

Pengaruh Variasi Diameter Turbin *Turbocharger* Tipe IHI RHB 31 terhadap Performa *Spark Ignition Engine* 200 cc

Afrizal Amir¹, Moch Syaiful Huda², Anugrah Fardhan Rasyidi³, Zain Lillahulhaq⁴, Rizal Mahmud⁵, dan Yustia Wulandari Mirzayanti⁶

^{1,2,3,4,5}Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri

⁶Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri

Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

E-mail: zain@itats.ac.id

ABSTRACT

Motorcycle are widely used in the lives of Indonesians, they are affordable, easy to use and can be used to reach remote places. Many motorized vehicle modifications are carried out to achieve optimum conditions in the combustion process. The turbochargers is commonly used in high compression engines, for example in diesel engines. But at this time the use of turbochargers has also begun to be applied to 2-wheeled vehicles used in racing. The turbocharger itself functions to increase the air pressure that will be used in the combustion process. Currently, research on the use of turbochargers is very rare, so little is known about the effects of using turbochargers on motorized vehicles. In motorized vehicles, high pressure air from a turbocharger will cause the combustion process to experience a knocking due to an increase in temperature. This research was conducted to determine the effect of variations in turbine diameter on the performance of using a turbocharger in 4 stroke motorcycle. The performance shown in this study is the power and torque of the vehicle. The results showed that a motor that uses a turbocharger has a higher power and torque value than a standard motorbike. The best performance is shown when the motor uses a standard diameter turbocharger. Motorcycles with a capacity below 200 cc can also use a turbocharger by adjusting the turbocharger specifications used.

Kata kunci: *turbocharger, power, torque*

ABSTRAK

Kendaraan bermotor banyak digunakan dalam kehidupan masyarakat Indonesia harganya terjangkau, penggunaannya mudah dan dapat digunakan untuk menjangkau tempat terpencil. Modifikasi kendaraan bermotor banyak dilakukan untuk mencapai kondisi optimum pada proses pembakaran. Penggunaan *turbocharger* banyak digunakan pada mesin dengan kompresi tinggi misalnya pada mesin disel. Namun pada saat ini penggunaan *turbocharger* juga mulai diaplikasikan pada kendaraan roda 2 yang digunakan pada racing. *Turbocharger* sendiri berfungsi untuk meningkatkan tekanan udara yang akan digunakan dalam proses pembakaran. Saat ini penelitian mengenai penggunaan *turbocharger* sangat jarang dilakukan sehingga sedikit yang dapat diketahui mengenai efek penggunaan *turbocharger* pada kendaraan bermotor. Pada kendaraan bermotor udara bertekanan tinggi dari *turbocharger* akan menyebabkan proses pembakaran mengalami knocking akibat peningkatan temperature. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh variasi diameter turbin pada performa penggunaan *turbocharger* pada motor 4 langkah. Performa yang ditampilkan pada penelitian ini adalah daya dan torsi pada kendaraan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa motor yang menggunakan *turbocharger* mempunyai nilai daya dan Torsi yang lebih tinggi dari motor standar. Performa terbaik ditunjukkan saat motor menggunakan *turbocharger* dengan diameter standar. Motor berkapasitas dibawah 200 cc pun dapat menggunakan *turbocharger* dengan menyesuaikan spesifikasi *turbocharger* yang digunakan.

Kata kunci: *turbocharger, daya, torsi*

PENDAHULUAN

Kendaraan bermotor banyak digunakan dalam kehidupan masyarakat Indonesia harganya terjangkau, penggunaannya mudah dan dapat digunakan untuk menjangkau tempat terpencil. Modifikasi kendaraan bermotor banyak dilakukan untuk mencapai kondisi optimum pada proses pembakaran. Modifikasi dapat dilakukan dengan mengganti bagian tertentu seperti busi[1],

crankshaft[2], diameter silinder bore[3], maupun diameter intake[4]. Penggunaan busi iridium dapat menghasilkan performa yang lebih baik bagi kendaraan karena lebih tahan terhadap panas yang terjadi saat proses pembakaran. Selain itu busi iridium juga dapat mengurangi konsumsi bahan bakar pada kendaraan[5].

Dimensi ruang bakar sangat berpengaruh pada proses pembakaran yang terjadi pada kendaraan bermotor. Modifikasi yang dilakukan pada Crankshaft dengan mengubah posisi poros engkol menjadi lebih jauh atau menggeser standard lebih dekat dengan tepi daun poros engkol[2]. Modifikasi ini menyebabkan perubahan daya dan torsi aktual pada mesin motor standar dan modifikasi dan menyebabkan terjadi penurunan saat RPM tertinggi. Saat motor berada pada kondisi putaran tertinggi campuran bahan bakar dan udara yang masuk ke dalam ruang bakar tidak mampu bercampur dengan cepat secara merata karena waktu pembakaran sangat cepat. Sehingga pada mencapai RPM tertinggi, daya dan torsi mengalami penurunan. Selain itu penggunaan bahan bakar juga sangat berpengaruh terhadap kinerja kendaraan[6], [7]. Bahan bakar ethanol merupakan salah satu bahan bakar alternative pengganti bahan bakar fosil dan memiliki keuntungan dapat menahan temperature pembakaran pada titik yang lebih tinggi. Kondisi ini memberikan waktu bagi bahan bakar untuk tercampur dengan sempurna sebelum terbakar [6]. Untuk mencapai proses pembakaran yang mendekati kondisi stokiometri maka beberapa hal harus diatur diantaranya adalah ignition timing, karakteristik bahan bakar, prosentase campuran bahan bakar hingga temperature ruang bakar.

Penggunaan *turbocharger* banyak digunakan pada mesin dengan kompresi tinggi misalnya pada mesin disel. Namun pada saat ini penggunaan *turbocharger* juga mulai diaplikasikan pada kendaraan roda 2 yang digunakan pada racing. *Turbocharger* sendiri berfungsi untuk meningkatkan tekanan udara yang akan digunakan dalam proses pembakaran[8]. Saat ini penelitian mengenai penggunaan *turbocharger* sangat jarang dilakukan sehingga sedikit yang dapat diketahui mengenai efek penggunaan *turbocharger* pada kendaraan bermotor. Pada kendaraan bermotor udara bertekanan tinggi dari *turbocharger* akan menyebabkan proses pembakaran mengalami knocking akibat peningkatan temperature[9]. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh variasi diameter turbin pada performa penggunaan *turbocharger* yang dilengkapi dengan pada motor 4 langkah. Performa yang ditampilkan pada penelitian ini adalah daya dan torsi pada kendaraan.

TINJAUAN PUSTAKA

Turbocharger

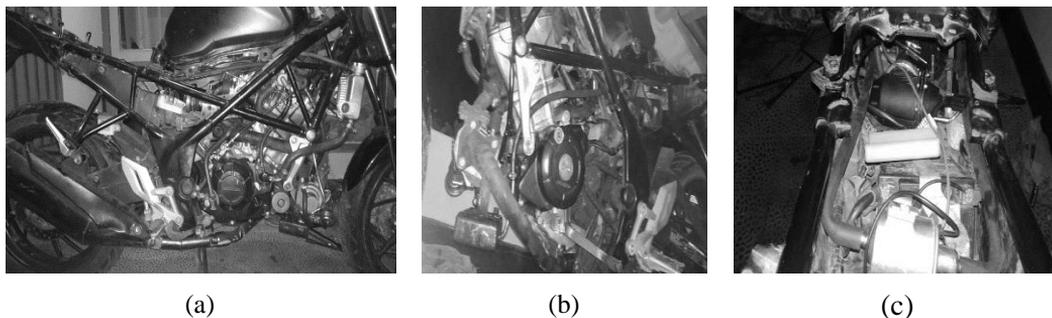
Turbocharger merupakan peralatan yang digunakan untuk meningkatkan tekanan udara yang akan digunakan dalam proses pembakaran [8]. Pemanfaatan *turbocharger* banyak dilakukan pada mesin dengan tekanan tinggi seperti pada *combustion ignition engine* (CIE). Penggunaan *Turbocharger* pada mesin diesel dapat meningkatkan daya tanpa memperbesar kapasitas motor tersebut. Penggunaan *turbocharger* pada kendaraan akan meningkatkan temperature dan tekanan udara yang masuk ke ruang bakar. Kondisi ini dapat menyebabkan pembakaran terjadi lebih cepat dibandingkan dengan kondisi standart sehingga dapat menyebabkan knocking. Untuk mengatasi hal tersebut, udara yang masuk dengan tekanan tinggi harus di dinginkan dengan menggunakan intercooler. Dengan demikian tekanan efektif rata-rata hasil pembakaran lebih besar didapat dengan mencegah penurunan kerapatan udara yang terjadi pada temperature tinggi [11].

Penggunaan *turbocharger* pada kendaraan berbahan bakar bensin telah dilakukan pada kendaraan dengan kapasitas ruang bakar tinggi misalnya pada mobil. Pada mobil berbahan bakar bensin penggunaan *turbocharger* meningkatkan w_{net} hingga 21.62%[12]. *Turbocharger* bekerja dengan memanfaatkan gas buang yang dihasilkan oleh motor pembakaran dalam untuk menggerakkan turbin. turbin tersambung dengan compressor. Dengan begitu compressor dapat mengalirkan udara dari luar masuk melewati throttle kemudian ke ruang bakar dan menambah densitas udara dalam ruang bakar yang mengakibatkan meningkatnya daya ledak untuk

menggerakkan piston lebih kuat [13]. *Turbocharger* dapat mengalami lag atau biasa disebut turbo lag yaitu waktu yang dibutuhkan *turbocharger* untuk merubah daya yang dihasilkan sesuai dengan respon throttle, ditandai dengan tertahan atau terlambat pada respon throttle saat berakselerasi hampir sepadan dengan motor dengan pengisapan udara konvensional. [13].

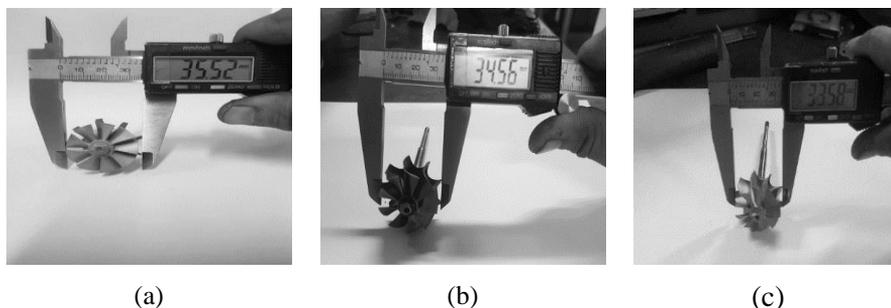
METODE

Dalam penelitian ini dilakukan dengan menguji langsung menggunakan dynotest, gas analyzer, dan thermogun untuk mendapatkan hasil daya, torsi, BHP, BMEP, *specific fuel consumption*, temperatur mesin dan emisi gas buang. Dengan bahan yang digunakan adalah *turbocharger* IHI RHB 31 dengan pengaplikasian di motor CB150R yang diturunkan rasio kompresinya dengan cara menambah paking silinder block sebanyak 3 lapis (dari 11:1 menjadi 10:1). Modifikasi pada motor dilakukan dengan mengatur konfigurasi intake, exhaust dan ECU blow off seperti yang tampak pada gambar 1. Kemudian membuat sistem pipa *exhaust* dan *intake* dari dan ke *turbocharger*. Untuk pengujiannya kami menyiapkan 3 varian turbin dengan memangkas diameter turbin sebanyak 1 mm dan 2 mm untuk diambil *sampling*, seperti yang ditunjukkan oleh gambar 2. Selain itu dilakukan modifikasi dengan mengganti ECU dengan aftermarket untuk menyesuaikan program ignition pada motor. Dalam Hal ini *Turbocharger* IHI RHB 31 tanpa rubahan. dapat diaplikasikan pada CB 150 R dengan menyesuaikan nilai kompresi menjadi 10:1 dengan boost maksimal 0.4 bar dengan limit 11000 rpm.



Gambar 1. a) konfigurasi *intake*, b) konfigurasi *exhaust*, c) konfigurasi ECU dan *Blow-off*.

Setelah menyiapkan motor dengan konfigurasi sedemikian rupa. Kemudian menyiapkan turbin yang akan divariasi dengan mengurangi diameter turbin sebanyak 1 mm dan 2 mm.

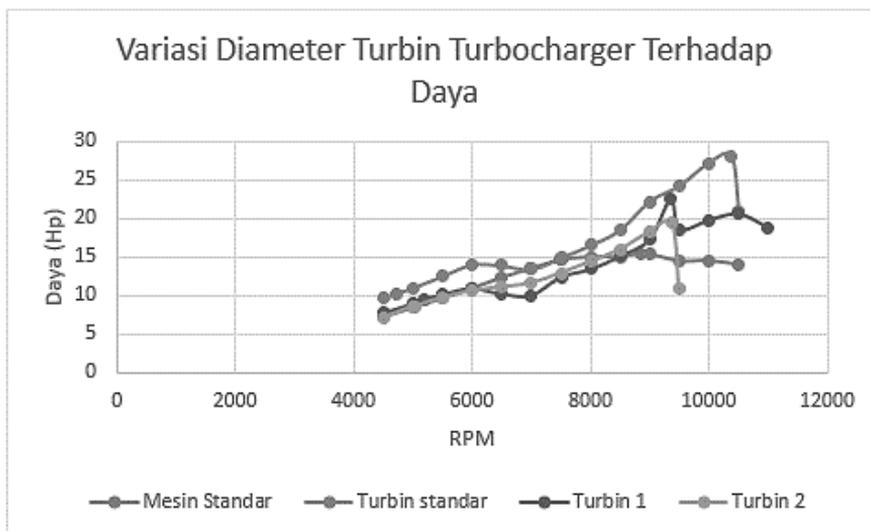


Gambar 2. a) turbin standar, b) turbin variasi 1 (-1mm), c) turbin variasi 2 (-2mm)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh perubahan diameter turbin pada *turbocharger* terhadap daya

Dari pengujian *Dynotest* yang kami lakukan menunjukkan hasil yang signifikan, motor yang menggunakan *turbocharger* standar mampu menghasilkan daya dan torsi yang lebih baik dari motor standarnya. Performa terbaik ditunjukkan oleh motor yang menggunakan *turbocharger* tanpa variasi. Namun bila diameter turbin dikecilkan maka hasil performa daya dan torsi ikut menurun.



Gambar 3. Grafik perubahan daya akibat variasi diameter turbin pada *turbocharger*.

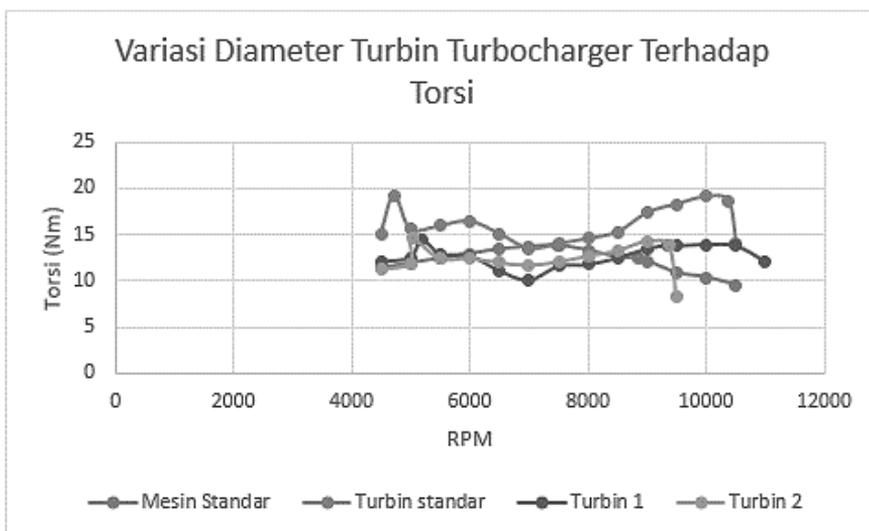
Dari studi eksperimen yang telah kami lakukan dengan memvariasikan diameter turbin *turbocharger* terhadap performa motor CB 150 R terdapat perbedaan yang signifikan pada hasil percobaan uji eksperimen, dan data yang dihasilkan terdiri dari nilai daya (HP) yang dihasilkan oleh motor CB 150 R. berdasarkan HP tertinggi pada masing masing variasi performa motor adalah Tanpa *Turbocharger* : 15,51 HP pada 8849 rpm, Dengan *Turbocharger* Standar : 28 HP pada 10371 rpm, dengan *Turbocharger* Variasi Turbin 1 : 22,5 HP pada 9350 rpm, dengan *Turbocharger* Variasi Turbin 2 : 19,4 HP pada 9389 rpm.

Grafik 3 menunjukkan hubungan daya motor terhadap variasi diameter turbin *turbocharger*. Grafik tersebut menunjukkan peningkatan daya seiring bertambahnya rpm. Motor menunjukkan performa terbaik saat menggunakan *turbocharger* dengan ukuran turbin standar. Namun rpm tertinggi dihasilkan oleh turbin dengan variasi 1 yaitu saat turbin dikurangi 1 mm dari kondisi standar. Pada rpm 6000 – 8000 terjadi turbo lag. Dapat disimpulkan bahwa penggunaan *turbocharger* sangat efektif meningkatkan daya dari motor CB 150 R, dan besar diameter turbin mempengaruhi daya yang dihasilkan. Hasilnya motor akan berakselerasi lebih cepat dan semakin mudah meraih kecepatan tinggi daripada motor standar. Selain itu, motor tidak mengalami knocking pada semua variasi. Namun daya berkurang seiring dengan mengecilnya diameter turbin *turbocharger*. Maka semakin kecil diameter turbin maka semakin rendah pula daya yang dihasilkan.

Pengaruh perubahan diameter turbin pada *turbocharger* terhadap torsi

Dari studi eksperimen yang telah kami lakukan dengan memvariasikan diameter turbin *turbocharger* terhadap performa motor CB 150 R terdapat perbedaan yang baik pada hasil uji

eksperimen, dari data yang kami peroleh dapat dikatakan lebih baik dari standar pabrikan, data yang kami sajikan terdiri dari nilai Torsi (Nm) yang dihasilkan oleh motor CB 150 R. Berdasarkan Torsi tertinggi pada masing-masing variasi performa motor adalah tanpa *Turbocharger* : 13,94 Nm pada 7498 rpm, dengan *Turbocharger* Standar : 19,27 Nm pada 4724 rpm, dengan *Turbocharger* Variasi Turbin 1 : 14.49 Nm pada 5193 rpm. Sedangkan dengan *Turbocharger* Variasi Turbin 2 : 14.60 Nm pada 5025 rpm.



Gambar 4. Grafik perubahan Torsi akibat variasi diameter turbin pada *turbocharger*.

Grafik 4 menunjukkan hubungan torsi dengan variasi diameter turbin *turbocharger*. Grafik tersebut menunjukkan peningkatan torsi fluktuatif. Motor menunjukkan performa terbaik saat menggunakan *turbocharger* dengan ukuran turbin standar. Namun rpm tertinggi dihasilkan oleh turbin dengan variasi 1 yaitu saat turbin dikurangi 1 mm dari kondisi standar. Pada rpm 6000-8000 terjadi penurunan torsi yang disebabkan oleh turbo lag (yaitu kondisi dimana *turbocharger* sedang spooling agar dapat menyesuaikan kebutuhan udara dalam ruang bakar).

Dapat disimpulkan bahwa penggunaan *turbocharger* juga meningkatkan Torsi motor dengan baik walau tidak terlalu signifikan. Hasilnya motor mampu mengangkat beban lebih berat dan tarikan awal yang lebih ringan karena mempunyai torsi yang lebih tinggi dari motor standarnya. variasi diameter turbin juga mempengaruhi performa torsi yang dihasilkan oleh motor. Maka semakin kecil diameter turbin semakin rendah torsi yang dihasilkan.

KESIMPULAN

Motor yang menggunakan *turbocharger* mempunyai nilai daya dan Torsi yang lebih tinggi dari motor standar. Performa terbaik ditunjukkan saat motor menggunakan *turbocharger* dengan diameter standar. Motor berkapasitas dibawah 200 cc pun dapat menggunakan *turbocharger* dengan menyesuaikan spesifikasi *turbocharger* yang digunakan. Dalam Hal ini *Turbocharger* IHI RHB 31 tanpa rubahan. dapat diaplikasikan pada CB 150 R dengan menyesuaikan nilai kompresi menjadi 10:1 dengan boost maksimal 0.4 bar dengan limit 11000 rpm.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penyusunan penelitian ini tidak lepas dari dukungan dan bimbingan oleh berbagai pihak. Oleh karenanya, kami ingin mengucapkan banyak terimakasih kepada TIM dari RAT MOTORSPORT Juanda yang telah memfasilitasi dalam pengujian dan TIM dari RABBIT SPEED Juanda yang telah memfasilitasi proses fabrikasi. Serta kami ucapkan terimakasih kepada UPT K2 Surabaya yang telah memfasilitasi dalam pengujian emisi gas buang yang kami uji.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] G. Setyono and D. Kawano, "Pengaruh Penggunaan Variasi Elektroda Busi terhadap Performa Motor Bensin Torak 4 Langkah," *dev2.kopertis7.go.id*, vol. 11, no. 1, 2014, Accessed: Jan. 23, 2021. [Online]. Available: www.kopertis7.go.id.
- [2] F. Majedi and I. Puspitasari, "Optimasi Daya dan Torsi pada Motor 4 Tak dengan Modifikasi Crankshaft dan Porting pada Cylinder Head," *JTT (Jurnal Teknol. Terpadu)*, vol. 5, no. 1, p. 82, Apr. 2017, doi: 10.32487/jtt.v5i1.216.
- [3] G. Hidayat and A. Winarno, "MODIFIKASI MESIN HONDA JAZZ VTEC GE8 UNTUK KOMPETISI BALAP ONE MAKE RACE (OMR)," *SINTEK J. J. Ilm. Tek. Mesin*, vol. 9, no. 1, Apr. 2015, Accessed: Jan. 23, 2021. [Online]. Available: <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/sintek/article/view/290>.
- [4] M. S. Ghaly, Y. Agus Winoko, T. Mesin, and P. N. Malang, "Analisis Perubahan Diameter Base Circle Camshaft Terhadap Daya Dan Torsi Pada Sepeda Motor," *J. Flywheel*, vol. 10, no. 2, pp. 7–12, Sep. 2019, Accessed: Jan. 23, 2021. [Online]. Available: <https://infobalapiarjakarta.blogspot.co.id>.
- [5] R. Sihombing, M. Surya Putra, A. Fatmawati, and S. Lolongan, "Pengaruh Penggunaan Busi Iridium Sc16Hr11, Liben Platinum Lzkar6X Dan Duration Double Iridium Ldr7Td1 Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Pada Mobil Avanza 1300 Cc Tahun 2016," *Pros. Snitt Poltekba*, vol. 2, no. 1, pp. 357–363, 2017, [Online]. Available: <https://jurnal.poltekba.ac.id/index.php/prosiding/article/view/421>.
- [6] Y. W. Mirzayanti, E. Ningsih, Z. Lillahulhaq, Z. Ma'sum, C. Renova, and Y. Wijaya, "Pemanfaatan Tempurung Kelapa sebagai Katalis pada Proses Konversi Minyak Curah Menjadi Biodiesel," *J. Res. Technol.*, vol. 6, no. 2, pp. 173–183–173–183, Dec. 2020, Accessed: Jan. 23, 2021. [Online]. Available: <https://www.journal.unusida.ac.id/index.php/jrt/article/view/351>.
- [7] G. Setyono, A. Anas Arifin, and Z. Lillahulhaq, "Hydroxy Gas (HHO) Supplement of Ethanol Fuel Mixture In A Single-Cylinder Spark-Ignition Matic-Engine," 2020.
- [8] C. Aninditya and T. Sutrisno, "OPTIMASI DESAIN IMPELLER KOMPRESSOR PADA TURBOCHARGER TD04-12T UNTUK MESIN MITSUBISHI 4M40."
- [9] R. B. S. Majanasastra, "Pengaruh Variable Waktu (Aging Heat Treatment) Terhadap Peningkatan Kekerasan Permukaan Dan Struktur Mikro," vol. 3, no. 2, pp. 87–101, 2015.
- [10] S. I. Nugraha and B. Setiyono, "PADA ELECTRICALLY ASSISTED TURBOCHARGER DENGAN METODE CASCADE FUZZY-PI Metode."
- [11] H. Mahfudiyanto, A. Rijanto, and D. N. Zulfika, "PENGARUH TURBOCHARGER TERHADAP TEKANAN EFEKTIF RATA-RATA DAN BATAS ASAP PADA MITSUBISHI CANTER FE73 110PS," vol. 2, pp. 134–140, 2020.
- [12] M. Yusron, "Analisa Termodinamika Pemasangan Turbocharger Pada Mesin Bensin Toyota Kijang Innova 2000CC Tipe 11-4 Terhadap Unjuk Kerja Daya Mesin," Mar. 2018, Accessed: Jan. 28, 2021. [Online]. Available: <http://repositori.umsu.ac.id/xmlui/handle/123456789/1890>.
- [13] P. SURESH, A. RAMESH, A. MOHAN, A. PR, and S. SATHIAN, "Experimental Studies on Reducing Turbulog," *Int. J. Adv. Automot. Technol.*, no. January, 2017, doi: 10.15659/ijaat.17.04.552.