



ANALISIS PENGUJIAN KONSUMSI BAHAN BAKAR DAN PERFORMA PADA SEPEDA MOTOR HONDA 110 CC MENGGUNAKAN KNALPOT AHLM (*ADAPTIVE HIGH-PERFORMANCE, LOW-POLLUTION MUFFLER*)

Fadhil Fayisa^{1*}, Ahmad Roziqin², Rizqi Fitri Naryanto³, Angga Septiyanto⁴, Sonika Maulana⁵, & Shohihatur Rohman⁶

^{1,2,3,4,5,&6}Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang, Jalan Kolonel H. R. Hadijanto, Semarang, Jawa Tengah 50229, Indonesia

*Email: fadhilfayisa388@students.unnes.ac.id

Submit: 09-10-2025; Revised: 10-10-2025; Accepted: 13-10-2025; Published: 16-10-2025

ABSTRAK: Emisi kendaraan bermotor dan efisiensi energi menjadi perhatian utama dalam pengembangan teknologi otomotif ramah lingkungan, terutama pada sepeda motor berkapasitas kecil yang masih menjadi moda transportasi dominan di Indonesia. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penggunaan knalpot AHLM (*Adaptive High-Performance, Low-Pollution Muffler*) terhadap konsumsi bahan bakar dan performa mesin pada sepeda motor Honda 110 cc. Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimen komparatif dengan tiga jenis knalpot, yaitu knalpot standar, *free flow*, dan AHLM. Pengujian dilakukan menggunakan *engine dynamometer* untuk mengukur torsi dan daya, serta *fuel consumption tester* untuk mengamati waktu penghabisan 10 ml (0,0074 kg) bahan bakar berdasarkan rumus konversi $m = (V_{ml} / 1000) \times \rho$, pada tiga tingkat putaran mesin 1500 rpm, 2500 rpm, dan 3500 rpm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa knalpot *free flow* menghasilkan torsi dan daya tertinggi, masing-masing 10,9 Nm dan 11,7 HP pada 9000 rpm, namun dengan konsumsi bahan bakar yang lebih besar. Sebaliknya, knalpot AHLM menunjukkan efisiensi bahan bakar yang lebih baik dengan laju konsumsi sebesar 0,083 kg/jam pada 1500 rpm, 0,317 kg/jam pada 2500 rpm, dan 0,416 kg/jam pada 3500 rpm, mendekati efisiensi knalpot standar. Meskipun daya puncaknya sedikit lebih rendah, AHLM mampu mempertahankan kestabilan torsi dan efisiensi pembakaran di seluruh rentang putaran mesin. Simpulan dari penelitian ini menunjukkan bahwa sistem knalpot AHLM memberikan keseimbangan optimal antara performa dan efisiensi energi, serta berpotensi menjadi solusi teknologi pembuangan adaptif yang efisien dan ramah lingkungan bagi sepeda motor berkapasitas kecil.

Kata Kunci: Honda 110 cc, Knalpot AHLM, Konsumsi Bahan Bakar, Performa Mesin.

ABSTRACT: Motor vehicle emissions and energy efficiency are key concerns in developing environmentally friendly automotive technologies, particularly for small-capacity motorcycles, which remain the dominant mode of transportation in Indonesia. This study aims to analyze the effect of using the AHLM (*Adaptive High-Performance, Low-Pollution Muffler*) on fuel consumption and engine performance in a Honda 110 cc motorcycle. The research employed a comparative experimental method using three types of exhaust systems: standard, *free flow*, and AHLM. Tests were conducted using an *engine dynamometer* to measure torque and power, and a *fuel consumption tester* to record the time required to consume 10 ml (0.0074 kg) of fuel, calculated using the conversion formula $m = (V_{ml} / 1000) \times \rho$, at three engine speeds: 1500 rpm, 2500 rpm, and 3500 rpm. The results show that the *free flow* exhaust produced the highest torque and power, at 10.9 Nm and 11.7 HP at 9000 rpm, respectively, but with higher fuel consumption. Conversely, the AHLM exhaust demonstrated better fuel efficiency, with consumption rates of 0.083 kg/h at 1500 rpm, 0.317 kg/h at 2500 rpm, and 0.416 kg/h at 3500 rpm, closely matching the efficiency of the standard exhaust. Although its peak power was slightly lower, the AHLM maintained stable torque and efficient combustion across all engine speeds. In conclusion, the AHLM exhaust system provides an optimal balance between performance and energy efficiency, offering potential as an adaptive exhaust technology that is both effective and environmentally friendly for small-capacity motorcycles.

Keywords: Honda 110 cc, AHLM Muffler, Fuel Consumption, Engine Performance.

Uniform Resource Locator: <https://e-journal.lp3kamandanu.com/index.php/panthera>



How to Cite: Fayisa, F., Roziqin, A., Naryanto, R. F., Septiyanto, A., Maulana, S., & Rohman, S. (2025). Analisis Pengujian Konsumsi Bahan Bakar dan Performa pada Sepeda Motor Honda 110 cc Menggunakan Knalpot AHLM (*Adaptive High-Performance, Low-Pollution Muffler*). *Panthera : Jurnal Ilmiah Pendidikan Sains dan Terapan*, 5(4), 1228-1239. <https://doi.org/10.36312/panthera.v5i4.709>



Panthera : Jurnal Ilmiah Pendidikan Sains dan Terapan is Licensed Under a CC BY-SA [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

PENDAHULUAN

Transportasi darat memiliki peran strategis dalam mendukung mobilitas masyarakat Indonesia serta memberikan kontribusi besar terhadap aktivitas ekonomi, sosial, dan lingkungan. Di antara berbagai moda transportasi darat, sepeda motor menempati posisi dominan, karena faktor keterjangkauan, fleksibilitas, serta kemampuannya beradaptasi dengan kondisi lalu lintas di wilayah perkotaan maupun perdesaan (Putri, 2022). Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (2024), jumlah sepeda motor di Indonesia telah mencapai lebih dari 125 juta unit, sehingga peningkatan kecil dalam efisiensi konsumsi bahan bakar per unit dapat memberikan dampak signifikan terhadap penghematan energi nasional. Kondisi ini menegaskan pentingnya inovasi teknis yang sederhana, ekonomis, dan aplikatif untuk diterapkan pada sepeda motor berkapasitas kecil seperti kelas 110 cc. Salah satu inovasi potensial untuk meningkatkan efisiensi dan performa mesin dapat dilakukan melalui modifikasi sistem pembuangan (knalpot) yang berperan penting dalam proses pembakaran internal dan kinerja mesin (Sedighi *et al.*, 2024).

Sistem pembuangan tidak hanya berfungsi sebagai saluran gas hasil pembakaran, tetapi juga sebagai pengatur tekanan balik (*back pressure*) yang secara langsung memengaruhi karakteristik torsi, daya, dan efisiensi termal mesin. Dalam praktiknya, banyak pengguna sepeda motor mengganti knalpot standar (OEM) dengan knalpot aliran bebas (*free flow*) untuk meningkatkan tenaga. Namun, hasil penelitian menunjukkan bahwa meskipun knalpot *free flow* mampu meningkatkan daya maksimum, peningkatan tersebut sering kali disertai dengan peningkatan kebisingan, emisi gas buang, serta penurunan efisiensi bahan bakar (Huda *et al.*, 2025; Roziqin *et al.*, 2024).

Dari aspek performa, torsi dan daya mesin merupakan parameter utama yang menentukan efisiensi energi kendaraan. Variasi desain knalpot menghasilkan perbedaan nilai tekanan balik yang memengaruhi proses pengisian campuran udara, bahan bakar, serta efisiensi pembakaran (Dhital *et al.*, 2019). Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa pengaturan aliran gas buang dan tekanan balik yang optimal dapat meningkatkan efisiensi volumetrik serta menghasilkan tenaga yang lebih stabil pada berbagai tingkat putaran mesin (Sedighi *et al.*, 2024; Setyono *et al.*, 2021; Wirawan & Purnayasa, 2025).

Sebagai solusi atas permasalahan peningkatan performa tanpa mengorbankan efisiensi bahan bakar dan tingkat kebisingan, dikembangkan konsep *High-Performance Low-Pollution Muffler* (HPLPM). Roziqin *et al.* (2024) melaporkan bahwa HPLPM mampu menjaga kestabilan torsi pada putaran menengah hingga tinggi, dengan tingkat kebisingan di bawah batas regulasi 90 dB.



Selanjutnya, penelitian Septiyanto *et al.* (2024) menunjukkan bahwa integrasi *catalytic converter* berbasis tembaga pada HPLPM dapat meningkatkan daya puncak hingga 16,9 HP pada 8500 rpm tanpa menurunkan efisiensi pembakaran.

Berdasarkan pengembangan tersebut, dilakukan inovasi lanjutan berupa *Adaptive High-Performance, Low-Pollution Muffler* (AHLM), yaitu sistem pembuangan adaptif yang mengombinasikan mekanisme absorptif dan reaktif serta dilengkapi katalis logam tembaga untuk meningkatkan efisiensi aliran gas buang (Roziqin *et al.*, 2024; Septiyanto *et al.*, 2024). Desain adaptif ini memungkinkan knalpot menyesuaikan karakteristik tekanan balik sesuai dengan putaran mesin, sehingga menghasilkan keseimbangan optimal antara torsi, daya, dan efisiensi bahan bakar.

Objek penelitian berupa sepeda motor Honda 110 cc dipilih karena mewakili segmen kendaraan dengan populasi terbesar di Indonesia serta digunakan secara luas untuk aktivitas harian. Data Badan Pusat Statistik (2024) menunjukkan bahwa kendaraan berkapasitas kecil mendominasi pasar kendaraan roda dua nasional. Selain memiliki karakteristik ekonomis dan efisien, segmen ini juga sering menjadi target modifikasi, sehingga inovasi sistem pembuangan seperti AHLM berpotensi diterapkan secara luas. Dengan jumlah populasi kendaraan yang besar, penghematan konsumsi bahan bakar sebesar 1–3% saja dapat memberikan dampak signifikan terhadap efisiensi energi nasional dan pengurangan emisi.

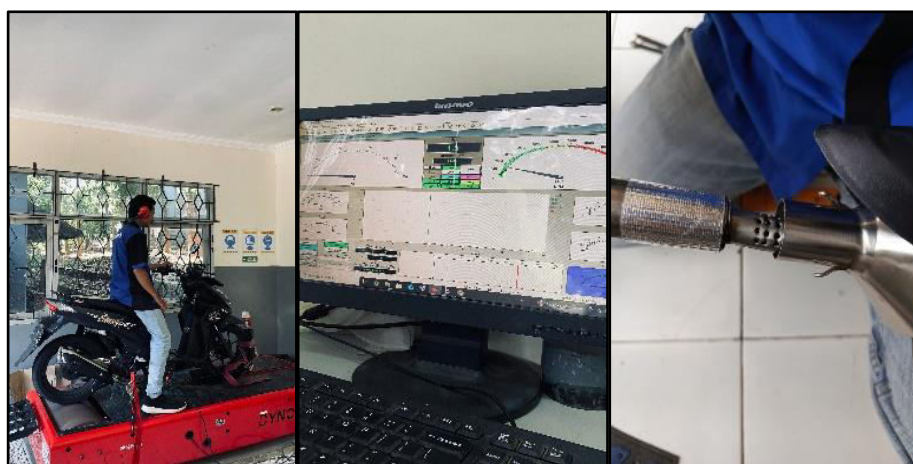
Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penggunaan knalpot AHLM terhadap konsumsi bahan bakar dan performa mesin sepeda motor Honda 110 cc melalui pendekatan eksperimental pada kondisi statis dan dinamis. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan kontribusi ilmiah dan praktis terhadap pengembangan sistem pembuangan adaptif yang efisien, berperforma tinggi, serta ramah lingkungan bagi kendaraan bermotor berkapasitas kecil.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan eksperimen kuantitatif dengan fokus pada pengukuran langsung variabel numerik yang meliputi konsumsi bahan bakar, daya, torsi, dan emisi gas buang. Metode yang digunakan adalah *comparative test* dengan membandingkan tiga kondisi berbeda pada sepeda motor Honda 110 cc, yaitu penggunaan knalpot standar (OEM), knalpot *racing* (*free flow*), dan knalpot AHLM (*Adaptive High-Performance, Low-Pollution Muffler*). Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Otomotif dan Bengkel Uji Mesin, Universitas Negeri Semarang (UNNES) yang dilengkapi fasilitas *dynamometer* dan *fuel consumption meter* selama 20 hari meliputi tahap persiapan, pengujian, pengolahan data, serta analisis hasil.

Objek penelitian berupa sepeda motor Honda 110 cc dengan spesifikasi standar pabrikan, kondisi mesin baik, dan perawatan rutin, dipilih karena mewakili segmen kendaraan paling umum digunakan di Indonesia. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah jenis knalpot, sedangkan variabel terikat meliputi konsumsi bahan bakar (kg/h), daya (HP/kW), dan torsi (Nm), dengan variabel kontrol berupa kapasitas mesin serta jenis bahan bakar (*Pertalite* RON 90). Pemilihan objek ini juga mempertimbangkan kemudahan modifikasi pada sistem knalpot.

Pengujian dilakukan melalui beberapa tahap, yaitu 1) persiapan alat dan bahan, termasuk pemeriksaan kondisi motor dan kalibrasi alat uji; 2) pengukuran konsumsi bahan bakar menggunakan *fuel consumption meter* pada kondisi *idle* (1500 rpm), akselerasi (2500 rpm), dan kecepatan konstan (3500 rpm) dengan acuan waktu yang dibutuhkan untuk konsumsi bahan bakar 10 ml atau 0,0074 kg; 3) pengujian performa mesin menggunakan *dynamometer* untuk memperoleh daya dan torsi maksimum; serta 4) pengulangan uji sebanyak tiga kali untuk setiap kondisi guna meningkatkan reliabilitas data.



Gambar 1. Pengujian Performa Daya dan Torsi.



Gambar 2. Pengujian Konsumsi Bahan Bakar.

Selama pengujian konsumsi bahan bakar, tekanan bahan bakar dijaga konstan pada 2,9 bar atau setara dengan 42 PSI, sesuai dengan spesifikasi sistem injeksi sepeda motor Honda 110 cc, guna memastikan kestabilan suplai bahan bakar dan akurasi hasil pengukuran. Tekanan ini memastikan bahwa hasil pengukuran tidak dipengaruhi oleh fluktuasi suplai bahan bakar, sehingga perbandingan antarjenis knalpot hanya merefleksikan perbedaan karakteristik sistem pembuangan.

Data hasil pengujian dianalisis secara statistik menggunakan metode deskriptif untuk menampilkan nilai rata-rata, standar deviasi, serta grafik



perbandingan antar jenis knalpot, dan uji *independent sample t-test* untuk menentukan signifikansi perbedaan pada konsumsi bahan bakar, daya, dan torsi. Hasil pengujian disajikan dalam bentuk tabel, grafik, dan pembahasan yang mengaitkan temuan dengan teori maupun hasil penelitian terdahulu.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penggunaan knalpot AHLM (*Adaptive High-Performance, Low-Pollution Muffler*) terhadap konsumsi bahan bakar dan performa mesin sepeda motor Honda 110 cc dengan membandingkannya terhadap knalpot OEM standar dan knalpot *free flow*. Pengujian dilakukan dengan pendekatan eksperimental di laboratorium menggunakan alat *dyno test* untuk mengukur torsi dan daya, serta *fuel consumption tester* untuk menghitung efisiensi bahan bakar pada berbagai putaran mesin.

Pengujian daya dan torsi dilakukan dengan pengambilan data pada setiap kenaikan 500 rpm, dimulai dari putaran mesin terendah hingga mencapai putaran maksimum. Berdasarkan hasil pengujian, terlihat bahwa nilai torsi maksimum dicapai pada rentang putaran menengah, dimana efisiensi pembakaran dan tekanan efektif rata-rata dalam silinder berada pada kondisi optimal. Setelah melewati titik tersebut, torsi mengalami penurunan seiring dengan meningkatnya putaran mesin akibat keterbatasan waktu pengisian campuran udara, bahan bakar, dan peningkatan gesekan mekanis.

Sementara itu, daya mesin meningkat secara progresif seiring kenaikan putaran hingga mencapai titik puncak tertentu yang merupakan hasil dari kombinasi antara peningkatan kecepatan pembakaran dan penurunan torsi pada putaran tinggi. Pola ini sesuai dengan karakteristik umum mesin bensin empat langkah, dimana daya maksimum diperoleh pada putaran lebih tinggi dibandingkan torsi maksimum. Data hasil pengujian pada interval 500 rpm ini memberikan gambaran yang lebih rinci mengenai respon performa mesin terhadap perubahan kecepatan putar, sehingga memudahkan analisis perbandingan antarvariasi sistem, seperti penggunaan knalpot standar, knalpot *racing*, maupun knalpot AHLM.

Data yang diperoleh dari hasil pengujian kemudian dianalisis secara kuantitatif untuk menilai perbedaan performa antarvariasi knalpot. Analisis dilakukan dengan memerhatikan parameter utama berupa torsi (Nm), daya (HP), dan konsumsi bahan bakar spesifik (BSFC) pada setiap variasi putaran mesin. Selain itu, hasil pengujian juga dibandingkan dengan standar performa mesin 110 cc yang berlaku secara umum untuk menilai peningkatan atau penurunan efisiensi yang terjadi.

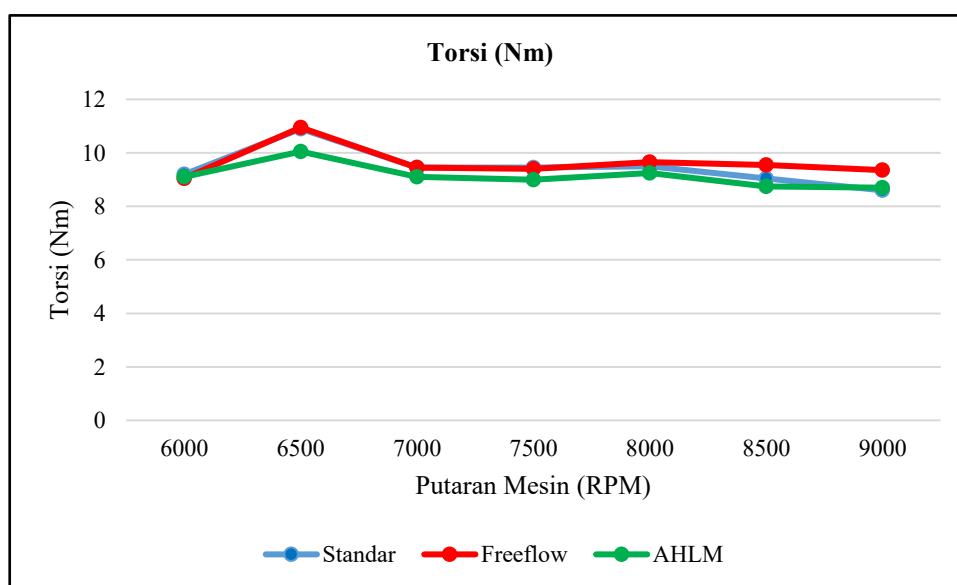
Untuk memperjelas perbedaan karakteristik antarjenis knalpot terhadap performa mesin dan efisiensi bahan bakar, hasil pengujian disajikan dalam bentuk tabel dan grafik. Penyajian data ini bertujuan untuk menampilkan hubungan antara putaran mesin (rpm) dengan torsi, daya, serta konsumsi bahan bakar pada masing-masing jenis knalpot, yaitu knalpot standar (*OEM*), knalpot *free flow*, dan knalpot AHLM (*Adaptive High-Performance, Low-Pollution Muffler*). Data yang ditampilkan mempermudah analisis perbandingan performa antar jenis knalpot dalam berbagai kondisi putaran mesin. Grafik memberikan visualisasi tren yang lebih jelas terhadap peningkatan atau penurunan torsi, daya, dan efisiensi bahan

bakar. Dengan demikian, pembaca dapat mengevaluasi keunggulan dan kekurangan masing-masing jenis knalpot secara objektif berdasarkan data kuantitatif.

Melalui Tabel dan Gambar berikut, dapat diamati pola perubahan nilai torsi dan daya seiring peningkatan putaran mesin, serta bagaimana variasi desain knalpot berpengaruh terhadap efisiensi konsumsi bahan bakar. Data ini juga menjadi dasar dalam menganalisis korelasi antara peningkatan performa dengan penggunaan bahan bakar, guna menentukan sejauh mana sistem AHLM mampu menjaga keseimbangan antara tenaga yang dihasilkan dan efisiensi pembakaran.

Tabel 1. Torsi (Nm) Rata-rata pada Motor 110 CC.

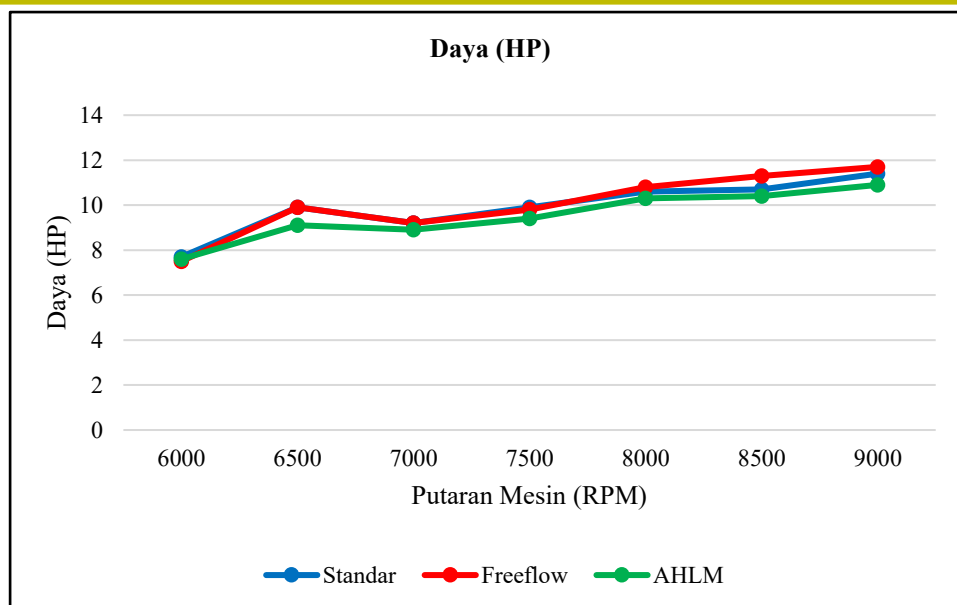
Putaran Mesin (RPM)	Torsi (Nm)		
	Jenis Knalpot		
	Knalpot Standar	Knalpot <i>Free Flow</i>	Knalpot AHLM
6000	9.2	9.05	9.1
6500	10.9	10.9	10.05
7000	9.4	9.4	9.1
7500	9.4	9.4	9
8000	9.5	9.6	9.2
8500	9.05	9.5	8.7
9000	8.6	9.3	8.7



Gambar 3. Torsi pada Knalpot Standar vs AHLM.

Tabel 2. Daya (HP) Rata-rata pada Motor 110 CC.

Putaran Mesin (RPM)	Daya (HP)		
	Jenis Knalpot		
	Knalpot Standar	Knalpot <i>Free Flow</i>	Knalpot AHLM
6000	7.7	7.5	7.6
6500	9.9	9.9	9.1
7000	9.2	9.2	8.9
7500	9.9	9.8	9.4
8000	10.6	10.8	10.3
8500	10.7	11.3	10.4
9000	11.4	11.7	10.9



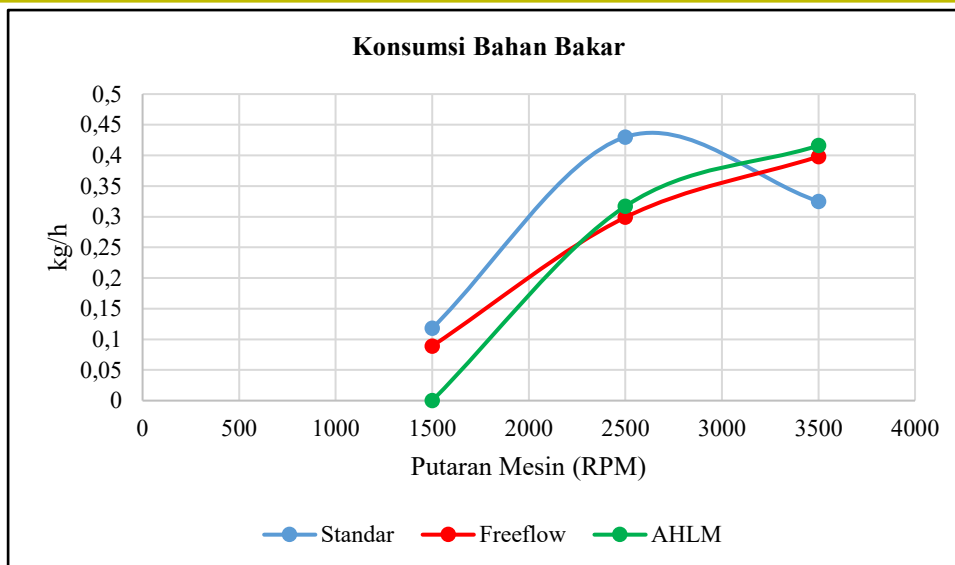
Gambar 4. Daya pada Knalpot Standar vs AHLM.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa jenis knalpot yang digunakan memiliki pengaruh nyata terhadap konsumsi bahan bakar dan performa mesin sepeda motor Honda 110 cc. Secara umum, knalpot *free flow* menghasilkan peningkatan torsi dan daya pada beberapa rentang putaran mesin, namun disertai dengan konsumsi bahan bakar yang lebih tinggi. Sebaliknya, knalpot AHLM menunjukkan keseimbangan antara efisiensi bahan bakar dan kestabilan performa mesin di berbagai putaran. Pengujian konsumsi bahan bakar dilakukan dengan acuan volume bahan bakar 10 ml yang diukur berdasarkan waktu penghabisan bahan bakar pada masing-masing kondisi putaran mesin. Data konsumsi bahan bakar dihitung dalam satuan kg/h menggunakan asumsi densitas bensin sebesar 0,74 kg/L.

Hasil pengujian ini menunjukkan pentingnya pemilihan knalpot yang sesuai dengan kebutuhan pengguna sepeda motor. Bagi pengguna yang mengutamakan performa maksimal, terutama pada putaran menengah hingga tinggi, knalpot *free flow* dapat menjadi pilihan meskipun harus mengorbankan efisiensi bahan bakar. Bagi pengguna harian yang lebih mementingkan efisiensi dan kenyamanan berkendara, knalpot AHLM menawarkan karakteristik yang lebih seimbang. Dengan mempertimbangkan hasil pengukuran konsumsi bahan bakar dan *output* performa, maka pemilihan knalpot sebaiknya disesuaikan dengan karakter penggunaan sepeda motor agar didapatkan kinerja optimal tanpa mengorbankan aspek efisiensi energi. Oleh karena itu, pemahaman terhadap karakteristik knalpot menjadi kunci dalam menentukan pilihan yang tepat.

Tabel 3. Konsumsi Bahan Bakar pada Motor 110 cc.

Putaran Mesin (RPM)	Konsumsi Bahan Bakar (kg/h)		
	Standar	Free Flow	AHLM
1500	0.118	0.089	0.083
2500	0.43	0.299	0.317
3500	0.325	0.398	0.416



Gambar 5. Konsumsi Bahan Bakar pada Motor 110 cc.

Hasil pengujian konsumsi bahan bakar menunjukkan bahwa waktu yang dibutuhkan untuk menghabiskan volume bahan bakar sebesar 10 ml berbeda pada setiap kondisi pengujian. Semakin singkat waktu yang dibutuhkan untuk menghabiskan 10 ml bahan bakar, maka semakin besar laju konsumsi bahan bakarnya. Hal ini menunjukkan bahwa mesin bekerja dengan beban dan putaran yang lebih tinggi, sehingga kebutuhan energi meningkat, dan konsumsi bahan bakar pun bertambah. Sebaliknya, apabila waktu penghabisan 10 ml bahan bakar semakin lama, maka laju konsumsi bahan bakar menurun yang menandakan efisiensi pembakaran yang lebih baik atau beban mesin yang lebih ringan. Berdasarkan perhitungan menggunakan densitas bensin sebesar 0,74 kg/l, nilai laju aliran massa dapat dihitung dengan persamaan:

$$\dot{m} = \frac{10}{t} \times 0.74 \times 3.6$$

Dimana t adalah waktu (dalam detik) yang dibutuhkan untuk menghabiskan 10 ml bahan bakar, rumus ini konsisten dengan metode pengukuran densitas bensin yang dilaporkan oleh Zhang *et al.* (2020). Pada pengujian konsumsi bahan bakar, tekanan bahan bakar terkontrol sebesar 2,9 bar (42 PSI). Berdasarkan hasil pengujian (Tabel 3) pada kondisi *idle* (1500 rpm), konsumsi bahan bakar tercatat sebesar 0,118 kg/h. Pada putaran 2500 rpm, konsumsi meningkat menjadi 0,430 kg/h, sedangkan pada 3500 rpm sebesar 0,325 kg/h. Peningkatan laju konsumsi bahan bakar pada putaran 2500 rpm menunjukkan bahwa mesin membutuhkan energi lebih besar saat akselerasi, sementara penurunan konsumsi pada 3500 rpm menunjukkan bahwa pembakaran mulai mencapai keseimbangan efisiensi pada kecepatan konstan.

Nilai-nilai tersebut menjadi acuan dalam perbandingan dengan hasil pengujian menggunakan knalpot *free flow* dan knalpot AHLM pada penelitian utama. Dengan mengacu pada pola konsumsi bahan bakar ini, dapat disimpulkan



bahwa semakin tinggi putaran mesin, kebutuhan energi meningkat hingga mencapai titik efisiensi optimal, sebelum menurun kembali akibat keterbatasan *volumetric efficiency* dan gesekan internal mesin. Hasil keseluruhan menunjukkan bahwa jenis knalpot berpengaruh signifikan terhadap torsi, daya, dan konsumsi bahan bakar. Knalpot *free flow* memberikan peningkatan performa tertinggi, tetapi mengorbankan efisiensi bahan bakar. Sebaliknya, knalpot AHLM menunjukkan kemampuan menjaga torsi dan daya pada tingkat yang stabil dengan konsumsi bahan bakar yang relatif hemat. Desain adaptif AHLM yang memadukan ruang reaktif dan absorptif mampu menjaga tekanan balik (*back pressure*) pada level optimal, sehingga pembakaran berlangsung lebih sempurna. Dengan demikian, sistem AHLM dapat dikategorikan sebagai teknologi pembuangan yang efisien dan ramah lingkungan, karena mampu menyeimbangkan antara peningkatan performa dan efisiensi energi.

Kecenderungan tersebut berbanding lurus dengan hasil pengujian torsi dan daya. Pada rentang 6000–8500 rpm, knalpot *free flow* memberikan torsi puncak sekitar 10,9 Nm dan daya maksimum 11,7 HP pada 9000 rpm, lebih tinggi dari knalpot standar (11,5 HP) dan AHLM (10,9 HP). Namun, peningkatan performa tersebut tidak sebanding dengan peningkatan konsumsi bahan bakar yang lebih besar, sehingga efisiensi termal *free flow* relatif lebih rendah. Sebaliknya, knalpot AHLM menunjukkan nilai torsi yang stabil di kisaran 9,1–10,1 Nm dan daya yang konstan pada 10,3–10,9 HP di berbagai putaran mesin. Stabilitas ini menunjukkan bahwa desain knalpot AHLM mampu menjaga keseimbangan antara aliran gas buang dan tekanan balik (*back pressure*), sehingga pembakaran berlangsung lebih sempurna dan efisiensi bahan bakar meningkat.

Hasil tersebut memperlihatkan adanya hubungan proporsional antara performa mesin dan konsumsi bahan bakar. Pada knalpot *free flow*, peningkatan aliran gas buang memang mempercepat pembuangan sisa pembakaran dan menghasilkan tenaga lebih tinggi, tetapi mengurangi tekanan balik yang diperlukan untuk menjaga keseimbangan campuran udara (bahan bakar). Akibatnya, konsumsi bahan bakar meningkat. Sebaliknya, sistem AHLM dengan desain adaptif dan integrasi ruang absorptif-reaktif mampu mempertahankan tekanan balik optimal yang memungkinkan pembakaran berlangsung lebih stabil tanpa kehilangan tenaga secara signifikan.

Secara keseluruhan, hasil pengujian ini menunjukkan bahwa knalpot AHLM memberikan kompromi terbaik antara efisiensi bahan bakar dan performa mesin. Walaupun daya maksimumnya sedikit lebih rendah dibanding *free flow*, sistem AHLM lebih efisien dalam penggunaan bahan bakar pada beban tinggi, dan mampu mempertahankan kestabilan torsi di seluruh rentang putaran mesin. Hasil ini sejalan dengan penelitian Septiyanto *et al.* (2024) yang menunjukkan bahwa knalpot HPLPM mampu meningkatkan performa sekaligus menurunkan emisi, serta memperkuat temuan Roziqin *et al.* (2024), bahwa desain sistem pembuangan adaptif berperan penting dalam menekan dampak negatif dari sistem aliran bebas tanpa mengorbankan kinerja mesin. Dengan hasil yang menjanjikan, pengembangan sistem AHLM dapat diarahkan pada implementasi komersial di kendaraan harian maupun untuk kendaraan niaga ringan dengan fokus pada efisiensi bahan bakar dan reduksi emisi.



SIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian terhadap tiga jenis knalpot pada sepeda motor Honda 110 cc, yaitu knalpot standar (OEM), knalpot *free flow*, dan knalpot AHLM (*Adaptive High-Performance, Low-Pollution Muffler*), ditemukan bahwa desain knalpot berpengaruh signifikan terhadap torsi, daya, dan konsumsi bahan bakar. Knalpot *free flow* memberikan peningkatan torsi dan daya paling tinggi, namun disertai konsumsi bahan bakar yang lebih besar akibat kurang optimalnya tekanan balik. Sebaliknya, knalpot AHLM menunjukkan performa mesin yang stabil dengan efisiensi bahan bakar yang mendekati knalpot standar, terutama pada putaran menengah hingga tinggi, berkat konfigurasi absorptif-reaktif dan penggunaan katalis yang menyeimbangkan aliran gas buang dan tekanan balik.

Hasil ini menunjukkan bahwa efisiensi sistem pembuangan tidak hanya ditentukan oleh kelancaran aliran gas, tetapi juga oleh kestabilan tekanan balik yang mendukung proses pembakaran optimal. Knalpot AHLM menjadi solusi kompromi antara performa dan efisiensi, serta sejalan dengan prinsip efisiensi termodinamika mesin pembakaran dalam. Secara praktis, temuan ini memberi kontribusi penting bagi pengembangan teknologi knalpot *aftermarket* yang hemat energi dan ramah lingkungan. Penelitian ini berhasil menjawab rumusan masalah dan dapat menjadi dasar bagi riset lanjutan, serta acuan industri otomotif dalam merancang sistem pembuangan yang efisien dan berperforma tinggi.

SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah diperoleh, terdapat beberapa saran yang dapat diberikan bagi pengembangan ilmu pengetahuan, praktik industri otomotif, maupun penelitian lanjutan di bidang efisiensi sistem pembuangan kendaraan bermotor.

Bagi Akademisi dan Peneliti

Desain sistem pembuangan adaptif seperti AHLM berpotensi meningkatkan efisiensi pembakaran tanpa mengorbankan performa. Penelitian lanjutan disarankan untuk mengeksplorasi material katalis, geometri, dan panjang pipa, serta mengembangkan simulasi CFD guna memvalidasi hasil eksperimen secara komputasional.

Bagi Praktisi Otomotif dan Industri *Aftermarket*

Konsep AHLM dapat diterapkan dalam produk knalpot *aftermarket* yang menyeimbangkan performa, efisiensi bahan bakar, dan kelestarian lingkungan. Teknologi ini berpotensi mengurangi konsumsi bahan bakar, terutama pada motor kecil yang dominan di Indonesia.

Bagi Pemerintah dan Pembuat Kebijakan

Hasil penelitian ini mendukung perlunya regulasi yang mendorong inovasi kendaraan ramah lingkungan. Pemerintah dapat menggunakan temuan ini untuk merumuskan standar modifikasi yang efisien dan ramah emisi, serta memberikan insentif pada pengembangan teknologi knalpot adaptif.

Bagi Masyarakat dan Pengguna Kendaraan

Pemilihan knalpot harus mempertimbangkan keseimbangan performa dan efisiensi, seperti tipe AHLM. Penggunaan knalpot yang tidak sesuai spesifikasi dapat meningkatkan konsumsi bahan bakar dan emisi. Edukasi teknis tentang



sistem pembuangan perlu terus digalakkan agar modifikasi dilakukan secara bijak dan bertanggung jawab.

Untuk Penelitian Selanjutnya

Studi lanjutan perlu memperluas parameter uji seperti emisi, efisiensi termal, dan kebisingan, serta melakukan pengujian lapangan untuk hasil yang lebih representatif.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan syukur ke hadirat Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya, sehingga penelitian berjudul “Analisis Pengujian Konsumsi Bahan Bakar dan Performa pada Sepeda Motor Honda 110 cc Menggunakan Knalpot AHLM (*Adaptive High-Performance, Low-Pollution Muffler*)” dapat terselesaikan dengan baik. Ucapan terima kasih disampaikan kepada LPPM Universitas Negeri Semarang (UNNES) atas dukungan dan fasilitas penelitian, serta kepada Laboratorium Teknik Otomotif yang telah menyediakan sarana uji dan alat pengukuran konsumsi bahan bakar.

Penghargaan tulus juga diberikan kepada pembimbing akademik atas bimbingan dan masukan yang berharga, rekan-rekan tim penelitian, teknisi bengkel, dan mahasiswa pendukung yang turut membantu dalam proses pengambilan data dan analisis. Penulis juga mengapresiasi kontribusi pihak industri otomotif lokal dan mitra bengkel modifikasi dalam pengembangan *prototipe* knalpot AHLM. Tak lupa, penulis berterima kasih atas doa dan dukungan dari keluarga, sahabat, serta semua pihak yang telah berperan, dengan harapan hasil penelitian ini bermanfaat bagi pengembangan ilmu dan teknologi otomotif di Indonesia.

DAFTAR RUJUKAN

- Badan Pusat Statistik. (2022). *Perkembangan Jumlah Kendaraan Bermotor Menurut Jenis*. Jakarta: Badan Pusat Statistik Republik Indonesia.
- Dhital, N. B., Yang, H. H., Wang, L. C., Hsu, Y. T., Zhang, H. Y., Young, L. H., & Lu, J. H. (2019). VOCs Emission Characteristics in Motorcycle Exhaust with Different Emission Control Devices. *Atmospheric Pollution Research*, 10(5), 1498-1506. <https://doi.org/10.1016/j.apr.2019.04.007>
- Huda, K., Kriswanto, A., Abdurrahman, A., Faizin, M. N., Fathoni, K., Harjanto, A. P., Herunandi, R. I. D., Gendroyono, R. A. K. M., & Susanto, N. F. (2025). Analysis of Exhaust Emissions, Noise, and Performance of a 110cc Motorcycle Using a Perforated-Close Conical Silencer/Muffler. *Jurnal Penelitian Teknologi Mesin*, 25(1), 28-35. <https://doi.org/10.15294/jptm.v25i1.24983>
- Putri, N. I. P. (2022). Pengaruh Transportasi Umum terhadap Perkembangan Antar Wilayah Administrasi di Jakarta. *Jurnal Manajemen Bisnis Transportasi dan Logistik*, 8(1), 63-75. <https://doi.org/10.54324/j.mbt.v8i1.1249>
- Roziqin, A., Septiyanto, A., Munako, I., Hangga, A., Wiratama, B., Prasetyo, M., & Fathkhurokhman, N. (2024). Comparative Test Analysis of Exhaust Noise of OEM, HPLPM and Free Flow Under Three Test Conditions. *IOP Conference Series : Earth and Environmental Science*, 1381(1), 1-10. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1381/1/012005>



- Sedighi, S., Kalantari, D., Rédl, J., Kaveh, M., Szymanek, M., & Hunek, A. D. (2024). The Effect of Muffler Design on Reducing the Noise Pollution of a Small Two-Stroke Engine. *Results in Engineering*, 23(1), 1-18. <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2024.102814>
- Septiyanto, A., Roziqin, A., Suwahyo, S. & Kriswanto, K. (2024). Analysis of Engine Performance and Emission of HPLPM Exhaust with Catalytic Converter Distance Variation. *IOP Conference Series : Earth and Environmental Science*, 1381(1), 1-15. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1381/1/012006>
- Setyono, G., Ulum, M., & Lillahulhaq, Z. (2021). An Experiment on Different Type of Muffler on Spark Ignition Engine 110 cc Performance. *IOP Conference Series : Materials Science and Engineering*, 1010(1), 1-7. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/1010/1/012015>
- Wirawan, J. L. B., & Purnayasa, I. W. (2025). Analisis Pengaruh Variasi Panjang Header Knalpot terhadap Performa Motor Manual 100cc dengan Metode Kruskal-Wallis. *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin Undiksha*, 13(2), 154-160. <https://doi.org/10.23887/jptm.v13i2.102677>
- Zhang, M., Ge, Y., Wang, X., Thomas, D., Su, S., & Li, H. (2020). An Assessment of How Bio-E10 will Impact the Vehicle-Related Ozone Contamination in China. *Energy Reports*, 6(1), 572-581. <https://doi.org/10.1016/j.egyr.2020.02.036>