



## **ANALISIS PENGUJIAN KEBISINGAN DAN EMISI GAS BUANG PADA SEPEDA MOTOR HONDA 110 CC MENGGUNAKAN KNALPOT AHLM (*ADAPTIVE HIGH-PERFORMANCE, LOW-POLLUTION MUFFLER*)**

**Ni'mal Maula Putra<sup>1\*</sup>, Ahmad Roziqin<sup>2</sup>, Rizqi Fitri Naryanto<sup>3</sup>,  
Angga Septiyanto<sup>4</sup>, Sonika Maulana<sup>5</sup>, & Shohihatur Rohman<sup>6</sup>**

<sup>1,2,3,4,5,&6</sup>Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif, Fakultas Teknik, Universitas Negeri  
Semarang, Jalan Kolonel H. R. Hadijanto, Semarang, Jawa Tengah 50229, Indonesia

\*Email: [adenuraeni7467@students.unnes.ac.id](mailto:adenuraeni7467@students.unnes.ac.id)

Submit: 08-10-2025; Revised: 10-10-2025; Accepted: 13-10-2025; Published: 16-10-2025

**ABSTRAK:** Tingginya tingkat polusi udara dan kebisingan dari kendaraan bermotor menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan dan kesehatan. Inovasi sistem pembuangan diperlukan untuk mengatasi masalah ini. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi jenis knalpot terhadap tingkat kebisingan dan kadar emisi gas buang pada sepeda motor Honda 110 cc. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah jenis knalpot (standar, *free flow*, dan AHLM), sedangkan variabel terikat meliputi tingkat kebisingan (dB), kadar emisi karbon monoksida (CO), dan hidrokarbon (HC). Adapun variabel kontrol meliputi jarak pengukuran, suhu kerja mesin (80°C hingga 90°C), dan jenis bahan bakar (RON 90). Metode penelitian menggunakan pendekatan eksperimen kuantitatif dengan alat ukur *sound level* meter untuk kebisingan dan gas *analyzer* untuk emisi gas buang. Analisis data dilakukan menggunakan uji *Kruskal-Wallis* untuk mengetahui perbedaan antarvariasi knalpot. Hasil uji statistik menunjukkan tidak ada perbedaan signifikan ( $p > 0,05$ ) pada tingkat kebisingan dan emisi gas buang antar ketiga jenis knalpot. Namun secara deskriptif, knalpot AHLM memiliki performa paling baik dengan penurunan kebisingan hingga 5,88% dibandingkan knalpot *free flow*, serta penurunan emisi CO sebesar 17% dan HC sebesar 1%. Penelitian ini dibatasi pada pengujian satu jenis sepeda motor dan kondisi uji di lingkungan laboratorium, sehingga hasilnya belum mewakili kondisi lalu lintas sebenarnya. Dengan demikian, knalpot AHLM berpotensi menjadi inovasi sistem pembuangan adaptif yang lebih ramah lingkungan, serta efektif dalam menekan kebisingan dan emisi kendaraan bermotor.

**Kata Kunci:** *Adaptive High-Performance, Low-Pollution Muffler (AHLM), Emisi Gas Buang, Kebisingan, Knalpot Free Flow.*

**ABSTRACT:** The high levels of air pollution and noise from motor vehicles cause negative impacts on the environment and health. Innovation in exhaust systems is needed to address this issue. This study aims to analyze the effect of different exhaust types on noise levels and exhaust gas emissions in a Honda 110 cc motorcycle. The independent variable in this study is the type of exhaust (standard, free flow, and AHLM), while the dependent variables include noise level (dB) and emissions of carbon monoxide (CO) and hydrocarbons (HC). The control variables include measurement distance, engine operating temperature (80°C to 90°C), and fuel type (RON 90). The research method uses a quantitative experimental approach with a sound level meter to measure noise and a gas analyzer for exhaust emissions. Data analysis was performed using the *Kruskal-Wallis* test to determine differences among exhaust variations. The statistical test results showed no significant difference ( $p > 0.05$ ) in noise levels and exhaust emissions among the three types of exhaust. However, descriptively, the AHLM muffler performed best, reducing noise by up to 5.88% compared to free flow, and decreasing CO emissions by 17% and HC by 1%. This study is limited to testing one type of motorcycle and laboratory conditions, so the results do not yet represent actual traffic conditions. Thus, the AHLM muffler has the potential to be an adaptive exhaust system innovation that is more environmentally friendly and effective in reducing noise and motor vehicle emissions.

**Keywords:** *Adaptive High-Performance, Low-Pollution Muffler (AHLM), Exhaust Gas Emissions, Noise, Free Flow Exhaust.*



**How to Cite:** Putra, N. M., Roziqin, A., Naryanto, R. F., Septiyanto, A., Maulana, S., & Rohman, S. (2025). Analisis Pengujian Kebisingan dan Emisi Gas Buang pada Sepeda Motor Honda 110 cc Menggunakan Knalpot AHLM (*Adaptive High-Performance, Low-Pollution Muffler*). *Panthera : Jurnal Ilmiah Pendidikan Sains dan Terapan*, 5(4), 1218-1227. <https://doi.org/10.36312/panthera.v5i4.708>



**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

Perkembangan teknologi yang diiringi dengan pertumbuhan ekonomi memberikan dampak positif terhadap peningkatan pendapatan masyarakat (Harahap *et al.*, 2024). Kondisi tersebut membuka peluang yang lebih luas bagi masyarakat untuk memiliki kendaraan bermotor. Indonesia menjadi salah satu negara yang mengalami pertumbuhan signifikan dalam jumlah kendaraan bermotor, sehingga memberikan keuntungan bagi kemajuan industri otomotif nasional.

Indonesia termasuk salah satu negara dengan populasi kendaraan roda dua yang tinggi. Menurut data yang dipublikasikan oleh Badan Pusat Statistik (2022), jumlah kendaraan roda dua di Indonesia terus meningkat setiap tahun. Pada tahun 2020, jumlah kendaraan roda dua mencapai 115.023.039 unit, kemudian meningkat menjadi 120.042.298 unit pada tahun 2021, dan pada tahun 2022 mencapai 125.305.332 unit.

Peningkatan jumlah kendaraan roda dua juga menimbulkan dampak negatif, di antaranya kebisingan dan pencemaran udara akibat emisi gas buang. Kedua faktor tersebut menjadi perhatian serius, karena berhubungan langsung dengan kenyamanan, kesehatan masyarakat, dan kelestarian lingkungan. Polusi udara yang dihasilkan dapat memperburuk kualitas udara serta meningkatkan risiko penyakit pernapasan. Oleh karena itu, upaya pengurangan emisi dan peningkatan kesadaran masyarakat menjadi sangat diperlukan.

Emisi gas buang kendaraan yang dihasilkan oleh knalpot mengandung senyawa berbahaya seperti karbon monoksida (CO), hidrokarbon (HC), dan nitrogen oksida (NO<sub>x</sub>) yang merupakan kontributor utama terhadap fenomena pemanasan global. Salah satu penyebab pemanasan global adalah efek rumah kaca yang diakibatkan oleh emisi gas buang kendaraan bermotor yang juga menimbulkan berbagai permasalahan kesehatan masyarakat (Kurnia & Sudarti, 2021). Dengan demikian, pengendalian emisi gas buang pada kendaraan memiliki peran penting dalam menekan dampak negatif terhadap lingkungan maupun kesehatan manusia. Selain itu, peningkatan kesadaran masyarakat serta penerapan teknologi ramah lingkungan dapat menjadi langkah efektif dalam menurunkan tingkat pencemaran udara di sektor transportasi (Peterson *et al.*, 2025).

Tidak hanya polusi udara, kebisingan yang ditimbulkan oleh kendaraan bermotor juga menimbulkan dampak negatif, seperti gangguan kesehatan mental dan penurunan kualitas hidup masyarakat, khususnya di kawasan perkotaan. Kebisingan yang dihasilkan, terutama dari sistem pembuangan (*muffler*), sering kali melampaui ambang batas kenyamanan yang ditetapkan, sehingga



dikategorikan sebagai polusi suara yang dapat mengakibatkan gangguan fisiologis maupun psikologis (Muttaqin *et al.*, 2025). Masalah ini semakin penting untuk diatasi mengingat peningkatan jumlah sepeda motor di Indonesia merupakan salah satu penyebab utamanya.

Untuk mengurangi dampak kebisingan yang berlebihan, pemerintah Indonesia telah menerapkan peraturan ketat, seperti Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 56 Tahun 2019 mengenai standar emisi dan ambang batas kebisingan kendaraan bermotor yang mengadopsi standar *Euro*. Meskipun demikian, implementasi di lapangan masih menghadapi berbagai kendala, terutama karena banyak pengguna kendaraan menggunakan knalpot *aftermarket* yang tidak memenuhi standar teknis yang ditetapkan.

Knalpot merupakan komponen penting kendaraan bermotor yang berfungsi sebagai saluran pembuangan gas hasil pembakaran mesin. Selain menyalurkan gas buang ke *atmosfer*, knalpot juga berperan dalam meredam suara bising yang dihasilkan mesin. Desain dan konstruksi knalpot berpengaruh terhadap tekanan balik (*back pressure*) gas buang (Roziqin *et al.*, 2024). Saat ini, industri otomotif telah mengembangkan berbagai merek dan jenis knalpot dengan kemampuan yang berbeda-beda dalam meredam suara dan mengurangi emisi gas buang. Secara umum, knalpot dapat dibedakan menjadi dua jenis, yaitu knalpot standar dan knalpot *aftermarket*.

Knalpot *aftermarket* sering kali dimodifikasi tanpa memperhatikan kemampuan dalam meredam kebisingan dan menekan emisi. Menurut Roziqin *et al.* (2022), rancangan knalpot *free flow* memang mampu menurunkan hambatan aliran (*back pressure*), tetapi konsekuensinya adalah meningkatnya tingkat kebisingan di atas batas standar yang ditentukan. Temuan tersebut menunjukkan adanya dilema antara peningkatan performa mesin dan tuntutan regulasi lingkungan.

Untuk mengatasi masalah tersebut, pemerintah Indonesia telah menetapkan berbagai regulasi terkait emisi gas buang (Rohim *et al.*, 2023). Standar emisi yang ketat diharapkan dapat mendorong produsen untuk mengembangkan teknologi yang lebih ramah lingkungan. Pengawasan yang lebih intensif serta penerapan hukum yang tegas menjadi langkah penting agar kebijakan tersebut dapat diterapkan secara efektif. Selain itu, peningkatan pengetahuan dan kesadaran masyarakat mengenai pentingnya penggunaan kendaraan ramah lingkungan perlu terus dilakukan melalui kegiatan edukasi dan sosialisasi.

Berdasarkan permasalahan tersebut, diperlukan inovasi di bidang teknologi knalpot yang tidak hanya berfokus pada peningkatan performa mesin, tetapi juga mampu menekan tingkat kebisingan dan emisi gas buang. Salah satu solusi inovatif yang ditawarkan adalah knalpot AHLM (*Adaptive High-performance, Low-pollution Muffler*). Knalpot ini dirancang dengan konsep adaptif, memiliki mekanisme internal yang dapat mengatur aliran gas buang berdasarkan putaran mesin. Pada putaran rendah, knalpot beroperasi dalam mode *low-pollution* yang memaksimalkan peredaman suara dan penyaringan emisi, sedangkan pada putaran tinggi, sistem beralih ke mode *high-performance* untuk mengoptimalkan aliran gas buang dan menjaga performa mesin tanpa mengorbankan lingkungan secara



signifikan (Septiyanto *et al.*, 2024). Dengan demikian, knalpot AHLM tidak hanya meningkatkan efisiensi kendaraan, tetapi juga berkontribusi pada upaya pelestarian lingkungan melalui pengurangan polusi udara dan kebisingan.

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis secara nonparametrik efektivitas knalpot AHLM dibandingkan dengan knalpot standar pada sepeda motor Honda 110 cc. Studi terdahulu mengenai performa knalpot adaptif seperti AHLM masih terbatas. Penelitian ini berupaya mengisi kesenjangan tersebut dengan menggunakan pendekatan nonparametrik (uji *Kruskal-Wallis*) untuk mengevaluasi perbedaan kebisingan dan emisi gas buang antarvariasi knalpot secara lebih objektif. Pengujian difokuskan pada dua parameter utama, yaitu tingkat kebisingan (dalam desibel) dan kadar emisi gas buang (CO dan HC).

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan data ilmiah yang objektif mengenai keunggulan knalpot AHLM sebagai alternatif solusi modifikasi kendaraan yang ramah lingkungan dan bertanggung jawab. Penelitian ini dibatasi pada sepeda motor Honda 110 cc dalam kondisi standar pabrik tanpa modifikasi mesin lainnya. Parameter yang diukur hanya mencakup tingkat kebisingan serta kadar emisi CO dan HC.

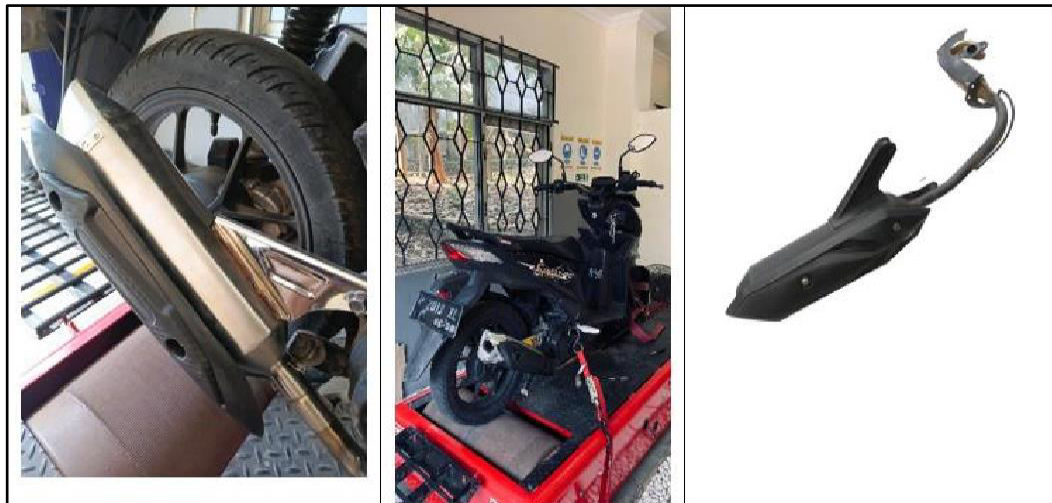
## METODE

Penelitian ini menerapkan pendekatan kuantitatif, yakni pendekatan yang dilakukan secara sistematis, terencana, serta terstruktur sejak tahap penyusunan desain penelitian. Proses ini meliputi penetapan tujuan, pemilihan subjek dan sampel penelitian, penentuan sumber data, hingga pemilihan metode yang akan digunakan. Menurut Samsu (2021), penelitian eksperimen merupakan salah satu bentuk penelitian kuantitatif yang umum digunakan untuk menguji hubungan sebab-akibat antara satu variabel dengan variabel lainnya.

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen. Pendekatan ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh suatu variabel terhadap variabel lainnya dalam situasi yang dikendalikan secara ketat. Penelitian ini mengadopsi desain *true experiment*, yakni bentuk eksperimen yang dilaksanakan secara nyata dan terencana. Dalam pelaksanaannya, terdapat beberapa variabel yang diberi perlakuan khusus serta diatur dalam kondisi yang terkontrol dan terstruktur.

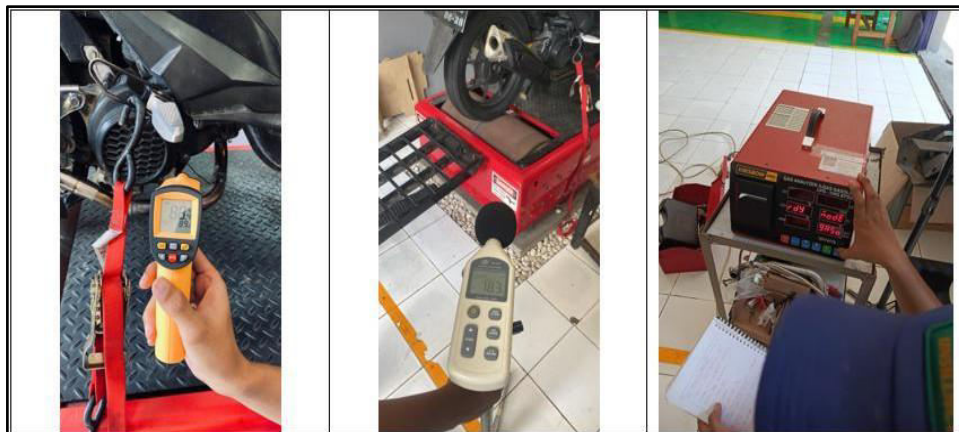
Penelitian ini dilakukan dengan menganalisis perbedaan tingkat kebisingan dan emisi gas buang pada sepeda motor Honda 110 cc menggunakan tiga variasi knalpot, yakni knalpot standar, knalpot *free flow*, serta knalpot *Adaptive High-Performance, Low-Pollution Muffler* (AHLM). Variabel kontrol dalam penelitian ini meliputi jarak pengukuran kebisingan, suhu mesin dalam suhu kerja, dan bahan bakar menggunakan RON 90, variabel terikat meliputi kebisingan dan emisi gas buang. Data hasil uji dianalisis untuk menarik simpulan mengenai kemampuan knalpot AHLM dalam memenuhi standar yang ditetapkan oleh pemerintah. Pengumpulan data dilakukan melalui pengukuran langsung menggunakan alat uji kebisingan yang telah dikalibrasi. Setiap jenis knalpot diuji dalam kondisi yang sama untuk memastikan validitas hasil pengukuran. Hasil dari pengujian ini dibandingkan untuk menilai efektivitas knalpot AHLM dalam mereduksi kebisingan dibandingkan dengan knalpot lainnya.





**Gambar 1. Bahan Penelitian.**

Penelitian ini dilaksanakan melalui beberapa tahapan, dimulai dari identifikasi masalah, melakukan studi literatur, serta menyiapkan peralatan yang digunakan, yaitu satu *toolset*, *gas analyzer*, *sound level meter*, dan mesin *dynotest*. Bahan penelitian mencakup sepeda motor Honda Beat 110 cc tahun 2017, knalpot standar, knalpot *freeflow*, serta knalpot AHLM. Sebelum pengujian dilakukan, motor terlebih dahulu menjalani proses *tune up*. Proses pengujian dilakukan saat mesin berada pada suhu kerja antara 80°C hingga 90°C. Uji emisi gas buang dilakukan pada kondisi *idle*, sedangkan pengujian kebisingan dilakukan dengan mengikuti Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan No. 56 tahun 2019 dengan pengambilan tiga kali data pada setiap jenis knalpot untuk memastikan keabsahan hasil penelitian.



**Gambar 2. Alat Penelitian.**

Sebelum pengujian dilakukan, sepeda motor terlebih dahulu menjalani proses *tune up* guna memastikan kinerja mesin lebih optimal. Tahap *tune up* mencakup penggantian oli mesin, oli gardan, *v-belt*, *roller* dengan ukuran standar, serta pembersihan komponen lainnya. Data penelitian diperoleh melalui uji kebisingan dan uji emisi gas buang, kemudian diolah menjadi grafik agar lebih



mudah dipahami serta dianalisis. Analisis data kebisingan dan emisi dilakukan secara kolerasi non parametrik (Mishra *et al.*, 2019).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Kebisingan

**Tabel 1. Hasil Uji Kruskal-Wallis (*L Urban* dan *Wide Open Throttle*).**

| Jenis Knalpot    | N | Mean Rank | Kruskal Wallis | df | Asymp. Sig. | Kondisi        |
|------------------|---|-----------|----------------|----|-------------|----------------|
| Standar          | 3 | 2.33      | 5.067          | 2  | 0.079       | <i>L Urban</i> |
| AHLM             | 3 | 5.33      |                |    |             | <i>L Urban</i> |
| <i>Free Flow</i> | 3 | 7.33      |                |    |             | <i>L Urban</i> |
| Standar          | 3 | 3.33      | 2.487          | 2  | 0.288       | WOT            |
| AHLM             | 3 | 4.83      |                |    |             | WOT            |
| <i>Free Flow</i> | 3 | 6.83      |                |    |             | WOT            |

Berdasarkan hasil uji *Kruskal-Wallis* pada kedua kondisi pengujian (*L Urban* dan WOT) pada Tabel 1, diperoleh nilai *Asymp. Sig.*, masing-masing sebesar 0,079 dan 0,288. Kedua nilai tersebut lebih besar dari taraf signifikansi 0,05 sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat perbedaan signifikan terhadap tingkat kebisingan antar jenis knalpot (standar, *free flow*, dan AHLM). Penelitian ini sejalan dengan Roziqin *et al.* (2023) yang membandingkan *free flow* dan *conical silencer* menggunakan simulasi *comsol multiphysic 5.6*, dimana *conical silencer* menunjukkan pengurangan kuat suara dibanding *free flow* tanpa mengganggu aliran gas buang. Namun, berbeda dengan penelitian tersebut, studi ini dilakukan melalui eksperimen langsung menggunakan sepeda motor Honda 110 cc dan pengukuran aktual di lapangan.

Meskipun hasil analisis menunjukkan perbedaan yang tidak signifikan, pada putaran mesin 1500 rpm, tingkat kebisingan knalpot AHLM meningkat sebesar 11,04% dibandingkan knalpot standar. Knalpot *free flow* menunjukkan kenaikan tertinggi, yaitu 17,57% lebih tinggi dari knalpot standar, dengan selisih 5,88% dibandingkan knalpot AHLM. Meskipun demikian, perbedaan tersebut memiliki relevansi praktis yang berarti, karena menunjukkan peningkatan kenyamanan akustik bagi pengguna serta potensi kepatuhan terhadap ambang batas kebisingan kendaraan bermotor ( $\leq 80$  dB) sesuai Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 56 Tahun 2019. Pada 3000 rpm, peningkatan kebisingan knalpot AHLM terhadap knalpot standar menurun menjadi 4,74%, sedangkan knalpot *free flow* naik sebesar 9,22%, sehingga perbedaan antara keduanya adalah 4,28%. Pada 4000 rpm, selisih semakin kecil, dengan knalpot AHLM naik 1,84% terhadap knalpot standar dan knalpot *free flow* meningkat 7,37%, menghasilkan selisih 5,43% dari knalpot AHLM. Hal ini menjelaskan bahwa desain knalpot berpengaruh terhadap intensitas suara, namun belum memberikan perbedaan nyata secara statistik (Yadav & Tiwari, 2020). Dengan demikian, meskipun hasil statistik tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan, tren peningkatan kebisingan pada knalpot *free flow* secara konsisten lebih tinggi dibandingkan jenis lainnya. Hal ini mengindikasikan bahwa pemilihan desain knalpot tetap perlu mempertimbangkan dampak akustik, terutama dalam konteks kenyamanan dan regulasi lingkungan.



## Emisi Gas Buang

**Tabel 2. Hasil Uji CO dan HC.**

| Jenis Knalpot | N | Mean Rank | Kruskal Wallis | df | Asymp. Sig. | Kondisi |
|---------------|---|-----------|----------------|----|-------------|---------|
| Standar       | 3 | 8.00      | 5.600          | 2  | 0.061       | CO      |
| AHLM          | 3 | 3.00      |                |    |             | CO      |
| Free Flow     | 3 | 4.00      |                |    |             | CO      |
| Standar       | 3 | 8.00      | 5.422          | 2  | 0.066       | HC      |
| AHLM          | 3 | 3.67      |                |    |             | HC      |
| Free Flow     | 3 | 3.33      |                |    |             | HC      |

Hasil uji *Kruskal-Wallis* menunjukkan bahwa baik kadar emisi CO maupun HC memiliki nilai signifikansi lebih besar dari 0,05 (0,061 dan 0,066) yang berarti tidak terdapat perbedaan signifikan antara ketiga jenis knalpot terhadap kadar emisi gas buang disebabkan oleh beberapa faktor, antara lain jumlah sampel yang relatif kecil, variasi kondisi pengujian yang terbatas, serta perbedaan karakteristik desain internal masing-masing knalpot yang tidak terlalu kontras dalam memengaruhi aliran gas buang dan tingkat kebisingan. Selain itu, pengujian dilakukan pada satu jenis sepeda motor dengan kapasitas mesin yang relatif kecil, sehingga rentang perubahan nilai kebisingan dan emisi antarvariasi knalpot tidak cukup besar untuk menghasilkan perbedaan yang signifikan secara statistik. Meskipun demikian, pola *mean rank* memperlihatkan bahwa knalpot standar menghasilkan kadar emisi CO dan HC tertinggi, sedangkan knalpot AHLM menunjukkan nilai terendah dengan desain pembuangan adaptif yang menggabungkan mekanisme absorptif dan reaktif serta dilengkapi katalis logam tembaga untuk meningkatkan efisiensi aliran gas buang. Hal ini menunjukkan adanya tren penurunan emisi pada knalpot yang dimodifikasi, meskipun belum signifikan secara statistik.

Hasil ini sejalan dengan penelitian Sari *et al.* (2019) yang menyatakan bahwa modifikasi saluran buang yang mampu menstabilkan tekanan aliran dapat menurunkan kadar CO dan HC hingga 10% dibandingkan sistem standar. Meskipun secara statistik hasil ini belum signifikan, namun secara deskriptif knalpot standar menunjukkan nilai emisi HC dan CO tertinggi. Knalpot AHLM menghasilkan emisi terendah dibandingkan dengan variasi knalpot lainnya, dengan penurunan emisi CO sebesar 34% dan HC sebesar 12% dibandingkan knalpot standar. Di sisi lain, knalpot *free flow* hanya menurunkan emisi CO sebesar 23% dan HC sebesar 11% performa yang lebih rendah pada knalpot *free flow* dibandingkan AHLM disebabkan oleh desain saluran pembuangan yang terlalu terbuka, sehingga mengurangi tekanan balik (*back pressure*) secara berlebihan. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa rancangan knalpot *Adaptive High-Performance, Low-Pollution Muffler* (AHLM) memiliki potensi dalam menurunkan emisi gas buang. Meskipun demikian, dibutuhkan penelitian lanjutan dengan jumlah sampel yang lebih banyak agar diperoleh hasil yang lebih signifikan secara statistik. Arah temuan ini memberikan dasar yang kuat untuk pengembangan desain knalpot ramah lingkungan di masa depan. Penelitian lanjutan juga perlu mempertimbangkan pengujian pada berbagai jenis kendaraan yang lebih beragam untuk memperoleh gambaran yang lebih komprehensif.



## SIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian terhadap tiga jenis knalpot (standar, *free flow*, dan AHLM), dapat disimpulkan bahwa knalpot AHLM memiliki performa yang cukup baik dalam mereduksi tingkat kebisingan. Hasil analisis menggunakan uji *Kruskal-Wallis* menunjukkan bahwa pada kondisi *L Urban* diperoleh nilai H sebesar 5,067 dengan nilai signifikansi 0,079 sedangkan pada kondisi *Wide Open Throttle* (WOT) nilai H sebesar 2,487 dengan nilai signifikansi 0,288. Nilai signifikansi yang lebih tinggi dari 0,05 menunjukkan bahwa perbedaan tingkat kebisingan antar jenis knalpot tidak signifikan secara statistik, secara deskriptif knalpot AHLM dapat lebih menurunkan kebisingan 5,88% jika dibandingkan knalpot *free flow*. Sementara itu, hasil uji emisi gas buang memperlihatkan bahwa kadar emisi karbon monoksida (CO) dan hidrokarbon (HC) pada knalpot AHLM lebih rendah dibandingkan knalpot standar maupun knalpot *free flow*, meskipun secara statistik belum menunjukkan perbedaan yang signifikan. Namun secara deskriptif knalpot AHLM dapat menurunkan CO sebesar 17% dan HC 1% jika dibandingkan *free flow*.

## SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah diperoleh, beberapa rekomendasi dapat diajukan untuk pengembangan teknologi knalpot adaptif dan peningkatan efisiensi sistem pembuangan pada sepeda motor. Bahwa knalpot *Adaptive High-Performance, Low-Pollution Muffler* (AHLM) memiliki kinerja yang efektif dalam mereduksi tingkat kebisingan serta menurunkan kadar emisi gas buang dibandingkan dengan knalpot standar maupun knalpot *free flow*. Penelitian lanjutan disarankan untuk dilakukan dengan menambah variasi putaran mesin (rpm) dan jumlah pengulangan pengujian agar hasil yang diperoleh lebih akurat, representatif, dan signifikan secara statistik. Uji ketahanan jangka panjang terhadap komponen knalpot AHLM juga perlu dilakukan untuk memastikan performa dan keandalannya dalam kondisi penggunaan nyata.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya dan apresiasi yang setinggi-tingginya kepada seluruh pihak yang telah memberikan kontribusi dalam proses penelitian ini. Ucapan terima kasih secara khusus disampaikan kepada orang tua dan saudara yang senantiasa memberikan dukungan dan semangat. Terima kasih juga disampaikan kepada Bapak Ahmad Roziqin, S.Pd., M.Pd., selaku dosen pembimbing atas bimbingan dan arahnya selama proses penelitian. Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada Bapak Dr. Eng. Rizqi Fitri Nuryanto, S.T., M.Eng., selaku Koordinator Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang, atas dukungan dan fasilitas yang diberikan. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Laboratorium Otomotif, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang, atas dukungan fasilitas dan bantuan teknis selama kegiatan pengujian berlangsung. Ucapan terima kasih juga tidak lupa disampaikan kepada Cairunnisha Putri Maharanie yang senantiasa menemani dan memberi dukungan. Serta terima kasih kepada rekan-rekan yang telah membantu melaksanakan penelitian.





---

## DAFTAR RUJUKAN

- Badan Pusat Statistik. (2022). *Perkembangan Jumlah Kendaraan Bermotor Menurut Jenis*. Jakarta: Badan Pusat Statistik Republik Indonesia.
- Harahap, H. H., Anggriani, R., & Ayu, A. P. (2024). Peran Teknologi Informasi terhadap Pertumbuhan Ekonomi Indonesia. *Forsinta : Jurnal Informatika, Sistem Informasi dan Kehutanan*, 3(2), 116-125. <https://doi.org/https://doi.org/10.53978/jfsa.v2i1>
- Kurnia, A., & Sudarti, S. (2021). Efek Rumah Kaca oleh Kendaraan Bermotor. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Sains*, 4(2), 1-9. <https://doi.org/10.33059/gravitasi.jpfs.v4i02.4518>
- Mishra, P., Pandey, C. M., Singh, U., Gupta, A., Sahu, C., & Keshri, A. (2019). Descriptive Statistics and Normality Tests for Statistical Data. *Annals of Cardiac Anaesthesia*, 22(1), 67-72. [https://doi.org/10.4103/aca.ACA\\_157\\_18](https://doi.org/10.4103/aca.ACA_157_18)
- Muttaqin, N., Dermawan, C., & Muthaqi, D. I. (2025). Dampak Polusi Suara Knalpot Brong terhadap Ketenteraman Sosial dan Lingkungan: Tinjauan Hukum Multidisipliner. *Esensi Pendidikan Inspiratif*, 7(3), 1-5.
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 56 Tahun 2019 tentang Baku Mutu Kebisingan Kendaraan Bermotor Tipe Baru dan Kendaraan Bermotor yang Sedang Diproduksi Kategori M, Kategori N, dan Kategori L. 2019. Jakarta: Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia.
- Peterson, G. C. L., Hogrefe, C., Corrigan, A. E., Neas, L. M., Mathur, R., & Rappold, A. G. (2025). Impact of Reductions in Emissions from Major Source Sectors on Fine Particulate Matter-Related Cardiovascular Mortality. *Environmental Health Perspectives*, 128(1), 1-8. <https://doi.org/10.1289/EHP5692>
- Rohim, S., Lathifudin, A., Hidayat, S., & Sasmito, C. P. (2023). Pengaruh Penggunaan Knalpot Standar dengan Racing terhadap Torsi dan Daya Sepeda Motor Yamaha Aerox 155 cc Tahun 2018. *Jurnal Penelitian Rumpun Ilmu Teknik*, 2(3), 166-174. <https://doi.org/10.55606/juprit.v2i3.2134>
- Roziqin, A., Maulana, S., Kriswanto, A. S., Khoirurroziqin, M. I., & Nasirudin, A. (2023). Exhaust Gas Pressure and Flow Velocity Analysis of the Conical Silencer High Performance Low Noise Exhaust Muffler. *Journal of Advanced Research in Fluid Mechanics and Thermal Sciences*, 109(2), 39-48. <https://doi.org/10.37934/arfmts.109.2.3948>
- 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>
- Roziqin, A., Suwahyo, S., Septiyanto, A., Anggoro, A. B., & Herunandi, R. I. D. (2022). Pelatihan Produksi Silincer Free Flow Ramah Lingkungan bagi Bengkel Knalpot dan Bengkel Las. *Surya Abdimas*, 6(3), 432-440. <https://doi.org/10.37729/abdimas.v6i3.1665>



- Samsu, S. (2021). *Metode Penelitian: Teori & Aplikasi Penelitian Kualitatif, Kuantitatif, Mixed Methods, serta Research and Development*. Jambi: Pusaka Jambi.
- Sari, N., Hardianto, D., Suraharta, M., & Hermawan, B. A. (2019). Pengaruh Penggunaan *Filter* pada Knalpot Sepeda Motor untuk Mengurangi Tingkat Emisi Gas Buang Kendaraan. *Jurnal Penelitian Sekolah Tinggi Transportasi Darat*, 10(1), 15-27. <https://doi.org/10.55511/jpsttd.v10i1.71>
- Septiyanto, A., Roziqin, A., Hapsoro, B. B., Fauzi, I., Hangga, A., Wiratama, B., Suni, A. F., Fauzi, M., & Arrizki, M. M. (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>
- Yadav, V., & Tiwari, P. K. (2020). A Review on CFD Analysis of Effects of Convergence and Divergence Angles on the Performance of a Nozzle. *International Journal of Science, Engineering and Technology*, 8(1), 1-8.