



## Penyebab Menurunnya Putaran Mesin Induk Mengakibatkan Tidak Maksimal Kinerja Mesin Induk No 2 pada Kapal

Sulthan Ghifari Rizqullah Junaidy

Universitas Hang Tuah, Surabaya, Indonesia

Alamat : Jl.Arief Rachman Hakim No.150,Surabaya, Indonesia

Korespondensi penulis: [sulthanghifary@gmail.com](mailto:sulthanghifary@gmail.com)

**Abstract.** *turbocharger is a vital component in many modern engines, which functions to increase engine performance and efficiency by compressing the air entering the combustion chamber. However, turbochargers often face various technical problems, one of which is damage to the turbo rotation. The purpose of this research is to discuss reducing RPM on ships to align research objectives, find out the problems that occurred during research, research objectives, problem formulation and research questions. This research method uses the qualitative type TSHD Rsa Marine 3 and the officers' efforts to take action when the main engine experiences a decrease in RPM, namely replacing components that affect the decrease in RPM such as replacing turbo components and air filters. This research was conducted using qualitative research methods, observation, interviews and related heritage. with a sudden drop in RPM. then take data such as RPM reduction statistics and pictures of component repairs that have a big influence on the reduction in Main Engine RPM. Based on the research results, it was concluded that the decrease in RPM was caused by damage to the compressor wheel and dirty turbo filter which resulted in abnormal RPM ME No. 2 on the ship.*

**Keywords:** Turbocharger, main engine and ship

**Abstrak.** Turbocharger merupakan komponen vital pada banyak mesin modern, yang berfungsi meningkatkan performa dan efisiensi mesin dengan cara mengompresi udara yang masuk ke ruang bakar. Namun turbocharger seringkali menghadapi berbagai masalah teknis, salah satunya adalah kerusakan pada putaran turbo. Tujuan penelitian ini membahas penurunan RPM pada kapal sebagai keselarasan antara tujuan penelitian, mengetahui masalah yang terjadi pada saat meneliti tujuan penelitian, rumusan masalah dan pertanyaan penelitian. Metode penelitian ini menggunakan jenis kualitatif, TSHD Rsa Marine 3 serta upaya perwira dalam mengambil Tindakan pada saat Main engine dalam penurunan RPM adalah mengganti komponen yang pengaruh terhadap penurunan RPM seperti mengganti komponen turbo dan filter udara. penelitian ini dilaksanakan menggunakan metode penelitian kualitatif observasi, wawancara dan pusaka yang berkaitan dengan penurunan RPM secara tiba-tiba. kemudian mengambil data-data seperti statistic penurunan RPM dan gambar perbaikan komponen yang pengaruh besar terhadap penurunan RPM Main Engine. Berdasarkan hasil penelitian di simpulkan bahwa penurunan RPM ini di akibatkan krops nya compressor wheel dan kotor nya filter turbo yang mengakibatkan tidak normal nya RPM ME no 2 di kapal.

**Kata kunci:** Turbocharger, Mesin induk dan kapal

### 1. LATAR BELAKANG

Turbocharger merupakan komponen vital pada banyak mesin modern, yang berfungsi meningkatkan performa dan efisiensi mesin dengan cara mengompresi udara yang masuk ke ruang bakar. Namun turbocharger seringkali menghadapi berbagai masalah teknis, salah satunya adalah kerusakan pada putaran turbo

Turbocharger beroperasi pada kecepatan tinggi dan suhu tinggi, sehingga memerlukan pelumasan yang baik. Oli yang kotor atau jumlah oli yang tidak mencukupi dapat menyebabkan keausan yang berlebihan, keausan, dan kerusakan pada bearing dan komponen berputar

lainnya. Menggunakan oli yang tidak sesuai dengan spesifikasi mesin atau turbocharger dapat mengurangi efektivitas pelumasan dan perlindungan komponen.

Masuknya debu dan partikel kecil melalui sistem udara yang tidak tersaring dengan baik dapat menyebabkan kerusakan pada turbin turbin dan kompresi. Kontaminasi oli dengan udara, bahan bakar, atau partikel asing lainnya dapat menyebabkan kerusakan pada komponen turbo bilah turbin atau kompresor yang aus atau rusak dapat menyebabkan ketidakseimbangan pada turbocharger, yang berakibat pada getaran berlebih dan kerusakan bearing. Kesalahan dalam pemasangan turbocharger dapat menyebabkan ketidakseimbangan mekanis yang mempengaruhi putaran turbo.

Kompresor whhels yang rusak atau kropos dapat menyebabkan turbo berputar dengan lancar dan mengakibatkan kerusakan lebih lanjut pada komponen turbo. serpihan pasir atau filter turbo sangat kotor karena filter jarang disaring sehingga turbo mengalami kehilangan tenaga, dan juga masuknya debu dan debu. pasir masuk ke rumah filter karena kurangnya pembersihan teratur.

## **2. KAJIAN TEORITIS**

Turbocharger merupakan komponen vital pada banyak mesin modern, yang berfungsi meningkatkan performa dan efisiensi mesin dengan cara mengompresi udara yang masuk ke ruang bakar. Namun turbocharger seringkali menghadapi berbagai masalah teknis, salah satunya adalah kerusakan pada putaran turbo

Turbocharger beroperasi pada kecepatan tinggi dan suhu tinggi, sehingga memerlukan pelumasan yang baik. Oli yang kotor atau jumlah oli yang tidak mencukupi dapat menyebabkan keausan yang berlebihan, keausan, dan kerusakan pada bearing dan komponen berputar lainnya. Menggunakan oli yang tidak sesuai dengan spesifikasi mesin atau turbocharger dapat mengurangi efektivitas pelumasan dan perlindungan komponen.

Masuknya debu dan partikel kecil melalui sistem udara yang tidak tersaring dengan baik dapat menyebabkan kerusakan pada turbin turbin dan kompresi. Kontaminasi oli dengan udara, bahan bakar, atau partikel asing lainnya dapat menyebabkan kerusakan pada komponen turbo bilah turbin atau kompresor yang aus atau rusak dapat menyebabkan ketidakseimbangan pada turbocharger, yang berakibat pada getaran berlebih dan kerusakan bearing. Kesalahan dalam pemasangan turbocharger dapat menyebabkan ketidakseimbangan mekanis yang mempengaruhi putaran turbo.

Kompresor whhels yang rusak atau kropos dapat menyebabkan turbo berputar dengan lancar dan mengakibatkan kerusakan lebih lanjut pada komponen turbo. serpihan pasir atau filter turbo sangat kotor karena filter jarang disaring sehingga turbo mengalami kehilangan tenaga, dan juga masuknya debu dan debu. pasir masuk ke rumah filter karena kurangnya pembersihan teratur.

Menurut (Hoffman, 2018) Proses pembakaran bahan bakar di dalam silinder dipengaruhi oleh temperatur, massa jenis campuran, komposisi dan rendemen dalam campuran. Dengan udara tadi ia akan terbakar. Dengan campuran bahan bakar bensin dan udara yang memadai, maka konsumsi bahan bakar dan tingkat polusi dari kendaraan bermotor pada dasarnya dapat dikendalikan dan dikurangi. Beberapa cara yang bisa dilakukan adalah dengan memperbaiki proses pembakaran yang terjadi pada mesin.

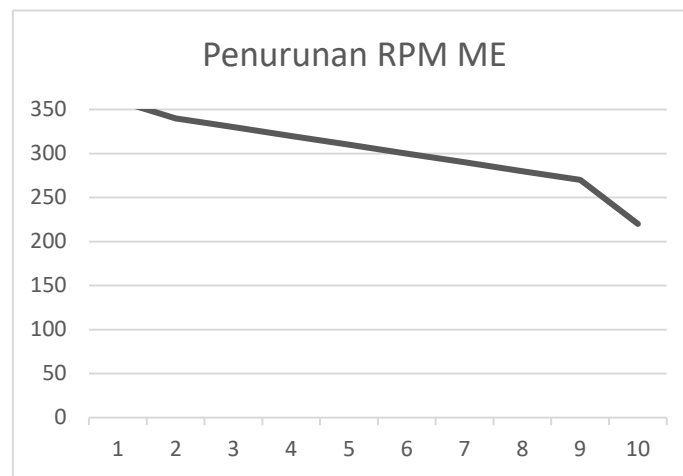
Berdasarkan penjelasan di atas, dengan bertambahnya jumlah oksigen maka tenaga turbocharger khususnya kompresor saat menghisap akan meningkat. Pasalnya, teknologi mesin diesel semakin diimbangi dengan aksesoris tambahan yang disebut dengan turbocharger, yaitu komponen tambahan pada mesin diesel yang dapat meningkatkan jumlah oksigen yang menggerakkan mesin. Caranya dengan memanfaatkan energi gas buang. Pada proses penyeimbangan selanjutnya muncul teknologi tubocharger yang dijelaskan secara mendalam.

### **3. METODE PENELITIAN**

Metode penelitian menggunakan metode kualitatif bertujuan untuk menjelaskan suatu fenomena dengan mendalam dan dilakukan dengan mengumpulkan data sedalam-dalamnya. Penelitian dilaksanakan di kapal TSHD RSA Marine 3 Adapun penelitian ini yaitu selama 12 bulan 4 hari dimulai dari tanggal 16 desember 2022 sampai dengan tanggal 20 desember 2023. Teknik pengumpulan data menggunakan Metode pengumpulan data di lapangan dilakukan melalui metode observasi yaitu suatu cara untuk mendapatkan data melalui pemantauan ke unit-unit sasaran penelitian. Teknik analisis data yaitu Analisis data kualitatif digunakan untuk memahami konsep, opini, atau pengalaman berdasarkan data non-numerik seperti wawancara, observasi, dan dokumen.

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### Hasil Penelitian



Gambar 1 Grafik Penurunan RPM ME

Berdasarkan hasil pengamatan penulisan selama praktek laut (prala) pada tanggal tepatnya 28 desember 2023 saat oiler jaga 08.00-12.00 tiba-tiba RPM turun tanpa adan alarm main engine berbunyi menandakan ada komponen yang overheat yang mengakibatkan kecurigaan crew kapal setelah itu oiler melaporkan kepada perwira jaga yang sedang mengecek pompa-pompa pada saat pergantian jam jaga,dan perwira mesin memerintahkan crew deck untuk memutar balik kapal untuk berlabuh setelah kapal berlabuh,crew mesin langsung mematikan ME 1 dan ME 2 seelah itu crew mesin mengecek masalah-masalah yang terjadi dan crew mesin mengecek bebrapa masalah pertama mengecek governor pada main engine no 1 dan 2 dan kedua nya tidak ada masalah,setelah itu crew mesin mengecek turbo charger main engine no 1 dan 2 setelah itu karna RPM main engine no 2 menurun secara drastis dan tiba-tiba tanpa dikurangi melalui anjungan yang awal nya RPM memacu di 350-360 RPM setelah penurunan RPM running di 220-230 RPM, dan setelah di bogkar sedikit komponen turbo charger crew mesin melihat ada masalah2 yang terjadi seperti :

Tabel 1 Jam Kerja Pengecekan Komponen Main Enginer

no	Komponen turbo charger yang di check	Jam kerja
1	Cek kebocoran gas buang udara dan suhu normal	Pengecekan harian
2	kompresor wheels	Pengecekan tidak tentu
3	Pre cleaner filter	Pengecekan tidak tentu
4	Pergantian oli	1200 jam kadang lebih

Berdasarkan pengamatan yang dilakukan pada saat melaksanakan penelitian selama praktek laut di kapal RSA Marine 3 yaitu pada saat berlayar tepatnya waktu penelitian melaksanakan jaga di kamar mesin pada 28 desember 2023 pukul 07.30 pada saat jam jaga dari masinis 2 dimana pada saat itu turbocharger mengalami Permasalahan yaitu terjadinya penurunan pada turbocharger yang berdampak pada kinerja mainengine. Pada saat itu kapal proses mengeruk dari PLTU Cilacap menuju titik buang. Waktu itu penulis melaksanakan jaga kamar mesin pada 28 desember 2023 Saat bertugas jaga mengecek mesin yang sedang beroperasi terlihat pada indikator tekanan gas buang yang sangat panas suhunya.

Pada saat terjadinya kerusakan bisa dilihat dari data RPM diatas yang di akibatkan kropsunya compressor wheel dan kotsunya filter turbo yang mengakibatkan tidak normalnya RPM ME no 2 di kapal, masalah ini sangat pengaruh besar terhadap kerja kapal salah satunya jika tidak segera dilakukan perbaikan maka kerusakan tersebut akan makin menjadi, proses kerja kapal atau gerak kapal yang semakin lambat dan mengganggu jam operasional penengrukan, yang mengakibatkan kapal berlabuh untuk perbaikan dan harus membutuhkan waktu yang lama untuk perbaikan.

Tindakan perbaikan yang di lakukan terkait dengan permasalahan di atas yang menyebabkan putaran main menurun

- 1) Stop engine kedua mesin induk
- 2) Setelah itu mengganti kapas filter turbo dengan yang baru
- 3) Kemudian selanjutnya penggantian spare part satu se turbo agar lebih cepat dalam pergantian
- 4) Dan dicoba Kembali starting Main Engine untuk trial sailing tidak ada masalah.

### **Analisis Data**

Menurut Hasil dari identifikasi lapangan yang telah di ketahui pada saat kerusakan turbo charger dan menurunnya kerja-kerja komponen main engine no 2 di kapal RSA marine 3 yang dilaksanakan oleh crew mesin, berdasarkan data-data yang penulis dapatkan maka telah di ketahui apa saja dampak-dampak dari kerusakan pada main engine, dampak yang di timbulkan dari rusaknya komponen main engine yang mengakibatkan turunnya RPM main engine. dan berikut Dampaknya

- a. Dampak menurunnya RPM pada main engine no 2
- 1) Kinerja mesin kurang maksimal putaran mesin dikarenakan speed main engine pada kapal bergantung banyak komponen salah satunya adalah komponen turbo charger karena komponen ini mengisap udara hasil dari pembuangan pembakaran melewati compressor wheels dan compressor whhels tersebut kropos yang menyebabkan putaran compressor whells tidak maksimal dan tidak mengisap dengan baik masuk kedalam turbo charger
  - 2) Suhu gas buang overheat di karenakan jumlah udara bersih yang masuk ke mesin. Hal ini menyebabkan campuran udara-bahan bakar tidak optimal, mengurangi efisiensi pembakaran, menurunkan RPM dan kemungkinan terjadi kebocoran pada filter udara. Saat RPM menurun saat mesin induk hidup, saya sebagai peneliti mengecek suhu gas buang mesin induk juga tidak normal yang biasanya mencapai 380 derajat, namun kemudian saya periksa suhunya saat menjadi 450-460 (tidak normal ) kemudian sekitar 30 menit. Awak mesin mematikan mesin dan masalah selanjutnya adalah suhu gas buang yang normal. Dengan hadirnya log box, kami sebagai peneliti dapat mengetahui suhu normal gas buang pada saat mesin induk berjalan normal dan mohon maaf saya tidak dapat menjelaskan kelainan suhu gas buang tersebut karena setiap 2 jam sekali kami hanya memeriksanya. suhu cairan pendingin, pembuangan gas dan oli serta instruksi dari petugas kapal tidak berfungsi karena singkatnya waktu untuk perbaikan, pengerjaan dan pengerjaan turbo charger. Imbalannya adalah lebih sedikit perawatan dan reposisi suku cadang yang sudah lama tidak digunakan. Setelah diketahui pengaruh faktor pengaruh terhadap RPM mesin induk, selanjutnya penulis dapat menyusun data-data yang telah disimpulkan dan akan dilakukan sebagai upaya untuk mengatasi permasalahan selanjutnya, namun terdapat rencana untuk menangani masalah tersebut. Terjadi kerusakan mesin utama.

Tabel 2 Overheat Suhu Gas Buang Main Engine

KONDISI	SUHU GAS BUANG ME 2								RPM
	1	2	3	4	5	6	7	8	
Normal	351	328	379	380	400	399	359	381	337
	351	328	348	369	417	392	377	351	340
	345	329	360	389	360	371	366	378	335
Abnormal	450	455	450	450	450	450	450	460	221
	455	450	460	450	450	450	455	430	240
	460	459	450	460	450	450	450	450	260
Alarm	400	400	400	400	400	400	400	455	-
	400	400	400	400	400	400	400	400	-
	400	400	400	400	400	400	400	400	-

3) Pengunduran rencana kerja pengerukan kapal dikarenakan speed kapal yang sangat rendah dan membutuhkan waktu yang lama untuk menempuh proses pembuangan setelah di ketahui dari dampak turun nya rotasion perminute (rpm), maka crew engine room TSHD RSA.marine 3 dapat menganalisa dan mengidentifikasi pada saat kerusakan terjadi, Berdasarkan data-data yang penulis dapatkan, maka penulis dapat menyimpulkan beberapa faktor penyebab dari turun nya RPM tersebut, berikut adalah faktor yang menjadi penyebab turun nya RPM

b. Faktor penyebab RPM main engine turun

1) Kompresor whhels yang kropos

Keroposnya pada kompresor dapat disebabkan oleh banyak faktor, salah satunya adalah kurangnya perawatan dan Jika material yang digunakan untuk membuat roda kompresor tidak berkualitas baik, maka korosi atau degradasi material dapat terjadi lebih cepat,turbo yang sering mengalami keuasan dikarena kan kualitas oli yang buruk, bisa juga dari lingkungan yang banyak debu yang masuk mengakibatkan kelembapan yang tinggi mengakibatkan kroposnya compressor wheels ini



Gambar 2 kropos kompresor wheels

Sumber : dokumen pribadi

## 2) Kotornya kapas filter turbo

Filter udara yang tersumbat oleh debu dan kotoran mengurangi jumlah udara bersih yang masuk ke mesin. Hal ini menyebabkan campuran udara-bahan bakar tidak optimal, menurunkan efisiensi pembakaran, dan menurunkan RPM dan kemungkinan ada kebocoran pada filter udara



Gambar 3 Kotornya Kapas Filter Turbo

Sumber : Dokumen Pribadi

Setelah diketahui pengaruh faktor pengaruh terhadap RPM mesin induk, selanjutnya penulis dapat menyusun data-data yang telah disimpulkan dan akan dilakukan dalam upaya menyelesaikan permasalahan permasalahan operasional, terdapat rencana rencana kedepannya. Dalam penanganannya terjadi kerusakan mesin utama

- a) Lebih memperhatikan lagi komponen turbo pada mesin induk, karena jika perawatan turbo kurang atau hanya dilakukan pengecekan saja tanpa ada pembongkaran charger turbo maka akan berakibat fatal dan menambah kerusakan komponen. dan yang lainnya



- b) Segera lakukan penggantian spare part dengan kualitas yang baik
- c) Mengganti kompresor wheels yang sudah kropos akibat korosi dan lembabnya suasana kamar mesin
- d) Mengganti kapas filter turbo dengan segera jangan menunggu kotor

Partikel kotoran yang masuk ke dalam turbocharger dapat menyebabkan kerusakan pada komponen-komponen sensitif seperti compressor wheel. Filter udara yang bersih membantu mencegah masuknya partikel-partikel ini maka dari itu kita lebih memperhatikan filter ini agar tidak lenih banyak kerusakan pada komponen turbo lainnya dan juga Memeriksa dan membersihkan filter udara secara rutin, misalnya setiap kali mengganti oli, adalah dengan cara yang baik untuk memastikan performa optimal turbocharger dan mesin secara keseluruhan agar filter turbo tidak mudah kotor atau menghitam.

### **Pembahasan Penelitian**

#### **Sebelum di lakukan pergantian spare turbo dan pergantian kapas filter turbo**

Mendapati kejadian masalah diatas, TSHD RSA marine 3 pada saat itu sedang bekerja mengeruk di pltu cilacap pada saat selesai mengeruk dan tiba-tiba kapal di temukan penurunan RPM yang awalnya rpm berjalan 330-360 setelah mengalami penurunan maka rpm anjlok di kecepatan 220-260 rpm secara signifikan di karenakan gangguan pada main engine khususnya komponen turbo charger yaitu compressor wheels dan juga kotornya saringan udara filter udara dan juga naiknya suhu pada gas buang, di ketahui ada masalah itu kapal yang seharusnya sampai kurang lebih 3 jam lagi untuk membuang muatan maka kapal harus berbalik arah untuk melakukan perbaikan pada hari itu juga

#### **Upaya yang di lakukan crew mesin pada saat RPM main engine turun**

Keadaan kejadian itu ada beberapa upaya yang di lakukan oleh crew mesin yaitu melakukan penggantian sparepart yaitu mengganti satu set turbo arahan dari KKM Langkah pertama adalah

1. Mengganti turbo yang rusak di ganti dengan yang baru
  - a) Cabut sensor turbo charger
  - b) Bagian blower side di lepas dengan menggunakan kunci L
  - c) Bagian casing atau bisa di sebut rumah turbo di lepas menggunakan kunci 13
  - d) Dan bagian-bagian lain di lepas menggunakan kunci pas 17
  - e) Buka casing satu set turbo

- f) Dan di bawa ke kamar mesin untuk membuka nozzle ring dan selanjutnya arahan dari kkm untuk mengganti satu set agar lebih mudah dan tidak mengahabiskan waktu
- g) Intsal nozzle ring dan isntal juga turbo charger yang baru beserta komponen pendukung lain nya
- h) Dan kita coba untuk di putar hasilnya lancar



Gambar 4 Pergantian Turbo Charger

Sumber : Dokumen Pribadi



Gambar 5 Setelah Pergantian Turbo Yang Baru

Sumber : Dokumen Pribadi

Roda kompresor yang kropos dapat patah atau hancur saat turbocharger beroperasi pada kecepatan tinggi. Fragmen tersebut dapat merusak komponen turbocharger lainnya atau bahkan masuk ke dalam mesin sehingga menyebabkan kerusakan yang lebih parah dan berpotensi membahayakan keselamatan dan berikut alat-alat yang digunakan pada saat pergantian.

Tabel 2 Alat Dan Bahan Untuk Pergantian Spare Part

No	bahan	jumlah
1	Nozzle ring	1
2	Kunci shock ukuran 17 mm	2
3	Wd-40	1
4	Kunci 13	1
5	Kunci L	1
6	Ring connection compressor wheels dengan turbin	1
7	Kunci pas 20 mm	1
8	oli	1

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan faktor penyebab turun nya RPM pada main engine no 2 di TSHD RSA marine 3 adalah penggunaan mesin umur yang sudah sangat tua dan kurang perhatian dalam perawatan nya masuk nya pasir,abu dan kerikil yang masuk di komprosor wheels sudah beberapa tahun tetapi baru di mulai perawatan karena ada kerusakan yaitu krososnya compressor wheels dan turun nya RPM main engine.

Dampak yang di timbulkan dari faktor yang menjadi penyebab kerusakan pada turbo adalah main engine tidak mendapatkan sped yang maksomial dan memperlambat gerak kerja kapal. Upaya yang di lakukan untuk mengatasi kerusakan pada compressor turbo main engine no 2 adalah melakukan pergantian spare dengan kualitas yang baik,menggunkaan oli yang baik juga sering nya pengecekan perawatan komponen yang sesuai dengan log book

### Saran

Berdasarkan penelitian dan pembahasan masalah kerusakan komponen turbo charger pada main engine no 2. maka peneliti memberikan saran sebagai masukan yang bermanfaat yaitu sebagai perwira mempunyai tanggung jawab yang besar terhadap mesin melaksanakan pengecekan dan pelaksaan secara rutin dan berkala,mempunya schaudle jadwal pengecekan kompen mesin sesuai dengan manual book.

Dalam melaksanakan perawatan dan perbaikan terhadap mesin bantu, masinis bertanggung jawab wajib melakukan perawatan dan perbaikan sesuai dengan manual book dan planned maintenance system yang berlaku diatas kapal. Segera mengganti beberapa part atau komponen yang memang kurang baik atau sudah waktunya untuk di ganti yang baru sesuai dengan instruction manual book dan jangan sampai telat pada saat melaksanakannya.

## **UCAPAN TERIMA KASIH**

Bagian ini disediakan bagi penulis untuk menyampaikan ucapan terima kasih, baik kepada pihak penyandang dana penelitian, pendukung fasilitas, atau bantuan ulasan naskah. Bagian ini juga dapat digunakan untuk memberikan pernyataan atau penjelasan, apabila artikel ini merupakan bagian dari skripsi.

## **DAFTAR REFERENSI**

- Adzkie, M., & Kartika, I. R. (2020). Hipnoterapi untuk menurunkan nyeri dismenore: Tinjauan pustaka. *REAL in Nursing Journal*, 3(2), 115. <https://doi.org/10.32883/rmj.v3i2.416>
- Darmalaksana, W. (2020). Formula penelitian pengalaman kelas menulis. *Jurnal Kelas Menulis UIN Sunan Gunung Djati Bandung*, 2(1), 1–8. <http://digilib.uinsgd.ac.id/32620/>
- Feneley, A. J., Pesiridis, A., & Andwari, A. M. (2017). Variable geometry turbocharger technologies for exhaust energy recovery and boosting: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 71, 959–975. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.12.125>
- Hidayat, Z. (2017). Perancangan turbin aksial satu tingkat untuk mesin turbojet berbasis turbocharger 70. *STPI*, 10(3), 1–135.
- Hoffman, D. W. (2018). Analisis perawatan turbo charger. (Unpublished paper).
- Hu, B., Yang, J., Li, J., Li, S., & Bai, H. (2019). Intelligent control strategy for transient response of a variable geometry turbocharger system based on deep reinforcement learning. *Processes*, 7(9). <https://doi.org/10.3390/pr7090601>
- Otoguro, Y., Takizawa, K., Tezduyar, T. E., Nagaoka, K., & Mei, S. (2019). Turbocharger turbine and exhaust manifold flow computation with the Space–Time Variational Multiscale Method and Isogeometric Analysis. *Computers and Fluids*, 179, 764–776. <https://doi.org/10.1016/j.compfluid.2018.05.019>
- R. Jurna. (2018). Pengaruh pemeliharaan overhaul turbocharger terhadap kinerja mesin unit VII PLTD Ampenan. *Power Plant*, 5(1), 29–39. <https://doi.org/10.33322/powerplant.v5i1.110>

Susanto, D., Risnita, & Jailani, M. S. (2023). Teknik pemeriksaan keabsahan data dalam penelitian ilmiah. *Jurnal QOSIM: Jurnal Pendidikan, Sosial & Humaniora*, 1(1), 53–61. <https://doi.org/10.61104/jq.v1i1.60>

Yuono, L. D., Budiyanto, E., & Ansori, A. (2022). Analisa kerja alat uji prestasi mesin pendingin udara dengan kapasitas daya kompresor 1 PK. *Turbo: Jurnal Program Studi Teknik Mesin*, 11(1). <https://doi.org/10.24127/trb.v11i1.2118>