

ANALISIS KINERJA MESIN DIESEL DENGAN DAN TANPA TURBOCHARGER PADA KENDARAAN ISUZU PANTHER

Sukahar¹, Aryananti Lufti², Muhammad Zainuddin³

Teknik Mesin Pertahanan. Akademi Militer^{1,2,3}

sukahar@niksinhan.akmil.ac.id, aryanantalufti@nikmesinhan.akmil.ac.id, zaypasca@gmail.com

Abstract

This study aims to analyze the effect of turbocharger application on the improvement of power and torque in a 4JA-1 diesel engine. The research was conducted using an experimental method by testing engine performance under two conditions, namely a diesel engine without a turbocharger and a diesel engine equipped with a turbocharger. Data were collected by comparing power, torque, and vehicle speed values in each testing condition. The results showed that the use of a turbocharger significantly improved engine performance. The turbocharged diesel engine produced a maximum power of 76 Hp at a speed of 110 km/h, while the naturally aspirated diesel engine only produced 62 Hp. The highest torque value of the turbocharged engine reached 375 Nm at 60 km/h, whereas the non-turbo engine only reached 310 Nm. This improvement occurred because the turbocharger increased the air supply into the combustion chamber, resulting in a more efficient and complete combustion process. Based on the results, it can be concluded that the use of a turbocharger has a positive effect on increasing diesel engine power and torque without requiring major modifications to the main engine components.

Keywords: turbocharger, diesel engine, power, torque, engine performance

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penggunaan turbocharger terhadap peningkatan daya dan torsi pada mesin diesel 4JA-1. Penelitian dilakukan dengan metode eksperimen melalui pengujian performa mesin dalam dua kondisi, yaitu mesin diesel tanpa turbocharger dan mesin diesel menggunakan turbocharger. Pengambilan data dilakukan dengan membandingkan nilai daya, torsi, dan kecepatan kendaraan pada masing-masing kondisi pengujian. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan turbocharger mampu meningkatkan performa mesin secara signifikan. Pada mesin diesel dengan turbocharger diperoleh daya maksimum sebesar 76 Hp pada kecepatan 110 km/jam, sedangkan mesin tanpa turbocharger hanya menghasilkan 62 Hp. Nilai torsi tertinggi pada mesin diesel turbo mencapai 375 Nm pada kecepatan 60 km/jam, sedangkan mesin tanpa turbo hanya mencapai 310 Nm. Peningkatan tersebut terjadi karena turbocharger mampu meningkatkan suplai udara ke ruang bakar sehingga proses pembakaran menjadi lebih sempurna dan efisien. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa penggunaan turbocharger berpengaruh positif terhadap peningkatan daya dan torsi mesin diesel tanpa perlu melakukan perubahan besar pada komponen utama mesin.

Kata kunci: turbocharger, mesin diesel, daya, torsi, performa mesin

PENDAHULUAN

Akademi Militer merupakan salah satu lembaga pendidikan militer terbesar di kawasan Asia Tenggara, yang memiliki jumlah personel relatif besar serta tingkat aktivitas operasional yang tinggi. Dalam konteks tersebut, mobilisasi pasukan menjadi aspek krusial yang berperan sebagai faktor pendukung utama dalam pencapaian tujuan organisasi, baik dalam kegiatan pendidikan, latihan, maupun operasi militer lainnya. Mobilisasi darat, khususnya menggunakan kendaraan angkut seperti truk, menjadi pilihan utama karena efisiensi, fleksibilitas, serta kemampuan menjangkau berbagai medan (Harjanto et al., 2025). Dalam operasionalnya, Akademi Militer menggunakan beberapa jenis kendaraan truk, di antaranya Mitsubishi PS 120, Isuzu NPS, dan Isuzu New NPS. Perbedaan spesifikasi teknis pada masing-masing kendaraan, terutama terkait sistem induksi udara mesin, menjadi faktor yang memengaruhi performa operasional. Truk Mitsubishi PS 120 yang digunakan belum dilengkapi dengan perangkat turbocharger, sedangkan truk Isuzu NPS dan Isuzu New NPS telah menggunakan teknologi turbocharger (Sukahar et al., 2025).

Perbedaan penggunaan turbocharger tersebut berdampak signifikan terhadap performa mesin, khususnya dalam hal tenaga (power) dan torsi. Pada kondisi medan menanjak, terutama di daerah dataran tinggi dengan kemiringan yang curam, truk Isuzu menunjukkan performa yang lebih optimal. Kendaraan ini mampu melewati tanjakan tanpa memerlukan putaran mesin (RPM) yang terlalu tinggi, sehingga menghasilkan efisiensi bahan bakar yang lebih baik serta mengurangi beban kerja mesin. Sebaliknya, truk Mitsubishi PS 120 memerlukan perlakuan khusus, seperti penurunan gigi transmisi ke posisi terendah sebelum tanjakan serta peningkatan RPM secara signifikan untuk mempertahankan tenaga yang cukup. Kondisi ini tidak hanya meningkatkan konsumsi bahan bakar, tetapi juga berpotensi mempercepat keausan komponen mesin (Ritonga et al., 2023). Selain itu, aspek kenyamanan operasional juga menjadi pembeda yang cukup nyata. Truk yang telah dilengkapi

turbocharger, seperti Isuzu NPS, cenderung memiliki tingkat getaran mesin yang lebih rendah dibandingkan dengan truk non-turbo seperti Mitsubishi PS 120. Hal ini disebabkan oleh proses pembakaran yang lebih efisien akibat suplai udara bertekanan dari turbocharger, sehingga menghasilkan tenaga yang lebih stabil dan merata (Harjanto et al., 2025).

Berdasarkan fenomena tersebut, diperlukan kajian lebih lanjut mengenai pengaruh penggunaan turbocharger terhadap performa mesin diesel. Untuk itu, penelitian ini dilakukan dengan menggunakan objek uji yang lebih sederhana namun representatif, yaitu kendaraan Isuzu Panther LS diesel tahun 2006. Kendaraan ini merupakan salah satu kendaraan dinas yang digunakan di lingkungan Akademi Militer dan telah dilengkapi dengan teknologi turbocharger, sehingga relevan sebagai objek penelitian. Isuzu Panther LS merupakan varian yang memiliki keunggulan dibandingkan tipe lainnya, seperti LM dan LV, yang belum menggunakan turbocharger. Selain dari sisi performa mesin, Panther LS juga memiliki desain bodi yang lebih besar dan tinggi serta dilengkapi dengan body kit pada bagian depan, samping, dan belakang. Dari sisi teknis, mesin diesel pada dasarnya dikenal memiliki kemampuan menghasilkan torsi besar dan ketahanan tinggi terhadap beban berat, meskipun dalam hal akselerasi dan kenyamanan umumnya masih berada di bawah mesin bensin (Sukahar et al., 2025).

Namun demikian, dengan adanya penambahan turbocharger, performa mesin diesel dapat ditingkatkan secara signifikan. Turbocharger bekerja dengan memanfaatkan gas buang untuk memutar turbin yang kemudian menekan udara masuk ke ruang bakar. Peningkatan suplai udara ini memungkinkan pembakaran bahan bakar yang lebih sempurna, sehingga menghasilkan peningkatan torsi dan daya mesin. Dampak langsung dari peningkatan torsi ini adalah akselerasi kendaraan menjadi lebih responsif, terutama pada kondisi beban berat dan medan menanjak. Selain itu, proses pembakaran yang lebih efisien juga berkontribusi dalam mengurangi getaran mesin, sehingga meningkatkan kenyamanan dan stabilitas kendaraan saat dioperasikan. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa penggunaan turbocharger pada mesin diesel memiliki peran yang signifikan dalam meningkatkan performa kendaraan, baik dari segi tenaga, efisiensi, maupun kenyamanan operasional. Hal ini menjadi dasar penting bagi penelitian lebih lanjut guna mengkaji secara empiris pengaruh turbocharger terhadap kinerja mesin diesel dalam konteks penggunaan di lingkungan militer.

LANDASAN TEORI

Mesin Bensin.

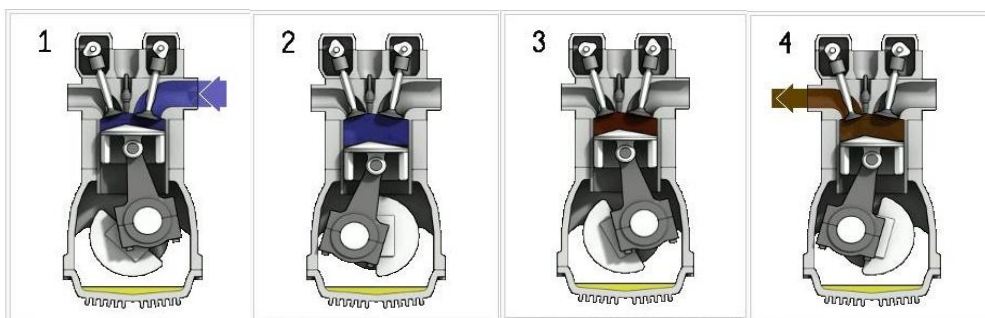
Mesin bensin atau mesin Otto dari Nikolaus Otto adalah sebuah tipe mesin pembakaran dalam yang menggunakan nyala busi untuk proses pembakaran, dirancang untuk menggunakan bahan bakar bensin atau yang sejenis. Mesin bensin berbeda dengan mesin diesel dalam metode pencampuran bahan bakar dengan udara, dan mesin bensin selalu menggunakan penyalaan busi untuk proses pembakaran. Pada mesin diesel, hanya udara yang dikompresikan dalam ruang bakar dan dengan sendirinya udara tersebut terpanaskan, bahan bakar disuntikan ke dalam ruang bakar di akhir langkah kompresi untuk bercampur dengan udara yang sangat panas, pada saat kombinasi antara jumlah udara, jumlah bahan bakar, dan temperatur dalam kondisi tepat maka campuran udara dan bakar tersebut akan terbakar dengan sendirinya. Pada mesin bensin, pada umumnya udara dan bahan bakar dicampur sebelum masuk ke ruang bakar, sebagian kecil mesin bensin modern mengaplikasikan injeksi bahan bakar langsung ke silinder ruang bakar termasuk mesin bensin 2 tak untuk mendapatkan emisi gas buang yang ramah lingkungan. Pencampuran udara dan bahan bakar dilakukan oleh karburator atau sistem injeksi, keduanya mengalami perkembangan dari sistem manual sampai dengan penambahan sensor-sensor elektronik. Sistem Injeksi Bahan bakar di motor otto terjadi diluar silinder, tujuannya untuk mencampur udara dengan bahan bakar seproporsional mungkin. Hal ini disebut EFI



Mesin Diesel.

a. Pengertian Mesin Diesel.

Mesin diesel adalah sejenis mesin pembakaran dalam, lebih spesifik lagi sebuah mesin pemicu kompresi, dimana bahan bakar dinyalakan oleh suhu tinggi gas yang dikompresikan bukan oleh alat berenergi lain (seperti busi). Motor diesel dikategorikan dalam motor bakar torak dan mesin pembakaran dalam (*internal combustion engine*). Pada motor diesel ruang bakarnya bisa terdiri dari satu atau lebih tergantung pada penggunaannya dan dalam satu silinder dapat terdiri dari satu torak. Perbedaan antara motor diesel dan motor bensin yang nyata adalah terletak pada proses pembakaran bahan bakar, pada motor bensin pembakaran bahan bakar terjadi karena adanya loncatan api listrik yang dihasilkan oleh busi (*spark plug*), sedangkan pada motor diesel pembakaran terjadi karena kenaikan temperatur campuran udara dan bahan bakar akibat kompresi torak hingga mencapai temperatur nyala. Karena prinsip penyalaan bahan bakarnya akibat tekanan maka motor diesel juga disebut *compression ignition engine* sedangkan motor bensin disebut *spark ignition engine*.



Gambar 1 Torak Mesin Diesel

Mesin diesel bekerja karena tekanan gas hasil pembakaran bahan bakar dan udara akan mendorong torak yang dihubungkan dengan poros engkol menggunakan batang torak, sehingga torak dapat bergerak bolak balik, gerak tersebut akan diubah menjadi gerak rotasi oleh poros engkol (*crank shaft*). Saat posisi Titik Mati Atas (TMA) atau BTDC (*Before Top Dead Center*), bahan bakar diesel disuntikkan ke ruang bakar dalam tekanan tinggi melalui *nozzle* bercampur dengan udara panas yang bertekanan tinggi. Hasil pencampuran ini menyala dan membakar dengan cepat. Penyemprotan bahan bakar ke ruang bakar mulai dilakukan saat piston mendekati (sangat dekat) TMA untuk menghindari detonasi. Penyemprotan bahan bakar yang langsung ke ruang bakar di atas piston dinamakan injeksi langsung (*direct injection*) sedangkan penyemprotan bahan bakar ke dalam ruang khusus yang berhubungan langsung dengan ruang bakar utama dimana piston berada dinamakan injeksi tidak langsung (*indirect injection*). Pembakaran pada motor diesel menyebabkan gas dalam ruang pembakaran mengembang dengan cepat, mendorong piston ke bawah dan menghasilkan tenaga linear. Batang penghubung (*connecting rod*) menyalurkan gerakan ini ke crankshaft dan oleh crankshaft tenaga linear tadi diubah menjadi tenaga putar. Tenaga putar pada ujung poros crankshaft dimanfaatkan untuk berbagai keperluan.

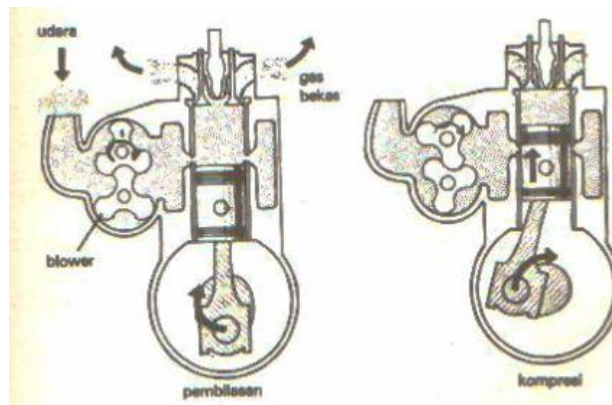
b. Siklus Mesin Diesel.

1) Motor Diesel Empat Langkah.

Pada motor diesel empat langkah prinsip kerjanya yaitu langkah pertama adalah langkah pemasukan. Pada langkah ini yang dimasukkan ke dalam silinder adalah udara murni. Katup masuk terbuka sedangkan katup buang tertutup. Piston bergerak dari TMA ke TMB. Langkah kedua adalah langkah kompresi. Kedua katup yaitu katup masuk dan katup buang sama-sama tertutup. Piston bergerak dari TMB ke TMA. Setelah bahan bakar itu bersentuhan dengan udara yang sangat panas, maka mulailah pembakarannya. Bahan bakar yang dimasukkan ke dalam silinder adalah bahan bakar cair dalam bentuk kabut menggunakan pompa injeksi dan pengabut



(*nozzle*). Setelah penginjeksian bahan bakar terjadilah percampuran udara dan bahan bakar dan disusul pembakaran bahan bakar. Langkah berikutnya adalah langkah usaha. Proses pembakaran dan ekspansi merupakan langkah yang menghasilkan tenaga motor. Kedua katup yaitu katup masuk dan katup buang tertutup semuanya. Karena adanya proses pembakaran didalam silinder terjadilah kenaikan tekanan dan ekspansi dari gas (campuran udara dan bahan bakar). Piston didorong dari TMA ke TMB. Langkah selanjutnya adalah langkah pembuangan. Piston bergerak dari TMB ke TMA. Katup buang terbuka sedangkan katup masuk tetap tertutup. Gas bekas hasil pembakaran didorong keluar oleh piston yang bergerak dari TMB ke TMA. Gas bekas keluar silinder melalui saluran buang (*exhaust manifold*).



Gambar 2. Mesin Diesel 4 Langkah

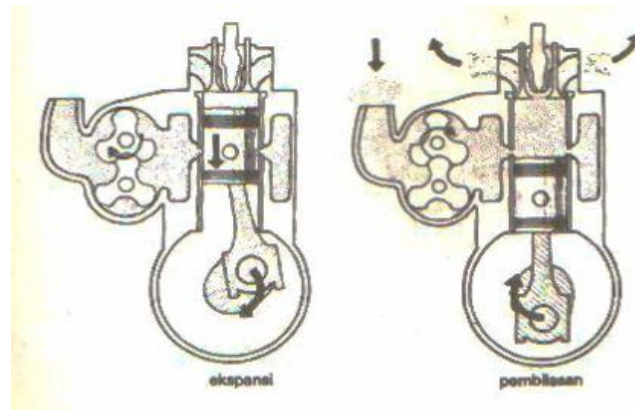
2) Motor Diesel Dua Langkah.

Pada motor 4 tak tiap – tiap langkah atau dua putaran poros – engkol terdapat terdapat satu langkah usaha yang memberikan usaha pada poros engkol. Dari empat langkah itu adalah dua secara multak tidak dapat dihilangkan, ialah langkah usaha dan langkah kompresi. Kalau langkah pemasukan dan langkah pengeluar dapat dihilangkan, maka pemasukan bahan bakar baru dan pengeluaran gas – gas bekas dapat dilakukan pada akhir langkah kerja dan awal langkah kompresi. Pada motor diesel dua langkah untuk menyelesaikan satu siklus proses kerja diperlukan dua langkah piston. Piston bergerak dari TMB ke TMA dan dari TMA ke TMB. Pada langkah pertama terjadi proses pemasukan dan kompresi. Pada langkah kedua terjadi proses usaha dan pembuangan. Yang dimasukkan ke dalam silinder adalah udara murni. Proses kerja motor diesel dua langkah adalah sebagai berikut. Dimulai dari piston berada di TMB. Udara murni dimasukkan ke dalam silinder motor melalui katup masuk. Untuk menghindari bentuk puncak piston pada motor dua langkah dibuat miring, hal tersebut berguna untuk mengarahkan aliran atau gerak dari udara yang baru masuk sekaligus untuk pembilasan ruang silinder dari gas bekas yang tadinya berada didalam silinder. Selanjutnya piston bergerak dari TMB ke TMA. Lubang masuk belum tertutup oleh piston pemasukan udara baru masih tetap berlangsung. Setelah lubang pemasukan tertutup oleh piston kemudian disusul pula tertutup lubang buang oleh piston yang bergerak dari TMB ke TMA lalu proses kompresi terjadi. Udara yang dimampatkan atau dikompresikan dengan perbandingan yang cukup besar (15-22).

Karena itu pada akhir kompresi dihasilkan panas yang cukup mampu memulai pembakaran bahan bakar. Penginjeksian ini menggunakan pompa injeksi yang dialirkan melalui pengabut (*nozzle*). Percampuran bahan bakar dengan udara dan disusul terjadinya pembakaran. Proses pembakaran dan ekspansi campuran udara dan bahan bakar menghasilkan tenaga panas dan naiknya tekanan dalam silinder motor. Selanjutnya pada langkah kedua terjadi langkah usaha. Hasil proses pembakaran mendorong piston bergerak dari TMA ke TMB. Gerakan piston dari TMA ke TMB akhirnya membuka lubang buang yang berada pada dinding sisi TMB. Lubang buang terbuka maka gas yang bertekanan itu segera keluar melalui lubang buang ke saluran buang (*exhaust manifold*). Ada



kemungkinan masih adanya gas yang tertinggal dalam silinder karena adanya pojok-pojok yang tidak terjangkau oleh udara yang masuk dan membilas ruang silinder. Ketidaktepatan pembilasan ini tentunya mengurangi jumlah udara baru yang masuk ke dalam silinder. Hal tersebut mengurangi efisiensi volumetrik dari pengisian silinder dengan udara yang baru. Motor bakar yang beroperasi dengan siklus operasi dua langkah digambarkan sebagai berikut :



Gambar 3. Mesin Diesel 2 Langkah

Langkah Pembilasan dan Kompresi. Pada awal langkah ini udara masuk silinder melalui lubang masuk pembilasan (*port scavenging*) yang terdapat di bagian bawah silinder. Lubang ini akan terbuka saat torak bergerak ke bagian bawah mendekati TMB dan akan tertutup saat torak bergerak ke atas meninggalkan TMB. Pada saat lubang pembilasan tertutup oleh torak yang bergerak ke atas menuju TMA dan katup buang juga tertutup maka dimulailah proses kompresi. Gerakan torak ke atas akan menyebabkan tekanan udara dalam silinder meningkat sehingga temperatur udaranya juga naik. Dan beberapa derajat sebelum torak mencapai TMA bahan bakar mulai disemprotkan (dikabutkan) dengan injektor ke dalam silinder, karena temperatur udara sangat tinggi sehingga bahan bakar yang dikabutkan tersebut akan terbakar. Proses pembakaran ini akan menyebabkan kenaikan tekanan dan temperatur gas secara drastis, kondisi maksimal akan terjadi beberapa saat setelah torak mulai bergerak ke bawah. Gas bertekanan tinggi ini akan mendorong torak bergerak ke bawah dan melalui batang torak akan memutar poros engkol. Langkah Ekspansi dan Buang. Langkah ekspansi dan buang dimulai setelah terjadinya tekanan maksimum di dalam silinder akibat terbakarnya campuran bahan bakar dengan udara. Dan setelah terjadi tekanan maksimum dalam silinder piston akan terdorong menuju TMB dan katup buang mulai terbuka dan gas hasil pembakaran akan terdorong keluar akibat tekanan dalam silinder lebih besar dari pada tekanan udara luar dan juga akibat terdesak oleh udara segar yang dimasukkan dengan paksa melalui lubang pembilasan dengan blower pembilas (*turbocharger*). Pada saat katup buang sudah tertutup proses pemasukkan udara masih berlangsung untuk beberapa saat dengan bantuan kompresor pembilas sampai lubang pembilasan tertutup total oleh torak, hal ini dimaksudkan untuk meningkatkan kapasitas dan menaikkan tekanan udara pembilas dalam silinder. Demikian kedua proses ini berlangsung terus menerus dan bergantian antara langkah pembilasan dan kompresi dengan langkah ekspansi dan buang oleh karena itu disebut operasi dua langkah.

c. Keunggulan Motor Diesel.

Untuk keluaran tenaga yang sama, ukuran mesin diesel lebih besar daripada mesin bensin karena konstruksi besar diperlukan supaya dapat bertahan dalam tekanan tinggi untuk

pembakaran atau penyalaan. Dengan konstruksi yang besar tersebut penggemar modifikasi relatif mudah dan murah untuk meningkatkan tenaga dengan penambahan *turbocharger* tanpa terlalu memikirkan ketahanan komponen terhadap tekanan yang tinggi. Setelah melihat berbagai pemakaian dan variasi konstruksi motordiesel di atas, maka dapat diidentifikasi beberapa keunggulan motor dieseldalam memenuhi kebutuhan masyarakat, yaitu:

1) Motordieselmempunyaikehandalan(reliabilitas).

Motordiesel mampu bekerja tidak hanya dalam ukuran jam tapi bisa dalam ukuran bulan, artinya sebuah motor diesel dapat bekerjadalam waktu satu bulan tanpa berhenti. Meskipun demikian motor dieseldapat menghasilkan kinerja yang tetap stabil, bila persyaratan dipenuhi. Seperti keterbatasan kemampuan minyak pelumas, keterbatasan system pendingin, dan pesediaan bahan bakar yang diperlukan. Sebagai contoh, motor diesel yang dipergunakan untuk penggerak kapal barang antarnegara, yang perjalanannya bisa memakan waktu berbulan-bulan. Motordiesel untuk PLTD juga harus bekerja sehari-hari lamanya. Beban tugas ini tidak mungkin dilakukan dengan menggunakan motor bensin.

2) Biaya bahan bakar yang rendah.

Hargasolar yangmendekatihargabensin, sebenarnya merupakan kondisi yang tidak rasional. Hal ini bila dikaitkan dengan ongkos produksi, sebab peringkatnya dalam produksi minyak tergolong lebih rendah dibandingkan dengan bensin. Kenapa sekarang harga solar mendekatiharga bensin? Penyebabnya bukan karena faktor biaya produksi, dan itu diluar rasional produksi minyak di manapun. Bila harganya normal maka harga solar akan jauh lebih murah dari bensin. Sehingga bila dikatakan biaya bahan bakar lebih rendah, dilihat dari rasional produksi minyak

3) Daya yang lebih besar tiap satuan berat mesin.

Dilihat dari beratnya, motor diesel jauh lebih berat dari motor bensin. Hal ini karena kuantitas dan kualitas bahan yang dipergunakan pada motor diesel memang lebih baik untuk mendukung operasionalnya. Kekuatan bahan ini, diperlukan untuk mengatasi besarnya tekanan yang dihasilkan proses pembakaran. Tekanan yang lebih besar ini menghasilkan tenaga yang lebih besar pula.

4) Pemakaian bahan bakar yang lebih hemat.

Konsumsi bahan bakar pada motor diesel lebih hemat dibandingkan dengan motor bensin. Hal ini karena beberapa faktor yaitu proses pembakaran yang lebih sempurna, tekanan kompresi yang lebih tinggi, nilai pembakaran bahan bakar yang lebih tinggi, distribusi bahan bakar antar silinder yang lebih merata (untuk motor yang lebih dari satu silinder), proses pembilasan yang lebih sempurna, dan sebagainya. Nilai pembakaran solar 139.500 cal per gallon sedangkan bensin 124.500 cal per gallon. Perbandingan campuran bahan bakar udara, motor diesel 18 :1 (atau lebih).

5) Mesin diesel lebih aman.

Bahaya kebakaran disebabkan karena adanya beberapa penyebab yaitu bahan bakar dan terjadinya percikan bunga api. Bahan bakar yang mudah terbakar diindikasikan dengan tingkat kemampuan berubah menjadi bentuk gas atau menguap. Semakin mudah menguap, maka bahan bakar tersebut akan semakin rendah titik nyalanya. Bensin lebih mudah menguap dan mempunyai titik nyala yang lebih rendah dibandingkan dengan solar. Sementara pada motor bensin lebih banyak kontak-kontak yang menghasilkan percikan bunga api dibandingkan dengan motor diesel. Kedua hal ini dapat menjadi dasar bahwa motordiesel lebih aman dari kebakaran dibandingkan dengan motor bensin.

6) Momen mesin yang lebih tinggi.

Momen adalah panjang lengan dikalikan dengan besarnya gayayang tegak lurus dengan lengan tersebut. Motor diesel cenderung menggunakan system long stroke, sementara motor bensin menggunakan system over square. Hal ini berarti motor diesel memiliki lengan yang lebih panjang dibandingkan dengan motor bensin. Sehingga akan menghasilkan momen yang berbeda, di mana motor diesel akan menghasilkan momen yang lebih besar dibandingkan dengan motor bensin. Sehingga motor bensin tepat untuk keperluan akselerasi, sementara motor diesel lebih tepat untuk beban.

d. Kelemahan Motor Diesel.

Satu kelemahan tentunya yang dimiliki mesin diesel ialah suara mesin yang lebih berisik ketimbang mesin bensin. Selain itu kelemahan/kekurangannya antara lain adalah

- 1) Perbandingan tenaga terhadap berat motor masih lebih besar dibandingkan motor bensin.
- 2) Motor diesel tetap lebih sukar dihidupkan pertamakalidibandingkan motor bensin.
- 3) Harga inisial(dasar) motordiesel lebih mahal karena motordiesel lebih kompleks dan lebih berat dibandingkan motor bensin.
- 4) Perawatan dan servis pada umumnya tidak dapat dikerjakan oleh bengkel lokal.

e. Macam – macam Mesin diesel.

Mesin diesel, jika dilihat dari bentuk ruang bakarnya terdiri atas dua bagian, yaitu :

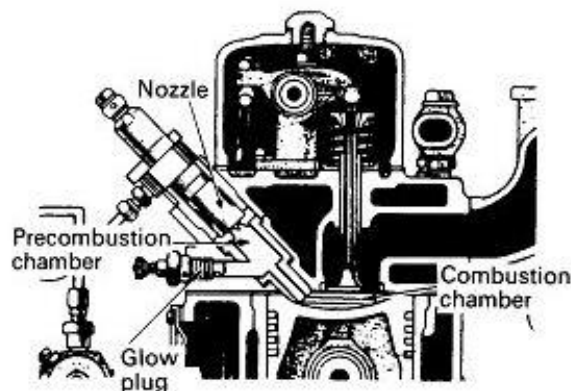
- 1) Mesin dengan ruang bakar langsung (*direct injection*) *injection nozzle* menyemprotkan bahan bakar langsung ke ruang bakar utama (*main combustion*) yang terdapat pada piston dan cylinder head.

Mesin ini terdiri atas tiga tipe yaitu :

- (a) Multi spherical.
- (b) Hemispherical.
- (c) Spherical.

- 2) Mesin dengan ruang bakar tambahan, terdiri dua bagian yaitu :

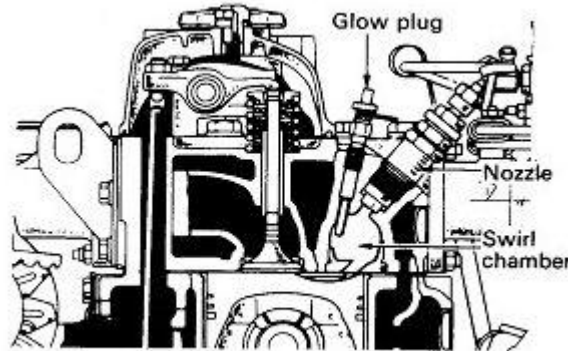
- (a) Tipe ruang bakar kamar dalam (*pre-combustion chamber*) bahan bakar disemprotkan oleh *injection nozzle* ke *precombustion chamber*. Sebagian akan terbakar di tempat dan sisanya yang tidak terbakar akan dibakar habis di ruang bakar utama (*main chamber*).



Gambar 4. Mesin diesel precombustion chamber



(b) Tipe ruang bakar kamar pusar (*swirl chamber*) kamar pusat mempunyai bentuk spherical. Udara yang dikompresikan piston memasuki kamar pusar dan membentuk aliran turbulensi. Sebagian akan terbakar di tempat dan sisanya yang tidak terbakar akan dibakar habis di *main combustion chamber*.



Gambar 6 Mesin dieselswirl chamber

Pada ruang bakar langsung (*direct injection*), *injection nozzle* akan menyemprotkan bahan bakar langsung ke ruang bakar utama (*main combustion*) yang terdapat pada piston dan cylinder head. Keuntungan yang didapatkan dari bentuk ruang bakar ini adalah efisiensi panas tinggi, konstruksi cylinder head sederhana dan perbandingan kompresi dapat diturunkan. Sedangkan kerugiannya, pompa injeksi harus menghasilkan tekanan yang tinggi, suara lebih berisik dan bakar bakar yang digunakan harus bermutu tinggi. Sebaliknya, pada ruang bakar tambahan (*pre-combustion chamber type*), bahan bakar akan disemprotkan oleh *injection nozzle* ke *pre-combustion chamber*. Dan sebagian akan terbakar di tempat dan sisanya yang tidak terbakar akan dibakar habis di ruang utama (*main combustion chamber*). Keuntungannya, asap hitam lebih sedikit, suara mesin lebih halus, dan tidak terlalu peka terhadap perubahan timing injeksi. Sedangkan kerugiannya, *cylinder head* lebih rumit, efisiensi panas lebih rendah, diperlukan *glow plug*, dan pemakaian bahan bakar lebih boros. Adapun pada *indirect injection (swirl chamber type)*, kamar pusar mempunyai bentuk spherical. Udara yang dikompresikan piston memasuki kamar pusar dan membentuk turbulensi. Sebagian akan terbakar di tempat dan sisanya yang tidak terbakar akan dibakar habis di ruang bakar utama. Keuntungannya, kecepatan mesin lebih tinggi, gangguan pada *nozzle* lebih kecil (tipe pin) dan suara mesin lebih halus. Kerugiannya *cylinder head* lebih rumit, efisiensi panas lebih rendah, diperlukan glow plug, dan detonasi lebih mudah terjadi.

f. Komponen Utama Mesin Diesel.

Berbicara tentang komponen mesin diesel (bagian-bagian mesin diesel) merupakan Suatu pemahaman dari operasi atau kegunaan berbagai bagian berguna untuk pemahaman sepenuhnya dari seluruh mesin diesel. Setiap bagian atau unit mempunyai fungsi khusus masing-masing yang harus dilakukan dan bekerja sama dengan bagian yang lain membentuk mesin diesel. Mesin diesel terdiri atas beberapa bagian yang mempunyai fungsi dan kegunaan masing – masing. Komponen atau bagian ini bekerja menjadi satu kesatuan yang kompak sehingga menghasilkan tenaga mekanis. Bagian – bagian utama dari sistem kelengkapan motor diesel adalah sebagai berikut:

1) Torak.

Torak bergerak bolak-balik dari TMA ke TMB atau sebaliknya dan menyebabkan terjadinya perubahan volume baik diatas torak maupun dibawah torak. Selain itu juga menyebabkan perubahan tekanan. Pada torak terdapat ring yang berfungsi sebagai perapat antara silinder dan torak.

2) Silinder.

Merupakan sebuah ruangan tempat udara yang dikompresikan dan bercampur dengan bahan bakar untuk menghasilkan daya dan merupakan tempat penggerak piston.

3) Katup.

Terdapat dua jenis katup yaitu katup masuk dan katup buang. Katup masuk adalah tempat udara masuk kedalam silinder, sedangkan katup buang adalah tempat daya hasil pembakaran dikeluarkan.

4) Engkol.

Batang engkol berfungsi untuk menghubungkan atau meneruskan gerak bolak-balik kedalam poros engkol. Sebuah komponen yang gerak bolak-balik piston menjadi gerak putaran yang meneruskan daya dari piston ke poros yang digerakkan.

7. Turbocharger.

a. Pengertian *Turbocharger*.

Turbocharger adalah sebuah kompresor sentrifugal yang mendapat daya dari turbin yang sumber tenaganya berasal dari asap gas buang kendaraan. Biasanya digunakan di mesin pembakaran dalam untuk meningkatkan keluaran tenaga dan efisiensi mesin dengan meningkatkan tekanan udara yang memasuki mesin. Biasanya digunakan di mesin pembakaran dalam untuk meningkatkan keluaran tenaga dan efisiensi mesin dengan meningkatkan tekanan udara yang memasuki mesin. Pada awalnya perakitan *Turbocharger* direferensikan sebagai *Turbosupercharger* yaitu sebuah supercharger yang menggunakan compressor udara untuk diinduksikan/didorong secara paksa kedalam mesin. Secara logika menambahkan turbin untuk memutar *supercharger* akan mengubah istilahnya menjadi "*Turbosupercharger*" namun istilah tersebut kemudian disingkat menjadi "*Turbocharger*" hal ini membuat kebingungan karena terkadang istilah "*Turbosupercharger*" masing sering digunakan untuk menunjukkan mesin yang menggunakan *crankshaft-drivesupercharger* dan *exhaust-driventurbocharger* bersama-sama atau sering pula disebut "*Twincharging*". *Turbocharger* memiliki tiga bagian penting: roda turbin, roda kompresor 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 kompresor dengan sudu-sudunya sehingga memompa udara masuk dalam massa yang padat. Mengingat komponen ini sering berputar melebihi 80,000 putaran per menit maka pelumasan yang baik sangat diperlukan. Karena kompresor ditempatkan pada poros yang sama, maka kompresor akan berputar pada kecepatan yang sama. Pada saat kompresor berputar, udara segar akan terhisap ke dalam kompresor tersebut dan menghasilkan udara bertekanan tinggi untuk disalurkan ke dalam manifold isap.

Turbocharger dapat menghasilkan tekanan udara mampat yang terlalu tinggi, dan mengakibatkan timbulnya detonasi, yang dapat mempercepat kerusakan mesin. Untuk mengatasi sebagian *turbocharger* menggunakan pintu buang (*wastegate*). Yaitu sebuah katup yang terbuka saat tekanan udara mampat mencapai tekanan maksimum tertentu. Sebagian gas buang dialirkan melalui slang bypass, sehingga gas tersebut tidak melalui turbin. Dengan demikian putaran turbin akan menurun yang akibatnya putaran kompresor juga turun, sehingga tekanan udara mampat berkurang. Sifat alamiah udara (gas), apabila suatu udara ditekan maka suhunya meningkat. Hal ini mengakibatkan udara mengembang dan kerapatannya berkurang. Udara yang panas tersebut kandungan oksigennya menurun, sehingga tekanan pembakarannya akan berkurang, berakibat daya yang dihasilkan mesin tidak optimal. Untuk mendinginkan udara dan menaikkan kerapatan udara, pada umumnya *turbocharger* dilengkapi dengan pendingin udara masuk atau

pendingin antara. Pendingin antara ini sebuah radiator yang berfungsi menukarkan panas dengan cara mendinginkan udara setelah dilakukan pemampatan. Selanjutnya udara tersebut memasuki mesin dalam keadaan dingin dan dapat menghasilkan tekanan tinggi tanpa terjadi detonasi. Pendingin antara ini merupakan pendingin antara dari udara ke udara. Di sini terjadi pemindahan panas dari udara yang panas ke udara yang dingin. Aliran udara panas yang terkompresi ini mengalir melalui saluran internal yang terdapat pada pendingin antara.

b. Prinsip Kerja *Turbocharger*.

Dalam sebuah *Turbocharger* terdapat kipas pompa radial yang kecil yang dikendalikan oleh energi gas buang dari sebuah mesin. *Turbocharger* terdiri dari sebuah turbin dan compressor yang terpasang pada sebuah batangan (*shared shaft*). Turbin tersebut mengubah panas dan tekanan gas buang menjadi daya putar, yang kemudian digunakan untuk menggerakkan compressor. Compressor menggerakkan aliran udara dan memompakannya kedalam *intake manifold* pada tekanan yang semakin meningkat. Hal tersebut menghasilkan kadar udara yang besar memasuki silinder dari setiap langkah hisap (*intake stroke*). Tujuan dari *turbocharger* kurang lebih sama dengan supercharger, untuk memperbaiki efisiensi volumetrik mesin dengan memecahkan salah satu batasan kardinalnya. Tekanan udara pada atmosfer tidak lebih dari 1 atm (14,7 psi) sehingga ada batas mutlak antara tekanan dalam katup masuk dan jumlah aliran udara yang memasuki ruang pembakaran. *Turbocharger* meningkatkan tekanan pada titik dimana udara memasuki silinder, oksigen yang besar dipaksakan masuk ketika tekanan pada inlet manifold meningkat. Tambahan aliran udara membuat mesin mampu mengendalikan tekanan ruang bakar dan perbandingan bahan bakar dan udara yang seimbang saat mesin berada pada RPM tinggi. Hal ini meningkatkan tenaga dan torsi yang dikeluarkan oleh mesin, untuk menghindari detonasi dan kerusakan fisik, tekanan dalam silinder tidak boleh terlalu tinggi. Untuk mencegah hal tersebut terjadi, tekanan masuk harus dikontrol oleh ventilasi yang membuang kelebihan gas. Fungsi kontrol tersebut dilakukan oleh *wastegate* yang mengarahkan beberapa gas buang tidak ikut mengalir ke turbin.

c. Cara Kerja *Turbocharger*.

Sebuah *Turbocharger* secara dasar adalah pompa udara. Gas buang panas yang meninggalkan mesin setelah pembakaran diarahkan langsung ke roda turbin disamping *turbocharger*, untuk membuat turbin tersebut berputar hingga kecepatan 230.000 RPM. Roda turbin itu terhubung oleh sebuah batang ke roda kompresor, semakin turbin berputar cepat maka kompresor pun ikut berputar dengan cepat. Putaran kompresor tersebut mendorong aliran udara dan mengkompres udara tersebut sebelum dipompakan ke dalam ruang pembakaran mesin. Banyak sistem turbo yang menambahkan pendingin (*intercooler*) antara kompresor dan silinder, karena udara yang terkompres dan berputar sedemikian cepatnya dapat mencapai suhu yang sangat tinggi.

d. Tahapan Kerja *Turbocharger*.

1) Hisap (*Charge Exchange Stroke*).

Pada mesin diesel, saat piston bergerak kebawah dan udara ditarik melalui katup masuk.

2) Kompresi (*Power Stroke*).

Ketika piston bergerak keatas, campuran udara dan bahan bakar di kompres.

3) Ekspansi (*Power Stroke*).

Dalam mesin diesel, saat bahan bakar di injeksikan pada tekanan tinggi dan campuran udara dengan bahan bakar tersebut akan terbakar secara spontan kemudian ledakan tersebut mendorong piston bergerak kebawah.

4) Pembuangan (*Charge Exchange Stroke*).

Gas buang dikeluarkan melalui katup pembuangan ketika piston bergerak keatas. Pada mesin dengan *turbocharger*. Udara dikompres sebelum disuplai kembali ke dalam silinder selama langkah hisap, karena proses tersebut berada pada tekanan yang lebih tinggi, kadar udara yang besar masuk kedalam ruang bakar sehingga bahan bakar terbakar lebih efisien. Hal ini meningkatkan *power output* yaitu memberikan torsi dan dayayang lebih besar pada *top speed* dibandingkan pada mesin biasa dengan volume mesin yang sama dan mengurangi kadar emisi gas buang. Untuk melihat perbedaan yang terjadi dapat dihitung dengan rumus :

$$\text{Horse power (Hp)} = \frac{\text{torque} \times \text{speed (rpm)}}{5252}$$

$$\text{Torque (Nm)} = \frac{5252 \times \text{horse power}}{\text{speed (rpm)}}$$

$$\text{Speed (rpm)} = \frac{5252 \times \text{horse power}}{\text{torque}}$$

(sumber : <http://www.ajdesinger.com>)

Beberapa mesin diesel bisa di *set up* untuk menerima udara lebih namun dengan takaran solar yang sama, yang tidak hanya meningkatkan tenaga tetapi juga dapat menghasilkan gas buang yang lebih bersih.

e. Macam – Macam Turbo.

1) Parallel.

Beberapa mesin, seperti mesin jenis V, menggunakan dua turbo kecil yang identik. Masing – masing dipasangkan pada aliran gas buang yang terpisah dari mesin. 2 turbo yang lebih kecil menghasilkan dorongan (*boost*) yang sama atau lebih dari pada sebuah turbobesar tunggal. Karena ukurannya kecil, turbo jenis ini mampu mencapai RPM optimalnya dan menghasilkan dorongan yang optimal secara lebih cepat. Turbojenis ini sering dirujuk dengan nama lain *Parallel Twin Turbo system*.

METODE PENELITIAN

Rencana Penelitian dan Alat Pendukung.

Untuk mendapatkan data pada penelitian ini penulis berencana untuk melakukan beberapa tes dengan alat dan bahan tercantum di bawah ini sebagai berikut :

a. Alat dan Bahan.

1) Alat.

Peralatan yang akan digunakan dalam penelitian ini antara lain:

- a) Micro Hardness Vickers tester merk Shimadzu tipe 340 – 4930.
- b) Mikroskop optic logam merk Olympus type PME 3
- c) Spektrumeter

2) Bahan.

Bahan yang digunakan penulis untuk penelitian adalah :

- a) Pena pemukul senjata SS1-V1 buatan Pindad
- b) Pena pemukul senapan FNC buatan Belgia

Bahan pena pemukul ini penulis peroleh dari Bengkel senjata Peralatan Akademi Militer.

Lokasi dan Waktu Penelitian.

1) Lokasi.

Pengambilan data dan keterangan diambil di dua tempat. Untuk bahan, penulis memperolehnya di



Bengkel Peralatan Akademi Militer. Sedangkan untuk pengujiannya dilakukan di Laboratorium Logam Universitas Gadjah Mada.

2) Waktu penelitian.

Pengujian dilakukan pada tanggal 23 s/d 24 April 2013

Urutan Penelitian.

1) Uji Komposisi.

Mengetahui komposisi material yang terkandung dalam suatu logam sangat diperlukan di dalam upaya penentuan sifat-sifat fisis logam tersebut. Dengan data komposisi material pendukung yang diperoleh, maka akan mendukung analisis metalografi dan struktur mikro benda uji, sekaligus untuk mendapatkan kesimpulan pada hal yang sama.

a) Persiapan Benda Uji.

Langkah-langkah persiapan yang dilakukan untuk benda uji komposisi material adalah sebagai berikut :

(1) Setelah pemotongan, benda uji diberi dudukan dengan cara memasang *mounting* dengan *mounting machine*.

(2) Penghalusan permukaan benda uji dilakukan dengan cara yang sama dengan penghalusan permukaan benda uji struktur mikro, yakni menggunakan amplas dari kekasaran 120 hingga 1200.

b) Pelaksanaan Pengujian.

Benda uji yang telah disiapkan, kemudian akan diuji dengan meletakkannya pada dudukan yang ada pada alat uji. Alat uji ini disebut dengan *spektrumeter* sebagaimana terlihat pada gambar.

2) Uji Struktur Mikro (Metallografi).

a) Pelaksanaan Pengujian.

Adapun langkah-langkah pengujian metallografis dan analisa struktur mikro ini adalah sebagai berikut :

(1) Memasang rol film yang telah disiapkan sebelumnya pada kamera.

(2) Memeriksa benda uji dan struktur mikro yang tampak di bawah mikroskop dan pada layar TV yang tersedia.

(3) Menentukan lokasi gambar yang diinginkan dengan cara menggeser-geser benda uji dengan menggunakan dial yang ada.

(4) Mengambil gambar yang dimaksud dengan menggunakan kamera yang telah terpasang pada alat uji tersebut.

(5) Perbesaran yang digunakan dalam pengamatan ini adalah perbesaran 100

Uji Kekerasan

a) Pengujian kekerasan Vickers.

Pada umumnya kekerasan suatu bahan menyatakan ketahanan bahan tersebut terhadap deformasi plastik atau deformasi permanen apabila pada bahan tersebut bekerja beban atau gaya luar. Metoda pengujian kekerasan Vickers menggunakan penumbuk piramida intan yang dasarnya berbentuk bujur sangkar. Besarnya sudut antara permukaan-permukaan piramida yang saling berhadapan adalah 136° . Nilai Kekerasan Vickers (VHN), didefinisikan sebagai beban dibagi luas permukaan lekukan. Beban yang biasanya digunakan dalam pengujian Vickers berkisar antara 1 sampai 120 Kg, tergantung pada kekerasan logam yang akan diuji. Sedangkan luasan permukaan lekukan bekas injakan dihitung dari pengukuran mikroskopis panjang diagonalnya. Karena pengukuran diagonal bekas penetrator intan menggunakan mikroskop dengan perbesaran 100 kali, maka panjang diagonal dalam pengukuran dibagi 30. Hal ini karena 1 strip pada mikroskop berarti $1/30$ mm. Beban yang digunakan pada pengujian ini adalah 500 gr. Untuk menghindari kesalahan

dalam pengujian kekerasan, benda uji yang akan diuji harus benar-benar memenuhi persyaratan yaitu: permukaan benda uji harus rata, sejajar dan bersih. Sisi-sisi benda uji harus memiliki ketinggian yang sama dan tidak dibenarkan ada sisi yang miring, karena akan menyebabkan kesalahan dalam pengukuran kekerasan benda uji tersebut.

Uraian Variabel Penelitian.

Dalam penelitian ini variabel yang digunakan terdiri dari :

a. Variabel Terikat.

Merupakan suatu variabel yang tidak mendapatkan perlakuan khusus atau diperlakukan sama pada setiap percobaan, sehingga dapat menjadi tolak ukur dari percobaan yang dilakukan. Berikut ini variabel yang terikat :

- 1) Micro Hardness Vickers tester merk Shimadzu tipe 340 – 4930.
- 2) Mikroskop optik logam merk Olympus type PME 3
- 3) Spektrometer

b. Variabel Bebas.

Variabel yang diperlakukan berbeda agar mendapatkan data yang diinginkan, pada percobaan ini yang merupakan variabel bebas yaitu :

- 1) Pena Pemukul Senjata FNC buatan Belgia
- 2) Pena Pemukul Senjata SS1-V1 buatan Pindad

Pemilihan Sampel.

Dalam percobaan ini penulis menggunakan sampel Pena Pemukul senjata SS1-V1 buatan Pindad dan Pena pemukul Senjata FNC buatan Belgia serta sebagai alat untuk meneliti bahan tersebut adalah Micro Hardness Vickers tester, Mikroskop optik logam, dan spektrometer.

Penggunaan Metode Statistik.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah studi laboratorium untuk menguji prestasi mesin diesel dan studi pustaka untuk menambah teori pendukung dalam penelitian.

a. Studi Pustaka.

Studi pustaka dilakukan untuk mendapatkan referensi serta teori –teori yang menunjang penelitian ini.

b. Studi Laboratorium.

Studi laboratorium dilaksanakan untuk melakukan eksperimen/penelitian untuk mendapatkan data.

c. Studi Analisis.

Studi analisis dilakukan untuk menganalisa dan membahas hasil penelitian untuk menentukan kesimpulan.

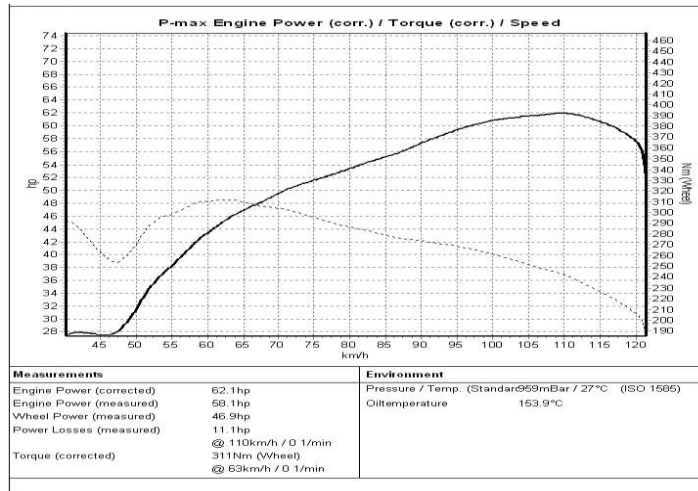
Pengolahan dan Analisa Data.

Pertama dilakukan percobaan dengan menggunakan alat ukur kekerasan yaitu Macro Hardness Tester kemudian hasilnya di diperoleh dan datanya diolah dengan menggunakan rumus VHN, selanjutnya percobaan kedua yaitu dengan menggunakan Mikroskop Optik Logam yang bertujuan untuk melihat gambar dari struktur pembentuk Kedua Pena Pemukul tersebut, sedangkan yang ketiga dilakukan pengujian komposisi Pena pemukul untuk mengetahui berapa besar kandungan dari tiap-tiap struktur pembentuknya.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

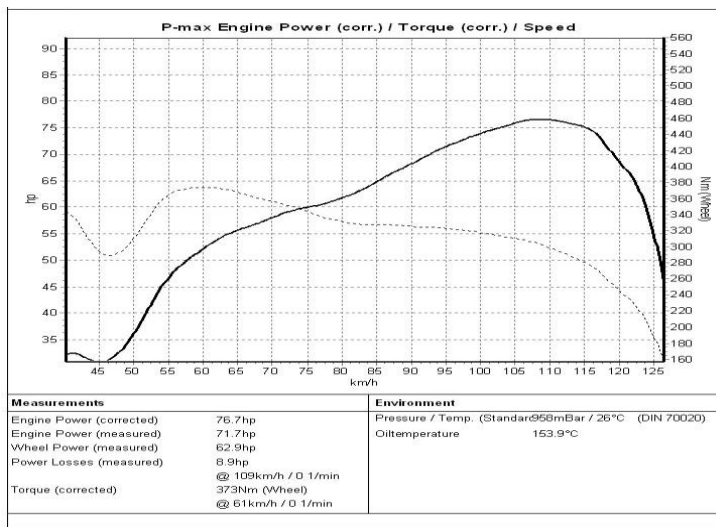
Setelah melakukan bebrapa percobaan, penulis mendapatkan data sebagai berikut :

- a. Data Percobaan Mesin Diesel tanpa Turbo pertama



Grafik 4.1 Data Daya, kecepatan dan torsi Percobaan ke 1 pada Mesin Diesel

- b. Data Percobaan Mesin Diesel Tanpa Turbo kedua.



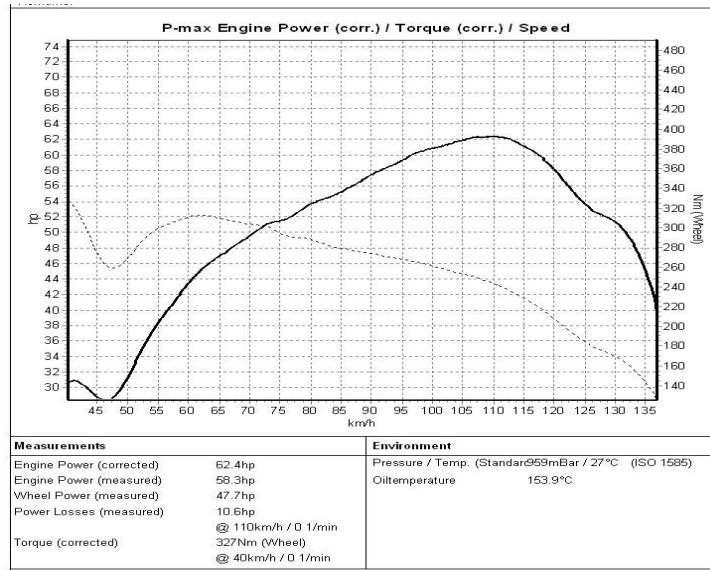
Grafik 4.2 Data Daya, kecepatan dan torsi, Percobaan ke 2 pada Mesin Diesel

- c. Tabel Rata – Rata Percobaan I dan II Pada Mesin Diesel Tanpa Turbo.

Tabel 4.1 Data rata – rata daya, kecepatan dan torsi pada mesin diesel tanpa turbo.

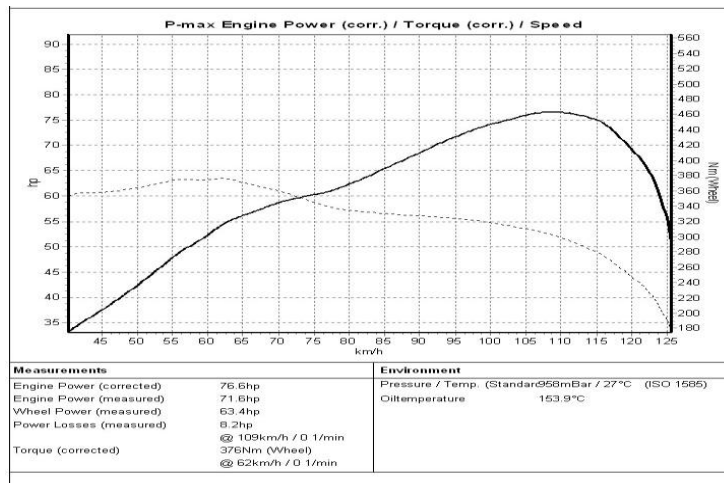
Daya (Hp)	Torsi (Nm)	V (Km/h)
2 + 62) : 2 = 62	50 + 245) : 2 = 247,5	110
1 + 61) : 2 = 61	65 + 260) : 2 = 262,5	100
7 + 58) : 2 = 57,5	70 + 275) : 2 = 272,5	90
3 + 54) : 2 = 53,5	90 + 285) : 2 = 287,5	80
0 + 50) : 2 = 50	10 + 305) : 2 = 307,5	70
4 + 44) : 2 = 44	10 + 310) : 2 = 310	60
2 + 32) : 2 = 32	70 + 275) : 2 = 272,5	50

d. Data Percobaan Mesin Diesel Turbo Pertama.



Grafik 4.3 Data daya, kecepatan dan torsi, Percobaan ke 1 pada Mesin Diesel Turbo.

e. Data Percobaan Mesin Diesel Turbo Kedua.
 Grafik 4.4 Data daya, kecepatan dan torsi, Percobaan ke 2 pada Mesin Diesel Turbo.



f. Tabel Rata – Rata Percobaan I dan II Pada Mesin Diesel Turbo.

Tabel 4.2 Datarata – rata daya, kecepatan dan torsi pada mesin diesel turbo.

Daya (Hp)	Torsi (Nm)	V (Km/h)
6 + 76) : 2 = 76	00 + 300) : 2 = 300	110
5 + 75) : 2 = 75	20 + 320) : 2 = 320	100
8 + 68) : 2 = 68	30 + 330) : 2 = 330	90
2 + 63) : 2 = 62,5	35 + 335) : 2 = 335	80
8 + 57) : 2 = 57,5	60 + 360) : 2 = 360	70
3 + 53) : 2 = 53	70 + 380) : 2 = 375	60
3 + 35) : 2 = 39	20 + 360) : 2 = 340	50



Analisa Penelitian.

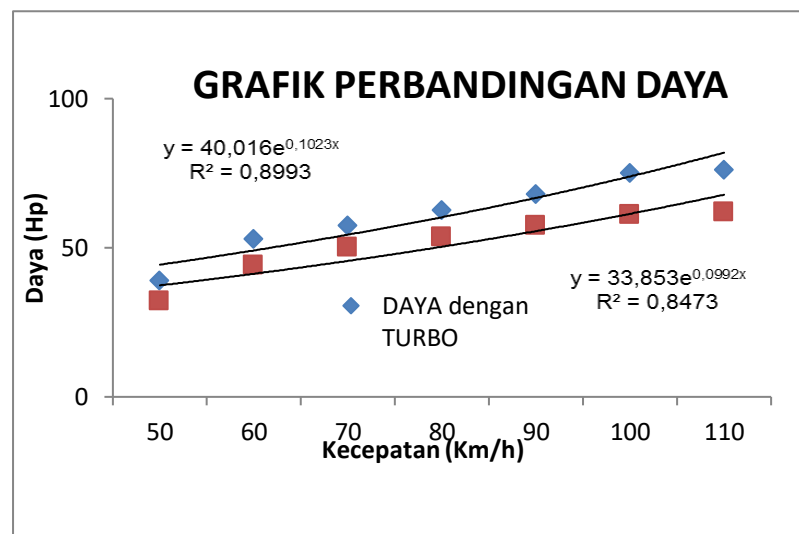
a. Tabel Perbandingan Hasil Percobaan Mesin Diesel Turbo dan Tanpa Turbo.

Setelah melakukan percobaan pada mesin diesel turbo dan tanpa turbo yang masing – masing dilakukan sebanyak 2 kali, maka diambil data rata – rata dari percobaan tersebut dan dapat terbaca dari data yang ada bahwa daya dan torsi yang dihasilkan berbeda antara mesin diesel turbo dan tanpa turbo.

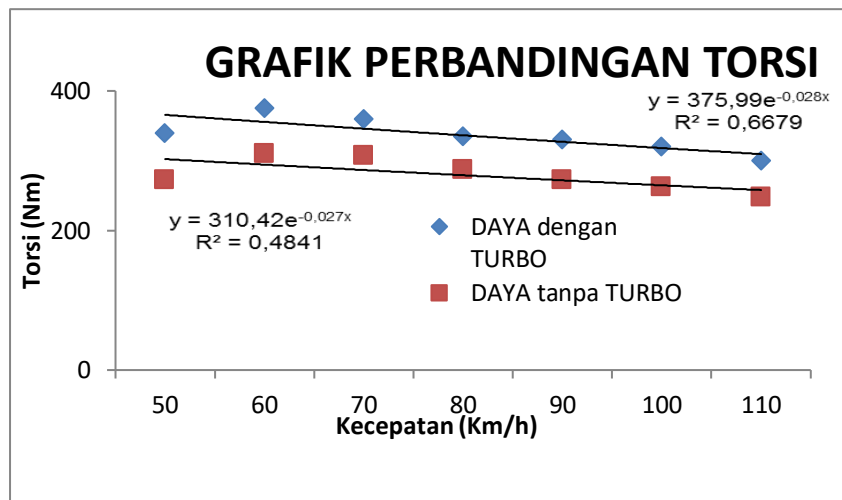
Tabel 4.3 Perbandingan data daya dan torsi pada mesin diesel turbo dan mesin diesel tanpa turbo.

DENGAN TURBO		TANPA TURBO		Kecepatan (Km / h)
Daya (Hp)	Torsi (Nm)	Daya (Hp)	Torsi (Nm)	
39	340	32	272,5	50
53	375	44	310	60
57,5	360	50	307,5	70
62,5	335	53,5	287,5	80
68	330	57,5	272,5	90
75	320	61	262,5	100
76	300	62	247,5	110

Pembahasan.



Grafik 4.5 Perbandingan data daya mesin diesel turbo dan tanpa turbo.



Grafik 4.6 Perbandingan data torsi mesin diesel turbo dan tanpa turbo.

Dengan pemasangan *turbocharger* pada mesin diesel dapat meningkatkan daya dan torsi secara signifikan dan hasilnya langsung dapat dirasakan dan dibaca oleh alat ukur, tanpa harus mengalami kerusakan akibat komponen yang tidak sesuai dan tanpa harus merubah komponen vital dalam mesin seperti piston, katub dan lain lain. Dengan meningkatkan tekanan udara yang memasuki mesin dapat mempengaruhi proses pembakaran yang terjadi di dalam mesin yang mengakibatkan meningkatnya keluaran tenaga berupa daya dan torsi serta efisiensi mesin dengan bantuan sebuah kompresor sentrifugal yang mendapat daya dari turbin yang sumber tenaganya berasal dari asap gas buang kendaraan. Hal ini merupakan teknologi yang efisien dimana asap kendaraan yang notabene tidak digunakan atau dibuang begitu saja tetapi dengan komponen turbo asap tersebut digunakan untuk memutar turbin yang dapat memberikan dampak positif bagi mesin. Dari data yang ada dapat dilihat bahwa pada kecepatan 60 km/h didapatkan torsi tertinggi dari kedua mesin, tetapi dengan nominal yang tidak sama, pada mesin diesel turbo didapatkan nominal sebesar 375 Nm dan pada mesin diesel tanpa turbo hanya 310 Nm, perbedaan yang terjadi hingga 65 Nm. Sedangkan pada kecepatan 110 km/h didapatkan daya mesin yang maksimal, pada mesin diesel turbo mempunyai daya hingga 76 Hp, sedangkan pada mesin diesel tanpa turbo mempunyai daya hanya 62 Hp, terjadi perbedaan nominal hingga 14 Hp.

SIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan pengujian dan analisa yang didapat, membuktikan bahwa pemasangan turbocharger sangat berdampak bagi daya dan torsi pada mesin diesel 4 JA-1.

- Dari data pengujian dapatkan data bahwa daya dari mesin tanpa turbo dan mesin dengan turbo mempunyai perbedaan hingga 14 Hp, angka ini cukup besar dalam peningkatan sebuah prestasi mesin. Dan pada torsi mesin didapatkan perbedaan hingga 65 Nm, tetapi untuk top speed dari kedua mesin tersebut tidak berubah tetap pada 110 km/h.
- Dengan memberikan induksi paksa (*forced Induction*) pada mesin akan didapatkan tenaga dan efisiensi mesin yang meningkat dimana induksi tersebut mendapatkan daya dari turbin yang sumber tenaganya berasal dari asap gas buang kendaraan dengan dampak daya dan torsi kendaraan meningkat

Saran

- Dalam penerapan standar, turbocharger digunakan untuk melipatgandakan tenaga dari suatu mesin. turbocharger juga berperan mencegah hilangnya tenaga pada daerah dataran tinggi, dan memberikan keuntungan yang signifikan pada truk-truk dan mesin Off-Road yg telah ber-Turbocharger



- b. Mobil berperangkat mesin turbocharger adalah alternatif untuk peningkatan daya kuda, tanpa harus menambah bobot mobil. Bahkan karena ukurannya yang simpel dan proses pemasangannya yang sederhana.
- c. Untuk penelitian selanjutnya dapat dihitung tentang efisiensi konsumsi bahan bakar dari pengaruh pemasangan turbo

Daftar Pustaka

- ASM International. (2001). ASM handbook: Mechanical testing and evaluation (Vol. 8). ASM International.
- Callister, W. D., & Rethwisch, D. G. (2018). Materials science and engineering: An introduction (10th ed.). Wiley.
- Chiaverini, V. (2005). Steel metallurgy for the non-metallurgist. ASM International.
- Davis, J. R. (2004). Tool materials. ASM International.
- Dieter, G. E. (1986). Mechanical metallurgy (3rd ed.). McGraw-Hill.
- Hafid, A. (2025). Analisis perbandingan uji keausan antara kampas kopling kualitas 1 dengan kualitas 2 pada kendaraan Suzuki Katana. *Jurnal Mekanikasista*, 13(1), 38–52.
- Harjanto, B., & Wijanarko, H. (2025). Analisis pengaruh kegunaan ring diesel pada saluran bahan bakar solar terhadap daya mesin diesel. *Jurnal Mekanikasista*, 13(1), 1–10.
- Honeycombe, R. W. K., & Bhadeshia, H. K. D. H. (2006). Steels: Microstructure and properties (3rd ed.). Butterworth-Heinemann.
- Smallman, R. E., & Bishop, R. J. (1999). Modern physical metallurgy and materials engineering. Butterworth-Heinemann.
- Smith, W. F., Hashemi, J., & Prakash, R. (2011). Foundations of materials science and engineering (5th ed.). McGraw-Hill.
- Surdia, T., & Saito, S. (1999). Pengetahuan bahan teknik. Pradnya Paramita.
- Sukahar, S., Lufti, A., & Harijanto, B. (2026). Model Pengelolaan Sampah Berkelanjutan Berbasis Komunitas di Kecamatan Taktakan Kota Serang. *JURNAL NAGARA BHAKTI*, 4(2), 64-76.
- Totten, G. E. (2006). Steel heat treatment handbook. CRC Press.