

LAPORAN TUGAS AKHIR
KARYA ILMIAH TERAPAN

**PENGARUH KERUSAKAN TURBOCHARGE
TERHADAP KINERJA *AUXILIARY ENGINE***



HENDRA WIRAYOGA
NIT 22 36 306 3 008

disusun sebagai salah satu syarat
menyelesaikan program Pendidikan Sarjana Terapan

POLITEKNIK PELAYARAN SURABAYA
PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA PERMESINAN KAPAL
TAHUN 2026

LAPORAN TUGAS AKHIR
KARYA ILMIAH TERAPAN

**PENGARUH KERUSAKAN TURBOCHARGE
TERHADAP KINERJA *AUXILIARY ENGINE***



HENDRA WIRAYOGA
NIT 22 36 306 3 008

disusun sebagai salah satu syarat
menyelesaikan program Pendidikan Sarjana Terapan

POLITEKNIK PELAYARAN SURABAYA
PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA PERMESINAN KAPAL
TAHUN 2026

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Hendra Wirayoga

Nomor Induk Taruna : 22 36 306 3 008

Program Studi : Diploma IV Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal

Menyatakan bahwa KIT yang saya tulis dengan judul :

PENGARUH KERUSAKAN TURBOCHARGE TERHADAP KINERJA AUXILIARY ENGINE

Merupakan karya asli seluruh ide yang ada dalam KIT tersebut, kecuali tema yang saya nyatakan sebagai kutipan, merupakan ide saya pribadi. Jika pernyataan di atas tidak benar, maka saya bersedia menerima sanksi yang ditetapkan oleh Politeknik Pelayaran Surabaya

Surabaya, 26 Agustus 2026



HENDRA WIRAYOGA

NIT. 22 36 306 3 008

ABSTRAK

HENDRA WIRA YOGA. Pengaruh Kerusakan *Turbocharge* terhadap kinerja *auxiliary engine*. Dengan metode kuantitatif. Dibimbing oleh Bapak Azis Nugroho, S.E., M.Pd. dan Bapak Drs. Teguh Pribadi, M.Si. QIA.

Karya ilmiah ini untuk menganalisis Pengaruh Kerusakan Turbocharge terhadap kinerja *auxiliary engine*. Turbocharger berperan sebagai perangkat pendorong udara yang memanfaatkan aliran gas buang hasil pembakaran mesin bantu kapal. Tujuannya adalah menyuplai udara yang lebih banyak dan padat ke ruang silinder guna mendukung proses pembilasan serta pembakaran bahan bakar. Komponen ini sangat menentukan performa keseluruhan mesin bantu; jika mengalami gangguan atau kerusakan, proses kerja mesin tidak akan berjalan maksimal dan efisiensi pun menurun. Metode yang diterapkan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif dengan pendekatan kuantitatif. Pendekatan tersebut digunakan untuk memperoleh gambaran mengenai kondisi objek penelitian berdasarkan hasil pengukuran dan analisis data. Penghimpunan data dilakukan melalui observasi terhadap objek penelitian, wawancara dengan personel yang terkait dengan pengoperasian dan perawatan mesin, serta penelaahan dokumen sebagai data pendukung guna meningkatkan keakuratan hasil analisis. Temuan penelitian menunjukkan bahwa upaya untuk meminimalkan kerusakan turbocharger perlu dilakukan melalui penerapan sistem perawatan yang terencana dan berkesinambungan. Langkah yang direkomendasikan meliputi pelaksanaan pemeriksaan serta pemeliharaan turbocharger secara periodik, disertai perawatan *auxiliary diesel engine* beserta seluruh komponen pendukungnya sesuai prosedur yang tercantum dalam Planned Maintenance System (PMS). Dengan penerapan pemeliharaan yang konsisten, keandalan mesin dapat dipertahankan, efisiensi operasional meningkat, dan potensi terjadinya gangguan pada sistem mesin bantu dapat ditekan.

Kata Kunci : *turbo charge*, kinerja, *auxiliary engine*, pms.

ABSTRACT

HENDRA WIRA YOGA. Effect of Turbocharge Damage on Auxiliary engine Performance. With a quantitative method. Guided by Mr. Azis Nugroho, S.E., M.Pd. and Mr. Drs. Teguh Pribadi, M.Sc.QIA.

This scientific paper is to analyze the Effect of Turbocharge Damage on the performance of auxiliary engines. The turbocharger acts as an air propulsion device that utilizes the flow of exhaust gases from the combustion of the ship's auxiliary engine. The goal is to supply more and dense air to the cylinder chamber to support the rinsing and fuel burning process. This component greatly determines the overall performance of the auxiliary machine; If there is a disturbance or damage, the machine work process will not run optimally and efficiency will decrease. The method applied in this study is a descriptive method with a quantitative approach. This approach is used to obtain an overview of the condition of the research object based on the results of measurement and data analysis. Data collection is carried out through observation of research objects, interviews with personnel related to machine operation and maintenance, and document review as supporting data to improve the accuracy of analysis results. The findings of the study suggest that efforts to minimize turbocharger damage need to be made through the implementation of a planned and continuous maintenance system. The recommended steps include the implementation of periodic inspection and maintenance of the turbocharger, accompanied by maintenance of the auxiliary diesel engine and all its supporting components according to the procedures listed in the Planned Maintenance System (PMS). With consistent maintenance implementation, machine reliability can be maintained, operational efficiency is improved, and the potential for tampering with the auxiliary machine system can be suppressed.

Keywords: *turbo charge, performance, auxiliary engine, pms.*

KATA PENGANTAR

Atas izin Allah SWT, segenap puji bagi-Nya, saya berhasil menyelesaikan Karya Ilmiah Terapan ini dengan baik. Penelitian ini menjadi salah satu bagian penegasan akademik agar meraih ijazah akademik sarjana terapan IV Pelayaran di Politeknik Pelayaran Surabaya. Adapun judul penelitian yang dipilih adalah:

"PENGARUH KERUSAKAN TURBOCHARGER TERHADAP KINERJA AUXILIARY ENGINE"

Dalam proses penyusunan Karya Ilmiah Terapan ini, peneliti menghadapi berbagai tantangan dan hambatan. Namun, berkat dukungan, arahan, serta bimbingan dari berbagai pihak, seluruh rangkaian penyusunan karya ilmiah ini dapat diselesaikan dengan baik. karena itu, di peluang ini peneliti mengemukakan apresiasi dan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Moejiono, M.T., M.Mar.E., selaku Direktur Politeknik Pelayaran Surabaya, senantiasa menyumbangkan pengembangan potensi, motivasi, dan dukungan kepada seluruh taruna dan taruni Politeknik Pelayaran Surabaya.
2. Ibu Monika Retno Gunarti, M.Pd., M.Mar.E., adalah pemimpin Program Studi D-IV TRPK yang selalu memberikan arahan, bimbingan, dan perhatian kepada seluruh taruna, khususnya mahasiswa sarjana terapan TRPK.
3. Bapak Azis Nugroho, S.E., M.Pd., adalah dosen pembimbing I memberikan arahan, masukan, serta motivasi sewaktu proses pembuatan Karya Ilmiah Terapan ini.
4. Bapak Drs. Teguh Pribadi, M.Si., QIA, yaitu dosen pembimbing II yang dengan penuh kesabaran menyumbangkan bimbingan, serta dukungan sehingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik.
5. Seluruh dosen beserta tenaga kependidikan Politeknik Pelayaran Surabaya yang telah menyumbangkan ilmu pengalaman, dan pelayanan selama penulis menempuh pendidikan.
6. Kedua orang tua tersayang yang senantiasa memberikan doa, kasih sayang, dukungan moral maupun material, serta semangat yang tidak pernah putus sehingga peneliti mampu menuntaskan Karya Ilmiah.

Peneliti sadar bahwa Karya Ilmiah Terapan ini masih didapatkan berbagai batasan dan belum sepenuhnya sempurna. sebab itu, kritik dan saran yang bersifat membangun diprediksi sebagai bahan evaluasi dan penyempurnaan di masa akan datang.

Surabaya,.....2026

HENDRA WIRA YOGA

NIT. 22 36 306 3 008

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PENYATAAN KEASLIAN.....	ii
PERSETUJUAN UJI KELAYAKAN.....	iii
PERSETUJUAN SEMINAR HASIL AKHIR	iv
PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR	v
PENGESAHAN PROPOSAL KARYA ILMIAH TERAPAN	vi
ABSTRAK	vii
<i>ABSTRACT</i>	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang Penelitian	1
B. Rumusan Masalah	3
C. Batasan Masalah.....	4
D. Tujuan Penelitian.....	4
E. Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
A. <i>Review</i> Penelitian Sebelumnya	7
B. Landasan Teori	8
C. Kerangka Pikir Penelitian	16
BAB III METODE PENELITIAN	18

A. Jenis Penelitian.....	18
B. Lokasi dan Waktu Penelitian.....	18
C. Variabel Penelitian	19
D. Subjek Penelitian.....	20
E. Teknik Pengumpulan Data dan Sumber Data	23
F. Teknik Analisis Data	25
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	30
A. Gambaran Umum Penelitian.....	30
B. Hasil Penelitian	31
C. Pembahasan.....	38
BAB V PENUTUP	40
A. Simpulan	40
B. Saran.....	41
DAFTAR PUSTAKA.....	43

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Review Penelitian Sebelumnya	7
Tabel 3. 1 Sampel Penelitian	22
Tabel 3. 2 Skala Likert	24
Tabel 3. 3 Nilai Koefisien Korelasi	28
Tabel 4. 1 Distribusi Frekuensi Kerusakan <i>Turbocharger</i> (X)	32
Tabel 4. 2 Analisis Statistik Deskriptif Kerusakan <i>Turbocharger</i> (X)	33
Tabel 4. 3 Distribusi Jawaban Kinerja <i>Auxiliary engine</i> (Y)	34
Tabel 4. 4 Analisis Statistik Deskriptif Kinerja <i>Auxiliary engine</i> (Y)	35
Tabel 4. 5 Hasil Uji Validitas Kerusakan <i>Turbocharger</i> (X)	36
Tabel 4. 6 Hasil Uji Validitas Kinerja <i>Auxiliary engine</i> (Y)	37

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 <i>Turbocharge</i>	9
Gambar 2. 2 Turbin Rumah Turbin (<i>Turbine Housing</i>)	10
Gambar 2. 3 Bilah Turbin.....	10
Gambar 2. 4 Rumah Kompresor.....	11
Gambar 2. 5 Bilah Kompresor.....	11
Gambar 2. 6 Poros Penghubung.....	12
Gambar 2. 7 <i>Bearing System</i>	12
Gambar 2. 8 <i>Oil Passages</i>	13
Gambar 2. 9 <i>Intercooler</i>	14
Gambar 2. 10 Cara Kerja <i>Turbocharge</i>	14
Gambar 2. 6 Kerangka Pikir Penelitian.....	17
Gambar 3. 3 <i>Crew List</i> MT. Bintang Fortuna	21
Gambar 4. 1 MT. Bintang Fortuna	30
Gambar 4. 2 Ship Particular	31

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Penelitian

Keberlangsungan operasional kapal sangat pengaruh oleh kinerja *auxiliary engine* sebagai mesin yang bertugas memasok tenaga listrik untuk berbagai sistem pendukung. Listrik yang dihasilkan digunakan untuk mengoperasikan peralatan esensial, antara lain pompa, sistem pendingin, perangkat navigasi, instalasi penerangan, dan fasilitas pendukung lainnya. Apabila kinerja *auxiliary engine* mengalami penurunan, maka pengoperasian berbagai sistem tersebut dapat terganggu dan berdampak pada kelancaran aktivitas kapal.

Keandalan turbocharger menjadi bagian yang menentukan kualitas performa *auxiliary engine*. Turbocharger yang bekerja sesuai dengan fungsinya mampu meningkatkan efisiensi proses pembakaran sehingga tenaga mesin yang dihasilkan menjadi lebih besar dengan pemakaian bahan bakar yang lebih hemat. Kojima dan Kopczynski (2008) menjelaskan bahwa mesin bantu yang menggunakan turbocharger dalam kondisi prima dapat menghasilkan peningkatan daya serta mengurangi konsumsi bahan bakar hingga kurang lebih 30% apabila dibandingkan dengan mesin yang mengalami penurunan performa.

Manfaat tersebut tidak hanya meningkatkan efektivitas operasional kapal, tetapi juga memberikan nilai ekonomis melalui pengurangan biaya bahan bakar dan mendukung upaya pengendalian emisi gas buang. Oleh sebab itu, pemeliharaan turbocharger perlu menjadi perhatian utama untuk menjaga

keandalan sistem permesinan kapal secara keseluruhan.

Pada pelaksanaan operasional kapal, turbocharger tidak terlepas dari risiko mengalami gangguan yang dapat menurunkan kualitas kinerjanya. Berbagai faktor dapat menjadi penyebab, di antaranya usia pakai komponen yang mengakibatkan keausan, pencemaran oli pelumas, terbentuknya deposit karbon, kegagalan pada sistem pelumasan, serta kesalahan dalam pengoperasian maupun pelaksanaan pemeliharaan. Stone (1999) menjelaskan bahwa kondisi tersebut berpengaruh langsung terhadap menurunnya efisiensi turbocharger sehingga kemampuan mesin dalam menghasilkan performa optimal ikut terdampak. Penurunan kinerja tersebut menyebabkan udara bertekanan yang dialirkan ke ruang bakar tidak lagi mencukupi.

Pemanfaatan energi serta meningkatkan jumlah emisi gas buang yang dilepaskan selama mesin beroperasi. Menurut Cziesla et al. (2003), penurunan tekanan udara yang disuplai oleh turbocharger berpengaruh langsung terhadap kualitas proses pembakaran, sehingga kinerja dan efisiensi mesin secara keseluruhan mengalami penurunan.

Dampak kerusakan turbocharger tidak hanya terbatas pada penurunan kualitas proses pembakaran, tetapi juga dapat memengaruhi keandalan komponen mesin lainnya. Gangguan seperti kebocoran gas buang atau meningkatnya temperatur akibat tidak optimalnya kinerja turbocharger berpotensi menyebabkan mesin mengalami overheat. Sorenson (1996) menjelaskan bahwa temperatur kerja yang melebihi batas normal mampu mempercepat laju keausan komponen mesin, sehingga kebutuhan perawatan maupun biaya perbaikan menjadi semakin tinggi. Sejalan dengan itu, Manepalli

et al. (2010) menyatakan bahwa menurunnya efisiensi mesin akibat kerusakan turbocharger akan meningkatkan biaya operasional kapal karena performa sistem permesinan tidak lagi bekerja secara optimal.

Dalam industri pelayaran modern, efisiensi penggunaan energi menjadi salah satu bagian yang mendapat perhatian. International Maritime Organization (IMO) melalui berbagai kebijakannya menempatkan efisiensi bahan bakar dan pengurangan emisi sebagai salah satu prioritas utama dalam operasional kapal (IMO, 2020). Oleh karena itu, kondisi turbocharger yang selalu terjaga menjadi salah satu faktor penting dalam mendukung tercapainya tersebut.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian mengenai pengaruh kerusakan turbocharger terhadap kinerja *auxiliary engine* memiliki nilai penting baik dari aspek teknis maupun ekonomis. Penelitian ini difokuskan pada identifikasi penyebab kerusakan turbocharger, analisis dampaknya terhadap performa *auxiliary engine*, serta upaya yang dapat diterapkan untuk mengurangi risiko kerusakan selama pengoperasian kapal.

B. Rumusan Masalah

Rumusan masalah disusun sebagai pedoman dalam pelaksanaan penelitian agar setiap tahapan penelitian berjalan secara terstruktur dan selaras dengan tujuan yang telah ditetapkan. rumusan masalah sebagai berikut :

1. Apakah gangguan dari kerusakan turbocharge terhadap nutu kerja *auxiliary engine*?
2. Bagaimana solusi dari permasalahan yang timbul terhadap kerusakan

turbocharge?

C. Batasan Masalah

Batasan masalah disusun untuk memperjelas jangkauan penelitian sehingga pembahasan tidak melebar ke aspek di luar tujuan yang telah ditentukan. Dengan adanya pembatasan tersebut, pelaksanaan penelitian dapat berlangsung secara lebih terarah, sistematis, dan mendalam, sehingga hasil yang didapat sesuai dengan fokus kajian yang telah ditetapkan.

Penelitian ini dibatasi pada kajian mengenai pengaruh kerusakan turbocharger terhadap kinerja *auxiliary engine* berdasarkan hasil pengamatan selama pelaksanaan Praktik Laut (PRALA) yang berlangsung sekitar dua belas bulan di atas kapal MT. Bintang Fortuna. Ruang lingkup penelitian meliputi identifikasi faktor-faktor penyebab kerusakan turbocharger, analisis dampaknya terhadap performa *auxiliary engine*, serta evaluasi langkah-langkah penanganan yang diterapkan sesuai dengan kondisi operasional yang dijumpai selama praktik laut.

D. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian disusun agar arah dan pedoman dalam pelaksanaan penelitian sehingga seluruh tahapan, mulai dari perolehan data, analisis, hingga penarikan kesimpulan, dapat dilakukan secara sistematis sesuai dengan permasalahan yang telah dirumuskan. Tujuan penelitian ini adalah berikut :

1. Mengidentifikasi berbagai elemrn yang menyebabkan terjadinya kerusakan pada turbocharger yang berpengaruh terhadap kinerja *auxiliary engine*.

2. Menganalisis pengaruh kerusakan turbocharger terhadap performa mesin bantu, khususnya yang berkaitan dengan efisiensi kerja mesin, konsumsi bahan bakar, serta keandalan sistem selama kapal beroperasi.
3. Merumuskan solusi atau langkah-langkah perbaikan yang dapat diterapkan untuk mengurangi risiko kerusakan turbocharger sehingga kinerja *auxiliary engine* tetap optimal dan operasional kapal dapat berlangsung secara aman serta efisien.

E. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diprediksi memberikan bagian bagi berkembangnya ilmu pengetahuan maupun penerapannya dalam bidang operasional kapal. Hasil penelitian diharapkan mampu menjadi sumber informasi dan bahan pertimbangan dalam meningkatkan pemahaman mengenai pengaruh kerusakan turbocharger terhadap kinerja *auxiliary engine*. Selain itu, karya ilmiah ini juga diprediksi dapat memberikan kebermanfaatan praktis bagi pihak yang terlibat dalam pengoperasian dan pemeliharaan mesin kapal. manfaat yang diprediksi dari penelitian ini adalah berikut :

1. Manfaat Teoritis
 - a. Hasil penelitian ini diprediksi memberikan kontribusi terhadap pengembangan kajian ilmiah mengenai pengaruh kerusakan turbocharger terhadap kinerja *auxiliary engine*.
 - b. Karya ilmiah ini diperkirakan dapat memperkaya koleksi literatur ilmiah di lingkungan Politeknik Pelayaran Surabaya, khususnya yang berkaitan dengan pemeliharaan, pengoperasian, serta perbaikan *turbocharger*

sebagai salah satu komponen utama dalam sistem permesinan kapal, sehingga dapat mendukung kegiatan pembelajaran, penelitian, dan pengembangan ilmu di bidang teknik permesinan kapal.

2. Manfaat Praktis

- a. Bagi perusahaan pelayaran, hasil kajian ini diharapkan bisa digunakan sebagai bahan pertimbangan dalam menyusun strategi perawatan turbocharger yang lebih efektif dan tahan lama. Dengan demikian, keandalan *auxiliary engine* dapat ditingkatkan, efisiensi penggunaan bahan bakar lebih terjaga, serta potensi kerusakan mesin yang dapat menghambat kelancaran operasional kapal dapat diminimalkan.
- b. Bagi kru mesin kapal, penelitian diperkirakan mampu memberikan pemahaman mengenai faktor-faktor penyebab kerusakan turbocharger, pengaruhnya terhadap performa *auxiliary engine*, serta prosedur perawatan dan tindakan pencegahan yang dapat diterapkan untuk menjaga kinerja mesin selama kapal beroperasi.
- c. Bagi penulis, penelitian ini menjadi media untuk mengaplikasikan pengetahuan teoretis yang diperoleh selama masa pendidikan ke dalam kondisi operasional yang nyata di atas kapal. Selain itu, penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan kemampuan analisis, memperluas wawasan, serta menambah pengalaman dalam mengidentifikasi, menganalisis, dan menyelesaikan permasalahan yang berhubungan dengan sistem permesinan kapal, terutama yang berkaitan dengan turbocharger dan pengaruhnya terhadap kinerja *auxiliary diesel engine*.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Review Penelitian Sebelumnya

Penelitian dahulu mempunyai peranan penting untuk landasan teoritis dalam penyusunan penelitian ini sekaligus sebagai bahan perbandingan untuk mengidentifikasi persamaan dan perbedaan bagi penelitian yang sedang dilakukan.. Adapun beberapa penelitian terdahulu selaras dengan topik penelitian ini adalah sebagai berikut :

Tabel 2. 1 Review Penelitian Sebelumnya
Sumber: Diolah Peneliti

No	Judul	Pengarang	Hasil Penelitian	Pembedaaan
1	Impact of Turbocharger Failures on Marine Diesel Engine Performance	Zhang et al. (2021)	menjelaskan bahwa kegagalan fungsi turbocharger menyebabkan jumlah udara yang masuk ke dalam silinder berkurang secara signifikan. Kondisi tersebut mengakibatkan campuran udara dan bahan bakar yang terbakar pada setiap siklus pembakaran menjadi lebih sedikit sehingga daya yang dihasilkan mesin mengalami penurunan.	Perbedaan penelitian tersebut dengan penelitian yang dilakukan penulis terletak pada fokus kajiannya. Penelitian Zhang et al. lebih menitikberatkan pada pengaruh kerusakan turbocharger terhadap efisiensi mesin diesel dan emisi gas buang, sedangkan penelitian ini difokuskan pada analisis pengaruh kerusakan turbocharger terhadap penurunan kinerja <i>auxiliary engine</i> pada kapal.
2	Optimization of Marine Engine Efficiency Under Turbocharger Malfunctions"	Johansson dan Lundqvist (2021)	membahas penerapan simulasi komputer dan pemodelan sistem sebagai metode untuk mengevaluasi berbagai strategi optimasi mesin ketika terjadi gangguan pada turbocharger.	Pada penelitian sebelumnya membahas tentang menekankan pentingnya sistem monitoring. sedangkan penelitian saya tentang mrnurunnya kinerja <i>auxiliary engine</i> yang

No	Judul	Pengarang	Hasil Penelitian	Pembedaaan
			Penggunaan model simulasi memungkinkan berbagai kondisi kerusakan dianalisis tanpa menimbulkan risiko terhadap mesin yang sebenarnya, sehingga efektivitas setiap strategi perbaikan dapat dievaluasi secara lebih aman dan efisien.	dipengaruhi oleh kerusakn turbo charge.

B. Landasan Teori

1. Pengertian Pengaruh

Pengaruh adalah suatu kondisi menunjukkan adanya kemampuan suatu faktor, keadaan, atau peristiwa dalam menimbulkan perubahan terhadap kondisi lainnya.

2. Pengertian Kerusakan

Kerusakan merupakan suatu keadaan yang menunjukkan bahwa suatu komponen tidak lagi mampu menjalankan fungsinya secara maksimal. Menurut Nursam (2017), kerusakan adalah kondisi yang ditandai dengan menurunnya kualitas maupun nilai guna suatu objek sebagai akibat dari keausan, penurunan kinerja, atau gangguan pada sistem. Dalam penelitian ini, istilah kerusakan merujuk pada penurunan kemampuan kerja *turbocharger* yang disebabkan oleh berbagai faktor, antara lain keausan komponen, kontaminasi oli pelumas, terbentuknya endapan karbon, serta kesalahan dalam pengoperasian maupun pelaksanaan pemeliharaan.

3. *Turbocharge*



Gambar 2. 1 *Turbocharge*

Sumber : <https://11nq.com/b85nv1a>

Turbocharger salah satu bagian pada diesel engine yang berfungsi memperkaya jumlah udara masuk ke ruang pembakaran melalui pemanfaatan energi gas buang. Sistem ini memungkinkan udara masuk memiliki tekanan yang lebih tinggi sehingga kandungan oksigen di dalam ruang bakar meningkat.

Dalam sistem permesinan kapal, *turbocharger* memegang peranan penting karena berkontribusi langsung terhadap kinerja *auxiliary engine* maupun *main engine*. (Heywood, 1988).

Perkembangan teknologi *turbocharger* bermula dari penggunaannya pada mesin pesawat terbang sejak masa Perang Dunia II, dengan tujuan mempertahankan performa mesin pada kondisi ketinggian tertentu. Sejalan dengan kemajuan teknologi, penerapan *turbocharger* semakin meluas pada kendaraan bermotor dan mesin kapal karena terbukti mampu meningkatkan efisiensi kerja mesin, memperbaiki performa, serta mengurangi konsumsi bahan bakar.

a. Bagian-Bagian *Turbocharge*, antara lain :

1) *Turbine Housing*



Gambar 2. 2 Turbin Rumah Turbin (*Turbine Housing*)

Sumber : [https:// id.made-in .com](https://id.made-in.com)

Rumah turbin merupakan komponen yang berfungsi sebagai tempat kedudukan roda turbin sekaligus mengarahkan aliran gas buang menuju sudu turbin. Bentuk spiral (*volute*) dirancang agar energi gas buang dapat dimanfaatkan secara maksimal untuk menghasilkan putaran turbin. Komponen ini dibuat dari material tahan panas karena terus-menerus menerima temperatur gas buang yang sangat tinggi (Watson & Janota, 1982).

2) *Turbine Blades*



Gambar 2. 3 Bilah Turbin

Sumber : <https://id.aliexpress.com/i/1005003091125002.html>

Bilah turbin berfungsi mengkonversi energi panas dan tekanan gas buang menjadi sumber kekuatan berupa rotasi normal. Putaran tersebut selanjutnya diteruskan melalui poros menuju kompresor.

Komponen ini umumnya dibuat dari paduan nikel atau material tahan panas lainnya sehingga mampu bekerja pada temperatur tinggi dengan kecepatan putar yang sangat besar (Watson & Janota, 1982).

3) *Compressor Housing*



Gambar 2. 4 Rumah Kompresor

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

Rumah kompresor berfungsi sebagai tempat kedudukan roda kompresor sekaligus mengarahkan udara yang masuk sebelum dikompresi. Bentuk rumah kompresor dirancang sedemikian rupa agar aliran udara menuju mesin berlangsung secara efisien.

4) *Compressor Blades/Wheel*



Gambar 2. 5 Bilah Kompresor

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

Bilah kompresor bertugas mengisap udara dari atmosfer kemudian memampatkannya sebelum dialirkan menuju ruang bakar. Komponen ini umumnya dibuat dari aluminium atau paduan logam

ringan lainnya sehingga mampu berputar pada kecepatan tinggi tanpa mengalami deformasi.

5) Poros Penghubung (*Shaft*)



Gambar 2. 6 Poros Penghubung

Sumber : <https://id.aliexpress.com/item/4000344404595.html>

Poros penghubung merupakan komponen utama yang menghubungkan turbin dengan kompresor sehingga kedua bagian tersebut dapat berputar secara bersamaan. Energi putaran yang dihasilkan turbin akibat aliran gas buang diteruskan melalui poros untuk menggerakkan kompresor. Komponen ini harus memiliki tingkat presisi yang tinggi karena beroperasi pada kecepatan putar yang sangat besar. Oleh sebab itu, poros umumnya dibuat dari baja paduan berkekuatan tinggi yang memiliki ketahanan terhadap keausan, beban puntir, serta temperatur tinggi.

6) *Bearing System*

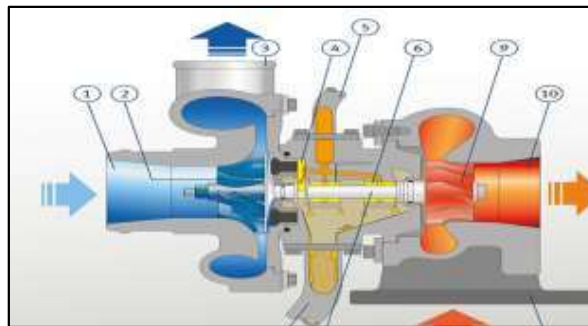


Gambar 2. 7 *Bearing System*

Sumber : <https://sl1nk.com/zq3x86g>

Bearing system berfungsi menopang poros turbocharger agar dapat berputar dengan stabil serta mengurangi gesekan yang terjadi selama pengoperasian. Sistem bantalan yang digunakan umumnya terdiri atas *journal bearing* maupun *ball bearing*. Journal bearing memanfaatkan lapisan tipis oli pelumas sebagai media pengurang gesekan, sedangkan ball bearing menggunakan bola-bola baja sebagai elemen gelinding. Kinerja bearing yang baik sangat menentukan kehalusan putaran turbocharger serta umur pakai komponen secara keseluruhan.

7) *Oil Passages* (Saluran Oli)

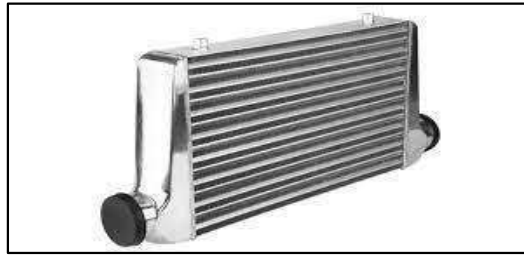


Gambar 2. 8 *Oil Passages*

Sumber: <https://11nq.com/eibylsl>

Saluran oli berfungsi mendistribusikan pelumas menuju bearing dan poros *turbocharger* secara terus-menerus selama mesin beroperasi. Pelumasan yang memadai mampu mengurangi gesekan antarpermukaan komponen, mencegah keausan berlebih, sekaligus membantu proses pendinginan pada bagian yang mengalami putaran tinggi. Gangguan pada sistem pelumasan dapat menyebabkan bearing cepat aus, poros mengalami kerusakan, bahkan mengakibatkan kegagalan fungsi *turbocharger*.

8) *Intercooler*

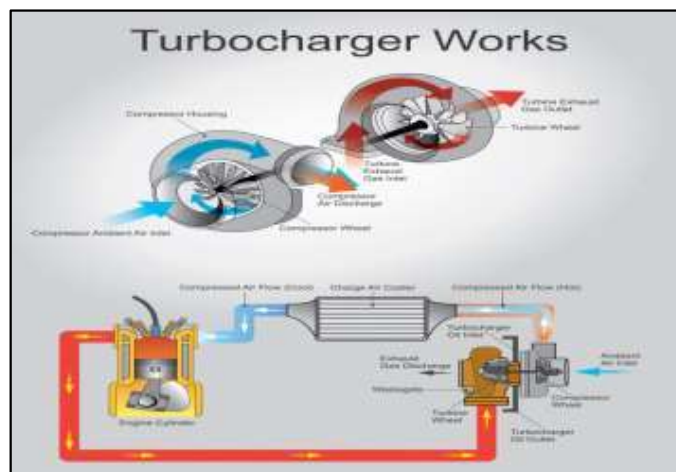


Gambar 2. 9 *Intercooler*

Sumber: <https://11nq.com/wyzgwnd>

Komponen berfungsi menurunkan temperatur udara setelah mengalami proses tekan oleh turbocharger sebelum udara tersebut masuk dalam ruang bakar.

b. Cara Kerja *Turbocharge*



Gambar 2. 10 Cara Kerja *Turbocharge*

Sumber: <https://sl1nk.com/c1t48ny>

Turbocharger menjalankan dengan memanfaatkan energi gas buang yang diperoleh mesin selama proses pembakaran. Gas buang dialirkan menuju turbin sehingga sudu turbin berputar pada kecepatan tinggi. Putaran tersebut diteruskan melalui poros untuk menggerakkan roda kompresor yang berada pada sisi masuk udara. Kompresor kemudian mengisap udara dari atmosfer, memampatkannya, dan

menyalurkannya menuju *intake manifold* sebelum masuk ke ruang bakar.

Pada kondisi tertentu, *turbocharger* dilengkapi dengan *wastegate control valve* yang berfungsi mengatur jumlah gas buang yang melewati turbin. Ketika tekanan udara telah mencapai batas yang ditentukan, katup tersebut akan membuka sehingga sebagian gas buang dialihkan langsung menuju saluran pembuangan. Sistem ini bertujuan mencegah putaran turbocharger menjadi terlalu tinggi yang dapat menyebabkan kerusakan pada turbin maupun kompresor (Heywood, 1988).

4. Pengertian Kinerja

Kinerja atau performa merupakan tingkat keberhasilan suatu sistem, organisasi, maupun individu agar dicapainya tujuan yang telah ditentukan.

5. Pengertian *Auxiliary engine*

Auxiliary engine adalah mesin bantu yang terdapat di kapal yang berfungsi sebagai sumber tenaga untuk menggerakkan generator listrik serta berbagai peralatan pendukung operasional kapal. Energi yang dihasilkan dimanfaatkan untuk menjalankan sistem pompa, pendingin, penerangan, navigasi, sistem kontrol, dan berbagai peralatan lain yang memerlukan suplai listrik secara berkesinambungan.

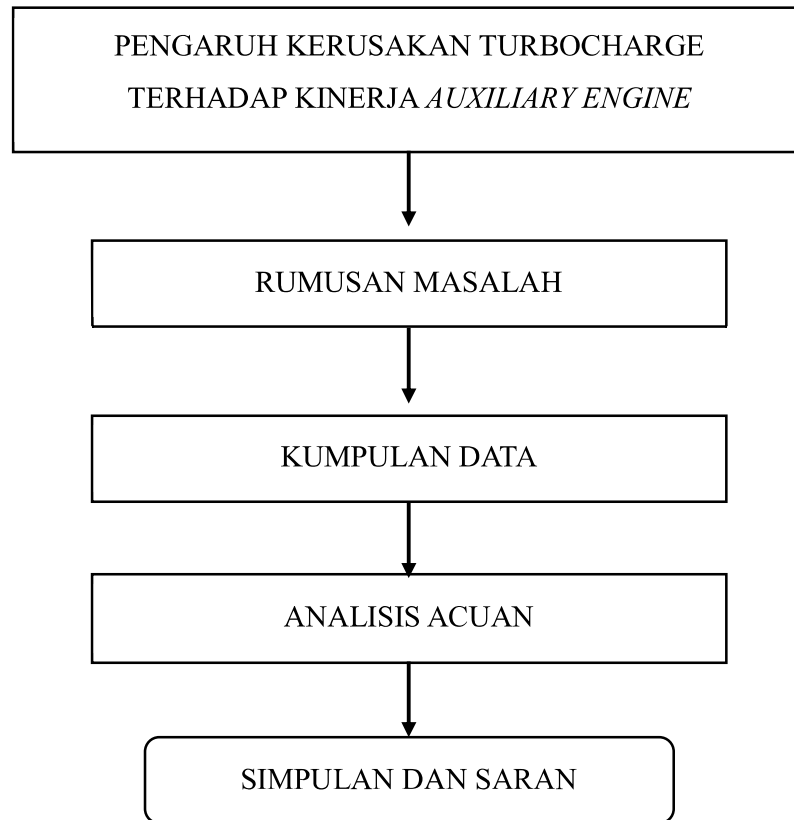
Menurut Prasongko et al. (2023), *auxiliary engine* memiliki peranan yang sangat penting karena menjamin seluruh sistem pendukung kapal tetap beroperasi meskipun mesin utama tidak bekerja. Pada kondisi darurat tertentu, *auxiliary engine* juga dapat berfungsi sebagai sumber tenaga cadangan sehingga keselamatan dan kelancaran operasional kapal tetap

terjaga. Oleh sebab itu, keandalan *auxiliary engine* harus selalu dipertahankan melalui pelaksanaan pemeliharaan yang sesuai dengan prosedur agar mampu bekerja secara maksimal.

C. Kerangka Pikir Penelitian

Kerangka karya ilmiah merupakan salah satu konsep untuk menggambarkan hubungan logis antarvariabel sebagai pedoman dalam pelaksanaan penelitian. Kerangka ini menjelaskan alur berpikir peneliti dalam mengidentifikasi permasalahan, mengumpulkan data, menganalisis penyebab terjadinya kerusakan *turbocharger*, serta mengkaji dampaknya terhadap kinerja *auxiliary engine*.

Berdasarkan hasil analisis tersebut, dirumuskan berbagai upaya perbaikan dan strategi pemeliharaan yang sesuai untuk mengurangi potensi kerusakan *turbocharger*. Penerapan langkah-langkah tersebut diharapkan mampu mengembalikan kinerja *auxiliary engine* ke kondisi yang optimal, meningkatkan efisiensi penggunaan bahan bakar, serta mempertahankan keandalan sistem permesinan kapal agar tetap beroperasi secara aman dan efektif.



Gambar 2. 11 Kerangka Pikir Penelitian
Sumber : Diolah Peneliti

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Penelitian memakai kuantitatif, yaitu metode penelitian menekankan pengumpulan, pengukuran, dan analisis data dalam bentuk numerik agar mengkaji hubungan antarvariabel objektif.

Menurut Makhrus Ali (2022) dalam buku *Penelitian Kuantitatif dan Penerapannya*, penelitian kuantitatif adalah metode berorientasi pada pengukuran fenomena berdasarkan karakteristik tertentu. Penerapan metode ini dilakukan melalui penentuan variabel penelitian, pengumpulan data secara terstruktur, serta pengujian hubungan antarvariabel menggunakan teknik analisis statistik sehingga menghasilkan kesimpulan yang objektif dan memiliki tingkat validitas yang tinggi.

Pada karya ilmiah ini, kerusakan *turbocharger* ditetapkan sebagai variabel bebas (X), sedangkan kinerja *auxiliary engine* pada kapal MT. Bintang Fortuna merupakan variabel terikat (Y). Melalui pendekatan tersebut, penelitian diarahkan untuk mengetahui besarnya pengaruh tingkat kerusakan *turbocharger* terhadap perubahan kinerja *auxiliary engine* berdasarkan data yang diperoleh selama pelaksanaan Praktik Laut (PRALA).

B. Lokasi dan Waktu Penelitian

Karya ilmiah ini dilaksanakan peneliti menjalani (PRALA) kurang lebih selama dua belas bulan di atas kapal MT. Bintang Fortuna. Selama periode

tersebut, penulis melakukan observasi, pengumpulan data, serta dokumentasi yang berkaitan dengan pengaruh kerusakan turbocharger terhadap kinerja *auxiliary engine*.

MT. Bintang Fortuna merupakan kapal berbendera Indonesia yang menjadi lokasi utama pelaksanaan penelitian. Pemilihan kapal ini didasarkan pada ketersediaan data operasional serta kesempatan bagi penulis untuk melakukan penelitian secara langsung terhadap sistem mesin, terutama *auxiliary engine* dan turbocharger. Untuk mendukung keakuratan penelitian, penulis juga menggunakan dokumen resmi kapal, seperti Ship's Particular, sebagai sumber informasi mengenai spesifikasi teknis kapal. Dokumen tersebut digunakan sebagai data pendukung dalam menjelaskan karakteristik objek penelitian.

C. Variabel Penelitian

Dalam suatu penelitian, variabel merupakan komponen yang ditetapkan sebagai fokus kajian untuk diamati, diukur, dan dianalisis sehingga menghasilkan informasi sesuai dengan tujuan penelitian. Pada penelitian kuantitatif, variabel menjalankan sebagai dasar dalam menguji keterkaitan antarfenomena melalui data yang diperoleh dari proses pengukuran secara sistematis. Hasil analisis terhadap variabel tersebut menjadi landasan dalam penarikan kesimpulan yang bersifat objektif dan didukung oleh bukti empiris.

1. Variabel Bebas (Independen)

Variabel independen merupakan faktor yang ditetapkan peneliti sebagai penyebab atau pemicu terjadinya perubahan pada variabel lain. Keberadaan variabel ini digunakan untuk mengetahui besarnya pengaruh

yang diberikan terhadap variabel dependen melalui proses pengamatan dan analisis data.

Kondisi *turbocharger* sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti keausan komponen, kontaminasi oli pelumas, penumpukan karbon, kebocoran sistem, serta ketidaksesuaian proses perawatan. Berbagai kondisi tersebut dijadikan indikator untuk mengukur tingkat kerusakan turbocharger dalam penelitian ini.

2. Variabel Terikat (Dependen)

Variabel dependen merupakan variabel yang terpengaruh oleh variabel independen dan menjadi fokus utama dalam proses pengukuran hasil penelitian.

Kinerja *auxiliary engine* diukur berdasarkan beberapa indikator operasional, antara lain kemampuan menghasilkan daya, efisiensi penggunaan bahan bakar, kestabilan putaran mesin, temperatur operasi, serta kemampuan mesin dalam mendukung sistem kelistrikan dan peralatan bantu kapal. Perubahan pada indikator-indikator tersebut digunakan sebagai dasar untuk mengetahui besarnya pengaruh kerusakan turbocharger terhadap performa *auxiliary engine* selama kapal beroperasi.

D. Subjek Penelitian

1. Populasi

Populasi menjadi sumber utama dalam memperoleh data sehingga hasil penelitian dapat digunakan sebagai untuk menarik kesimpulan yang sesuai dengan tujuan penelitian.

Didalam penelitian adalah seluruh awak kapal MT. Bintang Fortuna yang bertugas di Engine Department dan memiliki keterlibatan langsung dalam pengoperasian, pengawasan, maupun pemeliharaan *auxiliary engine* beserta sistem *turbocharger*. Berdasarkan crew list kapal, jumlah awak kapal yang menjadi populasi penelitian sebanyak 20 orang.

ADMINISTRATIVE REGULATIONS CREW LIST													
Name of Vessel / Nama Kapal		MT. BINTANG FORTUNA											
Owner / Pemilik Kapal		PT. PERSAMANA											
Owner's Address / Alamat Pemilik		PT. LINTA BINTANG LAMUNDO											
Date of Iss / Tanggal Terbit		15 Jan 2020											
Date of Exp / Tanggal Berakhir		15 Jan 2021											
No.	Name / Nama Awak	Sex / Jenis Kelamin	Date of Birth / Tanggal Lahir	Nationality / Kebangsaan	Team Department No. / No. Divisi	Date of Issue / Tanggal Terbit	Date of Expiry / Tanggal Berakhir	Position / Jabatan	Signature / Tanda Tangan	No. PIC	Date of Issue / Tanggal Terbit	Signature / Tanda Tangan	No. PIC
1.	Capit. Agustinus	M	15 Jan 1975	INDONESIA	1	15 Jan 2020	15 Jan 2021	Master	[Signature]	AL-SANATA / LURUP MAJLIS	15 Jan 2020	[Signature]	AL-SANATA / LURUP MAJLIS
2.	Mahmut Sahar	M	15 Jan 1980	INDONESIA	2	15 Jan 2020	15 Jan 2021	Master	[Signature]	AL-SANATA / LURUP MAJLIS	15 Jan 2020	[Signature]	AL-SANATA / LURUP MAJLIS
3.	Capit. Agus	M	15 Jan 1980	INDONESIA	3	15 Jan 2020	15 Jan 2021	Master	[Signature]	AL-SANATA / LURUP MAJLIS	15 Jan 2020	[Signature]	AL-SANATA / LURUP MAJLIS
4.	Capit. Agus	M	15 Jan 1980	INDONESIA	4	15 Jan 2020	15 Jan 2021	Master	[Signature]	AL-SANATA / LURUP MAJLIS	15 Jan 2020	[Signature]	AL-SANATA / LURUP MAJLIS
5.	Capit. Agus	M	15 Jan 1980	INDONESIA	5	15 Jan 2020	15 Jan 2021	Master	[Signature]	AL-SANATA / LURUP MAJLIS	15 Jan 2020	[Signature]	AL-SANATA / LURUP MAJLIS
6.	Capit. Agus	M	15 Jan 1980	INDONESIA	6	15 Jan 2020	15 Jan 2021	Master	[Signature]	AL-SANATA / LURUP MAJLIS	15 Jan 2020	[Signature]	AL-SANATA / LURUP MAJLIS
7.	Mahmut Sahar	M	15 Jan 1980	INDONESIA	7	15 Jan 2020	15 Jan 2021	Master	[Signature]	AL-SANATA / LURUP MAJLIS	15 Jan 2020	[Signature]	AL-SANATA / LURUP MAJLIS
8.	Mahmut Sahar	M	15 Jan 1980	INDONESIA	8	15 Jan 2020	15 Jan 2021	Master	[Signature]	AL-SANATA / LURUP MAJLIS	15 Jan 2020	[Signature]	AL-SANATA / LURUP MAJLIS
9.	Mahmut Sahar	M	15 Jan 1980	INDONESIA	9	15 Jan 2020	15 Jan 2021	Master	[Signature]	AL-SANATA / LURUP MAJLIS	15 Jan 2020	[Signature]	AL-SANATA / LURUP MAJLIS
10.	Mahmut Sahar	M	15 Jan 1980	INDONESIA	10	15 Jan 2020	15 Jan 2021	Master	[Signature]	AL-SANATA / LURUP MAJLIS	15 Jan 2020	[Signature]	AL-SANATA / LURUP MAJLIS
11.	Mahmut Sahar	M	15 Jan 1980	INDONESIA	11	15 Jan 2020	15 Jan 2021	Master	[Signature]	AL-SANATA / LURUP MAJLIS	15 Jan 2020	[Signature]	AL-SANATA / LURUP MAJLIS
12.	Mahmut Sahar	M	15 Jan 1980	INDONESIA	12	15 Jan 2020	15 Jan 2021	Master	[Signature]	AL-SANATA / LURUP MAJLIS	15 Jan 2020	[Signature]	AL-SANATA / LURUP MAJLIS
13.	Mahmut Sahar	M	15 Jan 1980	INDONESIA	13	15 Jan 2020	15 Jan 2021	Master	[Signature]	AL-SANATA / LURUP MAJLIS	15 Jan 2020	[Signature]	AL-SANATA / LURUP MAJLIS
14.	Mahmut Sahar	M	15 Jan 1980	INDONESIA	14	15 Jan 2020	15 Jan 2021	Master	[Signature]	AL-SANATA / LURUP MAJLIS	15 Jan 2020	[Signature]	AL-SANATA / LURUP MAJLIS
15.	Mahmut Sahar	M	15 Jan 1980	INDONESIA	15	15 Jan 2020	15 Jan 2021	Master	[Signature]	AL-SANATA / LURUP MAJLIS	15 Jan 2020	[Signature]	AL-SANATA / LURUP MAJLIS
16.	Mahmut Sahar	M	15 Jan 1980	INDONESIA	16	15 Jan 2020	15 Jan 2021	Master	[Signature]	AL-SANATA / LURUP MAJLIS	15 Jan 2020	[Signature]	AL-SANATA / LURUP MAJLIS
17.	Mahmut Sahar	M	15 Jan 1980	INDONESIA	17	15 Jan 2020	15 Jan 2021	Master	[Signature]	AL-SANATA / LURUP MAJLIS	15 Jan 2020	[Signature]	AL-SANATA / LURUP MAJLIS
18.	Mahmut Sahar	M	15 Jan 1980	INDONESIA	18	15 Jan 2020	15 Jan 2021	Master	[Signature]	AL-SANATA / LURUP MAJLIS	15 Jan 2020	[Signature]	AL-SANATA / LURUP MAJLIS
19.	Mahmut Sahar	M	15 Jan 1980	INDONESIA	19	15 Jan 2020	15 Jan 2021	Master	[Signature]	AL-SANATA / LURUP MAJLIS	15 Jan 2020	[Signature]	AL-SANATA / LURUP MAJLIS
20.	Mahmut Sahar	M	15 Jan 1980	INDONESIA	20	15 Jan 2020	15 Jan 2021	Master	[Signature]	AL-SANATA / LURUP MAJLIS	15 Jan 2020	[Signature]	AL-SANATA / LURUP MAJLIS

Gambar 3. 1 Crew List MT. Bintang Fortuna

Sumber : Dokumentasi Peneliti

2. Sampel

Sampel adalah sebagian anggota populasi yang dipilih buat mewakili karakteristik populasi secara keseluruhan. Sugiyono (2022) menjelaskan bahwa sampel adalah bagian dari jumlah dan karakteristik yang dimiliki oleh populasi.

Penelitian menggunakan teknik purposive sampling, yaitu teknik

penentuan sampel berdasarkan pertimbangan atau kriteria tertentu yang telah ditetapkan peneliti. Teknik tersebut dipilih karena tidak seluruh awak kapal memiliki keterlibatan langsung dalam pengoperasian maupun perawatan turbocharger serta pemantauan kinerja *auxiliary engine*.

Adapun data responden yang dijadikan sampel penelitian adalah sebagai berikut :

- a. Awak kapal yang secara langsung bertanggung jawab terhadap pengoperasian dan pemeliharaan turbocharger pada *auxiliary engine*.
- b. Awak kapal yang memiliki pengalaman bekerja di atas kapal sekurang-kurangnya satu tahun.
- c. Awak kapal yang memahami sistem kerja mesin bantu, khususnya yang berkaitan dengan tekanan udara masuk (boost pressure), temperatur gas buang, serta kondisi operasional turbocharger.

Berdasarkan kriteria tersebut, diperoleh 8 orang responden yang berasal dari Engine Department sebagai sampel penelitian. Responden dipilih karena dinilai memiliki kompetensi, pengalaman, serta pemahaman yang memadai mengenai kondisi turbocharger dan pengaruhnya terhadap kinerja *auxiliary engine* di atas kapal MT. Bintang Fortuna.

Tabel 3. 1 Sampel Penelitian
Sumber : Diolah Peneliti

No	Inisial	Jabatan
1.	DRJ	KKM / Chief Eng.
2.	DRS	Masinis I/ 1nd Eng.
3.	RZA	Masinis II / 2rd Eng.
4.	DDY	Electro Technical Officer (ETO)
5.	WWN	Oiler
6.	HNP	Oiler
7.	BMA	Oiler
8.	HRAI	Cadet engine

Responden berasal dari berbagai jenjang jabatan di kamar mesin, mulai dari Chief Engineer, masinis, Electro Technical Officer (ETO), oiler, hingga cadet engine. Keberagaman tersebut memberikan sudut pandang yang lebih komprehensif karena setiap responden memiliki tanggung jawab yang berbeda dalam pengoperasian maupun pemeliharaan mesin bantu. Dengan demikian, data yang diperoleh diharapkan mampu menggambarkan kondisi aktual mengenai pengaruh kerusakan turbocharger terhadap kinerja *auxiliary engine* selama operasional kapal berlangsung.

E. Teknik Pengumpulan Data dan Sumber Data

1. Teknik Pengumpulan Data

Keberhasilan suatu penelitian sangat dipengaruhi oleh ketepatan teknik pengumpulan data yang digunakan. Menurut Sidik Priadana (2021), teknik pengumpulan data merupakan prosedur yang digunakan untuk memperoleh informasi yang akurat, relevan, dan dapat dipertanggungjawabkan sehingga tujuan penelitian dapat tercapai.

Dalam penelitian ini, teknik pengumpulan data yang digunakan meliputi observasi, penyebaran kuesioner, serta dokumentasi.

a. Observasi

Observasi merupakan teknik pengumpulan data dilakukan melalui peninjauan secara langsung terhadap objek penelitian.

Pada penelitian ini, observasi dilakukan selama pelaksanaan Praktik Laut (PRALA) di atas kapal MT. Bintang Fortuna. Pengamatan difokuskan pada kondisi fisik turbocharger, jenis kerusakan yang terjadi,

proses pemeliharaan, serta pengaruhnya terhadap parameter operasional *auxiliary engine*, seperti tekanan udara masuk, temperatur gas buang, dan konsumsi bahan bakar.

b. Kuesioner

Kuesioner dipakai guna instrumen utama dalam memperoleh data kuantitatif dikenai variabel Kerusakan Turbocharger (X) dan Kinerja *Auxiliary engine* (Y). Penyusunan butir pertanyaan didasarkan pada indikator masing-masing variabel sehingga mampu menggambarkan kondisi turbocharger maupun performa mesin bantu secara objektif.

Penggunaan skala tersebut memudahkan responden dalam memberikan jawaban sekaligus mempermudah proses analisis statistik.

Tabel 3. 2 Skala Likert
Sumber : Diolah Peneliti

Skor	Keterangan
5	Sangat Setuju (SS)
4	Setuju (S)
3	Netral (N)
2	Tidak Setuju (TS)
1	Sangat Tidak Setuju (STS)

Kuesioner disebarkan kepada responden yang bertugas di bagian mesin kapal. Setiap responden diminta memberikan jawaban berdasarkan pengalaman serta kondisi nyata yang mereka temui selama mengoperasikan dan merawat *auxiliary engine* sehingga data yang diperoleh mencerminkan kondisi operasional kapal secara aktual.

c. Dokumentasi Pencatatan

Teknik ini digunakan sebagai data pendukung untuk dikuatnya hasil observasi dan kuesioner agar informasi yang diperoleh dijadikanya lebih lengkap. Dokumen yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:

- 1) Data pemeliharaan mesin (Monthly Maintenance Report)
- 2) Buku harian kamar mesin (Engine Log Book)
- 3) Laporan *troubleshooting*, riwayat kerusakan, serta dokumen pendukung lainnya yang berkaitan dengan kondisi *turbocharger* dan *auxiliary engine*.

2. Sumber Data

a. Data Primer

Data primer adalah data yang diperoleh secara langsung oleh peneliti dari objek penelitian tanpa melalui perantara. Data tersebut dikumpulkan sesuai dengan kebutuhan penelitian sehingga memiliki tingkat relevansi yang tinggi terhadap tujuan penelitian.

b. Data Sekunder

Data sekunder adalah data pendukung yang diperoleh dari berbagai sumber yang telah tersedia sebelumnya. Data tersebut digunakan sebagai pelengkap agar memperkuat hasil analisis terhadap data primer.

F. Teknik Analisis Data

Data yang didapat dalam penelitian ini seperti data kuantitatif, yaitu data berbentuk angka yang dapat diolah digunakanya teknik statistik untuk menghasilkan informasi yang objektif. Seluruh data hasil penyebaran kuesioner diolah dengan bantuan perangkat lunak Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) versi 27. Penggunaan aplikasi tersebut bertujuan untuk mempermudah proses pengolahan data, pengujian instrumen penelitian, serta

analisis hubungan antarvariabel sehingga hasil penelitian memiliki tingkat akurasi yang tinggi.

1. Analisis Deskriptif

Analisis statistik deskriptif digunakan memberikan sketsa mengenai karakteristik data yang didapat selama penelitian.

Melalui analisis deskriptif, data diolah untuk memperoleh ukuran pemusatan, seperti nilai rata-rata (mean), median, dan modus, serta ukuran penyebaran data, seperti nilai maksimum, minimum, dan standar deviasi.

2. Analisis Inferensial

Statistik inferensial merupakan metode analisis yang digunakan untuk mencapai kesimpulan mengenai hubungan antarvariabel berdasarkan data sampel sehingga hasilnya dapat digeneralisasikan terhadap populasi penelitian.

a. Uji Validitas

Uji validitas dilakukan mengetahui tingginya ketepatan instrumen penelitian dalam mengukur variabel yang diteliti. Instrumen dinyatakan valid apabila setiap butir pertanyaan mampu merepresentasikan indikator variabel secara tepat sehingga data yang diperoleh benar-benar sesuai dengan tujuan penelitian.

Pengujian validitas dilakukan sebagai mengorelasikan angka masing-masing item pernyataan terhadap total skor variabel menggunakan bantuan aplikasi SPSS versi 27. Selanjutnya, nilai r hitung dibandingkan dengan r tabel pada taraf signifikansi $\alpha = 0,05$ dengan derajat kebebasan ($df = n - 2$). Kriteria pengambilan keputusan

adalah sebagai berikut :

Jika $r \text{ hitung} \geq r \text{ tabel}$, maka pernyataan dianggap valid.

Jika $r \text{ hitung} < r \text{ tabel}$, maka pernyataan dinyatakan tidak valid.

b. Uji Reabilitas

Uji reliabilitas bertujuan untuk mengetahui konsistensi instrumen penelitian. Menurut Sugiyono (2022), suatu instrumen dikatakan reliabel apabila mampu menghasilkan data yang konsisten dari zaman ke zaman.

Dalam penelitian ini, pengujian reliabilitas dilakukan menggunakan metode Cronbach's Alpha. Nilai Cronbach's Alpha menunjukkan tingkat konsistensi internal antarbutir pertanyaan dalam suatu variabel. Suatu instrumen dinyatakan memiliki reliabilitas yang baik apabila nilai Cronbach's Alpha lebih besar dari 0,70.

c. Analisis Koefisien Korelasi

Analisis koefisien korelasi digunakan sebagai mengetahui tingkat keeratan hubungan sekaligus arah hubungan antara variabel Kerusakan Turbocharger (X) dengan Kinerja *Auxiliary engine* (Y). Melalui analisis ini dapat diketahui apakah hubungan kedua variabel bersifat positif atau negatif serta seberapa kuat hubungan tersebut.

Apabila data penelitian berdistribusi normal, analisis dilakukan menggunakan korelasi Pearson Product Moment. Sebaliknya, apabila data tidak memenuhi asumsi normalitas, maka digunakan korelasi Spearman Rank (Spearman's rho). Interpretasi tingkat hubungan antarvariabel mengacu pada pedoman berikut.

Tabel 3. 3 Nilai Koefisien Korelasi
Sumber : Diolah Peneliti

Nilai r	Tingkat Hubungan
0,00 – 0,199	Sangat rendah
0,20 – 0,399	Rendah
0,40 – 0,599	Sedang
0,60 – 0,799	Kuat
0,80 – 1,000	Sangat kuat

d. Analisis Koefisien Determinasi

Koefisien determinasi (R^2) digunakan untuk mengetahui besarnya kontribusi variabel independen dalam menjelaskan perubahan yang terjadi pada variabel dependen. Nilai koefisien determinasi menunjukkan persentase pengaruh Kerusakan *Turbocharger* terhadap Kinerja *Auxiliary engine*.

e. Analisis Regresi Linear Sederhana

Analisis regresi linear sederhana digunakan untuk memahami besarnya pengaruh satu variabel independen terhadap satu variabel dependen. Menurut Sugiyono (2022), metode ini digunakan guna memprediksi perubahan pada variabel terikat sebagai akibat dari perubahan yang terjadi pada variabel bebas.

Dalam penelitian ini, analisis regresi linear sederhana diterapkan untuk mengukur besarnya pengaruh Kerusakan *Turbocharger* (X) terhadap Kinerja *Auxiliary engine* (Y) pada kapal MT. Bintang Fortuna. Model persamaan regresi linear sederhana yang digunakan adalah sebagai berikut.

$$Y = a + bX + e$$

Keterangan :

Y = Kinerja *Auxiliary engine* (variabel dependen).

X = Kerusakan Turbocharger (variabel independen).

a = Konstanta regresi.

b = Koefisien regresi yang menunjukkan besarnya pengaruh variabel X pada variabel Y .

e = Galat atau faktor lain di luar model penelitian.

Melalui analisis regresi itu dapat diketahui arah hubungan antarvariabel, besarnya pengaruh kerusakan turbocharger terhadap kinerja *auxiliary engine*, serta digunakan sebagai dasar dalam pengujian hipotesis penelitian.