

**Aplikasi Dan Pengaruh Sistem Turbocharger  
Berkapasitas 100cc – 200cc  
Pada Performa Mesin Yamaha V-Ixion**

**Tri Sigit Purwanto\*, Alfian Ekajati L, Azis Mahardika, Kurnia H. Jaka Rahmadi**

Teknik Mesin Institut Teknologi Nasional Bandung, Indonesia

Jl. PKH. Mustafa No. 23, Bandung 40124

e-mail : [trisigitp@itenas.ac.id](mailto:trisigitp@itenas.ac.id)\*

**ABSTRAK**

Dunia otomotif di Indonesia semakin berkembang dengan pesat, jenis-jenis motor baru dari berbagai pabrikan bermunculan dengan pesat. Salah satu jenis motor yang berteknologi cukup baik adalah YAMAHA V-IXION. Tipe motor ini memiliki teknologi dasar mobil yaitu *injector* bahan bakar dan ECU (*Electronic Controller Unit*) sebagai penerapan *engine mapping*. Untuk menambah tenaga motor, dilakukan pemasangan *turbocharger*. Tujuan penelitian ini adalah meningkatkan performa mesin dengan kapasitas 150 cc dengan memanfaatkan *boost* dari turbocharger dengan tekanan minimal 0.3 bar. Performa mesin diukur dengan menggunakan *dynotest*. Setelah sistem *turbocharger* diaplikasikan ke mesin YAMAHA V-IXION dapat bekerja secara normal dan mampu mencapai *boost* hingga 0,5 bar. Hasil pengujian *dynotest* diperoleh : *Peak* daya terjadi pada 8,622 rpm dengan daya sebesar 14.7 HP, *peak* torsi terjadi pada 8,547 rpm dengan torsi sebesar 12.21 Nm<sup>2</sup>, dan konsumsi bahan bakar yang di pergunakan adalah 2.63 liter dengan jarak tempuh 94.6 Km.

**Kata kunci** : V-IXION, *turbocharger*, *dynotest*

**ABSTRACT**

*The automotive in Indonesia is growing rapidly, new types of motorcycle from various manufacturers have emerged rapidly. One type of motorcycle with good technology is the YAMAHA V-IXION. This type of motorcycle has basic car engine technology, namely fuel injectors and ECU (Electronic Controller Unit) as engine mapping application. To increase power, it is necessary to install a turbocharger so that motorcycle power generated can increase. The goal of this research is increase the machine performance with capacity of 150 cc by using boost from turbocharger that operate at least 0.3 bar. Machine performance was tested by using dynotest rig. After the turbocharger system is applied to the YAMAHA V-IXION engine it can work normally and is able to achieve a boost of up to 0.5 bar. The dynotest result: Peak power occurs at 8,622 rpm with a power of 14.7 HP, peak torque occurs at 8,547 rpm with torque of 12.21 Nm<sup>2</sup>, and fuel consumption used is 2.63 liters with a distance of 94.6 km.*

**Key words**: V-IXION, *turbocharger*, *dynotest*.

### 1. Pendahuluan

Permasalahan di Indonesia adalah teknologi otomotif khususnya untuk kendaraan roda dua yang resmi dipasarkan di Indonesia dirasa masih kurang untuk memenuhi keinginan konsumen. Salah satu faktor yang dirasa kurang adalah karena kapasitas silinder kecil, sehingga kurang dapat melayani kontur jalan di Indonesia. Namun, semua itu masih bisa dihindari dengan menambah fitur seperti penambahan sistem *turbocharger*. *Turbocharger* memanfaatkan gas buang untuk memutar turbin yang terkoneksi dengan kompresor, sehingga lebih banyak udara yang masuk ke dalam ruang bakar [1]. Beberapa penelitian mengenai *turbocharger* telah dilakukan dengan menggunakan simulasi numerik[2]–[7]. Namun, perlu dilakukan pengujian secara eksperimental untuk mengetahui efek dari *turbocharger*.

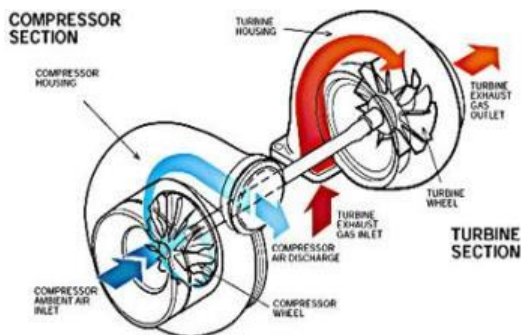
Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah pemasangan turbocharger dengan kapasitas antara 100cc-200cc persilinder ke motor dengan kapasitas mesin 150cc pada mesin YAMAHA V-IXION, tanpa merubah struktur utama dari motor tersebut. Pengoperasian *turbocharger* dilakukan pada tekanan minimal 0,3 bar. pengujian menggunakan *dynotest* dilakukan untuk melihat dampak perubahan kinerja mesin yang telah dilengkapi *turbocharger*.

### 2. Metodologi

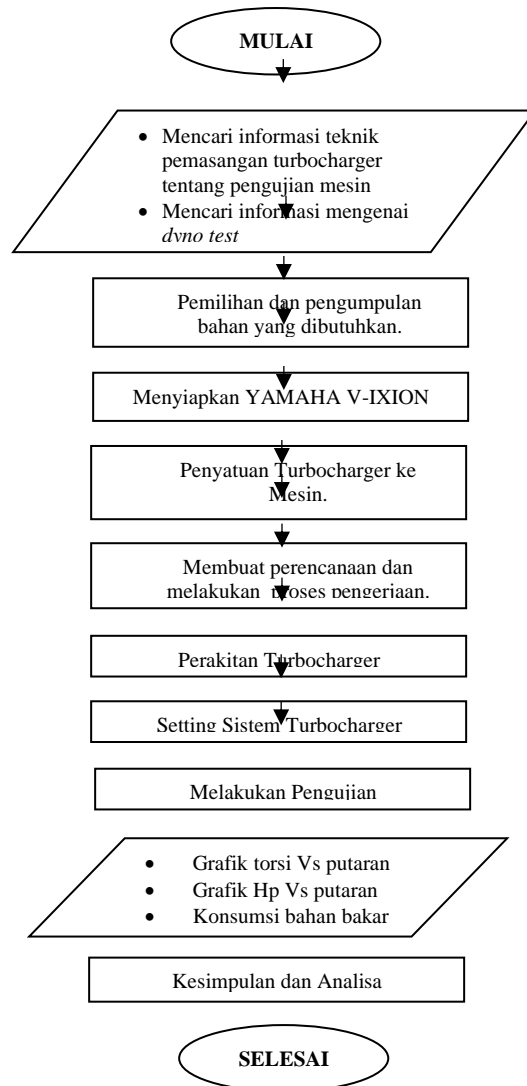
Dalam proses pengerjaan melakukan beberapa tahapan agar tercapainya hasil yang diinginkan. Metodologi penelitian ini ditampilkan pada Gambar 2. Metodologi Penelitian.

#### Konstruksi dan Prinsip Kerja Sistem

Teori prinsip kerja dari *turbocharger* (Gambar 1) sendiri adalah pemanfaatan sisa gas buang *exhaust* untuk memompa udara bersih lebih banyak yang berguna untuk meningkatkan proses pembakaran. Saluran buang pada mesin terhubung pada saluran masuk *turbocharger* dan memutar kipas yang disebut turbin kemudian kipas tadi terhubung dengan poros yang akan memutar kipas lainnya yang disebut kompresor. Kompresor menghisap udara dari lingkungan dan mendorongnya ke mesin. Udara padat yang dipompa oleh kompresor ini akan membutuhkan bahan bakar yang lebih juga dan akan disalurkan ke ruang bakar. Tekanan tambahan berupa campuran udara dan bahan bakar yang akan masuk ke ruang bakar mesin disebut dengan *boost* [10].



Gambar 1. Cara kerja *turbocharger*. [11]



Gambar 2. Metodologi Penelitian

**Boost meter** berfungsi untuk mendeteksi asupan udara yang dihembuskan oleh kompresor *turbocharger* ke *throttle body* atau karburator mesin, dapat ditunjukkan dengan angka minus (-) yang berarti hembusan udara *turbocharger* lebih kecil dari daya hisap ruang bakar, dapat juga ditunjukkan dengan angka (+) yang berarti hembusan udara *turbocharger* lebih besar dari daya hisap ruang bakar. Satuan dari boost meter biasanya dalam bar atau psi.

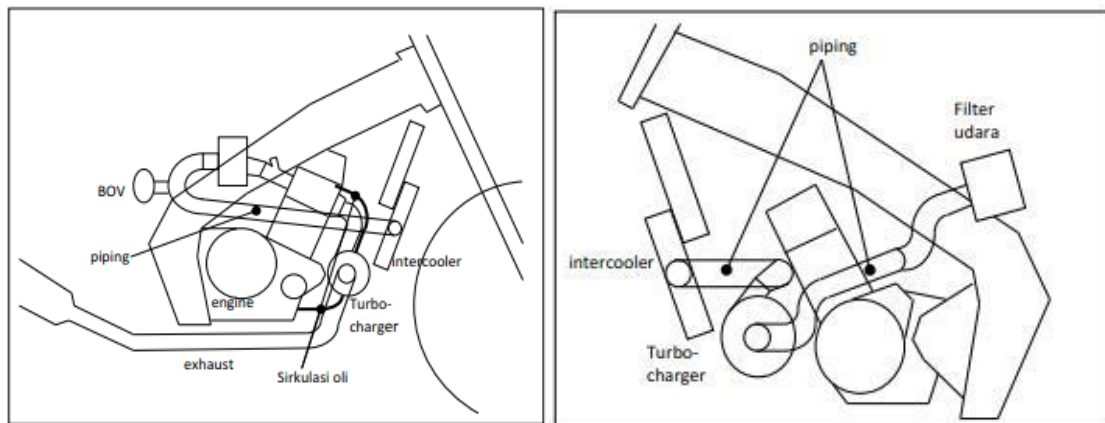
Cara kerja mesin pada *dynotest* adalah hanya mengukur kedua roda penggerak utama yang berputar sedangkan kedua roda lainnya akan dikunci oleh alat pengunci roda, jadi dapat berupa mobil yang berpengerak roda depan atau berpengerak roda belakang. Dengan *dynotest* anda dapat memperoleh data berupa *power* (tenaga), *Horse power* (daya kuda), *Torsi* (tenaga awal) hingga kadar gas buang (*lambda*) pada kendaraan. Pada prinsipnya pengukuran ini akan dilakukan dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Power} = \frac{\text{Torque} \times \text{Speed}}{K} \quad (1) \quad \text{HP} = \frac{\text{Torque} \times \text{rpm}}{5252} \quad (2) \quad \text{kW} = \frac{\text{Torque} \times \text{rpm}}{9549} \quad (3)$$

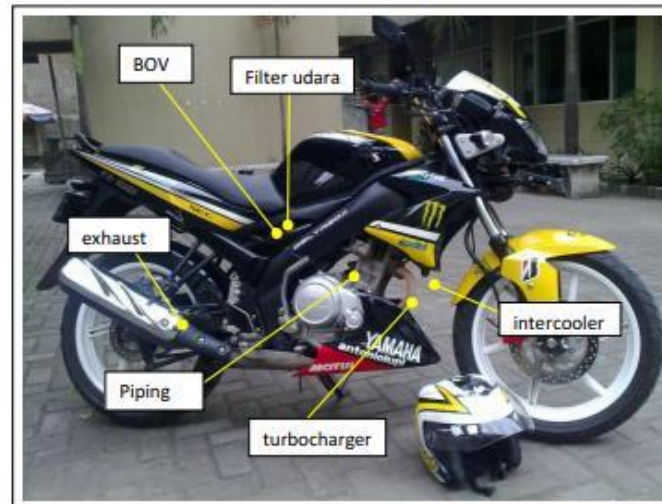
Berikut adalah spesifikasi mesin V-IXION:

Tipe Mesin	: 4 Langkah, 4 Valve SOHC - <i>Fuel Injection</i> , Berpendingin Cairan
Diameter Langkah	: 57,0 x 58,7 mm
Volume Silinder	: 149,8 cc
Susunan Silinder	: Silinder Tunggal / Tegak
Daya Maksimum	: 14,88 PS / 8.500 rpm
Torsi Maksimum	: 13,1 N.m / 7.500 rpm
Sistem Pelumasan	: Basah
Oli Mesin	: Total : 1,15 Liter / Pergantian ; Berkala : 0,95 Liter
<i>Throttle Body</i>	: (MIKUNI) AC28 x 1
Kopling	: Basah, Kopling manual, Multiplat
Urutan Gigi	: 1- N - 2 - 3 - 4 - 5
Sistem Starter	: <i>Electric Starter</i> dan <i>Kick Starter</i>

Perencanaan instalasi *turbocharger* pada mesin Yamaha V-IXION diperlihatkan pada Gambar 3 dan Gambar 4 berikut:



**Gambar 3. Skematik perencanaan instalasi *turbocharger***



**Gambar 4. Motor V-IXION, perencanaan peletakan sistem *turbocharger***

Turbocharger yang digunakan adalah VZ21 dari IHI China, Model Number: IHI RHB 31(VZ21), seperti tampak pada Gambar 5.



**Gambar 5. Turbocharger IHI VZ21**

Spesifikasi turbocharger yang digunakan adalah sebagai berikut :

- |  |   |
|--|---|
| 1. Compressor casing : A/R.                  | 9. Lubricant inlet: M8*1.25                   |
| 2. Turbine casing : A/R.                     | 10. Lubricant outlet: 2-M6*33                 |
| 3. Max Speed (r/min):                        | 11. Trim(comp): 42.8                          |
| 4. Max Durative Working Temperature : 800 C° | 12. Trim(exhaust): 56                         |
| 5. Max Temp of inlet gas : 850 C°            | 13. Suited Power Range: 500cc-600cc           |
| 6. Compressed Air (c) : 2.5                  | 14. Matching Engines: suit for petrol engine. |
| 7. Bearing system : 2 floating               |   |

Komponen lainnya berupa sistem pemipaan serta modifikasi *radiator* dibuat menyesuaikan dimensi *turbocharger* dan sistem Yamaha V-IXION ditunjukkan pada Gambar 6. Hasil pemasangan *turbocharger* ditunjukkan pada Gambar 7.





**Gambar 6. Modifikasi radiator dan sistem pemipaan**



**Gambar 7. Pemasangan sistem *turbocharger* pada mesin Yamaha V-IXION**



**Gambar 8. Kondisi motor setelah dipasang Turbocharger**

### **2.1. Pengaturan Mesin**

Pengaturan mesin yang telah diaplikasi sistem turbocharger (Gambar 8) bertujuan untuk mendapatkan tenaga yang maksimum akan tetapi tetap mempertahankan keadaan motor V-IXION sesuai dengan aturan pabrikasi. Hal yang perlu diseting adalah campuran bahan bakar dengan udara harus menunjukkan AFR yang tepat, dan pemilihan bahan bakar yang cocok untuk mesin yang telah diaplikasi sistem turbocharger.

Pertama, ketika mesin telah diaplikasi sistem turbocharger dinyalakan dan dicoba test ride pada saat boost masuk terdengar suara knocking, maka untuk menghilangkannya adalah dengan menaikkan oktan bahan bakar yang semula dari Premium dengan nilai oktan 88 menjadi Pertamina Plus dengan oktan 95.

Setelah perubahan bahan bakar dari Premium ke Pertamina Plus, kemudian dicoba kembali test ride, bunyi knocking telah hilang. Hal ini dikarenakan bahan bakar dengan nilai oktan tinggi

mampu menahan pembakaran dini akibat kompresi [8]. Kemudian dilakukan pengecekan campuran bahan bakar dengan cara melihat warna pada ujung busi. Warna pada ujung busi pada saat dilihat berwarna putih pucat, hal ini menunjukkan jika asupan bahan bakar kurang (campuran miskin), maka perlu asupan bahan bakar yang lebih dengan cara mensetting ECU dilakukan oleh pihak YAMAHA (Gambar 9) dengan mengatur kadar CO menggunakan alat bernama Diagnostic Tool. Diagnostic tool mampu mengetahui kejadian yang telah terjadi pada mesin, setiap kerusakan akan dicatat oleh ECU dan dapat di baca di diagnostic tool.



**Gambar 9. Penyettingan motor di bengkel resmi YAMAHA**

Pengaturan hanya dapat dilakukan dengan mengatur kadar CO, pada ECU V-IXION setiap kenaikan atau penurunan angka CO, asupan bahan bakar akan berubah sebesar 0.05cc, untuk tahap pertama pensetting ECU dilakukan dengan menaikkan CO pada angka 10, dengan begitu bahan bakar yang masuk akan naik 0.5cc. kemudian dilakukan test ride dan melihat kembali warna busi, namun warna busi tetap putih menandakan masih kurang asupan bahan bakar, maka nilai CO dinaikan menjadi 20, namun warna busi masih menunjukkan kekurangan bahan bakar, hingga akhirnya pensetting ECU dinaikan pada angka CO maksimal yaitu hingga 30 itu berarti bahan bakar telah di naikan 1.5 cc. Setelah dilakukan test ride kemudian melihat warna busi kembali, warna busi masih menunjukkan asupan bahan bakar yang miskin.



**Gambar 10. Pengujian pada dynotest**

### **3. Hasil Dan Pembahasan**

Setelah dilakukan perakitan turbocharger dan mapping ECU dari mesin Yamaha V-IXION, maka dilakukan pengujian di dynotest untuk mesin yang baru (tanpa turbocharger) dan mesin yang telah dilengkapi dengan turbocharger.

### 3.1. Cara Pengujian

Pengujian yang digunakan menggunakan alat dynotest (Gambar 10) untuk mengetahui torsi, horse power, dan perbandingan AFR dengan cara membandingkan motor yang telah dipasang turbocharge dan motor yang masih standar. Sedangkan untuk mengetahui konsumsi bahan bakar kami melakukan pengujian dengan cara test run dengan begitu kami bisa mendapatkan berapa konsumsi bahan bakar yang digunakan untuk satu kali perjalanan yang menempuh jarak tertentu.

#### Tata Cara Pengujian Dynotest

1. Nyalakan mesin 1-3 menit hingga tercapai temperatur kerja.
2. Persiapkan mesin Dynotest.
3. Naikan motor ke atas alat Dynotest.
4. Pasang kabel timing rpm kepada kabel busi.
5. Pasang lambda (alat detector AFR) pada knalpot.
6. Seting Dynotest sesuai kebutuhan.
7. Gunakan gigi 3 untuk pengujian.
8. Pertahankan putaran mesin pada 6000 rpm
9. Setelah semua siap lakukan pengujian dengan memutar *throttle* gas hingga penuh.
10. Maka didapatlah data hasil pengujian, kemudian save dan print.

#### Tata Cara Pengujian Konsumsi Bahan Bakar

1. Kosongkan tanki bahan bakar hingga habis.
2. Masukkan bahan bakar sebanyak 5 liter ke dalam tanki bahan bakar.
3. Seting nol odometer pada kendaraan.
4. Gunakan kendaraan untuk jarak tertentu
5. Usahakan kecepatan motor tidak melebihi 80 Km/jam dan rpm tidak melebihi 8000 rpm.
6. Setelah memenuhi jarak yang di inginkan kosongkan kembali tanki bahan bakar.
7. Takar sisa bahan bakar menggunakan gelas ukur.
8. Catat jarak yang ditempuh oleh kendaraan pada odometer.

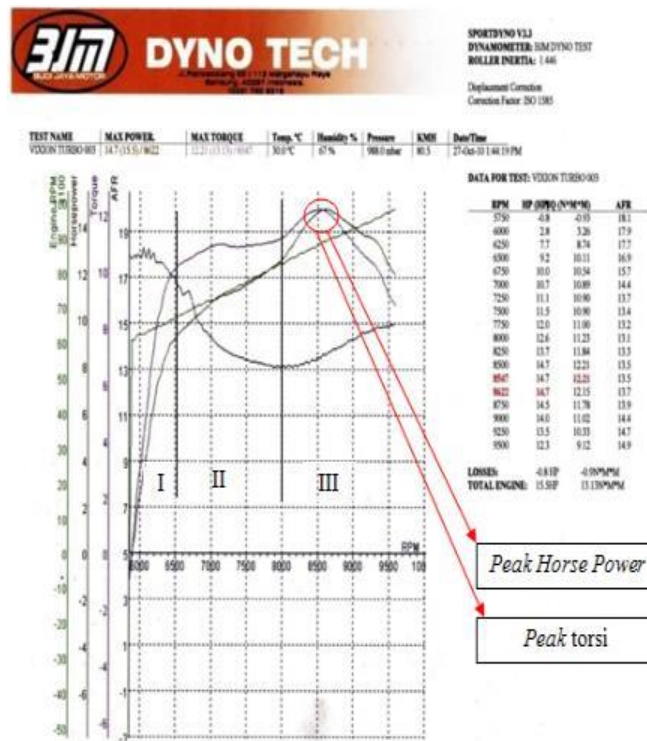
Setelah dilakukan pengujian menggunakan alat Dynotest maka didapat data-data seperti yang ditunjukkan pada Gambar 11 untuk mesin standard dan Gambar 12 untuk mesin yang telah dilengkapi dengan turbocharger.

### 3.2. Pembahasan

- Pada Gambar 12, untuk daerah I kemiringan grafik daya lebih landai di bandingkan dengan Gambar 11 pada daerah yang sama. Hal itu terjadi dikarenakan pada mesin V-IXION turbocharger ketika putaran 6500 rpm turbocharger belum bekerja maksimal sehingga udara yang akan masuk ke dalam ruang bakar terhalang oleh kompresor turbocharger sehingga pencampuran bahan bakar dengan udara tidak sempurna mengakibatkan penurunan daya.
- Pada Gambar 12 untuk daerah II kemiringan grafik daya lebih landai dibandingkan dengan Gambar 12 pada bagian yang sama. Hal itu terjadi dikarenakan pada mesin V-IXION turbocharger ketika putaran 8000rpm turbocharger belum bekerja maksimal sehingga udara yang akan masuk ke dalam ruang bakar terhalang oleh kompresor turbocharger sehingga pencampuran bahan bakar dengan udara tidak sempurna mengakibatkan penurunan daya.
- Pada Gambar 12 pada daerah III kemiringan grafik daya lebih curam dibandingkan dengan Gambar 11 bagian III. Hal itu terjadi dikarenakan pada mesin V-IXION turbocharger ketika putaran mesin di atas 8000 rpm turbocharger telah bekerja secara optimal sehingga udara yang masuk ke dalam ruang bakar terbantu dan pencampuran bahan bakar dengan udara sempurna sehingga daya yang dihasilkan meningkat.
- Pada saat boost masuk ke dalam ruang bakar, perbandingan AFR di ruang bakar sangat miskin, ini dikarenakan kurangnya bahan bakar yang masuk ke dalam ruang bakar.



Gambar 11. Grafik Dynotest V-IXION standar



Gambar 12. Grafik Dynotest V-IXION Turbocharger

### 3.3. Perbandingan Konsumsi Bahan Bakar

Setelah dilakukan pengujian dengan cara test run maka di dapat data seperti berikut :



**Tabel 3.1 Tabel Konsumsi Bahan Bakar**

	V-IXION Turbo	V-IXION Standar
Jarak Tempuh	94,6 Km	95,4 Km
Bahan bakar yang digunakan	2,63 liter	2,46 liter
$\frac{\text{Konsumsi}}{\text{Liter}} = \frac{94,6 \text{ km}}{2,63 \text{ liter}} = 35,96 \text{ Km/Liter}$	V-IXION Turbo	
$\frac{\text{Konsumsi}}{\text{Liter}} = \frac{95,4 \text{ km}}{2,46 \text{ liter}} = 38,78 \text{ Km/Liter}$		V-IXION Standar

Pada hasil test run bahan bakar, turbocharger menghasilkan konsumsi bahan bakar lebih besar dibandingkan dengan standar. Hal ini dikarenakan lebih banyak losses yang terjadi akibat supply udara yang lebih banyak [9]. Namun, torsi yang dihasilkan lebih besar jika dilihat dari dynotest.

#### 4. Kesimpulan

Turbocharger yang dipakai adalah tipe VZ21 dari merk IHI dengan kapasitas 125cc-150cc untuk 1 silinder. Pengaplikasian sistem turbocharger pada mesin motor V-IXION tidak merubah ukuran head kit mesin dan rangka, namun terjadi perubahan terhadap blok mesin kanan mesin. Blok kanan mesin diberi lubang untuk jalur masuk sirkulasi oli turbocharger ke bak penampung didalam mesin. Setelah sistem turbocharger diaplikasikan ke mesin motor V-IXION dan disetting sistem turbocharger dapat bekerja dengan normal dan mampu mencapai boost hingga 0,5 bar. Berikut ini adalah gambar motor V-IXION setelah diaplikasi sistem turbocharger.

Dari hasil pengujian mesin YAMAHA V-IXION turbocharger di peroleh data-data sebagai berikut :Peak daya terjadi pada 8622 rpm dengan daya sebesar 14,7 HP, Peak torsi terjadi pada 8547 rpm dengan torsi sebesar 12,21 Nm<sup>2</sup>, Konsumsi bahan bakar yang di pergunakan adalah 2,63 liter dengan jarak tempuh 94,6 Km

#### 5. Daftar Pustaka

- [1] A. Kuzstelan, Y. F. Yao, D. R. Marchant, and Y. Wang, "A Review of Novel Turbocharger Concepts for Enhancements in Energy Efficiency," *International Journal of Thermal and Environmental Engineering*, vol. 2, no. 2, pp. 75–82, Dec. 2010, doi: 10.5383/ijtee.02.02.003.
- [2] L. Tan, Y. Yuan, L. Tang, and C. Huang, "Numerical simulation on fluid flow and temperature prediction of motorcycles based on CFD," *Alexandria Engineering Journal*, vol. 61, no. 12, pp. 12943–12963, Dec. 2022, doi: 10.1016/j.aej.2022.07.001.
- [3] M. Li, Y. Li, F. Jiang, and J. Hu, "An Optimization of a Turbocharger Blade Based on Fluid–Structure Interaction," *Processes*, vol. 10, no. 8, Aug. 2022, doi: 10.3390/pr10081569.
- [4] H. M. Herzwan, A. Azri, and M. Rizalman, "Turbocharging small size engine to increase engine output: An assessment of turbocharger study field," in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, Institute of Physics Publishing, Jan. 2019. doi: 10.1088/1757-899X/469/1/012089.
- [5] I. Tomita, Y. Hayashi, R. F. Martinez-Botas, and M. E. Barrera Medrano, "Flow Field Analysis of a Turbocharger Centrifugal Compressor Under Pulsating Conditions," *Mitsubishi Heavy Industries Technical Review*, vol. 56, no. 2, 2019.
- [6] M. I. Soliman, A. A. Emara, E. M. A. Razeq, and H. A. Moneib, "Modeling and CFD Analysis of Air Flow through Automotive Turbocharger Compressor: Analytical Approach and Validation."

- [7] J. Li, Y. Yin, S. Li, and J. Zhang, "Numerical simulation investigation on centrifugal compressor performance of turbocharger," *Journal of Mechanical Science and Technology*, vol. 27, no. 6, pp. 1597–1601, Jun. 2013, doi: 10.1007/s12206-013-0405-3.
- [8] Y. Zhuang and G. Hong, "Effects of direct injection timing of ethanol fuel on engine knock and lean burn in a port injection gasoline engine," *Fuel*, vol. 135, pp. 27–37, Nov. 2014, doi: 10.1016/j.fuel.2014.06.028.
- [9] M. Melaika, A. Rimkus, and T. Vipartas, "Air Restrictor and Turbocharger Influence for the Formula Student Engine Performance," in *Procedia Engineering*, Elsevier Ltd, 2017, pp. 402–407. doi: 10.1016/j.proeng.2017.04.392.
- [10] H. Nguyen-Schäfer, "Turbocharging Concepts," in *Rotordynamics of Automotive Turbochargers*, Cham: Springer International Publishing, 2015, pp. 1–20. doi: 10.1007/978-3-319-17644-4\_1.
- [11] Eagle Ridge GM, "WHAT IS A TURBOCHARGER AND HOW DOES IT WORK?" <https://www.eagleridgegm.com/what-is-a-turbocharger-and-how-does-it-work/> (accessed Jun. 12, 2023).