

Analisis Kerusakan Bearing Turbine Side di Turbocharger Type VTR-160 pada Auxiliary Engine

Muhammad Sadeli Ashari¹, Shofa Dai Robbi², Wulan Marlia Sandi³, Antonius Edy Kristiyono⁴, Agus Prawoto⁵

Program Studi Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal, Politeknik Pelayaran Surabaya, Indonesia

ARTICLE INFO

Article history:

Received: 10 Februari 2025

Revised: 28 Maret 2022

Accepted: 30 Maret 2025

Keywords:

kerusakan bearing
mesin bantu
pembakaran
perawatan
turbocharger

Published by

Impression : Jurnal Teknologi dan Informasi
Copyright © 2023 by the Author(s) | This is an open-access article distributed under the Creative Commons Attribution which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



ABSTRACT

Turbocharger adalah alat bantu yang digerakkan oleh gas buang auxiliary diesel engine dan berfungsi memompa udara untuk proses pembilasan dan pembakaran di dalam silinder. Kinerja mesin ini sangat bergantung pada turbocharger. Kerusakan pada turbocharger, khususnya pada bearing, dapat menurunkan performa mesin secara signifikan. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi penyebab kerusakan bearing turbocharger, dampaknya terhadap auxiliary engine, serta upaya perbaikannya di MV Armada Sejati. Metode yang digunakan adalah deskriptif kualitatif dengan pendekatan fishbone. Data dikumpulkan melalui observasi, wawancara, dan dokumentasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kerusakan disebabkan oleh tercampurnya oli pelumas dengan gas buang, keausan sealing bush, dan tersumbatnya lubang oil pump. Dampaknya antara lain berkurangnya suplai udara, kerusakan ring piston, dan pembakaran yang tidak sempurna sehingga daya mesin menurun. Upaya pencegahan dilakukan dengan perawatan rutin turbocharger, penggantian komponen lama, serta penggantian oli pelumas secara berkala.

A turbocharger is an auxiliary exhaust device that is driven by the auxiliary exhaust of a diesel engine and functions to pump air for the rinsing and combustion process inside the cylinder. The performance of this engine is highly dependent on the turbocharger. Damage to the turbocharger, especially to the bearings, can significantly degrade engine performance. This study aims to identify the cause of damage to the turbocharger bearing, its impact on the auxiliary engine, and its repair efforts in MV Armada Sejati. The method used is qualitative descriptive with a fishbone approach. Data was collected through observation, interviews, and documentation. The results of the study showed that the damage was caused by the mixing of lubricating oil with exhaust gases, the wear of the sealing bush, and the clogging of the oil pump holes. The impact includes reduced air supply, damage to the piston rings, and imperfect combustion so that engine power decreases. Prevention efforts are carried out with regular maintenance of turbochargers, replacement of old components, and periodic changes of lubricating oil

Corresponding Author:

Muhammad Sadeli Ashari

Program Studi Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal, Politeknik Pelayaran Surabaya

Jl. Gunung Anyar Boulevard No.1, Gn. Anyar, Kec. Gn. Anyar, Surabaya, Jawa Timur 60294

Email: sadeliashari89@gmail.com

PENDAHULUAN

Mesin penggerak utama (MPU) atau mesin induk pada kapal merupakan komponen mekanis utama yang berperan dalam menghasilkan daya dorong untuk menggerakkan kapal melalui media air. Mesin ini diklasifikasikan menjadi dua jenis berdasarkan prinsip kerjanya, yaitu mesin pembakaran luar (external combustion engine) yang umumnya berupa turbin uap, serta mesin pembakaran dalam (internal

combustion engine) yang lazimnya menggunakan mesin diesel sebagai sumber tenaganya (Marsudi,2022).

Menurut Kumar (2015), Diesel generator adalah sistem pembangkit listrik yang menggunakan mesin diesel sebagai penggerak utama untuk memutar rotor generator. Sistem ini dirancang untuk menyediakan daya cadangan atau daya utama, tergantung pada kebutuhan operasional, dengan efisiensi yang tinggi dalam konsumsi bahan bakar.

Mesin diesel diklasifikasikan menjadi dua tipe berdasarkan siklus kerjanya, yakni mesin dua langkah (two-stroke) dan mesin empat langkah (four-stroke). Kedua tipe mesin ini menerapkan dua metode sistem pemasukan udara ke dalam silinder untuk keperluan proses pembakaran, yaitu Sistem pemasukan secara hisap bekerja dengan mengandalkan ruang hampa yang terbentuk di dalam silinder ketika piston bergerak turun, sehingga udara luar dapat masuk ke dalam ruang bakar, serta sistem pemasukan secara tekan yang menggunakan bantuan perangkat Turbocharger guna meningkatkan tekanan udara masuk ke ruang bakar. (Marsudi, 2022).

Menurut Sukoco & Arifin (2013), Turbocharger merupakan suatu perangkat tambahan pada sistem pemasukan udara yang berfungsi untuk meningkatkan densitas udara yang masuk ke dalam silinder dengan memanfaatkan energi kinetik dari gas buang (exhaust gas). Alat ini mengubah sistem pemasukan udara dari yang semula bersifat alami (naturally aspirated), yang bergantung pada kevakuman akibat gerakan piston saat langkah isap, menjadi sistem pemasukan paksa (forced induction), di mana udara ditekan masuk ke dalam silinder oleh kompresor (blower) yang digerakkan oleh turbin yang berputar akibat tekanan gas buang dari mesin.

Turbocharger merupakan sebuah pesawat bantu yang berfungsi untuk menambah jumlah udara yang masuk ke dalam silinder dengan cara memanfaatkan energi gas buang dari hasil pembakaran dalam silinder. Gas buang tersebut akan memutar turbin bagian turbine side pada turbocharger kemudian ditransmisikan ke kompresor bagian blower side. Kompresor tersebut berputar dan menghisap udara luar dan di tekan masuk ke dalam intercooler yang berfungsi untuk mendinginkan udara sebelum masuk ke dalam silinder guna meningkatkan massa oksigen yang terdapat pada udara luar yang di hisap oleh kompresor (Sumardiyanto,2017).

Udara bilas merupakan udara yang digunakan dalam proses pembilasan, yaitu pembersihan sisa-sisa gas hasil pembakaran dari dalam ruang silinder. Efektivitas dan kualitas udara bilas sangat bergantung pada performa turbocharger. Penurunan massa aliran udara masuk, yang dapat disebabkan oleh berbagai faktor operasional atau teknis, akan mengakibatkan proses pembakaran menjadi tidak optimal. Kondisi ini secara visual dapat dikenali melalui peningkatan kepadatan asap berwarna hitam, yang menandakan tidak tercukupinya suplai udara untuk mendukung pembakaran yang sempurna (Sumardiyanto,2017).

Berdasarkan pengalaman peneliti, penelitian ini menjelaskan terjadinya kerusakan pada turbocharger yang berdampak pada daya generator dalam penerangan diatas kapal dan terjadinya getaran pada alternator. Pada saat melaksanakan praktek laut terjadinya penurunan daya pada generator. Pada tanggal 15 April 2024 dari Tarakan Kalimantan Utara menuju ke Surabaya dengan kecepatan 9 knot. Penerangan diatas kapal menjadi berkurang dan terdapat bunyi getaran pada alternator.

Saat melakukan analisis guna mengetahui apa yang menyebabkan sehingga terjadi berkurangnya penerangan dan getarnya pada alternator generator, dan mendapati penyebab dari masalah tersebut yaitu kerusakan pada turbocharger.

Penelitian tentang kerusakan turbocharger pernah dibahas dalam penelitian sebelumnya oleh Resa Giofani dengan faktor ketidaksesuaian Plan Maintenance System (PMS) yang dilakukan dan terjadinya surging pada turbocharger, karena dapat mempengaruhi pada kinerja generator dimana generator yang berfungsi untuk menghasilkan listrik di atas kapal (Resa, 2021).

Pembeda dengan peneliti sebelumnya yaitu peneliti mendapati penyebab kerusakan turbocharger yang diakibatkan kurangnya melakukan perawatan sesuai manual book dan terjadinya surging pada turbocharger.

URAIAN TEORI

Generator

Generator merupakan salah satu peralatan bantu di atas kapal yang berfungsi sebagai sumber pembangkit energi listrik guna memenuhi seluruh kebutuhan kelistrikan selama operasi kapal. Dalam menentukan kapasitas generator yang akan digunakan, dilakukan analisis beban (load analysis) untuk menghitung total kebutuhan daya serta fluktuasi pemakaian listrik berdasarkan berbagai kondisi operasional kapal, seperti saat manuver, pelayaran, berlabuh, sandar di pelabuhan, maupun kondisi khusus lainnya (velayaqi,2022).

Turbocharger

Menurut Sulisty, & Ihsan (2018), turbocharger diklasifikasikan sebagai komponen pendukung pada mesin bensin maupun diesel yang berperan dalam meningkatkan suplai udara masuk ke dalam ruang bakar, sehingga mampu meningkatkan efisiensi volumetrik dan menghasilkan output daya yang lebih besar.

Prinsip Kerja Turbocharger

Menurut Marsudi & Khusniawati, (2022), Prinsip kerja turbocharger adalah meningkatkan massa udara yang masuk ke dalam ruang silinder guna mendukung proses pembakaran yang lebih efisien. Turbocharger merupakan perangkat tambahan yang berfungsi untuk meningkatkan suplai udara ke dalam ruang bakar dengan memanfaatkan energi kinetik dari gas buang. Perangkat ini mengubah sistem pemasukan udara dari yang semula bersifat alami (naturally aspirated), yang bergantung pada kevakuman akibat gerakan piston selama langkah isap, menjadi sistem pemasukan paksa (forced induction), di mana udara dikompresi oleh kompresor yang digerakkan oleh turbin berbasis gas buang. Untuk menghasilkan pembakaran yang sempurna, diperlukan peningkatan massa udara yang disesuaikan dengan volume bahan bakar yang diinjeksikan. Ketika kerapatan udara meningkat sebelum masuk ke ruang silinder, seluruh bahan bakar dapat terbakar secara sempurna, sehingga menghasilkan peningkatan daya mesin. Oleh karena itu, mesin diesel yang dilengkapi dengan turbocharger bertujuan untuk meningkatkan densitas udara masuk, sehingga mampu menghasilkan daya lebih besar dibandingkan mesin berukuran sama tanpa turbocharger.

Teori Penyediaan Udara

Dalam proses pembakaran di dalam ruang silinder, ketersediaan salah satu elemen utama dari segitiga api, yaitu udara atau oksigen, menjadi faktor krusial untuk memastikan terjadinya pembakaran yang optimal. Oleh karena itu, diperlukan suatu perangkat yang mampu menyuplai udara dalam jumlah yang mencukupi untuk memenuhi kebutuhan pembakaran. Turbocharger berfungsi sebagai komponen induksi paksa yang berperan dalam meningkatkan massa udara masuk ke dalam ruang bakar, sehingga mampu meningkatkan efisiensi pembakaran serta output daya mesin.

Menurut Sumardiyanto & Susilowati (2017), Fungsi utama dari turbocharger adalah menyuplai udara bertekanan ke ruang bakar untuk meningkatkan efisiensi proses pembakaran. Pemasangan turbocharger bertujuan untuk memanfaatkan energi kinetik dari gas buang yang sebelumnya terbuang percuma. Gas buang tersebut digunakan untuk memutar turbin, yang secara mekanis menggerakkan kompresor. Kompresor kemudian menghisap udara dari lingkungan luar dan menyalurkannya melalui intake manifold ke dalam silinder. Peningkatan tekanan udara ini menghasilkan rasio kompresi yang lebih tinggi dalam ruang bakar, sehingga diperlukan penyesuaian jumlah bahan bakar agar proses pembakaran berlangsung optimal dan daya mesin meningkat secara signifikan. Namun, apabila pasokan bahan bakar tidak seimbang dengan peningkatan tekanan kompresi, hal ini dapat menyebabkan pembakaran tidak sempurna, peningkatan temperatur ruang bakar, dan berpotensi menimbulkan gejala overheating pada mesin.

METODE PENELITIAN

Peneliti menggunakan metode penelitian deskriptif kualitatif untuk mendapatkan dan mengolah data yang akan di teliti. Tujuan dari metode penelitian ini adalah untuk memberikan gambaran terkait apa yang peneliti alami selama melaksanakan kegiatan praktek laut sesuai dengan fakta dan data yang telah diperoleh dan diolah. Dari permasalahan yang peneliti alami selama berada di atas kapal yang nantinya akan peneliti bahas dan diharapkan dan memberikan solusi terkait permasalahan serupa. Berdasarkan waktu penelitian pada saat penulis melakukan pengambilan data objek penelitian. Penelitian sendiri dilaksanakan selama 12 bulan dari tanggal 11 Agustus 2023 sampai 11 Agustus 2024. Penelitian ini dilaksanakan di kapal MV ARMADA SEJATI dari PT SALAM PASIFIC INDONESIA LINES yang dilengkapi dengan turbocharger pada mesin auxiliary engine. Sumber penelitian yang digunakan dalam karya ilmiah terapan menggunakan sumber data sekunder.

HASIL PENELITIAN

Hasil Observasi

Dalam praktik operasional di lapangan, permasalahan yang menyebabkan kerusakan bearing pada sisi turbin auxiliary engine di kapal MV Armada Sejati terbukti lebih kompleks dibandingkan dengan yang dibayangkan secara teoritis. Salah satu faktor penyebabnya adalah gangguan pada sistem pelumasan, yang ditandai dengan kondisi minyak pelumas yang terkontaminasi. Kontaminasi ini mengakibatkan penurunan efektivitas pelumasan serta mempercepat keausan pada komponen seperti sealing bush.

Pada tanggal 15 April 2024, saat kapal MV Armada Sejati berlayar dari Tarakan menuju Surabaya, terjadi gangguan pada auxiliary engine. Gejala awal yang terdeteksi adalah penurunan intensitas penerangan di atas kapal serta munculnya getaran yang tidak normal pada alternator. Menanggapi hal tersebut, dilakukan pemeriksaan pada auxiliary engine untuk mengidentifikasi penyebab gangguan. Hasil pemeriksaan menunjukkan bahwa penurunan daya listrik disebabkan oleh turunnya kinerja turbocharger, yang berkaitan dengan sistem pelumasan yang tidak bekerja secara optimal. Ditemukan bahwa minyak pelumas telah terkontaminasi, yang diakibatkan oleh keausan pada sealing bush. Keausan ini memungkinkan gas buang dari hasil pembakaran masuk ke dalam sistem pelumasan turbocharger. Kondisi tersebut menyebabkan turunnya efisiensi pelumasan dan berdampak langsung pada performa auxiliary engine. Keausan pada sealing bush terjadi karena waktu operasi (running hours) telah melebihi batas yang direkomendasikan dalam manual book. Akibatnya, daya yang dihasilkan oleh auxiliary engine menurun, yang turut memengaruhi sistem penerangan kapal. Sebagai langkah perbaikan, dilakukan overhaul pada turbocharger, termasuk penggantian spare part dan minyak pelumas dengan yang baru, guna mengembalikan kinerja sistem ke kondisi optimal.

Tabel 1 menunjukkan spesifikasi tipe turbocharger yang digunakan pada kapal MV Armada Sejati. Tabel 2 berisi data jam kerja komponen turbocharger berdasarkan manual book, sedangkan Tabel 3 menyajikan data jam kerja aktual hasil observasi di atas kapal MV Armada Sejati

Tabel 1. Spesifikasi Turbocharger

TYPE	VTR 160
MAKER	BROWN BOVERI CIE BADEN
MAX SPEED	45.000 Rpm
Standard Inlet Pressure	13.1 - 29,5 kgf/cm ²
Standard Inlet Temperature	620 o C

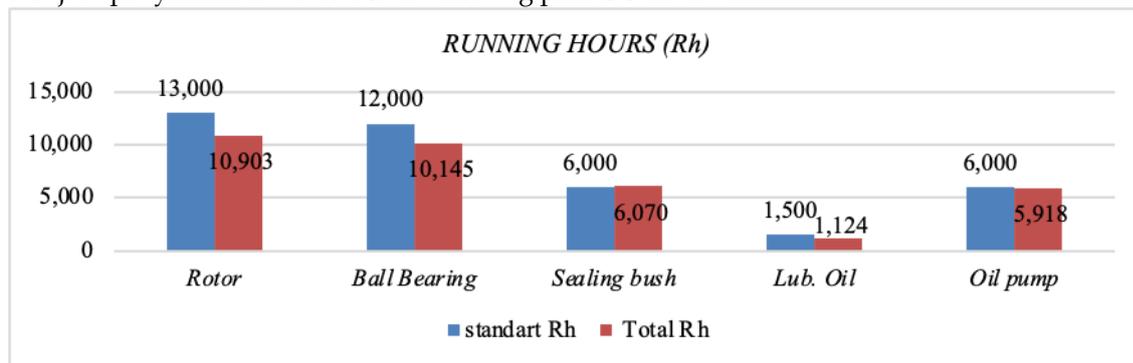
Tabel 2. Data Jam Kerja Komponen Turbocharger Berdasarkan Manual Book

No	Name part	Rh in manual book
1.	Rotor	13.000
2.	Ball Bearing	12.000
3.	Sealing bush	6.000
4.	Lub. Oil	1.500
5.	Oil pump	6.000

Tabel 3. Data Jam Kerja Komponen Turbocharger Aktual Berdasarkan Observasi

No	Name Part	RH		
		Last Month	This Month	Total
1.	Rotor	10450	453	10903
2.	Ball Bearing	9560	585	10145
3.	Sealing bush	5650	420	6070
4.	Lub. Oil	789	335	1124
5.	Oil pump	5678	240	5918

Berdasarkan data pada Tabel 4 dan Grafik 1, diketahui bahwa jam kerja (running hours) sealing bush telah melebihi batas yang ditetapkan dalam manual book. Keausan pada sealing bush tersebut menjadi penyebab utama kerusakan bearing pada sisi turbin.



Gambar 1. Data Running Hours

Tabel 4. Data hasil observasi sisa jam kerja part turbocharger

No	Name Part	Standart Rh	Total Rh	Keterangan
1.	Rotor	13000	10903	2097
2.	Ball Bearing	12000	10145	1855
3.	Sealing Bush	6000	6070	70
4.	Lub. Oil	1500	1124	376
5.	Oil Pump	6000	5918	82

Hasil Wawancara

Hasil penelitian yang diambil dari metode wawancara, peneliti melakukan wawancara kepada KKM (Chief Engineer), masinis 3 (3rd Engineer), dan masinis 2 (2nd Engineer) kapal MV Armada Sejati selama peneliti melaksanakan praktek laut. Peneliti melakukan wawancara kepada 3 narasumber tersebut karena narasumber memiliki pengetahuan dan pengalaman mengenai perawatan dan perbaikan terhadap turbocharger.

Berikut adalah peran dan tanggung jawab KKM (chief engineer), masinis 3 (3rd Engineer), dan masinis 2 (2nd Engineer) diatas kapal:

- 1) Chief Engineer (KKM) adalah perwira mesin yang bertanggung jawab penuh atas semua hal yang berkaitan dengan mesin kapal.
- 2) Masinis 2 (2nd Engineer) adalah perwira kapal yang bertanggung jawab atas operasional dan perawatan mesin induk kapal di bawah pengawasan langsung chief engineer (KKM)
- 3) Masinis 3 (3rd Engineer) perwira kapal yang bertanggung jawab atas operasional dan perawatan mesin bantu (auxiliary engine) kapal di bawah pengawasan langsung chief engineer (KKM).

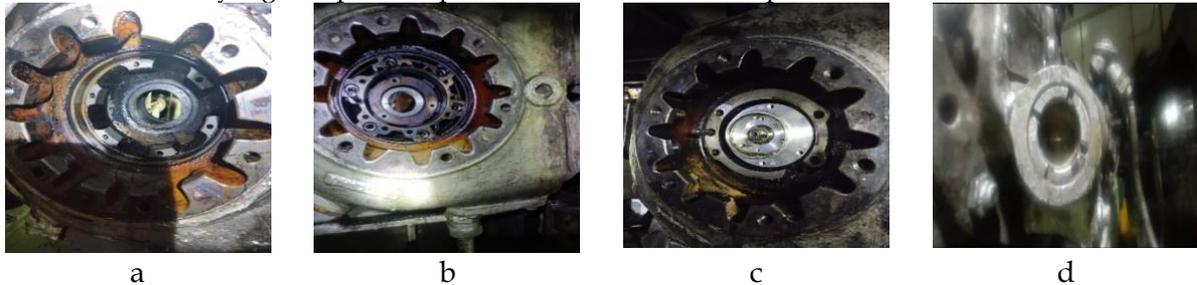
Berdasarkan hasil wawancara dengan KKM (chief engineer), masinis 2 (2nd Engineer), dan masinis 3 (3rd Engineer), terdapat beberapa jawaban yang secara konsisten disebutkan oleh narasumber sebagai penyebab, dampak, dan upaya mengatasi rusaknya bearing turbine side turbocharger pada

auxiliary engine, yaitu:

- 1) Penyebab rusaknya bearing turbine side turbocharger:
 - (a) Kotornya pada minyak lumas.
 - (b) Ausnya pada sealing bush.
 - (c) Tersumbatnya lubang pada oil pump.
- 2) Dampak rusaknya bearing turbine side turbocharger:
 - (a) Suplai udara berkurang.
- 3) Upaya mengatasi rusaknya bearing turbine side turbocharger:
 - (a) Melakukan pergantian part yang sudah rusak dengan part yang baru.
 - (b) Melakukan perawatan secara rutin berdasarkan PMS (Planned Maintenance System) pada turbocharger.

Hasil Dokumentasi

Selain itu juga terdapat dokumentasi foto ruang auxiliary engine MV Armada Sejati terdapat beberapa bagian yang bisa mengurangi kinerja dari proses pelumasan bearing turbine side turbocharger. Berikut adalah foto yang didapat oleh peneliti saat melaksanakan penelitian.



Gambar 2. (a) Aus Pada Sealing Bush (b) Sealing Bush Baru (c) Lubang oil pump setelah dibersihkan (d) Kondisi Minyak Lumas

Gambar 2a menunjukkan sealing bush yang mengalami keausan akibat jam kerja yang telah melebihi batas standar sesuai instruction manual book pada kapal MV Armada Sejati. Gambar 2b memperlihatkan sealing bush baru yang telah dipasang sebagai pengganti komponen yang aus. Gambar 2c menampilkan kondisi lubang oil pump setelah dibersihkan dari sumbatan yang disebabkan oleh minyak lumas yang kotor. Sementara itu, Gambar 2d menunjukkan kondisi minyak lumas pada turbocharger setelah dilakukan penggantian dengan minyak baru untuk mengatasi kontaminasi.

Analisis Data

Peneliti menyederhanakan proses analisis kerusakan bearing turbine side turbocharger dengan memanfaatkan teknik analisis fishbone. Sebuah diagram berbentuk tulang ikan yang menguraikan hubungan sebab-akibat secara sistematis. Dengan pendekatan ini, setiap kerusakan ditelusuri hingga ke akar permasalahannya, karena di balik setiap masalah pasti terdapat penyebab yang dapat diidentifikasi dan diatasi. Teknik ini menggunakan beberapa faktor, antara lain manusia, mesin, metode, dan material. Berikut adalah diagram fishbone dari hasil analisis data yang dibuat oleh penulis:

- 1) Identifikasi masalah

Peneliti menggunakan judul dari skripsi sebagai kepala dari fishbone diagram untuk menggambar masalah utama.

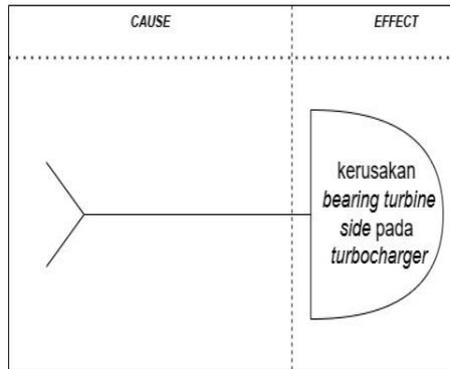


Diagram 1. Pernyataan Masalah

2) Mengidentifikasi faktor penyebab utama.

Peneliti menemukan faktor manusia, mesin, metode, dan material sebagai faktor penyebab dari masalah utama.

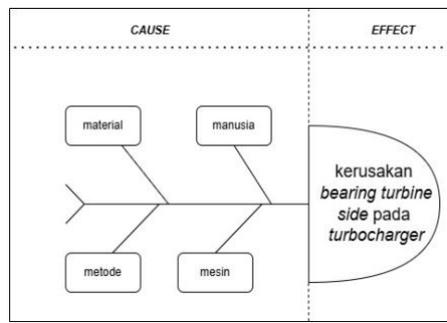


Diagram 2. Faktor Penyebab Utama

3) Menemukan sebab – sebab potensial.

Peneliti menemukan sebab – sebab potensial sebagai faktor dari penyebab utama masalah utama.

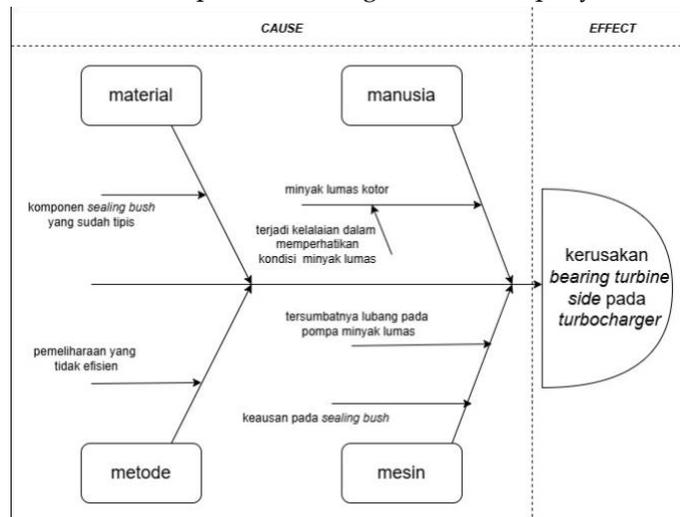


Diagram 3. Sebab – Sebab Potensial

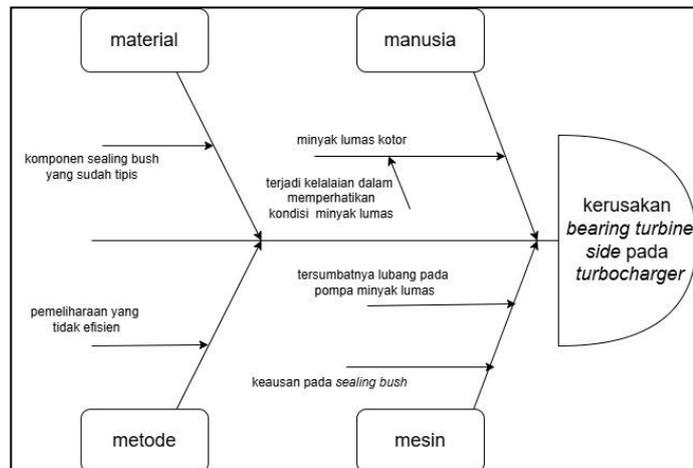


Diagram 4. Diagram Fishbone

4) Menganalisis diagram.

Untuk menentukan akar penyebab utama dari permasalahan terhadap rusaknya bearing turbine side turbocharger pada auxiliary engine di kapal MV Armada Sejati, peneliti telah menggunakan diagram fishbone untuk membantu menemukan akar penyebab permasalahan analisis kerusakan bearing turbine side turbocharger pada auxiliary engine dan akan peneliti tentukan penyebab utama pada penjelasan berikut:

(a) Manusia

Minyak lumas yang sudah kotor merupakan salah satu faktor penyebab rusaknya pada bearing turbine side turbocharger. Berdasarkan hasil wawancara, minyak lumas yang kotor disebabkan oleh kurangnya perawatan dan pengecekan secara rutin pada saat kru mesin melaksanakan dinas jaga.

(b) Mesin

Terjadi kerusakan bearing turbine side turbocharger pada auxiliary engine disebabkan karena sealing bush yang sudah aus. Berdasarkan hasil wawancara, hal ini terjadi kurangnya pemeliharaan pada turbocharger pada auxiliary engine.

(c) Metode

Berdasarkan hasil wawancara. Kurangnya pemeliharaan, pengecekan dan jadwal perawatan secara berkala terhadap minyak lumas dan sealing bush, yang dapat memperburuk jalannya sistem pelumasan dan sistem kerja pada turbocharger.

(d) Material

Berdasarkan hasil data observasi yang didapat oleh peneliti, sealing bush yang sudah melebihi Running Hours yang sudah ditentukan pada manual book yang dapat menyebabkan sealing bush akan cepat aus, dan membuat material dari pada sealing bush menjadi lebih tipis dari pada standart manual book, yang bisa menyebabkan gas buang yang terkompresi oleh piston lolos.

PEMBAHASAN

1) Apa faktor yang menyebabkan kerusakan bearing turbocharger pada auxiliary engine di kapal MV ARMADA SEJATI?

a. Minyak lumas yang kotor

Minyak lumas berfungsi utama untuk melumasi bagian-bagian turbocharger, mengurangi gesekan antara komponen yang bergerak seperti poros turbin dan bantalan, mencegah

overheating dengan mendisipasikan panas yang dihasilkan oleh gesekan dan gas buang bersuhu tinggi, dan melindungi komponen dari keausan dan korosi.

Kotornya pada minyak lumas disebabkan ada kebocoran dari sealing bush sehingga gas buang dari auxiliary engine menjadi tercampur dengan minyak lumas sehingga sistem pelumasan pada turbocharger tidak optimal dan terjadi rusaknya pada bearing turbine side turbocharger.

b. Keausan pada sealing bush

Sealing bush merupakan salah satu komponen dari pada turbocharger yang berfungsi untuk sebagai bantalan dari pada rotor turbocharger. Ausnya pada sealing bush ini disebabkan oleh faktor usia dari pada sealing bush, jika sealing bush mengalami keausan maka bisa menyebabkan gas buang hasil pembakaran yang terkompresi akan lolos masuk ke dalam bagian sistem pelumasan sehingga tercampur dengan minyak pelumas yang menyebabkan sistem pelumasan tidak berjalan optimal.

c. Tersumbatnya lubang pada Oil pump.

Oil pump merupakan salah satu komponen mesin yang mempunyai fungsi untuk memompa minyak lumas yang berfungsi untuk melumasi komponen pada turbocharger, salah satunya untuk melumasi bearing turbine side.

Pada Oil pump terdapat beberapa lubang yang berfungsi sebagai line dari pada minyak lumas sendiri yang berfungsi untuk melumasi komponen pada turbocharger salah satunya untuk melumasi bearing turbine side, tersumbatnya lubang pada Oil pump tersebut disebabkan adanya kerak yang disebabkan oleh terlambatnya dalam pergantian minyak lumas yang sudah kotor.

2) Bagaimana dampak kerusakan pada bearing turbine side turbocharger?

a. Suplai udara berkurang.

Salah satu dampak dari kerusakan pada bearing turbocharger aada kurangnya suplai udara, karena pada dasarnya didalam sistem kerja suatu mesin yaitu pembakaran, didalam pembakaran tersebut membutuhkan segitiga api yaitu, panas, udara, dan bahan bakar. Jika udara bilas pada auxiliary engine berkurang, bisa menyebabkan rusaknya pada ring piston dan pembakaran yang dihasilkan oleh auxiliary engine tersebut menjadi pembakaran tidak sempurna sehingga daya power pada auxiliary engine tersebut berkurang.

b. Auxiliary engine membutuhkan power atau tenaga untuk memutar rotor dari alternator, jika beban yang diinginkan maka semakin besar power atau tenaga auxiliary engine yang dibutuhkan.

3) Bagaimana upaya dalam mengatasi rusaknya bearing pada turbocharger?

a. Kotornya minyak lumas

Cara mengatasi minyak lumas yang kotor yaitu dengan cara mengganti minyak lumas dengan yang baru. Adapun cara melakukannya yaitu pertama-tama siapkan wadah untuk menampung minyak lumas yang kotor kemudian letakkan pas dibawah turbocharger setelah itu bukan baut drain pada turbocharger sampai minyak lumas yang kotor mengalir jatuh ke wadah sampai habis, dan setelah itu buka cover pada bagian turbine side setelah itu bersihkan bagian-bagian turbine side yang telah dilumasi oleh minyak dengan menggunakan alat pembersih seperti WD lalu disikat sampai bersih.

Setelah turbine side selesai di bersihkan kemudian pasang Kembali cover turbine side dan jangan lupa juga untuk pasang kembali baut drain dan kemudian isi kembali turbine side dengan minyak lumas yang baru sesuai dengan kapasitas minyak lumas yang dibutuhkan.

b. Keausan pada sealing bush.

Cara untuk mengatasi ausnya pada sealing bush yaitu dengan cara mengganti sealing bush

yang baru. Adapun cara cara mengganti sealing bush yaitu:

- i. Drain terlebih dahulu minyak lumas blower side dan turbine side.
 - ii. Buka cover blower side dan turbine side.
 - iii. Setelah itu, bongkar semua komponen-komponen yang ada pada dalam turbocharger seperti; Oil pump, bearing, rotor, dll.
 - iv. Setelah dibongkar kemudian lepas sealing bush yang sudah aus dengan menggunakan alat tracker, kemudian ganti dengan sealing bush yang baru.
 - v. Setelah sealing bush yang baru selesai dipasang, selanjutnya instal kembali komponen-komponen turbocharger, seperti; Oil pump, rotor, bearing, dll.
 - vi. Sesudahnya komponen-komponen tersebut di instal, langkah selanjutnya ialah menutup kembali cover dari pada blower side dan turbine side dan kemudian isi kembali minyak lumas yang sebelumnya di drain.
 - vii. Turbocharger siap dirunning.
- c. Tersumbatnya lubang pada Oil pump.
- Tersumbatnya lubang pada Oil pump merupakan salah satu penyebab terjadinya rusaknya bearing turbine side turbocharger pada auxiliary engine. Oleh karena itu harus dilakukan penanganan yang serius untuk menanggulangi masalah tersebut dengan membuka dan memeriksa komponen tersebut. Adapun upaya pencegahan yaitu:
- i. Bersihkan Oil pump secara berkala dengan menggunakan cairan semprot seperti WD, bisa juga menggunakan DO (diesel oil) atau solar.
 - ii. Periksa kondisi Oil pump secara rutin.

PENUTUP

Berdasarkan analisis mendalam terhadap data dan temuan penelitian pada bab-bab sebelumnya, diperoleh kesimpulan bahwa kerusakan pada bearing turbine side di turbocharger tipe VTR-160 yang digunakan pada auxiliary engine kapal disebabkan oleh beberapa faktor utama. Pertama, kotornya minyak lumas yang disebabkan oleh kurangnya perawatan serta tercampurnya dengan gas buang, menyebabkan gangguan pada sistem pelumasan. Kedua, keausan pada sealing bush yang disebabkan oleh usia pakai yang melebihi batas Running Hours sesuai ketentuan pada manual book. Ketiga, tersumbatnya lubang pada oil pump akibat minyak lumas yang kotor dan tercampur dengan gas buang. Kerusakan pada bearing turbine side tersebut berdampak signifikan terhadap performa auxiliary engine, antara lain menurunnya suplai udara yang menyebabkan pembakaran menjadi tidak sempurna dan berkurangnya daya atau tenaga yang dihasilkan untuk memutar rotor pada alternator. Untuk menanggulangi kerusakan tersebut, dilakukan upaya berupa perawatan rutin turbocharger sesuai dengan Plan Maintenance System, pemeriksaan level minyak lumas secara berkala agar tetap berada di antara batas minimum dan maksimum, serta penggantian minyak lumas dan komponen turbocharger sesuai ketentuan dalam manual book dan spesifikasi pabrikan.

Berdasarkan kesimpulan di atas, peneliti menyarankan beberapa langkah yang dapat diterapkan oleh operator kapal dan pihak manajemen yang bertanggung jawab terhadap pemeliharaan pengoperasian auxiliary engine. Pertama, lakukan pemeriksaan dan penggantian minyak lumas secara berkala dengan memastikan penggunaan minyak lumas sesuai spesifikasi pabrikan, serta melakukan analisis minyak lumas secara berkala untuk mendeteksi kemungkinan kontaminasi atau penurunan kualitas. Kedua, lakukan pemeriksaan rutin terhadap komponen turbocharger seperti bearing, sealing, rotor, dan komponen lain yang rawan terhadap keausan atau kerusakan akibat gesekan. Ketiga, tingkatkan pengawasan dan pelatihan kru kapal agar mereka mampu mengenali gejala awal kerusakan pada turbocharger dan memahami prosedurnya dengan tepat. Langkah-langkah tersebut diharapkan dapat menjaga kinerja optimal auxiliary engine serta memperpanjang umur pakai komponen mesin di atas kapal.

REFERENSI

- Abby, D. H. (2021). Analisis ketidaknormalan turbocharger yang berdampak pada menurunnya performa mesin diesel generator di kapal MV KT 05 [Skripsi]. Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang. <http://repository.pip-semarang.ac.id/3569/>
- Anwar, H., & Sutrisno, D. (2023). Diagnosa kerusakan turbocharger dengan metode fault tree analysis pada mesin diesel kapal. *Jurnal Teknologi Transportasi Laut*, 4(1), 22–30.
- Dirhamsyah, D. K. (n.d.). Penyebab tingginya temperatur turbocharger mesin induk IHI Nagano AT14 di KMP Munggiyango Hulalo 1. *Jurnal Politeknik Pelayaran Surabaya*. (Informasi volume dan tahun tidak tersedia, mohon dilengkapi bila ada.)
- Hidayat, S. (2019). Peran turbocharger dalam meningkatkan efisiensi pembakaran mesin diesel kapal. *Jurnal Teknologi Maritim*, 3(2), 20–28.
- Marsudi, S. (2022). Pengaruh performa turbocharger terhadap kinerja mesin induk di MT. Green Park. *Zona Laut: Jurnal Inovasi Sains dan Teknologi Kelautan*, 3(2), 25–29. <https://doi.org/10.62012/zl.v3i2.22074>
- Nurhalim, A., & Rachman, M. T. (2020). Studi kerusakan sistem turbocharger pada kapal perikanan. *Jurnal Teknologi Perikanan dan Kelautan*, 9(2), 55–62.
- Permata, I. D. (2020). Analisis fishbone diagram untuk mengevaluasi proses bisnis distribusi air pada PDAM: Studi kasus pada PDAM Tirta Raya Kabupaten Kubu Raya. *Financial: Jurnal Akuntansi*, 6(1), 1–16. <https://doi.org/10.37403/financial.v6i1.130>
- Prasetyo, A. W. (2021). Evaluasi performa turbocharger setelah overhaul pada kapal tanker. *Jurnal Inovasi Teknologi dan Rekayasa*, 5(1), 12–18.
- Simanjuntak, R. P. (2018). Analisis kerusakan turbocharger pada kapal niaga berbasis data historis. *Jurnal Teknik Mesin Kapal*, 7(1), 44–50.
- Sumardiyanto, D., & Susilowati, S. E. (2017). Pengaruh kondisi udara bilas terhadap kinerja mesin diesel. *Jurnal Konversi Energi dan Manufaktur*, 4(2), 81–88. <https://doi.org/10.21009/jkem.4.2.5>
- Suryadi, A. (2022). Pemeliharaan sistem udara masuk mesin diesel berbasis turbocharger. *Jurnal Pemeliharaan Mesin Kapal*, 6(2), 33–39.
- Velayaqui, M. F. (2020). Kerusakan turbocharger yang mempengaruhi kerja auxiliary diesel engine di MV Sri Wandari Indah [Skripsi]. Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.
- Wandari, S., Velayaqui, F., & Maulana, F. (2020). Kerusakan turbocharger yang mempengaruhi kerja auxiliary diesel engine di MV Sri Wandari Indah. *Resa Giofani Journal*, 2.
- Yusuf, M. (2016). *Metodologi penelitian: Kuantitatif, kualitatif & penelitian gabungan*. Jakarta: Kencana.
- Zakariah, M. A., Afriani, V., & Zakariah, K. M. (2020). *Metodologi penelitian kualitatif, kuantitatif, action research, dan R&D*. Yogyakarta: YPPA Mandiri Widya Karya.