

SKRIPSI
ANALISA PENGARUH MENURUNNYA KINERJA
***TURBOCHARGE* TERHADAP DAYA MESIN INDUK DIKAPAL**
MT CHEM STAR



RANGGA SYAH ROMADONI MAKAKA

NIT:21.42.040

TEKNIKA

PROGRAM PENDIDIKAN DIPLOMA IV PELAYARAN

POLITEKNIK ILMU PELAYARAN MAKASSAR

TAHUN 2025

**ANALISA PENGARUH MENURUNNYA KINERJA
TURBOCHARGE TERHADAP DAYA MESIN INDUK DI
KAPAL MT CHEM STAR**

Skripsi

Sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Pendidikan
Diploma IV Pelayaran

Program Studi Teknika
Disusun dan Diajukan Oleh

RANGGA SYAH ROMADONI MAKAKA
NIT: 21.42.040

**PROGRAM PENDIDIKAN DIPLOMA IV POLITEKNIK ILMU
PELAYARAN MAKASSAR
TAHUN 2025**

SKRIPSI
ANALISA PENGARUH MENURUNNYA KINERJA
TURBOCHARGE TERHADAP DAYA MESIN INDUK DI
KAPAL MT CHEM STAR

Disusun dan Diajukan Oleh :

RANGGA SYAH ROMADONI MAKAKA

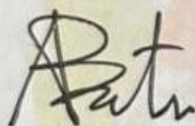
NIT. 21.42.040

Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Skripsi
Pada Tanggal, 26 September 2025

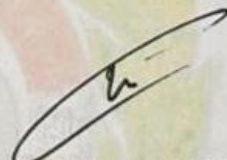
Menyetujui,

Pembimbing I

Pembimbing II



Ir. Abdul Basir, M.T., M.Mar.E.
NIP.19681231 199808 1 001

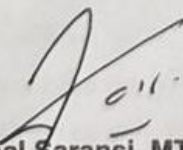


Akib Marang, M.Mar.E
NIP.

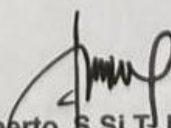
Mengetahui:

a. n. Direktur
Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar
Pembantu Direktur I

Ketua Program Studi Teknika



Capt. Faisal Saransi, MT., M.Mar.
NIP. 19750229 199903 1 002



Ir. Alberto, S.Si.T., M.Mar.E., M.A.P.
NIP. 19760409 200604 1 001

KATA PENGANTAR

Puji serta syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT, atas berkat rahmat yang diberikan membuat penulis bisa menyusun dan menuntaskan pembuatan dan penyusunan Laporan Tugas Akhir berupa tulisan dengan judul “Analisa Pengaruh Menurunnya Kinerja *Turbocharge* Terhadap Daya Mesin Induk Di Kapal MT CHEM STAR”.

Penyusunan Tugas Akhir adalah syarat akademik untuk semua Taruna/I Prodi Teknik Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar dalam mendapatkan gelar Sarjana Terapan Pelayaran (S.Tr.Pel).

Mengingat adanya batasan waktu dan kompetensi, penulis mengakui penyusunan laporan ini memiliki beberapa kekurangan serta jauh dari kesempurnaan. Namun demikian, penulis telah berusaha sebaik mungkin untuk menyajikan laporan ini sesuai dengan kemampuan yang dimiliki. Dengan demikian, saran ataupun kritik demi kesempurnaan laporan ini sangat penulis harapkan.

Penulis ingin mengungkapkan ucapan terimakasih yang mendalam serta pujian terhormat terhadap seluruh pihak yang sudah berkontribusi baik berupa bantuan, bimbingan, serta doa selama penyusunan laporan tugas akhir ini, terutama kepada:

1. Bapak Capt Rudy Susanto, M.Pd., selaku Direktur Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.
2. Bapak Capt Faisal Saransi, MT., M. Mar. selaku Pembantu Direktur I Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar
3. Bapak Ir.Alberto. S.Si.T., M.Mar.E., M.A.P., selaku Ketua Program Studi TEKNIKA
4. Bapak Ir. Abdul Basir. M.T.,M.Mar.E., selaku Dosen Pembimbing I
5. Bapak Akib Marang. M.Mar.E., selaku Dosen Pembimbing II
6. Bapak dan Ibu dosen Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar yang telah mendidik dan membimbing kami.

7. Teruntuk ayah saya tercinta Kaso Agung Terimakasih selalu berjuang untuk kehidupan penulis, beliau memang tidak sempat merasakan pendidikan sampai bangku perkuliahan, Namun beliau mampu mendidik penulis, memotivasi, memberikan dukungan sehingga penulis mampu menyelesaikan studing sampai sarjana
8. Teruntuk Ibu saya tercinta, Almh. Sainab, betapa berat rasanya ditinggalkan ketika Sedang melaksanakan Praktek Laut (PRALA) sehingga penulis tidak sempat hadir untuk mengantarkan beliau ketempat peristirahatan terakhir, Namun keberadaan beliau selalu terasa dalam hati penulis, memberikan semangat serta kekuatan hingga penulis masih mampu bertahan sampai tahap ini, Skripsi ini penulis persembahkan untuk ibunda tercinta di surga sebagai bentuk kasih sayang penulis, Semoga ALLAH SWT Menempatkan Ibu di tempat terbaik di sisinya. Aamiin ya Rabbal' Alamiin
9. Terimakasih terhadap semua pihak yang terlibat dan tidak dapat terucapkan satu per satu yang mendo'akan, mendukung, membantu penulis dalam menuntaskan Tugas Akhir ini.

Demikian yang dapat penulis sampaikan dalam bagian awal laporan ini. Penulis menyadari bahwa tidak ada hal yang sempurna, sehingga permintaan maaf yang tulus penulis ucapkan atas segala kesalahan penulisan yang ada. Besar harapan penelitian ini dapat berkontribusi dan bermanfaat bagi pembaca dan dengan senang hati menerima saran serta masukan yang konstruktif untuk penyempurnaan tugas akhir ini.

Makassar, 26 September 2025



RANGGA SYAH ROMADONI MAKAKA

NIT: 21.42.040

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Nama : Rangga Syah Romadoni Makaka Nomor

Induk Taruna : 21.42.040

Program Studi : TEKNIKA

Menyatakan bahwa skripsi dengan judul:

Analisa Pengaruh Menurunnya Kinerja Turbocharge Terhadap Daya Mesin Induk Di Kapal Mt Chem Star

Penulis menyatakan bahwa skripsi ini merupakan karya asli, dan semua ide yang dicantumkan sebagai kutipan adalah hasil pemikiran penulis sendiri.

Penulis bersedia menanggung konsekuensi berupa sanksi dari Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar apabila pernyataan ini tidak benar.

.

Makassar, 26 September 2025



RANGGA SYAH ROMADONI MAKAKA

NIT: 21.42.040

ABSTRAK

RANGGA SYAH ROMADONI MAKAKA,2025. Analisa Pengaruh Menurunnya Kinerja *Turbocharge* Terhadap Daya Mesin Induk di Kapal MT CHEM STAR. Dibimbing oleh Abdul Basir dan Akib Marang.

Tujuan penelitian yakni menganalisa indikator penyebab turunnya kinerja *turbocharge* pada mesin induk kapal MT. CHEM STAR. Metode penelitian yakni observasi langsung di lapangan serta analisis statistik menggunakan perangkat lunak JASP dengan uji paired t-test untuk membandingkan kondisi sebelum dan sesudah penurunan kinerja *turbocharger*. Variabel yang diamati meliputi tekanan boost, tekanan gas buang, temperatur intercooler, temperatur ruang mesin, putaran *turbocharger* (RPM), dan output daya mesin (kW).

Hasil penelitian menunjukkan adanya penurunan signifikan pada tekanan boost, temperatur intercooler, temperatur ruang mesin, RPM *turbocharger*, dan output daya mesin setelah terjadi gangguan kinerja *turbocharger* ($p < 0,001$). Korelasi positif sangat kuat ditemukan antara output daya dengan tekanan boost ($r = 0,988$) dan RPM *turbocharger* ($r = 0,998$), sedangkan korelasi negatif sangat kuat diamati antara output daya dengan tekanan gas buang ($r = -0,978$), temperatur intercooler ($r = -0,951$), dan temperatur ruang mesin ($r = -0,992$). Penyebab utama penurunan kinerja *turbocharger* adalah saringan udara yang kotor pada blower serta penumpukan karbon pada sudu-sudu turbin yang menghambat aliran gas buang dan menurunkan efisiensi kerja *turbocharger*.

Penelitian ini memberikan rekomendasi penting bagi operasional kapal untuk melakukan pemeliharaan dan pembersihan komponen *turbocharger* secara berkala sesuai prosedur manual untuk menjaga efisiensi mesin dan mencegah kerusakan lebih lanjut.

Kata kunci: *Turbocharger*, mesin induk kapal, penurunan kinerja, analisa statistik, MT. CHEM STAR,

ABSTRACT

RANGGA SYAH ROMADONI MAKAKA, 2025. Analysis of the Impact of Decreased Turbocharger Performance on the Main Engine Power of MT CHEM STAR. Supervised by Abdul Basir and Akib Marang.

This study aims to analyze the factors that cause performance degradation in the turbocharger of the main engine of the MT CHEM STAR vessel. The method used includes direct observation in the field and statistical analysis using JASP software with a paired t-test to compare the conditions before and after the turbocharger performance degradation. The variables observed include boost pressure, exhaust gas pressure, intercooler temperature, engine room temperature, turbocharger RPM, and engine output power (kW).

The results of the study show a significant decrease in boost pressure, intercooler temperature, engine room temperature, turbocharger RPM, and engine output power after the turbocharger performance degradation ($p < 0.001$). A very strong positive correlation was found between output power and boost pressure ($r = 0.988$) and turbocharger RPM ($r = 0.998$), while a very strong negative correlation was observed between output power and exhaust gas pressure ($r = -0.978$), intercooler temperature ($r = -0.951$), and engine room temperature ($r = -0.992$). The primary cause of the turbocharger performance degradation is a dirty air filter in the blower and carbon buildup on the turbine blades, which obstructs the exhaust gas flow and reduces the turbocharger's efficiency.

This study provides important recommendations for vessel operations to perform regular maintenance and cleaning of turbocharger components according to the manual procedures to maintain engine efficiency and prevent further damage.

Keywords: Turbocharger, main engine of the vessel, performance degradation, statistical analysis, MT CHEM STAR.

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	I
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	III
ABSTRAK	IV
ABSTRACT	V
DAFTAR ISI	VI
DAFTAR GAMBAR	VIII
DAFTAR TABEL	IX
DAFTAR GRAFIK	X
BAB I PENDAHULUAN	11
A. Latar Belakang	11
B. Rumusan Masalah	2
C. Batasan Masalah	2
D. Tujuan Penelitian	3
E. Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
A. Pengertian Turbo Charge	4
B. Prinsip Kerja Dan Fungsi Turbo Charge	7
C. Sistem Pada Turbo Charge	9
D. Komponen Dan Kelengkapan Dari Turbocharger	10
E. Rumus Uji Analisa Data	16
F. Kerangka Pikir	18

G. Tabel Review Jurnal Untuk Melihat Hasil Novelty	19
H. Hipotesis	20
BAB III METODE PENELITIAN	18
A. Jenis Penelitian	18
B. Definisi Konsep Variabel	18
C. Populasi Dan Sampel	22
D. Teknik Pengumpulan Data	22
E. Metode Analisis Data	23
F. Forum Wawancara	24
G. Jadwal Penelitian	25
H. Flow Chart Penelitian	26
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	27
A. Hasil Penelitian	27
B. Pembahasan	63
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	67
DAFTAR PUSTAKA	69
LAMPIRAN	71

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Siklus Kerja Turbocharge	7
Gambar 2. 2 Sistem pelumasan dan pendingin turbocharger	10
Gambar 2. 3 Turbin	10
Gambar 2. 4 Aliran fluida pada turocharger	11
Gambar 2. 5 Kompresor pada turbocharger	12
Gambar 2. 6 Sistem Center Housing & Rotating Assembly	13
Gambar 2. 7 Turbocharger Intercooler	14
Gambar 2. 8 saluran pipa turbocharge	16

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Novelty	19
Tabel 3. 1 wawancara	24
Tabel 4. 1 Kondisi Normal	29
Tabel 4. 2 Kondisi Penurunan	30
Tabel 4. 3 Kondisi Setelah Penanganan	31
Tabel 4. 4 Uji validitas sebelum penurunan	32
Tabel 4. 5 Uji validitas sesudah penurunan	42
Tabel 4. 6 Uji normalitas sebelum penurunan	53
Tabel 4. 7 Uji normalitas sesudah penurunan	55
Tabel 4. 8 Uji reliabilitas sebelum penurunan	57
Tabel 4. 9 Uji reliabilitas sesudah penurunan	58
Tabel 4. 10 Uji T	58

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4. 1 Heatmap	39
Grafik 4. 2 Heatmap	49
Grafik 4. 3 Uji-T	61
Grafik 4. 4 Sankey	63

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Turbocharger yaitu perangkat pendukung yang terpasang pada mesin utama kapal. Mesin utama kapal niaga biasanya berupa mesin diesel yang digunakan untuk menggerakkan kapal. Fungsi utama turbocharger adalah untuk memberikan udara tambahan ke ruang bakar mesin. Turbocharger bekerja melalui pemanfaatan tekanan gas buang mesin guna memutar turbin di dalamnya yang terkoneksi ke blower, menarik udara dari luar serta mengarahkannya ke ruang bakar. Sistem ini sangat efektif untuk meningkatkan tekanan udara di ruang bakar, sehingga melebihi tekanan atmosfer. Hal ini membantu menambah kualitas pembakaran, memungkinkan lebih banyak bahan bakar terbakar karena pasokan udara yang lebih banyak. Dua komponen vital turbocharger yakni turbin side dan blower side. Turbin side merubah panas serta tekanan gas buang menjadi energi putar yang memutar blower side, sementara blower side bertugas menarik udara dari luar dan mengarahkannya ke dalam ruang bakar.

Ketika mesin utama beroperasi dan mengeluarkan gas buang, turbocharger juga akan mulai bekerja. Begitu turbocharger aktif, blower akan mulai menarik udara dari luar. Saat putaran mesin (rpm) bertambah, itu menandakan turbin pada turbocharger berputar lebih cepat dan dapat menyuplai lebih banyak udara. Peningkatan tekanan udara bilas menunjukkan turbocharger berfungsi secara baik dan efisien.

Jika selama pengoperasian mesin utama terdeteksi penurunan tekanan udara bilas, hal ini bisa menjadi tanda adanya masalah dengan kinerja turbocharger. Beberapa faktor yang bisa mempengaruhi kinerja turbocharger yakni:

1. Kotoran pada sudu-sudu turbin side.
2. Kotoran di sudu-sudu blower side.
3. Tersumbatnya filter udara masuk oleh kotoran.
4. Adanya kebocoran pada casing turbin.

Dari beberapa faktor yang disebutkan, salah satu penyebab masalah yang mungkin terjadi adalah kotoran pada sudu-sudu turbin side. Gas buang mesin yang mengandung kotoran bisa menyebabkan jelaga menempel pada turbin, yang akhirnya mengurangi putaran turbocharger.

Gas buang yang kotor dikarenakan pembakaran tidak sempurna. Buruknya pembakaran bisa terjadi karena kualitas bahan bakar yang rendah atau kondisi mesin yang kurang optimal. Di sisi lain, pembakaran yang baik dipengaruhi oleh berbagai faktor yang saling berhubungan.

Berdasarkan penjelasan di atas, penulis berminat mengangkat topik terkait pemicu kendala pada turbocharger yang bisa berdampak pada kinerja mesin induk, dengan judul penelitian: “Analisa Pengaruh Menurunnya Kinerja Turbocharger terhadap Daya Mesin Induk di Kapal MT Chem Star”.

B. Rumusan Masalah

Merujuk penjelasan diatas, rumusan masalah penelitian yaitu apa penyebab menurunnya kinerja turbocharge terhadap daya mesin induk kapal?

C. Batasan Masalah

Mengingat luasnya permasalahan pada penelitian ini, maka ruang lingkup penelitian hanya dititik beratkan pada kotornya Turbine side dan Blower side pada turbocharger.

D. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian yakni menjadi bahan acuan dalam mengatasi masalah yang dihadapi dalam penelitian. Berikut adalah tujuan dilakukannya penelitian:

1. Guna mencari tahu penyebab terjadinya penurunan kinerja *turbocharge* terhadap daya mesin induk kapal.
2. Faktor factor penyebab menurunnya kinerja *turbocharger* terhadap daya mesin kapal.

E. Manfaat Penelitian

1. Manfaat Teoritis (keilmuan)
Menambah wawasan terkait sistem *turbocharge* di mesin induk kapal.
2. Manfaat Praktis
 - a. Memberikan acuan terhadap perusahaan dan kendaraan transportasi darat maupun laut yang menggunakan mesin diesel dengan turbocharger sebagai sumber tenaga penggeraknya
 - b. Sebagai informasi yang berguna bagi pelaut, terutama bagi masinis yang bertugas sebagai perwira.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Pengertian Turbo Charge

Turbocharger yaitu pemampat sentrifugal dengan penggerak turbin melalui pemanfaatan energi gas buang kendaraan. Umumnya, alat ini dipakai di mesin pembakaran dalam guna menambah daya serta efektifitas mesin dengan penambahan tekanan udara yang masuk ke mesin. Keuntungan pokok dari turbocharger yaitu, meskipun menambah beban mesin, ia dapat memberikan peningkatan daya yang besar tanpa memberikan tambahan beban yang signifikan

Alfred Büchi ialah insinyur asal Swiss yang menemukan Turbocharger. Aplikasi turbocharger dimulai sejak dipatenkannya alat tersebut pada tahun 1905. 15 tahun berselang, sekitar awal tahun 1920-an, lokomotif dan kapal bermesin diesel dengan turbocharger mulai bermunculan. Mesin bensin memiliki kerugian berupa penurunan rasio kompresi yang berakibat pada penurunan efisiensi mesin saat beroperasi di tenaga rendah. Penurunan diperlukan supaya tidak terjadi tekanan kompresi maksimal serta pencegahan knocking mesin. Berbeda dengan hal tersebut, mesin diesel turbocharger dirancang secara khusus agar tidak menimbulkan kerugian serupa. Akan tetapi, bagi operasi pada ketinggian, tenaga yang dihasilkan turbocharger menciptakan perbandingan yang jauh dengan keluaran tenaga keseluruhan masing-masing jenis mesin. Aspek inilah yang menjadikan mesin pesawat dengan turbocharger memberikan keuntungan maksimal serta menjadi titik mula pemikiran guna pengembangan lebih lanjut. Tiga bagian vital dari mesin ini yaitu: roda turbin, roda kompressor dan rumah as. Roda turbin yang bersudu - sudu ini berputar memanfaatkan tekanan gas buang keluar, kemudian melalui as terputarnya roda turbin ini berputar pula roda kompressor dengan sudu - sudunya sehingga memompa udara masuk dalam massa yang padat. Perangkat ini cenderung berputar >80,000 putaran per menit,

sehingga kualitas pelumasan terbaik sangat dibutuhkan. (Citra asri buana dalam Fajar,P,R.(2019)).

Turbocharger ialah peralatan guna meningkatkan volume udara yang masuk dalam silinder melalui pemanfaatan energi tekanan gas buang (Imare dalam AGUS,T,K 2017). Sebelum ada turbocharger, udara yang masuk ke silinder bergantung pada kevakuman yang dihasilkan oleh aktivitas piston saat menghisap. Namun, melalui turbocharger, udara didorong masuk ke dalam silinder memakai pemampat yang digerakkan turbin dari gas buang. Guna mendapatkan pembakaran optimal, dibutuhkan tambahan udara yang masuk ke ruang silinder sesuai jumlah bahan bakar. Ketika kepadatan udara bertambah sebelum dimasukkan dalam silinder, lebih banyak bahan bakar terbakar serta bertambahnya daya mesin. Itulah sebabnya mesin diesel dengan turbocharger berfungsi guna memadatkan udara yang masuk ke dalam silinder, alhasil daya mesin menjadi lebih besar meskipun ukuran mesin tetap sama. Kompresor dalam mesin pembakaran dalam ini bekerja untuk menambah tenaga dengan meningkatkan volume oksigen yang masuk dalam mesin. Keuntungan utama turbocharger adalah kemampuannya untuk secara signifikan meningkatkan daya mesin.

Turbocharger ialah komponen yang digerakkan oleh sisa gas buang pembakaran mesin diesel yang dipakai guna menarik udara untuk pembakaran serta pembilasan di dalam ruang silinder, (Endrodi dalam ABBY, D. H. (2021)). Menurut (Arismunadar dan Tsuda dalam ABBY,D.H.(2021)). Upaya yang signifikan diperlukan guna mengatasi besarnya kerugian akibat pembuangan. Tekanan udara menentukan banyaknya bahan bakar yang dapat dibakar pada saat langkah usaha didalam silinder dan menentukan tenaga maksimal dari mesin. Jika tekanan udara saat langkah kompresi meningkat, maka jumlah bahan bakar yang dapat dibakar di setiap silinder juga akan lebih besar. Sehingga, mesin diesel dilengkapi turbocharger yang berfungsi guna

meningkatkan tenaga yang dihasilkan oleh mesin.

Turbocharger (Alfalah, Sulistyono, & Ikhsan, 2017 dalam Hendrawan, A (2020)) didefinisikan sebagai sebuah perangkat tambahan pada motor pembakaran dalam (bensin ataupun diesel) yang bermanfaat guna menambah mass flow yang masuk dalam mesin, sehingga kekuatan yang didapatkan bisa bertambah. Turbocharger mencakup atas dua komponen utama: turbin serta kompresor. Turbin digerakkan oleh gas buang mesin, yang memutar kompresor guna menambah aliran udara yang masuk ke mesin. Dengan cara ini, mesin menjadi lebih efektif serta menghemat bahan bakar, terutama karena adanya perbedaan tekanan yang tinggi antara kompresor dan turbin. Kecepatan putaran turbocharger sangat tinggi, menghasilkan udara bertekanan yang digunakan untuk menambah tekanan udara yang masuk ke ruang pembakaran mesin. Awalnya, alat ini disebut "Turbosupercharger", karena fungsinya mirip dengan supercharger yang menggunakan kompresor untuk memaksa udara masuk ke mesin. Dengan meningkatkan turbin guna memutar supercharger, nama ini berubah jadi "Turbosupercharger". Tapi, istilah ini akhirnya disingkat menjadi "Turbocharger". Istilah tersebut kadang bisa menimbulkan kekacauan, sebab istilah "Turbosupercharger" masih dipakai untuk menggambarkan sistem yang menggabungkan supercharger yang digerakkan oleh crankshaft dan turbocharger yang digerakkan oleh gas buang, yang sering disebut "twincharging".

Kombinasi antara Mesin Diesel dengan turbin gas disebut sebagai Turbocharger Diesel Engine, yang mana keluaran turbin ialah urutan sampai dengan sepertiga dari keluaran Mesin Diesel. Mesin Diesel yang menghasilkan gas buang hilir mengembang di turbin dan menggerakkan kompresor. Parameter gas serta aliran massa diperlukan pada kopling antara engine dan turbocharger. Beriringan dengan rasio tekanan pemampat, keluaran turbin yang sama serta pemampat. Penyesuaian Turbocharger terhadap jenis mesin dua atau

empat langkah diperlukan karena produksi alat ini cenderung bersifat massal sebab keberagaman implementasinya. (Seehafen Verlag.dalam DIMAS, T. K. (2019)).

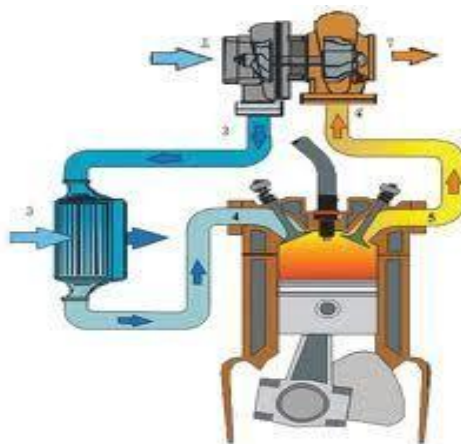
B. Prinsip Kerja Dan Fungsi Turbo Charge

1. Prinsip kerja turboocharger

Menurut EPRIYANTO,E.(2019) *Turbocharger* ialah alat penambah volume udara yang masuk dalam silinder melalui pemanfaatan energi gas buang hasil pembakaran. Turbocharger adalah alat pengubah cara udara masuk ke mesin, dari cara alami menjadi sistem induksi paksa. Sebelumnya, udara yang masuk ke silinder bergantung pada kevakuman yang dihasilkan oleh aktivitas piston ketika menghisap. Namun, melalui alat ini, udara didorong masuk ke silinder memakai pemampat yang digerakkan turbin menggunakan energi dari gas buang. Agar pembakaran berjalan sempurna, dibutuhkan tambahan udara yang masuk ke dalam silinder untuk membakar bahan bakar dengan jumlah presisi.

Jika kepadatan udara naik sebelum dimasukkan ke silinder, maka semua bahan bakar dapat terbakar lebih sempurna, yang akan meningkatkan daya mesin. Itulah mengapa mesin diesel yang dilengkapi dengan turbocharger berfungsi untuk memadatkan udara yang masuk ke dalam silinder. Dengan cara ini, mesin dapat menghasilkan daya yang lebih optimal meskipun ukuran tetap.

Gambar 2. 1 Siklus Kerja Turbocharge



Sumber: <https://clipground.com/images/combustion-space-clipart-12.jpg>

Artinya, cara kerja turbocharger yaitu menggunakan gas buang dari ruang bakar yang dialirkan ke dalam turbocharger. Proses ini membuat komponen lainnya berputar, kemudian berfungsi untuk menghisap udara dingin melalui intercooler dan mengirimkannya ke dalam mesin. Hal ini mendorong memperlancar pembakaran bahan bakar di mesin.

Cara kerja turbocharger sebenarnya sangat mudah, tetapi turbocharger itu sendiri ialah komponen mesin yang sangat kompleks. Selain komponen yang wajib berfungsi sangat presisi, turbocharger juga harus cocok dengan mesin. Apabila keduanya tidak saling sesuai, mesin bisa bekerja tidak efisien dan bahkan mengalami kerusakan.

2. Fungsi Turbocharger

Menurut GHAZIAN, L. A. (2018) berikut adalah fungsi turbocharger:

- a. Untuk mensuplai jumlah udara bersih yang cukup ke dalam silinder motor diesel guna pembakaran yang efektif untuk memperoleh tenaga lebih dari motor diesel. Turbocharger bekerja dengan menambah tekanan udara yang masuk ke dalam mesin, sehingga lebih banyak udara bisa masuk ke silinder saat langkah isap. Karena lebih banyak udara yang masuk, lebih banyak bahan bakar bisa terbakar secara sempurna di ruang bakar. Akibatnya, setiap ledakan di dalam silinder menghasilkan daya yang lebih besar.
- b. Guna pembilasan gas buang secara langsung, fungsi ini berperan untuk pendingin internal silinder. Di akhir prosedur buang serta sebelum tahapan isap dimulai, terdapat waktu di mana katup isap serta katup buang terbuka. Selama waktu tersebut, udara bertekanan masuk ke ruang pembakaran dan menekan gas buang keluar, sekaligus mendinginkan bagian torak serta silinder.

Selain itu, suhu gas buang akan turun.

Guna mendapatkan pembakaran yang optimal pada mesin diesel, perlu ada tambahan udara yang masuk ruang silinder, sesuai volume pemakaian bahan bakar. Ketika kepadatan udara meningkat sebelum masuk silinder, lebih banyak bahan bakar bisa terbakar dengan sempurna, sehingga daya mesin pun bertambah. Itulah sebabnya, mesin diesel dengan turbocharger berfungsi memadatkan udara yang masuk ke silinder dan menghasilkan daya lebih optimal meskipun dengan ukuran mesin tetap.

C. Sistem Pada Turbo Charge

Agus,T,K (2017) pengoperasian turbocharger juga melibatkan sistim pendukung supaya alat ini dapat bertahan lama meskipun selalu digunakan. Sistem tersebut dirancang untuk menjaga keandalan pemakaian turbocharger. Untuk melumasi full-floating bearing di dalam center housing, oli mesin disalurkan melalui oil inlet pipe serta mengalir di sekitar bearing. Sesudah melumasi bearing, oli kemudian mengalir melalui oil outlet pipelalu kembali ke oil pan. Ketersediaan minyak yang tepat guna bantalan turbocharger sangat penting agar bantalan tetap awet dan tidak rusak. Berikut adalah sistem yang ada dalam turbocharger:

1. Sistem Pelumasan

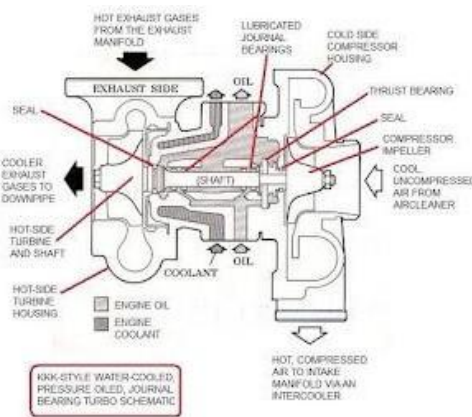
Sistem pelumasan turbocharger biasanya mengambil minyak pelumas dari sistem pelumasan mesin induk. Sesudahnya, minyak pelumas akan mengalir ke turbocharger dan selanjutnya kembali ke karter. Pemakaian minyak pelumas wajib selaras dengan kebutuhan bantalan turbocharger serta perlu diganti pada interval waktu tertentu.

2. Sistem pendingin turbocharger

Pemompaan air tawar dari mesin induk dipakai untuk mendinginkan turbocharger. Air pendingin yang berasal dari cooler akan disedot oleh pompa mesin induk dan dialirkan melalui pipa.

Sebagian besar air ini mengalir ke jacket cooling mesin induk, serta sebagian lainnya mengalir ke turbocharger guna mendinginkannya. Setelah itu, air yang sudah melewati turbocharger akan kembali mengalir melalui pipa keluaran pendingin mesin induk dan mengalir ke cooler guna pendinginan ulang.

Gambar 2. 2 Sistem pelumasan dan pendingin turbocharger



Sumber: <https://i0.wp.com/artikel-teknologi.com/wp-content/uploads/2014/06/20140613-075634-AM-28594939.jpg>

D. Komponen Dan Kelengkapan Dari Turbocharger

1. Komponen Turbocharge

Penting untuk memahami setiap komponen yang membentuk sebuah turbocharger. Sebagai pemasok udara paksa, turbocharger memerlukan perangkat yang dapat membuat udara masuk sesuai aliran gas buang. Berikut adalah perangkat utama penyusun turbocharger:

a. Turbin.

Gambar 2. 3 Turbin



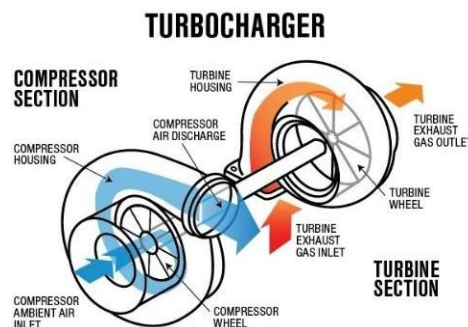
Sumber: [https://1.bp.blogspot.com/-](https://1.bp.blogspot.com/-lbQBiiunQlo/ViOi8f8qygl/AAAAAAAAAOI/cW283GCMbr0/s1600/jj2.jpg)

[lbQBiiunQlo/ViOi8f8qygl/AAAAAAAAAOI/cW283GCMbr0/s1600/jj2.jpg](https://1.bp.blogspot.com/-lbQBiiunQlo/ViOi8f8qygl/AAAAAAAAAOI/cW283GCMbr0/s1600/jj2.jpg)

Menurut PUTRA, P. (2019) Turbin yaitu suatu unit mekanik yang berfungsi mengkonversikan turbin senantiasa mengikutsertakan fluida dengan kandungan energi panas yang mengalir melalui sudu-sudu turbin. Masing-masing sudu turbin dibuat dengan nozzle-nozzle, maka ketika fluida melewatinya, fluida akan mengembang dan mengubah energi panas ke energi mekanis.

Fluida pengubah energi panas ke tenaga putaran poros di sistem turbocharger yakni udara gas buang hasil pembakaran mesin. Gas tersebut masih mengandung energi dalam bentuk panas serta tekanan yang sangat berguna.

Gambar 2. 4 Aliran fluida pada turocharger



Sumber: [http://d3e98kcom2u4ch.clou_dfront.net/wp-](http://d3e98kcom2u4ch.clou_dfront.net/wp-content/uploads/oldblog/2016/09/turb_ocharger-operation-diagram.jpg)

[content/uploads/oldblog/2016/09/turb_ocharger-operation-diagram.jpg](http://d3e98kcom2u4ch.clou_dfront.net/wp-content/uploads/oldblog/2016/09/turb_ocharger-operation-diagram.jpg)

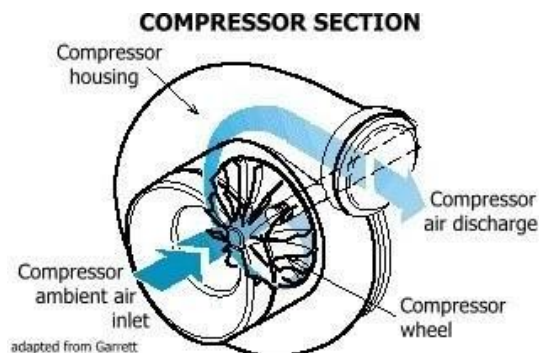
Turbin turbocharger terdiri dari rotor serta casing. Biasanya, turbin berbentuk sentrifugal dengan casing yang serupa dengan casing pada pompa sentrifugal, berbentuk volute. Gas buang masuk dari sisi casing dan mengalir mengikuti bentuk "keong," lalu memasuki sudu rotor. Ketika gas buang melewati sudu turbin, energi panas dan tekanan yang ada akan diubah menjadi putaran pada sudu. Proses ini berakhir ketika gas buang keluar melalui

sisi tengah rotor dan mengalir ke saluran exhaust.

b. Blower

Menurut REZA,Y.S (2019) Kompresor di turbocharger, bermanfaat guna merubah energi mekanis putaran poros ke energi kinetik aliran udara. Pemampat terhubung langsung dengan turbin melalui poros serupa, maka saat gas buang mesin memutar turbin, pemampat juga akan berotasi di kecepatan serupa. Energi mekanis dari turbin langsung dipakai guna menggerakkan pemampat. Ketika pemampat berputar, ia akan menarik udara dari sekitar melalui air inlet yang terletak bertentangan dengan turbin guna memperoleh udara dingin. Kompresor ini menambah tekanan udara sekitar 6 hingga 8 psi. Di permukaan laut, tekanan udara adalah 14,7 psi, sehingga kompresor bisa meningkatkan tekanan udara hingga 50%.

Gambar 2. 5 Kompresor pada turbocharger



Sumber: https://3.bp.blogspot.com/-19WSjdz1WdA/ViOi_Xv-bRI/AAAAAAAAAOY/O8yq6sgl0jQ/s320/jj4.jpg

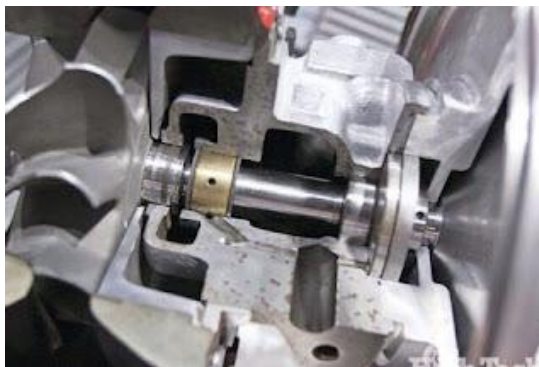
Blower turbocharger tipe sentrifugal terdiri dari dua bagian utama, yaitu sudu-sudu rotor dan casing. Ketika impeller rotor pemampat mulai berotasi secara cepat, udara dari atmosfer akan terhisap serta masuk ke pemampat melalui sisi inlet. Impeller akan mempercepat udara secara radial, menjauhi poros pemampat. Begitu udara mencapai pelindung pemampat (berfungsi menyebar), kecepatan aliran udara akan berkurang serta tekanan

statisnya akan bertambah. Kenaikan tekanan udara juga menyebabkan suhu udara meningkat. Setelah itu, udara yang terkompresi akan dialirkan menuju intercooler untuk didinginkan.

c. Bearing Housing / Center Housing

Setiap turbin serta pemampat di turbocharger terdiri dari rotor serta casing. Keduanya terhubung di satu poros yang didukung sistem bearing (bantalan) yang terletak di antara turbin serta pemampat. Guna mempermudah perakitan, pelindung turbin serta pemampat digabungkan dalam suatu sistem bernama Center Housing & Rotating Assembly (CHRA). Sistem bearing juga berada di dalam CHRA, yang menjadikan CHRA sebagai pusat dari sistem pelumasan turbocharger. Pada kapal taruna praktek, rotasi pusat turbocharger adalah 95.500 RPM. Karena kecepatan putaran tinggi tersebut, diperlukan bearing berkualitas terbaik. Biasanya, perunggu adalah bahan dasar pembuatan thrust bearing turbocharger. Seiring perkembangannya, bearing modern turbocharger berwujud ball bearing berbahan keramik, yang mana ini banyak dipilih sebab life time turbocharger jadi lebih baik.

Gambar 2. 6 Sistem Center Housing & Rotating Assembly



Sumber: https://3.bp.blogspot.com/-yCw3BQqwwks/ViOjBRkjTil/AAAAAAAAAOg/H-paPw53_2o/s1600/jj5.jpg

2. Kelengkapan turbocharger

Selain perangkat utama pembentuk turbocharger, ada juga beberapa perangkat pendukung lainnya yang sangat penting untuk mendukung kinerjanya. Alat-alat ini diperlukan agar turbocharger dapat bekerja dengan maksimal. Berikut adalah kelengkapan yang ada pada turbocharger:

a. Intercooler

Intercooler mesin diesel yaitu perangkat yang membantu mendinginkan udara yang masuk ke mesin setelah dipompa oleh turbocharger. Udara yang disuplai turbocharger berasal dari gas buang dan sangat panas, sehingga perlu didinginkan sebelum masuk ke dalam mesin. Fungsi utama intercooler bukan hanya untuk mendinginkan udara, tetapi juga untuk memadatkan udara tersebut, yang membantu mesin menghasilkan tenaga yang lebih besar. Biasanya, intercooler ditempatkan di area dengan jangkauan udara yang luas supaya proses pendinginan dapat berfungsi dengan maksimal.

Gambar 2. 7 Turbocharger Intercooler



Sumber: https://3.bp.blogspot.com/-qCilxx4oKiQ/ViOjGr_5I8I/AAAAAAAAAOs/t9_2lof68WC4/s1600/ij7.jpg

Saat turbocharger mendorong udara masuk ke dalam mesin, tekanan udara tersebut meningkat. Namun, udara yang dipompa juga menjadi lebih panas, dan jika udara yang masuk terlalu panas, itu bisa merusak mesin. Jika suhu ruang bakar

terlalu tinggi, bisa terjadi over heating, dan udara akan mengembang, yang membuat kepadatan udara berkurang. Hal ini tentu saja akan memengaruhi kinerja mesin, terutama dalam hal tenaga, karena pembakaran tidak bisa berlangsung dengan sempurna. Untuk mencegah masalah ini, intercooler hadir sebagai solusi yang efektif dalam mendinginkan udara sebelum masuk ke mesin. Intercooler berfungsi menjadi penyeimbang serta pelepas panas, sistem kerjanya mirip seperti radiator tapi tidak memakai coolant/air radiator namun air laut. Intercooler ialah heat exchanger, biasanya memakai media pendingin berupa air. Udara tertekan masuk ke sisi tubing kecil yang tersusun atas plat - plat tipis aluminium dan pipa - pipa kecil. Air pendingin mengalir dengan bantuan pompa pendingin melewati pipa pipa kecil dan menyerap panas udara terkompresi melalui permukaan pipa.

1) Tipe-tipe Intercooler

a) Udara ke Udara, jenis intercooler yang sangat jarang dipakai di mesin kapal namun banyak dipakai di mesin kendaraan lain. Beberapa hal yang wajib diperhatikan dari intercooler ini yaitu: lekukan serta perubahan ukuran seminimal mungkin, sambungan serta selang karet terbaik guna menahan tekanan *turbocharger*, dan lokasi pemasangan *turbocharger* dengan aliran udara yang luas.

b) Udara ke Air, intercooler yang banyak dipakai di kapal laut. Pada intercooler ini, air bersirkulasi guna mendinginkan udara, cara kerjanya sama seperti air radiator. Pompa air adalah perangkat terpenting dari intercooler ini, maka biasanya instalasi pompa air dilakukan secara seri/paralel.

b. Saluran Pipa Turbocharger

Menurut WISNU, B. L. (2019) Implementasi *turbocharger* selalu dilakukan dengan saluran pipa yang terkoneksi dengan beragam perangkat mesin. Kategori saluran pipa *turbocharger*

ada dua yaitu pertama, pipa saluran panas yang mengalirkan gas buang dari ruang bakar ke turbin, membuang gas buang keluar melalui sistem knalpot. Kedua, pipa saluran dingin membawa udara dari luar ke dalam pemampat, mengalirkan udara bertekanan dari kompresor ke intercooler, dan akhirnya mengalirkan udara dingin bertekanan dari intercooler ke intake manifold mesin. Karena dua saluran ini membawa jenis fluida yang berbeda, bahan yang digunakan juga harus berbeda. Pipa saluran gas buang perlu diciptakan dari bahan anti suhu tinggi, tekanan besar, serta tegangan yang terjadi, sementara pipa saluran udara terkompresi membutuhkan bahan yang kuat guna menahan tekanan tinggi.

Gambar 2. 8 saluran pipa turbocharge



Sumber; https://4.bp.blogspot.com/-XCEEbB_o7EM/ViOjKawwagI/AAAAAAAAAPI/goTloy7-TXY/s1600/jj10.jpg

E. Rumus Uji Analisa Data

1. Validitas (Korelasi Pearson)

Rumus korelasi Pearson untuk menguji validitas:

$$r = \frac{\sum (X_i - \bar{X})(T_i - \bar{T})}{\sqrt{\sum (X_i - \bar{X})^2 \times \sum (T_i - \bar{T})^2}}$$

Keterangan:

- X_i = skor pada item ke-i
- $\bar{X}$ = rerata skor item
- T_i = skor total responden (tanpa item ke-i)
- $\bar{T}$ = rerata skor total

- Σ = simbol penjumlahan
- n = jumlah responden

2. Uji Normalitas (Shapiro-Wilk Test)

Rumus statistik uji Shapiro-Wilk:

$$W = ((\Sigma a_i \times x_{(i)})^2) / (\Sigma (x_i - \bar{x})^2)$$

Keterangan:

- $x_{(i)}$ = data urut dari terkecil ke terbesar
- a_i = koefisien distribusi normal
- x_i = data ke-i
- $\bar{x}$ = rerata data
- n = ukuran sampel

3. Reliabilitas (Cronbach's Alpha)

Rumus Cronbach's Alpha guna mengukur konsistensi internal:

$$\alpha = (N / (N - 1)) \times (1 - (\Sigma \sigma_i^2 / \sigma_T^2))$$

Keterangan:

- N = jumlah item
- σ_i^2 = varians item ke-i
- σ_T^2 = varians total skor keseluruhan

4. Uji t Berpasangan (Paired Samples t-Test)

Rumus uji t berpasangan:

$$t = \bar{d} / (s_d / \text{sqrt}(n))$$

Derajat kebebasan:

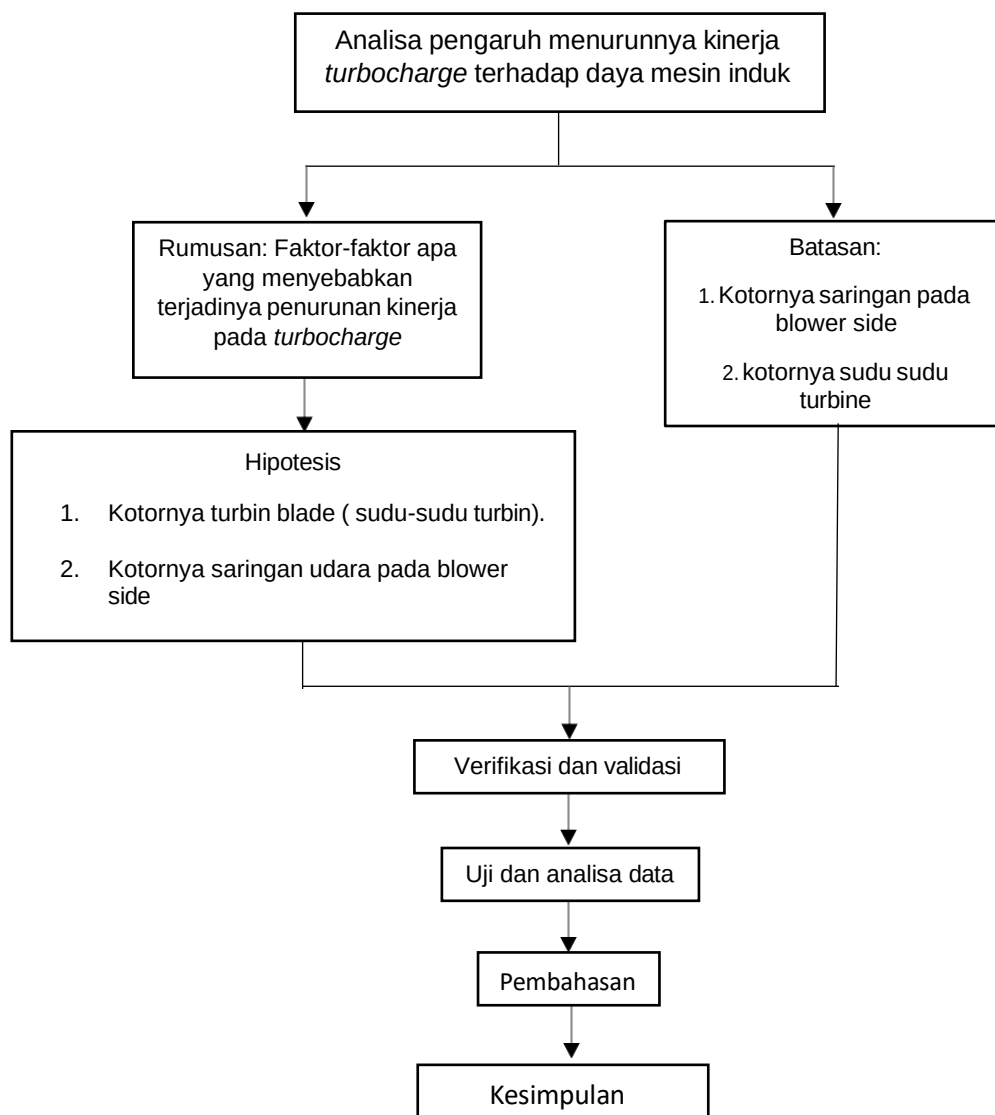
$$df = n - 1$$

Keterangan:

- $\bar{d}$ = rerata selisih dari pasangan data
- s_d = standar deviasi selisih
- n = jumlah pasangan
- df = derajat kebebasan

F. Kerangka Pikir

Pada bagian kerangka pemikiran penelitian ini, penulis akan menjelaskan langkah-langkah pemikiran yang akan dilakukan secara urut untuk menjawab masalah utama penelitian. Semuanya pada pemahaman serta pengalaman penulis yang akan didapatkan selama proses penelitian. Berikut adalah bagan kerangka pemikirannya:



G. Tabel Review Jurnal Untuk Melihat Hasil Novelty

Tabel 2. 1 Novelty

No	Judul Jurnal	Penulis	Tahun	Tujuan Penelitian	Metode Penelitian	Temuan Utama	Relevansi
1	Analisis pengaruh perubahan kinerja <i>turbocharger</i> terhadap daya mesin induk di kapal mt chem star	Rangga	2025	Menganalisa pengaruh perubahan kinerja <i>turbocharger</i> terhadap daya mesin	Kuantitatif, Jasp	Perubahan kinerja <i>turbocharger</i> berpengaruh terhadap daya yang di hasil kan mesin	Membuktikan bahwa penurunan kinerja <i>turbocharger</i> memberikan dampak negaif terhadap daya mesin induk
2	Pengaruh <i>Turbocharger</i> terhadap Daya Mesin Induk KN. Prajapati	Muhamma d Fadel Mansyur	2021	Menganalisis pengaruh penggunaan <i>turbocharger</i> pada daya mesin kapal KN. Prajapati	Kuantitatif	<i>Turbocharger</i> meningkatkan daya mesin induk secara signifikan	Bukti empiris peningkatan daya mesin dengan <i>turbocharger</i> pada mesin kapal
3	Analisis Perbandingan Daya Mesin Menggunakan <i>Turbocharger</i> dan Tanpa <i>Turbocharger</i> pada Mitsubishi Canter FE73	Agus Santoso, R. Hadi Susanto	2020	Membandingkan daya mesin kendaraan dengan dan tanpa <i>turbocharger</i>	Kuantitatif	<i>Turbocharger</i> meningkatkan daya mesin dibanding tanpa <i>turbocharger</i>	Memahami efektivitas <i>turbocharger</i> pada mesin kendaraan komersial
4	Studi Pengaruh Tidak Optimalnya Kinerja <i>Turbocharger</i> pada Mesin Induk Kapal	Ridwan Kurniawan	2023	Mengidentifikasi dampak kinerja <i>turbocharger</i> yang tidak optimal pada mesin induk kapal	Kuantitatif	Kinerja <i>turbocharger</i> tidak optimal menurunkan daya dan efisiensi mesin induk kapal	Penting untuk pemeliharaan dan troubleshooting sistem <i>turbocharger</i> pada mesin kapal
5	Pengaruh Rasio Tekanan Kompresor <i>Turbocharger</i> terhadap Kinerja Mesin Diesel	Hendra Setiawan	2022	Menentukan pengaruh rasio tekanan kompresor <i>turbocharger</i> terhadap kinerja mesin diesel	Kuantitatif	Rasio tekanan kompresor optimal meningkatkan daya dan efisiensi mesin diesel	Menunjukkan aspek teknis penting dalam optimasi <i>turbocharger</i> untuk mesin diesel

H. Hipotesis

Berikut adalah hipotesis penelitian yang mengacu pada permasalahan utama yang sudah disampaikan:

1. Kotoran pada turbin blade (sudu-sudu turbin).
2. Kotoran pada saringan udara blower, yang menyebabkan penurunan tekanan udara yang dihisap.

BAB III METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Penelitian ini mengadopsi pendekatan kuantitatif dengan metode survei, kemudian dianalisis memakai Just Another Statistical Program (JASP) melalui aplikasi JASP. Tujuan utama penelitian yakni mengidentifikasi dampak penurunan kinerja turbocharger terhadap daya mesin kapal.

B. Definisi Konsep Variabel

Bagian ini menjelaskan batasan masalah berkaitan dengan variabel yang digunakan sebagai pedoman dalam penelitian, sehingga memudahkan penerapannya di lapangan. Oleh karena itu, relevansi definisi konsep terhadap topik yang akan diteliti akan ditetapkan, yaitu:

1. Turbocharger yakni alat yang dipakai guna menambah jumlah udara yang masuk ke silinder melalui pemanfaatan energi dari gas buang. Sebelumnya, udara masuk ke dalam silinder bergantung pada kevakuman dari aktivitas piston pada langkah isap. Namun, melalui turbocharger udara didorong masuk ke silinder memakai pemampat yang digerakkan turbin dengan memanfaatkan gas buang, sehingga memungkinkan pembakaran yang lebih optimal.
2. Daya Mesin adalah ukuran seberapa besar kerja/tenaga yang dapat dihasilkan oleh suatu mesin dalam satu satuan waktu tertentu. Biasanya, daya mesin diukur dalam satuan watt (W) atau horsepower (HP).

C. Populasi Dan Sampel

1. Populasi

Populasi penelitian yaitu mesin utama yang dilengkapi *turbocharger* pada kapal MT Chem Star. Kapal ini merupakan kapal tanker chemical yang beroperasi di jalur internasional, mengangkut produk kimia dan minyak. Mesin utama pada kapal ini berperan penting dalam menentukan daya dan efisiensi operasional kapal.

2. Sampel

Pengambilan sampel memakai teknik *purposive sampling*, yakni pemilihan unit mesin utama yang dilengkapi *turbocharger* dan aktif beroperasi selama periode tertentu. Sampel ini dipilih untuk memastikan data yang diperoleh relevan dan representatif dalam menganalisis pengaruh kinerja *turbocharger* terhadap daya mesin. Teknik ini sesuai dengan pendekatan studi kasus yang fokus pada satu unit objek, yaitu mesin induk kapal MT Chem Star.

D. Teknik Pengumpulan Data

Penelitian ini memakai tiga teknik, yaitu :

1. Teknik Observasi langsung

Merupakan cara penghimpunan data yang dilakukan dengan cara mengamati secara langsung gejala-gejala yang sedang diteliti dari objek penelitian, baik dengan menggunakan instrumen penelitian yang sudah disiapkan maupun tanpa instrumen tersebut.

2. Teknik komunikasi langsung

Komunikasi langsung adalah metode pengumpulan data yang dilakukan dengan berinteraksi langsung atau tatap muka dengan partisipan. Dengan cara ini, teknik komunikasi langsung memungkinkan peneliti untuk bertatapmuka dengan subjek penelitian guna memperoleh data/informasi yang dibutuhkan melalui wawancara.

Dari penjelasan tersebut, disimpulkan bahwa teknik ini menerapkan metode pengumpulan data melalui wawancara

terhadap sumber informasi.

Wawancara yaitu cara berinteraksi antara dua orang dengan tujuan guna saling bertukar informasi serta gagasan melalui sesi tanya jawab, yang memungkinkan terciptanya pemahaman/makna dari perolehan data.

3. Teknik dokumentar

Teknik dokumentasi yaitu metode pengumpulan data yang dilaksanakan dengan mengklasifikasikan serta mengategorikan bahan tertulis yang relevan dengan topik penelitian, seperti dokumen, buku, surat kabar, majalah, dan lainnya. Teknik ini melibatkan pengumpulan dan pemeriksaan data/informasi yang dibutuhkan melalui dokumen penting. Artinya, teknik dokumentasi merupakan cara guna mendapatkan data dengan menghimpun berkas/arsip yang diperlukan dalam penelitian.

E. Metode Analisis Data

1. Pengolahan dan Validasi Data

Data yang terkumpul dari pengukuran performa *turbocharger* dan output daya mesin akan diperiksa dan disaring untuk memastikan keakuratan dan kelengkapan sebelum dilakukan analisis lebih lanjut.

2. Analisis Data dengan JASP

Proses analisis data dilakukan memakai software JASP (Jeffreys's Amazing Statistics Program) yang memiliki tampilan antarmuka grafis mudah digunakan. Dalam aplikasi ini, dilakukan pengujian hubungan antara variabel kinerja turbocharger dan daya mesin dengan teknik statistik seperti korelasi, regresi linear, dan pengujian reliabilitas untuk memastikan validitas data.

3. Penelitian Lapangan (Field Study)

Pengumpulan data dilakukan melalui observasi langsung terhadap mesin dan sistem turbocharger di lapangan, yaitu pada kapal yang menjadi objek penelitian. Pengukuran dilakukan selama periode tertentu untuk mendapatkan data yang representatif.

4. Studi Pustaka (Library Study)

Sebagai pendukung penelitian, dilakukan kajian terhadap buku, jurnal, dan sumber literatur lain yang relevan guna memperkuat landasan teori dan pemahaman konsep yang digunakan dalam penelitian ini.

F. Forum Wawancara

Tabel 3. 1 wawancara

no	Pertanyaan	Jawaban
1	Apa faktor utama yang mempengaruhi kinerja <i>turbocharger</i> ?	fisik <i>turbocharger</i> seperti kebersihan, dan tekanan udara masuk..
2	Bagaimana perubahan kinerja <i>turbocharger</i> memengaruhi daya mesin?	Penurunan kinerja <i>turbocharger</i> menyebabkan daya mesin menurun karena pasokan udara berkurang.
3	Apa indikator yang digunakan untuk mengukur performa <i>turbocharger</i> ?	udara masuk, suhu gas buang, dan putaran <i>turbocharger</i> .

G. Jadwal Penelitian

Penulis melakukan penelitian selama Praktek Berlayar yang berlangsung 12 bulan (1 tahun) di atas kapal, dimulai dari tanggal sign on hingga tanggal sign off. Penelitian mengenai analisis pengaruh perubahan kinerja turbocharger terhadap daya mesin utama ini dilakukan langsung di atas kapal selama penulis menjalani praktek laut.

No	Aktivitas	TAHUN 2023											
		BULAN											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1.	Pengarahan & pembekalan												
2.	Pembagian dosen pembimbing												
3.	Pengajuan judul proposal												
4.	Pengumpulan data dan referensi												
5.	Penyusunan proposal												
6.	Seminar proposal pengambilan data												
7.	Pengambilan data	TAHUN 2024											
		TAHUN 2025											
8.	Penyusunan Skripsi												
9.	Seminar hasil												
10.	Revisi												
11.	Seminar tutup												

H. Flow Chart Penelitian

