

Analysis the Effect of Changes Size of the Exhaust Header Inlet and Outlet on the Performance of a 125 CC Automatic Motorcycle Engine [Analisis Pengaruh Perubahan Ukuran Inlet dan Outlet Header Exhaust Terhadap Kinerja Mesin Motor Matic 125 CC]

Wahyu Hikmatiarun Yahya¹⁾, Ali Akbar²⁾

¹⁾ Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

²⁾ Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Email Penulis Korespondensi: Aliakbar@umsida.ac.id

Abstract. Motorized vehicles are the main means of transportation for people because of their practical and economical nature. Along with technological advances, various modifications are made to improve engine performance, one of which is through changes in the design of the exhaust gas exhaust system (muffler), especially in the exhaust header section. This study aims to analyze the effect of variations in the size of the inlet and outlet header exhaust on the performance of a 125 cc automatic motorcycle engine with a 4-stroke SOHC engine configuration with liquid cooling. The test results show that variations in the size of the exhaust header have a significant effect on engine power and torque. The exhaust header with an inlet size of 28 mm and an outlet of 28 mm provides the best overall performance, producing a maximum power of 11.9 kW at 4000 RPM and a maximum torque of 27.44 Nm at 2000 RPM, indicating optimal efficiency at medium speeds. Meanwhile, the header with an inlet size of 28 mm and an outlet of 30 mm shows superior performance at high speeds (8000–9000 RPM), reaching a power of 10.3 kW. In contrast, the standard header shows stable performance but tends to be lower. Thus, the use of modified exhaust headers, especially sizes 28/28 mm and 28/30 mm, is recommended to increase acceleration and maximum power on the Vario 125 cc motorcycle, especially in the medium to high RPM range.

Keywords - Motor Vehicles, Header Exhaust, Eengine Performance

Abstrak. Kendaraan bermotor menjadi alat transportasi utama bagi masyarakat karena sifatnya yang praktis dan ekonomis.

Seiring kemajuan teknologi, berbagai modifikasi dilakukan untuk meningkatkan performa mesin, salah satunya melalui perubahan desain sistem pembuangan gas buang (knalpot), khususnya pada bagian header exhaust. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi ukuran inlet dan outlet header exhaust terhadap performa mesin sepeda motor matic 125 cc berkonfigurasi mesin 4 langkah SOHC dengan pendinginan cairan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa variasi ukuran header exhaust memberikan pengaruh signifikan terhadap daya dan torsi mesin. Header exhaust dengan ukuran inlet 28 mm dan outlet 28 mm memberikan performa terbaik secara keseluruhan, menghasilkan daya maksimum 11,9 kW pada 4000 RPM dan torsi maksimum 27,44 Nm pada 2000 RPM, menunjukkan efisiensi optimal pada putaran menengah. Sementara itu, header dengan ukuran inlet 28 mm dan outlet 30 mm menunjukkan performa unggul pada putaran tinggi (8000–9000 RPM), mencapai daya 10,3 kW. Sebaliknya, header standar menunjukkan performa yang stabil namun cenderung lebih rendah. Dengan demikian, penggunaan header exhaust modifikasi, khususnya ukuran 28/28 mm dan 28/30 mm, direkomendasikan untuk meningkatkan akelerasi dan tenaga maksimum pada sepeda motor Vario 125 cc, terutama pada rentang RPM menengah hingga tinggi.

Kata Kunci - Kendaraan Bermotor, Header Knalpot, Performa Mesin

I. PENDAHULUAN

Kendaraan bermotor merupakan suatu alat transportasi yang diciptakan untuk lebih simpel, praktis, dan memiliki harga yang lebih terjangkau dibandingkan dengan alat transportasi lainnya [1]. Dengan memiliki harga yang lebih terjangkau kendaraan bermotor adalah alat transportasi yang hampir semua kalangan masyarakat gunakan. Ada beberapa jenis kendaraan bermotor yang paling banyak digunakan, mulai dari jenis motor matic atau scooter, motor, sport, motor trail, hingga motor crusier [2]. Dengan bertambah banyaknya jenis kendaraan bermotor dan juga diimbangi dengan perkembangan teknologi yang semakin maju, masyarakat mulai mencoba berinovasi dan bereksperimen dengan hal-hal baru khususnya dibidang permesinan. Peningkatan permorma mesin adalah salah satu contoh dari inovasi masyarakat dengan mencoba banyak hal seperti melakukan tune up mesin, melakukan bore up mesin, perubahan pada system kelistrikan, dan perubahan ukuran diameter pada system knalpot [3]. Perubahan ukuran diameter pada system knalpot merupakan cara yang paling sederhana dan cukup mudah untuk dilakukan oleh kalangan masyarakat, mulai dari perubahan ukuran diameter header exhaust hingga perubahan ukuran diameter silencer exhaust.

Performa mesin sepeda motor, khususnya pada tipe skuter matic dengan spesifikasi 125 cc, sangat dipengaruhi oleh efisiensi aliran udara dan gas buang dalam sistem pembakaran. Salah satu aspek penting dalam hal ini adalah desain sistem exhaust, yang mencakup ukuran dan geometri inlet dan outlet pada header exhaust. Modifikasi pada komponen ini bertujuan untuk meningkatkan efisiensi volumetrik, mengurangi backpressure, dan pada akhirnya meningkatkan daya dan torsi mesin [4].

Exhaust atau knalpot merupakan suatu bagian dari kendaraan bermotor yang berguna untuk meredamkan dan melancarkan pembuangan gas buang sisa dari pembakaran yang terjadi pada ruang bakar mesin motor serta untuk meminimalisir polusi yang dikeluarkan [5]. Knalpot memiliki beberapa bagian penting diantaranya header exhaust dan silencer exhaust. Header exhaust adalah bagian knalpot yang berada pada bagian paling depan dari suatu system knalpot dimana bagian yang berhubungan langsung dengan head mesin motor, sedangkan silencer exhaust adalah bagian yang terletak setelah bagian header exhaust yaitu bagian paling ujung belakang dari system knalpot yang dimana didalamnya terdapat suatu system penyaringan yang berfungsi untuk mengurangi kebisingan dan polusi yang dikeluarkan akibat dari pembakaran yang terjadi pada ruang bakar mesin serta memberikan suatu proses tekanan balik didalamnya [6].

Tekanan balik merupakan suatu tekanan statis yang terjadi pada mesin motor akibat dari hambatan yang terjadi oleh aliran gas buang didalam knalpot [7]. Kelancaran dari tekanan gas buang tergantung dari desain serta ukuran dari header exhaust sampai dengan silencer exhaust. Sistem pembuangan yang optimal harus memperhitungkan dari suatu ukuran diameter pipa, panjang pipa, serta transisi dari header exhaust ke bagian silencer exhaust [8]. Dalam konteks motor matic 125 CC dimana yang menggunakan konfigurasi 4 langkah dengan system SOHC dan memiliki sistem pendingin cairan yang dimana perubahan ukuran inlet dan outlet header exhaust dapat memperbesar atau bahkan memperkecil dari efisiensi volumetrik pada putaran mesin yang tergantung pada ukuran pipa yang nantinya akan mempengaruhi dinamika aliran gas buang [9].

Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa perubahan pada dimensi katup dan saluran masuk intake serta saluran buang atau exhaust dapat meningkatkan aliran udara dan performa mesin. Sebagai contoh, modifikasi diameter katup IN sebesar 4% dan katup EX sebesar 5% dapat meningkatkan air flow sebesar 48,5% dan torsi mesin sebesar 22,6% [10]. Selain itu, variasi panjang muffler juga berpengaruh signifikan terhadap daya dan torsi mesin, dengan muffler yang lebih pendek cenderung menghasilkan daya dan torsi yang lebih tinggi [11]. Penelitian Kamsiadi (2021) menunjukkan bahwa diameter outlet muffler memengaruhi kandungan gas buang dan daya, di mana diameter yang terlalu kecil meningkatkan tekanan balik (backpressure) [12]. Hal ini konsisten dengan temuan Supriyanto (2021) yang menyebutkan bahwa efisiensi porting saluran exhaust dapat meningkatkan performa mesin dua langkah, yang juga berlaku secara prinsip untuk mesin empat langkah 125 cc [13].

Dalam konteks sepeda motor 125 cc, seperti motor matic 125 cc, modifikasi pada ukuran inlet dan outlet header exhaust perlu dianalisis secara cermat. Perubahan yang tidak tepat dapat menyebabkan peningkatan backpressure yang justru mengurangi performa mesin [14]. Tekanan balik yang tinggi dapat menghambat aliran gas buang keluar dari silinder, sehingga menurunkan efisiensi pengisian [15].

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis secara eksperimen dan numerik pengaruh perubahan ukuran inlet dan outlet header exhaust terhadap kinerja mesin motor matic 125 cc, dengan fokus pada parameter daya dan torsi. Melalui pendekatan ini, diharapkan dapat diperoleh desain sistem exhaust yang optimal untuk meningkatkan performa mesin sepeda motor 125 cc.

II. METODE

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh perubahan ukuran inlet dan outlet *header exhaust* terhadap kinerja mesin motor matic 125 cc. Proses penelitian ini meliputi pembuatan desain, pengujian performa mesin, penganalisaan dan pengolahan data. Metode ini merupakan metode yang menghasilkan analisis data, dimana nanti hasilnya akan dikaji dari beberapa efek akibat perubahan ukuran inlet dan outlet *header exhaust* pada kendaraan bermotor. Efek yang ingin dilihat dalam perubahan ukuran *inlet* dan outlet *header exhaust* adalah besar torsi dan tenaga mesin yang dihasilkan dari setiap percobaan. Pengujian dari penelitian ini dilakukan di bengkel RAT Motorsport yang terletak di Kecamatan Sedati Sidoarjo.



Gambar 1. Desain Header Exhaust



Gambar 2. Desain Ukuran Header Exhaust Inlet 26 mm Outlet 26 mm



Gambar 3. Desain Ukuran Header Exhaust Inlet 28 mm Outlet 28 mm



Gambar 4. Desain Ukuran Header Exhaust Inlet 28 mm Outlet 30 mm

Desain dari saluran pembuangan pada motor dirancang untuk menyalurkan gas buang hasil dari pembakaran mesin motor ke tempat yang lebih aman bagi pengguna motor. Gas hasil pembakaran mesin motor umumnya panas, oleh karena itu saluran pembuangan harus dibuat tahan panas dan cepat melepaskan panas. Saluran pembuangan tidak boleh melewati atau bahkan berdekatan dengan material yang dapat mudah terbakar. Meskipun tampak sederhana desain dari system pembuangan cukup berpengaruh terhadap performa dari suatu mesin kendaraan.



Gambar 5. Header Exhaust Modifikasi

Adapun variabel yang digunakan adalah variabel bebas dan variabel terikat. Variabel merupakan variabel yang mempengaruhi atau yang menjadi sebab perubahan timbulnya variabel terikat. Pada penelitian ini variabel bebas yang digunakan adalah variasi diameter pipa *header exhaust* dengan menggunakan ukuran inlet 28mm dan outlet 28mm, 28mm dan outlet 30mm, sedangkan variabel terikat pada penelitian ini adalah performa mesin yang diukur melalui *dyno tester* untuk mendapatkan data dari torsi, horse power, dan RPM yang dihasilkan.

Langkah-langkah pengujian yang dilakukan diantaranya adalah :

1. Motor matic 125 cc diletakkan di atas alat uji *motor cycle dynamometer* atau *dyno tester* serta memasang *safety* terhadap motor.
2. Mesin dinyalakan untuk beberapa saat menggunakan *header exhaust* standar hingga dalam keadaan stabil dan siap kerja.
3. Buka *throttle* dengan pengaturan 1000, 2000, 3000, 4000, 5000, 6000, 7000, 8000, 9000 rpm unutuk pengambilan data daya mesin dan torsi mesin.
4. Pengujian diulang dengan mengganti *header exhaust* dengan *header exhaust* uji diameter pipa inlet 28mm outlet 28mm dan inlet 28mm outlet 30mm.
5. Setiap pengujian dilakukan sebanyak tiga kali pengujian.
6. Melakukan pencatatan dari hasil yang diperoleh yaitu daya dan torsi mesin Spesifikasi Mesin Motor matic 125 cc ditunjukkan pada tabel di bawah

Tabel 1. Spesifikasi Moto Matic 125 CC

No	Komponen	Spesifikasi
1	Mesin	4 langkah, SOHC, 124,8 CC
2	Langkah	57,9 mm
3	Diameter Piston	52,4 mm
4	Kompresi	11 : 1
5	Tipe transmisi	Otomatis, V-matic
6	Daya maksimum	11,1 hp
7	Torsi maksimum	10,8 Nm
8	Jumlah silinder	1 silinder

Sedangkan alat dan bahan yang digunakan

1. Motor cycle dynamometer atau *dyno tester*
2. Komputer
3. Blower
4. Seperangkat alat kunci bengkel
5. Header exhaust standar
6. Header exhaust uji dengan menggunakan ukuran inlet 28mm outlet 28mm dan inlet 28mm dan outlet 30mm.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisis Umum Performa Daya Mesin

Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh jenis header exhaust mengalami tren peningkatan daya mesin yang signifikan pada rentang RPM 1000 hingga 4000. Rentang ini tampaknya menjadi zona optimal bagi efisiensi volumetrik mesin di mana campuran udara dan bahan bakar terbakar dengan efisiensi maksimum, menghasilkan output daya puncak.

- Header Knalpot Standar Inlet 26mm – Outlet 26mm

Header standar menunjukkan performa daya yang paling rendah dibandingkan dua header modifikasi lainnya. Pada RPM 4000, daya maksimum yang dicapai oleh header standar adalah 11,2 hp, yang merupakan performa dasar dan digunakan sebagai tolok ukur terhadap dua variasi header modifikasi. Setelah mencapai titik puncak ini, daya mengalami stagnasi bahkan cenderung menurun seiring kenaikan RPM. Penurunan ini mencerminkan keterbatasan desain header standar dalam mengoptimalkan aliran gas buang pada putaran mesin yang lebih tinggi.

- Header Exhaust Inlet 28mm – Outlet 28mm

Header ini menampilkan performa terbaik secara keseluruhan dalam hal daya mesin. Pada RPM 4000, daya maksimum yang dicapai adalah 11,9 hp, tertinggi di antara semua jenis header yang diuji. Menariknya, header ini tidak hanya unggul pada putaran rendah-menengah, tetapi juga mampu mempertahankan daya tinggi hingga putaran atas (RPM 8000–9000). Pada RPM tersebut, daya yang dihasilkan mencapai 10,3 hp, menunjukkan kestabilan aliran gas buang dan efisiensi ekspansi yang lebih baik. Kinerja ini mengindikasikan bahwa konfigurasi ukuran inlet dan outlet yang seragam (28mm) memungkinkan keseimbangan tekanan balik (back pressure) yang optimal untuk berbagai rentang RPM.

- Header Exhaust Inlet 28mm – Outlet 30mm

Konfigurasi ini menampilkan performa yang sedikit di bawah header 28mm–28mm namun tetap lebih baik dari header standar. Pada RPM 4000, daya maksimum yang dicapai adalah 11,5 hp. Ukuran outlet yang lebih besar dari inlet (30mm dibanding 28mm) memungkinkan gas buang keluar dengan resistensi lebih rendah, yang bermanfaat pada RPM menengah ke atas. Namun, performa pada RPM tinggi (8000–9000) tidak sebaik header 28mm–28mm, karena kemungkinan besar tekanan balik menjadi terlalu rendah untuk membantu efisiensi pembilasan ruang bakar, yang justru menurunkan daya. Daya pada RPM tinggi ini tercatat hanya sekitar 8,5–10 hp.

B. Analisis Umum Performa Torsi Mesin

Jika dibandingkan dengan daya, torsi menunjukkan pola yang berbeda. Seluruh jenis header exhaust menghasilkan torsi maksimum pada RPM 2000, kemudian mengalami penurunan bertahap seiring meningkatnya RPM. Hal ini mencerminkan karakteristik umum mesin pembakaran dalam, di mana torsi tertinggi dihasilkan pada saat mesin beroperasi pada efisiensi mekanik maksimum, biasanya di putaran menengah-rendah.

- Header Knalpot Standar

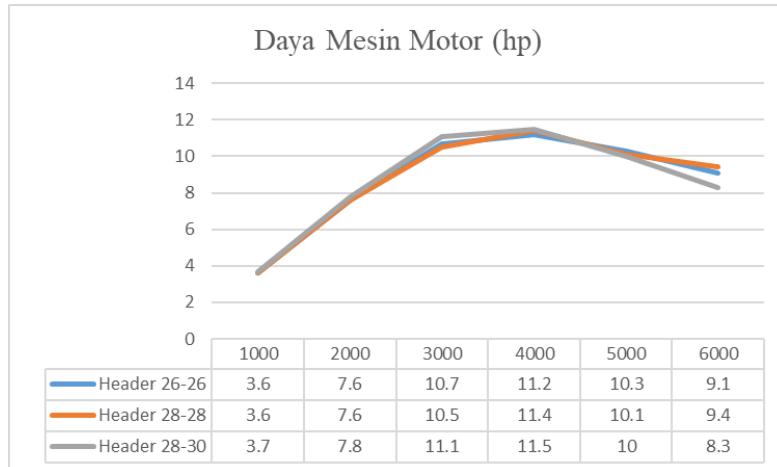
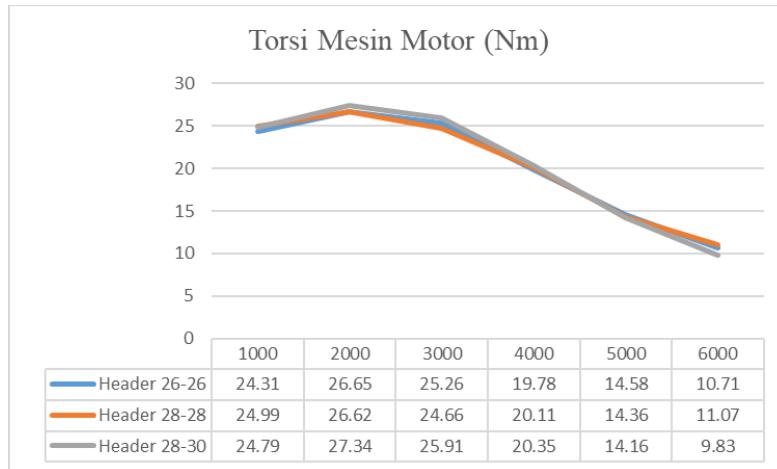
Torsi maksimum yang dihasilkan oleh header standar berada di angka 26,65 Nm pada RPM 2000. Ini merupakan angka terendah dibanding dua header modifikasi, mencerminkan desain konvensional yang tidak terlalu memperhatikan optimasi aliran gas buang untuk performa. Penurunan torsi terjadi secara signifikan setelah titik maksimum, terutama pada RPM tinggi (8000–9000), menunjukkan ketidakefisienan dalam mempertahankan tekanan balik yang sesuai di rentang RPM tinggi.

- Header Exhaust Inlet 28mm – Outlet 28mm

Header ini kembali menampilkan performa terbaik juga dalam hal torsi. Pada RPM 2000, torsi maksimum yang dicapai adalah 27,44 Nm, yang merupakan angka tertinggi dalam pengujian. Penurunan torsi setelah puncaknya berjalan lebih stabil dan tidak sedrastis header standar, yang menunjukkan bahwa desain header ini memberikan keseimbangan optimal antara tekanan balik dan aliran bebas gas buang. Bahkan pada RPM tinggi, header ini masih mempertahankan keunggulan torsi dibanding dua lainnya.

- Header Exhaust Inlet 28mm – Outlet 30mm

Konfigurasi ini menghasilkan torsi maksimum sebesar 27,34 Nm pada RPM 2000, hanya sedikit lebih rendah dari header 28mm–28mm. Ukuran outlet yang lebih besar sedikit mengurangi tekanan balik, yang dapat menguntungkan di RPM tinggi namun mengurangi efisiensi pembakaran di RPM rendah. Meskipun begitu, pada RPM tinggi, header ini tetap mempertahankan performa torsi lebih baik dari header standar, meskipun tidak sebaik header 28mm–28mm.

**Gambar 6.** Grafik Putaran Mesin Motor Terhadap Daya**Gambar 7.** Grafik Putaran Mesin Motor Terhadap Torsi

VII. SIMPULAN

Dari hasil pengujian dan analisis diatas maka dapat disimpulkan bahwa penggunaan *header exhaust* dengan variasi ukuran *inlet* dan *outlet* memberikan pengaruh yang cukup signifikan terhadap performa mesin motor baik dari segi daya mesin maupun dari segi torsi mesin pada berbagai tingkat putaran mesin. *Header exhaust* dengan ukuran *inlet* 28mm dan *outlet* 28mm terbukti memberikan performa terbaik secara keseluruhan terutama dalam daya maksimum dan torsi maksimum. Pada RPM 4000 *header exhaust* ini mampu menghasilkan daya maksimum hingga 11,9 kW dan torsi maksimum sebesar 27,44 Nm terlihat pada RPM 2000, yang dimana menunjukkan bahwa kombinasi ukuran diameter ini sangat optimal dalam menghasilkan tenaga dan dorongan pada mesin dalam kondisi RPM menengah.

Di sisi lainnya, untuk *header exhaust* dengan ukuran *inlet* 28mm dan *outlet* 30mm juga menunjukkan performa yang cukup baik, terutama dalam mempertahankan daya pada RPM tinggi yaitu 8000-9000 dimana *header exhaust* ini mencapai daya hingga 10,3 kW lebih unggul dibandingkan dengan *header exhaust* standar dan *header exhaust* *inlet* 28mm dan *outlet* 28mm yang mengalami penurunan performa pada RPM tinggi.

Sementara itu untuk *header exhaust* standar menunjukkan performa yang cenderung stabil di semua RPM namun dengan daya mesin dan torsi mesin yang relative rendah dibandingkan dengan dua jenis *header exhaust* lainnya. Dengan demikian penggunaan *header exhaust* modifikasi, khususnya untuk ukuran *inlet* 28mm dan *outlet* 28mm atau *inlet* 28mm dan *outlet* 30mm, dapat direkomendasikan untuk meningkatkan performa mesin motor, baik dari segi akselerasi atau torsi maupun tenaga maksimum atau daya, terutama pada pengguna motor matic 125 cc yang menginginkan peningkatan performa mesin pada putaran mesin menengah hingga tinggi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan rasa hormat , penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, khususnya Program Studi Teknik Mesin, yang telah memberikan kesempatan, fasilitas, dan dukungan selama pelaksanaan penelitian ini. Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada staf dan mekanik bengkel RAT Motorsport atas bantuan teknis dalam pengoperasian alat dan pengujian seperti motor cycle dynamometer atau dyno tester, serta dukungan dalam penyediaan peralatan yang diperlukan untuk eksperimen ini. Dukungan ini sangat membantu dalam memastikan kelancaran penelitian.Tidak lupa, apresiasi yang tinggi diberikan kepada teman-teman dan rekan mahasiswa yang turut memberikan saran dan dukungan moral selama proses penyelesaian penelitian. Kepada keluarga tercinta, penulis berterima kasih atas doa, motivasi, dan dukungan emosional yang tiada henti selama proses ini.Semoga hasil penelitian ini dapat memberikan kontribusi positif bagi pengembangan ilmu pada kondensor, mendukung nilai efisiensi, serta berkontribusi dalam upaya global untuk menciptakan teknologi.

REFERENSI

- [1] C. Sutandi, "Pentingnya Transportasi Umum Untuk Kepentingan Publik," *Jurnal Administrasi Publik*, p. 22, 2015.
- [2] N. P. R. Yuliartini, "Kenakalan Anak Dalam Venomena Balapan Liar di Kota Singaraja Dalam Kajian Kriminologi," *jurnal advokasi*, p. 32, 2019.
- [3] M. S. Ghaly, "Analisis Perubahan Diameter Base Circle Camshaft Terhadap Daya Dan Torsi Pada Sepeda Motor," *Jurnal Flywheel*, p. 7, 2019.
- [4] A. Saepuddin, "Pengaruh Modifikasi Knalpot Terhadap Performa dan Suhu Mesin Pada Sepeda Motor SatriaF150," *Jurnal Teknologi Terapan*, 2023.
- [5] A. Ridho, "Analisis Pengaruh Daya, Tingkat Kebisingan, dan Torsi Sepeda Motor 4 Tak Pada Penggunaan Knalpot dengan Busi Racing dan Model Free Flow," *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin*, pp. 112-113, 2019.
- [6] T. N. Wibowo, "Analisis Penggunaan Knalpot Racing Slip-On Dan Knalpot Racing Full System Terhadap Performa Mesin Pada Motor 150 CC," *Prosiding Seminar Nasional Teknik*, p. 205, 2023.
- [7] M. Nasir, "Perbandingan Jenis Knalpot Standar Dengan Knalpot Racing Terhadap Back pressure, Temperature, Dan Suara Pada Sepeda Motor 4 Tak," *Jurnal Teknologi dan Pendidikan Vokasi Indonesia*, p. 29, 2023.
- [8] Y. P. Anas Mukhtar, "Pengaruh Pola Pelapisan Isolator di Bagian Header Terhadap Temperatur Knalpot Sepeda Motor," *V-Mac*, p. 11, 2022.
- [9] E. Subandono, "Analisis Tingkat Kebisingan Knalpot Sepeda Motor Produk Industri Kecil," *Jurnal Mekanika dan Sistem Termal*, pp. 21-22, 2017.
- [10] S. Anggoro, "PENGARUH PERUBAHAN DIAMETER KATUP TERHADAP PERFORMANCE MESIN SEPEDA MOTOR," *PROCEEDING*, 2019.
- [11] A. A. I. Y., A. S. Rosadila Febritasari, "Analisa Pengaruh Panjang Muffler Pada Mesin 4 Tak Berkapasitas 125cc Terhadap Karakteristik Daya dan Torsi Mesin Menggunakan Pengujian Dyno dan Komputasi Fluida Dinamis," *JOURNAL OF MECHANICAL ENGINEERING MANUFACTURES MATERIALS AND ENERGY*, pp. 43-55, 2023.
- [12] M. D. B. Kamsiadi, "Pengaruh variasi diameter muffler end terhadap daya dan kandungan gas buang sepeda motor injeksi 125 cc," *Repositori Universitas Negeri Malang*.
- [13] T. S. Hendro Prastyo, "Pengaruh porting saluran intake dan exhaust terhadap kinerja kawasaki ninja 2 tak 150 cc," *Jurnal Terapan Teknik Mesin*, 2023.
- [14] S. Pamungkas, "Analisis penggunaan model knalpot standar terhadap kinerja mesin 4 langkah 100 cc dan 125 cc," *Jurnal Teknik Otomotif*, pp. 1-10, 2012.
- [15] M. A. Wahyu, "PENGARUH PROSENTASE PENAMBAHAN ETHANOL PADA BAHAN BAKAR PERTALITE TERHADAP DAYA DAN TORSI PADA MESIN MOTOR MATIC 125 CC," *Jurnal Protksion*, pp. 20-21, 2019.

Conflict of Interest Statement:

The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.