



## ANALYSIS OF DIFFERENCES IN *TURBOCHARGER* INLET GEOMETRY ON 2KD-FTV DIESEL ENGINE PERFORMANCE

Muhammad Zidane Aziz<sup>1</sup>, Ramdhani<sup>2</sup>, Yusep Sukrawan<sup>3\*</sup>

Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif, Universitas Indonesia  
 Jl. Dr. Setiabudhi No. 229 Bandung 40154  
 Correspondent e-mail: [azizmuhammad150@gmail.com](mailto:azizmuhammad150@gmail.com)

### ABSTRACT/ABSTRAK

*This study aims to determine and understand the effect of inlet geometry on the turbocharger on the performance of the 2KD-FTV type diesel engine and to determine the amount of power and torque produced from several variables after the testing phase. The geometry of the inlet channel used is speed with the aim of increasing the speed of air flow in the inlet channel. This study uses an experimental method used to determine the effect of one variable (flat pipe) with another variable (stuck speed). The object of the study used a 2KD-FTV type diesel vehicle. The DynoJet Dynamometer measuring instrument as a tool for taking measurement results. Data collection begins with the preparation stage, testing stage, comparison stage and analysis stage and is supported by documentation. Data is presented in the form of graphs and table results. The results of this study produce (1) changes in torque and power in the engine with the replacement of data pipes with stuck speed at engine speeds of 4,500 rpm of 3hp and at engine speeds of 5,000 rpm of 6hp. (2) Increase in torque at engine speeds of 5,000 rpm with data increases of 3 Nm.*

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dan memahami tentang pengaruh inlet geometri pada *turbocharger* terhadap performansi engine diesel tipe 2KD-FTV serta untuk mengetahui besar daya dan torsi yang dihasilkan dari beberapa variabel setelah tahap pengujian. Inlet geometri yang digunakan berupa velocity dengan tujuan untuk meningkatkan kecepatan aliran udara pada saluran intake. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen yang digunakan untuk mengetahui pengaruh satu variabel (pipa datar) dengan variabel lainnya (velocity stuck). Objek penelitian menggunakan kendaraan tipe diesel 2KD-FTV. Alat ukur Dynamometer DynoJet sebagai alat pengambil hasil pengukuran. Pengumpulan data dimulai dengan tahap persiapan, tahap pengujian, tahap perbandingan dan tahap analisa serta didukung dengan dokumentasi. Data disajikan dalam bentuk grafik dan hasil tabel. Hasil penelitian ini menghasilkan (1) perubahan torsi dan daya pada engine dengan pergantian pipa data dengan velocity stuck pada putaran engine di angka 4.500rpm sebesar 3hp dan pada putaran engine 5.000rpm sebesar 6hp. (2) Kenaikan torsi pada putaran engine diangka 5.000rpm dengan data kenaikan 3 Nm.

### ARTICLE INFO

#### Article History:

Submitted/Received  
02 Aug 2024

First Revised  
02 Aug 2024

Accepted  
02 Aug 2024

Online Date  
02 Aug 2024

Publication Date  
02 Aug 2024

#### Keywords:

*Turbocharger; Torque; Power; Diesel Engine.*

#### Kata kunci:

*Turbocharger; Torsi; Daya; Engine Diesel*

## 1. PENDAHULUAN

Kemajuan peningkatan pada bidang teknologi industri kendaraan otomotif sudah sangat baik. Kemajuan yang sudah banyak terlihat yaitu ingin meningkatkan kenyamanan dan ramah lingkungan (Hendrawan, 2020). Pusat produksi kendaraan sudah menghasilkan kendaraan yang berkualitas salah satunya dengan daya keluaran yang optimal serta memenuhi standar kadar gas buang mengikuti dengan aturan pemerintah yang ramah lingkungan.

Dalam hal ini engine diesel yang berbahan bakar biosolar sudah ditetapkan pemerintah harus sudah mulai mengurangi hasil gas buang sebesar 40% di jalan umum ini menjadi masukan untuk para pabrikan menciptakan kendaraan dengan polusi yang rendah tetapi melupakan hemat bahan bakar serta mempunyai performa yang besar. (Nasution & Ibrahim, 2017). Pada umumnya dalam pembakaran engine diesel terkadang masih belum berlangsung dengan sempurna. Jumlah bahan bakar yang tidak sesuai dengan kebutuhan menyebabkan ketidaksempurnaan proses pembakaran. Maka dari itu, diperlukan suatu teknologi untuk menghasilkan pembakaran yang sempurna salah satunya dengan *turbocharger*. Penggunaan *turbocharger* adalah salah satu upaya dalam memasukan udara luar kedalam ruang bakar melalui intake dengan memanfaatkan gas buang untuk menggerakkan turbin. Namun masih kekurangan pada bagian ruang yang disediakan untuk pemasangan *turbocharger* sehingga masih banyak evaluasi pengaruh bentuk siku pada bagian inlet geometri *turbocharger*.

Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya ada pengaruh negatif terhadap rasio kompresi yang cenderung berkurang terutama pada kecepatan rotor , dan pengaruh positif terhadap kenaikan daya dan torsi serta tekanan dalam hal ini perbedaan ukuran dan keseragaman aliran dan kehilangan tekanan merupakan faktor penting yang mempengaruhi kinerja *turbocharger*. Meskipun demikian penggunaan *turbocharger* masih perlu diteliti agar engine diesel yang sudah menggunakan *turbocharger* memiliki daya dan output torsi yang lebih besar dan gas buang yang rendah

## 2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah penelitian eksperimen , yang dilaksanakan di Laboratorium *Vehicle* , *Motorcycle* , *Test Bench and Alternative* , Universitas Pendidikan Indonesia. Objek penelitian ini yaitu kendaraan engine diesel tipe 2KD-FTV. Penelitian eksperimen ini yaitu untuk mengetahui akibat yang ditimbulkan dari suatu perilaku yang dilakukan, kemudian setelah mendapatkan data sesuai proses pengujian akan di olah dan dianalisis dengan mencari daya dan torsi pada engine diesel. Data tersebut

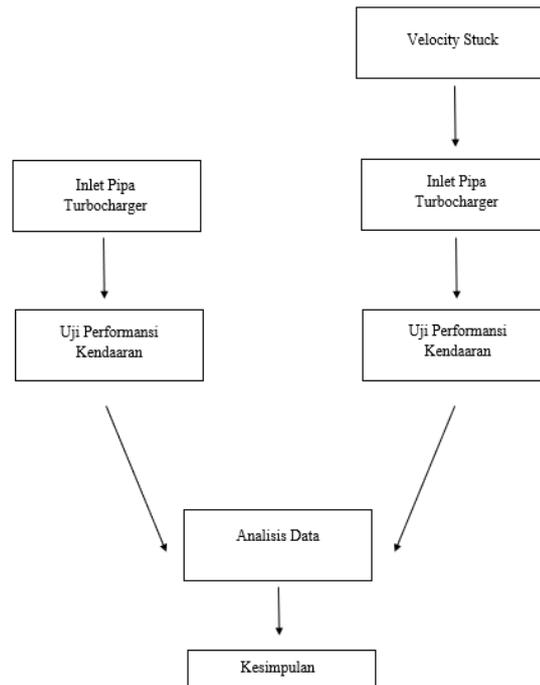
akan ditampilkan dalam bentuk grafik dan tabel untuk dilihat pembeda dari dari hasil kinerja engine diesel. Prosedur pelaksanaan penelitian ini dimulai dengan tahap persiapan , tahap pengujian , tahap pembanding dan tahap analisa. Tahap pengujian dilakukan dengan mengukur awal kalibrasi alat *dynamometer (DynoJet)* sebagai tolak ukur alat pembaca kecepatan daya dan torsi. Data daya dan torsi di dapat pada pengujian pada putaran engine 3.700 , 4.000 , 4.500 , 5.000rpm secara berulang untuk mendapatkan hasil yang sesuai dan pasti. Pada tahap pembanding untuk mendapatkan hasil pembeda diukur dari inlet pipa datar diubah menjadi *inlet velocity*. Karena fungsi dari *velocity* mempercepat dan memperbanyak udara masuk. Penelitian ini menggunakan analisis statistik deskriptif dengan persentase data dari hasil pengukuran dan pembuatan *inlet* geometri sebagai berikut :

$$p = \frac{F}{A} \quad p = \rho \frac{m}{V} \quad Q = VA$$

Keterangan:

- Tekanan , p [Pa]
- Rapat Massa,  $\rho$  [kg/m<sup>3</sup>]
- Kecepatan, V [m<sup>3</sup>/s]
- Debit, Q [M<sup>3</sup>/s]
- Luas Penampang, A [m<sup>2</sup>]

Data hasil pengujian yang dikumpulkan untuk dimasukkan kedalam laporan data , yang dimana dibagi menjadi 2 pengujian dimana pengujian 1 adalah pengujian pembanding perfomansi dengan pipa datar dan untuk pengujian ke 2 adalah pengujian dengan *velocity stuck*.



Gambar 1. Flowchart Tahap Pengujian

Tabel 1. Spesifikasi Engine Diesel 2KD-FTV

Merk dan Type Mesin	: Toyota 2KD – FTV
Bahan bakar	: Biosolar
Kapasitas silinder	: 4 silinder / 2.494cc
Perbandingan Kompresi	: 17.4 : 1
Diameter X Langkah	: 92.0 mm X 93.8 mm
Daya maksimum	: 75 – 140 Kwh
Torsi maksimum	: 1.600 rpm – 2.400 rpm

Pada Tabel.1 dicantumkan spesifikasi kendaraan engine diesel yang akan melakukan pengujian menggunakan *dynamometer (DynoJet)* dilampirkan spesifikasi sesuai dengan kondisi kendaraan. 2KD-FTV adalah engine buatan pabrik Toyota, diesel engine generasi pertama dengan kode 2KD-FTV ini memiliki kapasitas 2.494 cc 4-silinder keluaran tenaga sebesar 105 dk pada putaran engine 3.600rpm dan torsi 260 Nm pada 1.600 – 2.400 rpm.

### 3. HASIL PENELITIAN

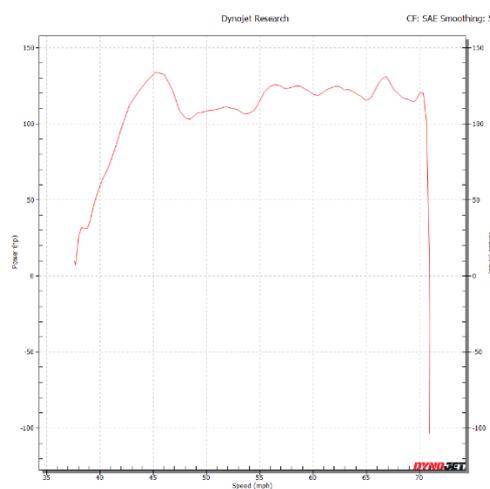
Pengujian dimulai dengan mengkalibrasi alat *dynamometer* pada putaran engine 1.500rpm secara stabil selama 1-2 menit. Pada pengujian selanjutnya melakukan pengambilan data hasil daya dan torsi pada engine diesel. Variasi putaran engine yang digunakan adalah pada 3.700 , 4.000 , 4.500 , 5.000rpm.

*Tabel 1. Data hasil pengujian daya dan torsi putaran engine*

Putaran Engine (rpm)	Daya ( Dengan Velocity)	Daya (Pipa Datar)
3700	5 Hp	5 Hp
4000	55 Hp	55 Hp
4500	130 Hp	127 Hp
5000	116 Hp	110 Hp

Pada Tabel 2 dapat dilihat perbandingan daya engine diesel dengan inlet pipa datar dan dengan inlet *velocity* pada rpm yang sama dengan hasil yang berbeda. Untuk daya maksimum tertinggi diperoleh pada 5.000rpm dimana engine dengan menggunakan inlet *velocity* memiliki daya maksimum sebesar 116 Hp, sedangkan engine diesel dengan inlet pipa datar. Jika dilihat perbandingan dari rpm yang sama dapat dikatakan bahwa engine dengan inlet *velocity* lebih bisa memaksimalkan aliran udara pada ruang bakar engine serta memiliki keunggulan dari sisi keluaran daya maksimum dibanding inlet pipa datar.

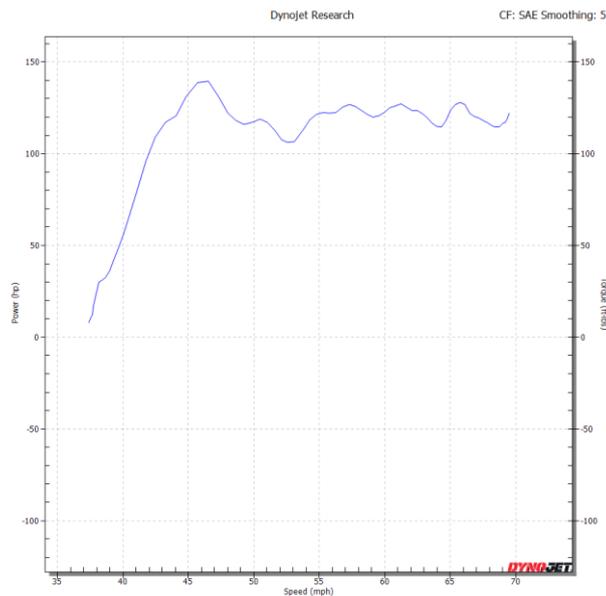
#### 1. Pengujian performansi engine diesel dengan inlet pipa datar



*Gambar 2 . Grafik inlet pipa*

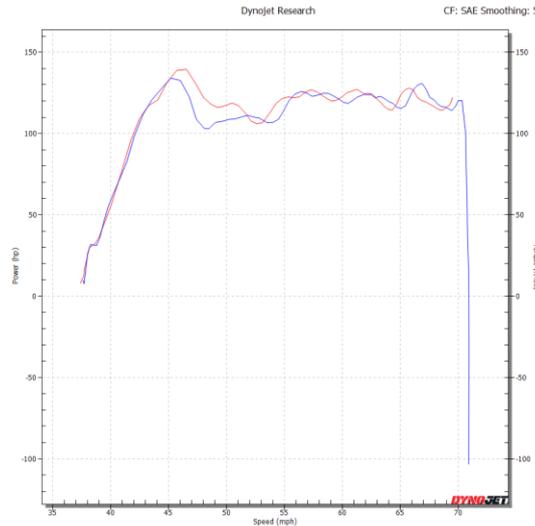
Pada Gambar 2 dapat disimpulkan bahwa grafik hasil pengujian dengan inlet pipa datar daya maksimal yang di hasilkan sebesar 137 Hp pada putaran engine 4.500rpm dan hasil torsi sebesar 120 Nm. Pada 4.800rpm mengalami penurunan daya sebesar 102 Hp dan pada selanjutnya grafik mencatat hasil semakin naik tidak terlalu signifikan mengikuti dengan kenaikan putaran engine dan selesai percobaan ke 1 pada hasil 125 Hp dan torsi 120 Nm

## 2. Pengujian performansi engine diesel dengan velocity stuck



Gambar 3. Grafik inlet velocity stuck

Pada Gambar 3 diperlihatkan hasil daya dan torsi engine diesel dengan menggunakan inlet velocity mengalami kenaikan sebesar 3 Hp dari yang sebelumnya 137 Hp menjadi 140 Hp pada putaran engine 5.000rpm dan torsi meningkat 3 Nm dari hasil 120 Nm menjadi 123 NM. Pada kondisi selanjutnya di putaran engine 5.000 ada tindakan pelepasan gas atau deselerasi menjadi hasil 120 Hp , lalu dilanjutkan kembali dengan kondisi grafik semakin meningkat tetapi dengan kondisi naik turun tidak stabil daripada sebelumnya menggunakan pipa datar.



Gambar 4. Hasil Akhir dynamometer

Pada Gambar 4 dicantumkan hasil akhir sebagai pembandingan untuk pengujian 1 dengan pipa datar dan pengujian 2 dengan velocity stuck dan disimpulkan adanya perubahan dari perbedaan inlet geometri yang dipasang pada *turbocharger* engine diesel 2KD-FTV.

### 3. PEMBAHASAN

Motor bakar merupakan suatu mekanisme yang mengubah energi kimia menjadi energi panas, yang kemudian diubah menjadi energi mekanik. Pada motor bakar, perubahan energi panas menjadi energi mekanik terjadi karena adanya proses pembakaran dari campuran bahan bakar dan udara, yang selanjutnya menyebabkan terjadinya konversi energi pembakaran system penggerak mesin menjadi energi mekanik atau tenaga penggerak (Muku & Sukadana, 2009). Motor diesel adalah motor bakar torak yang berbeda dengan motor bakar bensin, proses penyalaan bukan dengan loncatan bunga api listrik melainkan proses penyalaan bahan bakarnya berlangsung secara spontan akibat temperatur dan tekanan ruang bakarnya yang cukup tinggi. Pada langkah hisap hanya udara segar saja yang masuk kedalam silinder, dimana pada waktu torak hampir mencapai “titik mati atas” (TMA) bahan bakar disemprotkan kedalam ruang bakar. Karena temperatur dan tekanan yang tinggi maka bahan bakar akan terbakar dengan sendirinya

Pada prinsipnya *turbocharger* mempunyai tujuan yang sama, yaitu memperbesar jumlah udara yang masuk ke dalam silinder. Hal ini bertujuan meningkatkan daya motor tanpa memperbesar kapasitas motor tersebut. Ada perbedaan dalam proses kerja antara supercharger dan *turbocharger*, yaitu pada penggerak impeler turbin dimana pada supercharger impeler turbin digerakkan oleh gerakan mekanik yang ditransfer dari putaran

poros engkol, sedangkan pada *turbocharger* memanfaatkan gas buang sebagai penggerak impeler turbin. Tujuan utama penggunaan *turbocharger* dengan intercooler adalah untuk memperbesar daya motor. *turbocharger* mempunyai arti penting dalam usaha mengatasi kerugian daya yang disebabkan oleh berkurangnya kepadatan udara atmosfer di tempat tersebut.

Pada prinsipnya kerja dari *turbocharger* adalah merubah energi panas/kalor dari gas buang hasil sisa pembakaran menjadi energi mekanis untuk menaikkan tekanan udara yang masuk ke intake manifold (saluran masuk udara). Dengan menggunakan *turbocharger* yang memanfaatkan tekanan gas buang untuk menggerakkan turbin dan kompresor, tekanan dan kecepatan udara yang masuk ke ruang bakar akan meningkat dan dengan sendirinya jumlah udara yang bisa ditampung dalam silinder juga meningkat. Meningkatnya jumlah udara dalam silinder, memungkinkan kita untuk menambahkan bahan bakar lebih banyak lagi, sehingga power yang dihasilkan oleh silinder juga meningkat

Daya didefinisikan sebagai hasil dari kerja, atau dengan kata lain daya merupakan kerja atau energi yang dihasilkan engine per satuan waktu engine itu beroperasi. Pada motor bakar, break horsepower (BHP) merupakan besaran untuk mengindikasikan horsepower aktual yang dihasilkan oleh engine. Suatu Engine atau engine pasti menghasilkan output berupa daya sebagai usahadari hasil reaksi pembakarannya. Daya merupakan satuan yang menunjukkan output yang disebut Horse Power (HP). HP menunjukkan seberapa banyak pekerjaan telah diselesaikan pada waktu yang telah ditentukan.

Torsi adalah ukuran kemampuan engine untuk melakukan kerja, jadi torsi adalah suatu energi. Besaran torsi adalah besaran turunan yang biasa digunakan untuk menghitung energi yang dihasilkan dari benda yang berputar pada porosnya.

Velocity atau dalam bahasa indonesia dikenal dengan terompet udara merupakan perangkat berisi paralel yang dipasang secara individual atau kelompok yang masuk kedalam pemasukan udara engine untuk memperlancar aliran udara berkecepatan tinggi, dan memungkinkan penyetelan jalur pemasukan engine untuk di sertakan. Velocity ini berfungsi sebagai Memungkinkan masuknya udara dengan lancar dan merata dengan kecepatan tinggi ke dalam saluran intake dengan aliran aliran yang menempel pada dinding pipa Memodifikasi rentang penyetelan dinamis saluran masuk dengan berfungsi sebagai pipa beresonansi yang dapat mengatur frekuensi pulsa tekanan berdasarkan panjangnya di dalam saluran

#### 4. KESIMPULAN

Secara umum perbedaan inlet *turbocharger* pada engine diesel yang dilakukan pengujian menggunakan dynamometer dapat menaikkan daya dan torsi yaitu kenaikan daya maksimum 116 Hp pada putaran 5.000rpm sedangkan dengan inlet pipa datar hanya daya maksimum yang di hasilkan 110 Hp pada putaran 5.000rpm. Terjadi peningkatan nilai daya maksimum pada engine diesel dengan inlet velocity dan peningkatan torsi maksimum pada engine diesel dengan velocity sebanyak 3 Nm dari kondisi dengan inlet pipa datar. Saran yang dapat disampaikan pada penelitian ini adalah penelitian ini bisa berlanjut diantaranya yaitu varian *turbocharger* bisa di pasang di varian kendaraan tipe lain yang sebelumnya belum terpasang *turbocharger* dan mengembangkan penelitian ini terhadap sistem chassis dan prestasi engine yang sudah terpasang *turbocharger*

#### 5. UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Allah Swt , kedua orang tua , dosen pembimbing , dosen pengampu mata kuliah , kepala program studio pendidikan teknik otomotif dan bagi semua pihak yang telah membantu dan berkontribusi dalam penelitian ini.

#### 6. REFERENSI

- ANDIKA, Tonny Tri, et al. Analisa Pengaruh *Turbocharger* Terhadap Daya Motor Bakar Diesel. 2010. PhD Thesis. Universitas Medan Area.
- ARIS MUNANDAR , W , Motor Diesel Putaran Tinggi. Cetakan Kelima, ARIS MUNANDAR, W. (1988). Motor Bakar Torak”, Cetakan Ketiga, Penerbit ITB, Bandung.
- Bernard Challen dan Rodica. (1999). Diesel Engine Reference Book. 2nd edition, Jordan Hill, Oxford.
- CAPPENBERG, Audri D. Pengaruh penggunaan bahan bakar solar, biosolar dan pertamina dex terhadap prestasi motor diesel silinder tunggal. Jurnal Konversi Energi dan Manufaktur, 2017, 70-74.
- GINTING, Andi Setiawan; HAZWI, Mulfi. Analisa Performansi Pada Mobil Toyota Fortuner Mesin Diesel Tipe 2KD-FTV VN Turbo Intercooler. Jurnal e-Dinamis, 2014, 10.2.
- Jay K Miller Foreword Gale Banks (2008) TURBO Real World High – Performance *Turbocharger* System.
- KUSNADI, Kusnadi. Pengaruh Penggunaan *Turbocharger* Terhadap Unjuk Kerja Mesin Diesel Tipe L 300. Nozzle: Journal Mechanical Engineering, 2014, 3.1.