang kurang baik pada *cylinder head*. Pada gambar 11 yang terdapat laporan suhu air tawar (FW: *fresh water*) pendingin *cylinder head* mesin induk terdapat kenaikan suhu juga yang diakibatkan *filter cooleryang* kotor.

Pembahasan

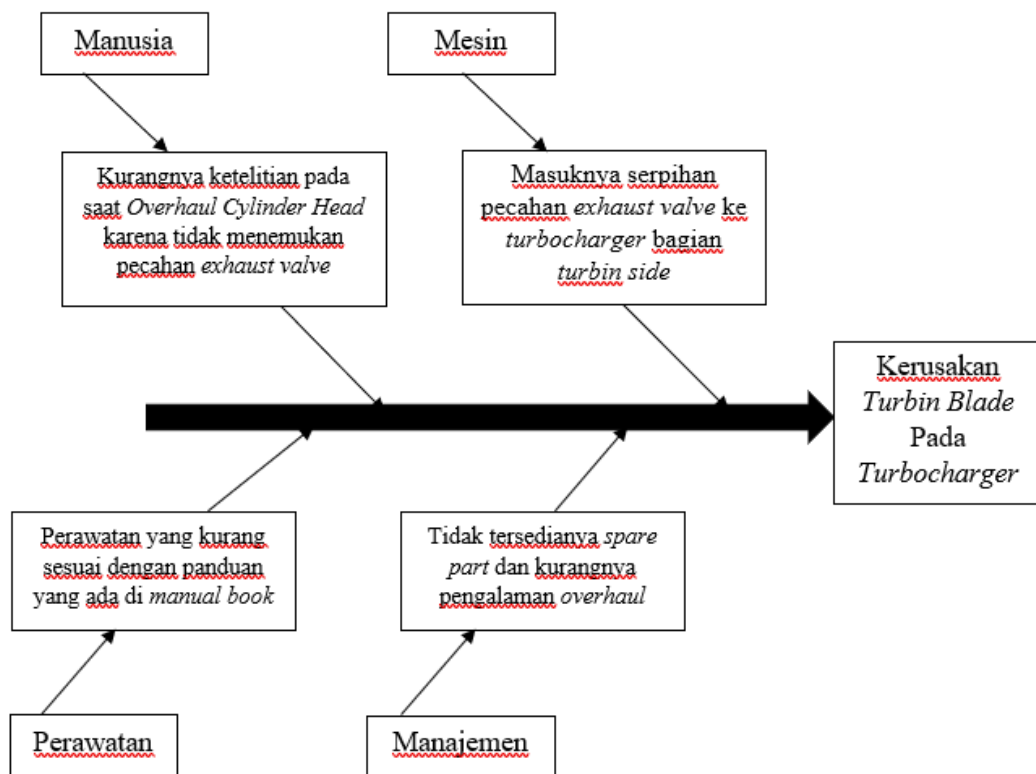
Turbocharger memiliki peran penting dalam pembakaran mesin induk karena sebagai penyuplai udara dalam silinder secara paksa yang sebelumnya secara alami dengan naik turunnya pergerakan piston, dengan memanfaatkan gas buang sebagai sumber penggerak *turbocharger*. Jika terjadi kerusakan pada *turbocharger* akan menurunkan daya atau performa yang dihasilkan mesin induk sehingga kerusakan pada *turbocharger* akan

berakibatkan banyak kerugian. Kerusakan *turbocharger* bisa diakibatkan oleh benda asing yang masuk dalam komponen *turbocharger* sehingga merusak *turbin blade turbocharger*. Benda asing yang masuk ke dalam *turbin side* adalah serpihan *exhaust valve* yang pecah karena kurangnya perawatan yaitu *clearance valve* yang kurang bekerja dan terjadinya kenaikan suhu adalah salah satu faktor yang berpengaruh (*overheat*).



Gambar 12. Kerusakan *Turbin Blade Turbocharger*
(Sumber : Dokumen KM Sirimau)

1. Faktor kerusakan pada *turbin blade turbocharger* mesin induk, yaitu:



Gambar 13. Faktor Kerusakan *Turbin Blade Turbocharger*
(Sumber : Dokumen Peneliti)

a. Faktor Manusia

Terjadinya *human error* oleh divisi jaga kamar mesin (*engine room*) pada jam 00.00

– 04.00, yang bertugas adalah Masinis 2. Sesuai prosedur jaga seharusnya tim melakukan pengecekan pada gas buang mesin induk setiap 30 menit. Pada saat *overhaul cylinder head main engine* no 6, kru kapal dan masinis yang melaksanakan pembongkaran kurang teliti dalam pencarian serpihan *exhaust valve* yang pecah. Pecahan *exhaust valve* ternyata masuk ke dalam *turbocharger*, dan baru ditemukan setelah melakukan *overhaul turbocharger*.

b. Mesin

Kotornya *filter* pendingin pada mesin induk menyebabkan *overheat* pada *cylinder head*. *Overheat* menjadi penyebab pecahnya *exhaust valve*, sehingga menyebabkan kerusakan pada *turbin blade turbocharger*. Kerusakan tersebut diketahui dari suara *abnormal* dari *turbocharger* mesin induk. Suara tersebut timbul setelah melakukan *overhaul cylinder head*.

c. Perawatan



Gambar 14. Material Pecahan *Exhaust Valve*

(Sumber : Dokumen KM Sirimau)

Dari hasil wawancara dapat disimpulkan pecahnya *exhaust valve* terjadi karena:

- 1) Perawatan *clereance valve* yang kurang optimal. Kurangnya perawatan *clereance valve* menyebabkan jarak antara *spindle valve* dengan *rocker arm* yang renggang. Sebagai salah satu faktor terjadinya kerusakan pada *exhaust valve*, sehingga serpihan pada *exhaust valve* masuk ke dalam *turbin side turbocharger*.
- 2) Pelumasan *valve rotatory* yang tidak maksimal, dimana pelumasan tidak keluar pada saat *rocker arm* bergerak. Perputaran dari *valve rotatory* yang terlalu lama bisa menyebabkan kerusakan pada *exhaust valve*, jadi permukaan pada *seating* tidak rata.
- 3) *Overheating* diakibatkan pendinginan yang kurang baik, disebabkan *filter cooler* yang kotor. Kotornya filter disebabkan perairan berlumpur ketika kapal memasuki muara, sehingga sirkulasi pendinginan tidak bisa mengalir sempurna.

4) Penurunan Kualitas Minyak Pelumas. Minyak lumas yang jam kerjanya melebihi dari ketentuan standar pada *manual book* akan menyebabkan penurunan kualitas. Kualitas minyak lumas *turbocharger* akan mempengaruhi pendinginan dan perlindungan pada *turbocharger*. Pergantian minyak pelumas pada *turbocharger* sesuai *instruction manual book* dilakukan pada 250 jam atau kurang lebih 10 hari sekali. Penggantian bisa dilakukan 1 minggu sekali jika beban kerja mesin terlalu berat.

d. Manajemen

Manajemen penyimpanan *spare part* dan manajemen perawatan yang tidak sesuai dengan pedoman di *manual book*. Tidak tersedianya suku cadang *turbin blade turbocharger* juga salah satu sebab permasalahan dalam perbaikan dan perawatan. Diperlukan kru kapal yang memiliki pengalaman dan pengetahuan tentang *overhaul turbocharger*. Pada saat terjadi kerusakan di kapal dan diperlukan teknisi dari darat maka memerlukan waktu dalam perbaikan. Hal tersebut akan lebih efisien jika memiliki kru kapal yang memiliki pemahaman tentang *overhaul turbocharger*. Penanganan dapat dilakukan lebih cepat dan lebih baik sehingga dapat mengurangi kerusakan *turbocharger* mesin induk.

2. Dampak yang ditimbulkan dari kerusakan *turbin blade turbocharger* adalah:



Gambar 15. Dampak Kerusakan *Turbin Blade Turbocharger*
(Sumber : Dokumen Peneliti)

a. Penurunan daya mesin

Turbocharger berfungsi menyuplai udara ke ruang pembakaran, untuk menciptakan pembakaran sempurna dan membuat daya mesin bekerja optimal. Jika terjadi kerusakan

pada *turbocharger* akan berdampak menurunnya daya mesin yang dihasilkan karena pembakaran yang kurang sempurna.

Tabel 1. Kondisi Mesin Induk Normal

| Kons umsi Bahan n Bakar | Air Tawar | | Teka nan Uda ra Bilas | Suhu Gas Buang | | | | | | R p m M E |
|-------------------------------------|-----------|------------|-----------------------------------|----------------|---|---|---|---|---|-----------------------|
| | Ma suk | Kel uar | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | |
| 185,5 | 42/ | 40 | 0.3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 |
| | 38 | /3 | | 3 | 3 | 4 | 4 | 3 | 4 | 0 |
| | | 2 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 |

(Sumber : Dokumen Peneliti)

Pada tabel 1 menunjukkan kondisi mesin induk yang normal di jalankan dengan melihat beberapa aspek yang menunjukkan kenormalan dari operasional mesin induk.

Tabel 2. Kondisi Mesin Induk Terjadi Kerusakan

| Kons umsi Bahan n Bakar | Air Tawar | | Teka nan Udar a Bilas | Suhu Gas Buang | | | | | | R p m M E |
|-------------------------------------|-----------|------------|-----------------------------------|----------------|---|---|---|---|---|-----------------------|
| | Ma suk | Kel uar | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | |
| 179 | 37/ | 36/ | 0.0 | 2 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 |
| | 38 | 32 | | 7 | 0 | 0 | 9 | 0 | 1 | 8 |
| | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

(Sumber : Dokumen Peneliti)

Pada tabel 2 adalah kondisi mesin setelah terjadi kerusakan *turbocharger* karena kurangnya suplai udara pada mesin induk sehingga performa pada mesin induk berkurang. Putaran mesin induk normal mencapai 400 rpm, tetapi kerusakan pada *turbocharger* menurunkan performa mesin menjadi 380 rpm, sehingga pergerakan mesin menjadi melambat dan berdampak keterlambatan kapal di pelabuhan.

b. Peningkatan konsumsi bahan bakar dan *Overheating*

Pada awal kerusakan *turbocharger*, konsumsi bahan bakar meningkat akibat kurangnya pasokan udara dalam silinder. Konsumsi bahan bakar yang awalnya hanya 185,5 liter perjam meningkat menjadi 187 liter perjam. Peningkatan suhu gas buang menyebabkan *overheat* pada *cylinder head*. Setelah dilakukan perbaikan pencegahan konsumsi bahan bakar menjadi menurun seperti pada tabel 2 yaitu 179 liter perjam. Konsumsi bahan bakar tersebut dihasilkan dari melakukan *blanking* pada *turbocharger* dan menambahkan *blower portable* untuk meningkatkan performa mesin induk kapal. Kurangnya suplai udara akan

menyebabkan emisi gas buang menjadi meningkat, ditandai dengan gas buang menjadi berwarna hitam. Berkurangnya oksigen akan meningkatkan jumlah bahan bakar agar terciptanya segitiga api (bahan bakar, udara dan panas).

c. Kerusakan komponen *turbocharger* yang lain

Kerusakan *turbin blade turbocharger* dapat berdampak pada berbagai komponen lain pada *turbocharger*, yang berakibatkan kegagalan pada sistem *turbocharger* secara keseluruhan. Kerusakan *turbin blade turbocharger* akan mengakibatkan getaran berlebih pada *turbocharger*. Hal tersebut akan merusak komponen *turbocharger* lainnya seperti *shaft, bearing, compressor wheel, seal* dan *exhaust manifold*.

3. Apa penanganan yang dilakukan saat terjadi kerusakan *turbin blade turbocharger*?

Untuk mencegah kerusakan *turbocharger* secara menyeluruh, kru mesin melakukan *overhaul* dengan melepas atau mengambil *shaft turbocharger (turbin blade dan blower wheel)*. Setelah diangkat selanjutnya dilakukan *blanking* pada bagian *turbin side* dan *blower side* agar tidak terjadi kebocoran gas buang pada kamar mesin. *Blanking* dilakukan dengan menutup atau mengemblok dengan menggunakan plat baja tahan panas dan ditahan dengan menggunakan baut dan mur *stainless steel*. Untuk memasok udara ke ruang silinder, *blower portabel* dipasang pada pipa *fleksible* (belalai gajah) ke pipa *distributor intercooler*. Ini memaksimalkan suplai udara ke dalam ruang bakar. Perbaikan ini menghasilkan kecepatan hingga 380 rpm, yang normalnya adalah 400 rpm.

SIMPULAN

Kerusakan *turbin blade turbocharger* disebabkan oleh masuknya pecahan *exhaust valve* akibat kurangnya perawatan *clearance valve*. Pecahnya *exhaust valve* terjadi karena *filter cooler* yang kotor, menyebabkan pendinginan air tawar terganggu dan *cylinder head* no. 6 mengalami *overheat* (dari 52°C menjadi 60°C). Selain itu, perawatan *clearance valve* yang tidak sesuai *manual book* juga menjadi faktor utama.

Kerusakan *turbin blade* menyebabkan penurunan putaran mesin induk dari 405 rpm menjadi 380 rpm, mengurangi kecepatan kapal dan meningkatkan konsumsi bahan bakar akibat kurangnya suplai udara ke ruang bakar. Jika tidak segera diperbaiki, kerusakan dapat berlanjut ke komponen lain seperti *shaft, compressor wheel*, dan bagian *turbocharger* lainnya.

Perbaikan dilakukan dengan *overhaul turbocharger* atau melepas *rotor* untuk mencegah kerusakan lebih lanjut. Selain itu, dilakukan *blanking* pada *turbin* dan *blower side* untuk mencegah kebocoran gas buang. *Blower portable* digunakan sebagai pengganti

turbocharger agar suplai udara ke ruang bakar tetap terjaga dan performa mesin tidak menurun drastis.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdul Khoir. (2020). *PENGARUH TURBOCHARGER TERHADAP DAYA MESIN INDUK*.
- Arifin, Z. , & Sukoco. (2013). *TEKNOLOGI MOTOR DIESEL (Cetakan ke-3)*.
- Arso, W. W., Domodite, A., & Sholih, H. (2020). Menentukan Predictive Maintenance Pada Kerusakan Turbocharger Diesel Engine. *JOURNAL OF MECHANICAL ENGINEERING MANUFACTURES MATERIALS AND ENERGY*, 4(1), 50–59.
<https://doi.org/10.31289/jmemme.v4i1.3757>
- Babicz, Jan. (2015). *Ship systems and machinery: introduction to marine engineering*. Baobab Naval Consultancy.
- BPS. (2023). *STATISTICAL YEAR BOOK INDONESIA TAHUN 2023*.
- Creswell, J. W. (2014). RESEARCH DESIGN: QUALITATIVE, QUANTITATIVE, AND MIXED METHODS APPROACHES (4TH ED.). *Thousand Oaks, CA: Sage Publications*.
- Handoyo, J. J. (2013). *MESIN PENGGERAK UTAMA MOTOR DIESEL AHLI TEKNIK TINGKAT III AKADEMI MARITIM DJADAJAT*.
- Hendrawan, A., Nugroho, A. J., Akademi, D., Nusantara, M., Akademi, T., Kendeng, J., & Cilacap, S. (2020). PENGARUH TURBOCHARGER TERHADAP DAYA MESIN IN INDUK KN. PRAJAPATI. In *Majalah Ilmiah Gema Maritim* (Vol. 22).
- Karyanto, E. (2000). *MESIN KONVERSI ENERGI*. Jakarta: PT Pradnya Paramita .
- Kemenhub. (2008). *Undang Undang No 17 Ayat 36 Tahun 2008 Tentang Pelayaran*.
- Komariah, A. , & S. D. (2014). *METODOLOGI PENELITIAN KUALITATIF*. Bandung: Alfabeta.
- PP. (2021). *PP NO 31 TAHUN 2021 Tentang Penyelenggaraan Bidang Pelayaran*.
- Rijanto, A. (2023). *Analisis Perbandingan Daya Mesin Menggunakan Turbocharger dan Tanpa Menggunakan Turbocharger* (Vol. 5).
- Rudi. (2023). *ANALISIS MENURUNNYA KINERJA TURBOCHARGER MAIN ENGINE MT. FLORENTINE*.
- Seftiandra Bermana. (2017). *ANALISIS MASALAH PADA TURBOCHARGER YANG DAPAT MEMPENGARUHI KERJA MESIN INDUK DI MT.CELINE 08*. 1–49.
- STWC. (1978). *Standards of Training, Certification, and Watchkeeping for Seafarers 1978*.
- Sugiyono. (2016). *METODE PENELITIAN KUANTITATIF, KUALITATIF, DAN R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Zulfadli, T., Farhan Akbar, T. M., Hasannuddin, T., Elektro, J. T., & Lhokseumawe, N. (2024).

ANALISA KINERJA TURBOCHARGER NA358 PADA MESIN GAS WARTSILA DI UNIT
PEMBANGKITAN ARUN DENGAN KAPASITAS 184 MW. *Jurnal Mekanova : Mekanikal,
Inovasi Dan Teknologi, 10(1)*.