

**PENGARUH PENGGUNAAN KNALPOT STANDAR DAN KNALPOT
RACING TERHADAP EMISI GAS BUANG DAN TINGKAT
KEBISINGAN PADA YAMAHA NMAX 155 CC DENGAN
BAHAN BAKAR PERTAMAX TURBO**

SKRIPSI

MOHAMAD RIDO RUDIANSYAH

20210110008



**FAKULTAS TEKNIK, KOMPUTER DAN DESAIN
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
UNIVERSITAS NUSA PUTRA**

2025

**PENGARUH PENGGUNAAN KNALPOT STANDAR DAN KNALPOT
RACING TERHADAP EMISI GAS BUANG DAN TINGKAT
KEBISINGAN PADA YAMAHA NMAX 155 CC DENGAN
BAHAN BAKAR PERTAMAX TURBO**

SKRIPSI

MOHAMAD RIDO RUDIANSYAH

20210110008



**FAKULTAS TEKNIK, KOMPUTER DAN DESAIN
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
UNIVERSITAS NUSA PUTRA**

2025

PERNYATAAN PENULIS

PERNYATAAN PENULIS

JUDUL : PENGARUH PENGGUNAAN KNALPOT STANDAR DAN
KNALPOT *RACING* TERHADAP EMISI GAS BUANG DAN
TINGKAT KEBISINGAN PADA YAMAHA NMAX 155 CC
DENGAN BAHAN BAKAR PERTAMAX TURBO

Nama : MOHAMAD RIDO RUDIANSYAH

NIM : 20210110008

“Saya menyatakan dan bertanggung jawab dengan sebenarnya bahwa Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri kecuali cuplikan dan ringkasan yang masing-masing telah saya jelaskan sumbernya. Jika pada waktu selanjutnya ada pihak lain yang mengklaim bahwa skripsi ini sebagai karyanya, yang disertai dengan bukti-bukti yang cukup, maka saya bersedia untuk dibatalkan gelar Sarjana Teknik beserta segala hak dan kewajiban yang melekat pada gelar tersebut”.

Sukabumi, 17 Agustus 2025

A handwritten signature in black ink is written over a red rectangular stamp. The stamp contains the text '1000' in large numbers, 'METERAI' and 'TEMPEL' in smaller text, and a unique alphanumeric code '62A2AAMX430296102' at the bottom.

MOHAMAD RIDO RUDIANSYAH

LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI

JUDUL : PENGARUH PENGGUNAAN KNALPOT STANDAR DAN
KNALPOT *RACING* TERHADAP EMISI GAS BUANG DAN
TINGKAT KEBISINGAN PADA YAMAHA NMAX 155 CC
DENGAN BAHAN BAKAR PERTAMAX TURBO

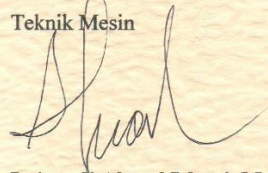
Nama : MOHAMAD RIDO RUDIANSYAH

NIM : 20210110008

Skripsi ini telah diperiksa dan disetujui

Sukabumi, 17 Agustus 2025

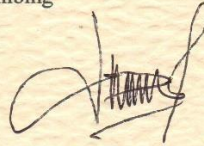
Ketua Program Studi
Teknik Mesin



Lajuardi Akmal Islami, M.Si.

NIDN. 0415039402

Pembimbing



Ir. Dani Mardiyana, S.Pd., M.T.

NIDN. 0429038703

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

JUDUL : PENGARUH PENGGUNAAN KNALPOT STANDAR DAN KNALPOT *RACING*
TERHADAP EMISI GAS BUANG DAN TINGKAT KEBISINGAN PADA
YAMAHA NMAX 155 CC DENGAN BAHAN BAKAR PERTAMAX TURBO

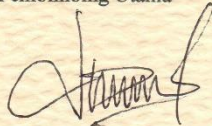
Nama : MOHAMAD RIDO RUDIANSYAH

NIM : 20210110008

Skripsi ini telah diujikan dan dipertahankan di depan dewan penguji pada sidang skripsi tanggal 02 Agustus 2025. Menurut pandangan kami, skripsi ini memadai dari segi kualitas untuk tujuan penganugerahan gelar Sarjana Teknik Mesin.

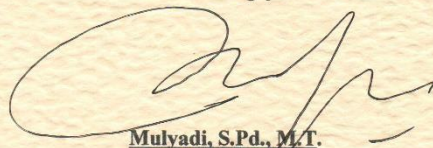
Sukabumi, 17 Agustus 2025

Pembimbing Utama



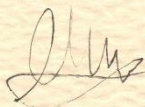
Ir. Dani Mardivana, S.Pd., M.T.
NIDN. 0429038703

Ketua Penguji 1



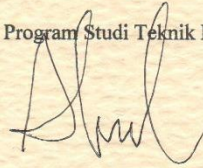
Mulyadi, S.Pd., M.T.
NIDN. 8809290019

Ketua Penguji 2



Zaid Sulaiman, M.T.
NIDN. 0410109701

Ketua Program Studi Teknik Mesin



Lazuardi Akmal Islami, M.Si.
NIDN. 0415039402

Dekan Fakultas Engineering Computer and Desain
(FECD)

Ir. Paikun, S.T., M.T., IPM., ASEAN Eng.
NIDN. 0402037401

MOTTO

“Tidak semua kehendak selalu kebersamai setiap perjalanan, tapi setiap tekad yang berjalan disitu terlihat kehendak kebersamai”

-Mohamad Rido Rudiansyah-

“Setiap kaki melangkah, terasa dorongan orang tua di setiap hentakan kaki”

-Mohamad Rido Rudiansyah-



Skripsi Ini Dipersembahkan Untuk

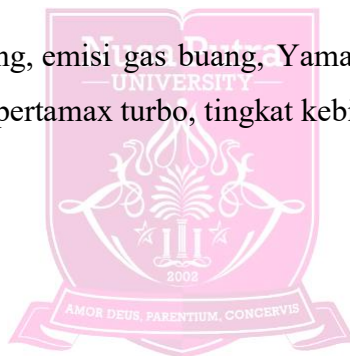
Keluarga Tercinta



ABSTRAK

Yamaha Nmax merupakan salah satu motor yang kerap mengalami modifikasi knalpot *racing*. Namun demikian, dampak modifikasi knalpot *racing* terhadap emisi gas buang dan tingkat kebisingan dapat menyebabkan sepeda motor tidak memenuhi aturan yang berlaku. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan variabel terikat yaitu tingkat emisi gas buang (CO, HC) dan tingkat kebisingan (dB). Bahan bakar yang digunakan yaitu pertamax turbo. Hasil pengujian knalpot standar memenuhi batas emisi dan kebisingan yang diizinkan oleh peraturan pemerintah. Emisi CO sebesar 0,19% dan HC sebesar 861 (ppm), serta kebisingan sebesar 72,6 (dB). Sebaliknya, knalpot racing tidak memenuhi standar, dengan emisi CO sebesar 0,40% dan HC sebesar 1716 (ppm) serta kebisingan 95,9 (dB), jauh melampaui batas yang diperbolehkan. Oleh karena itu, knalpot standar lebih ramah lingkungan dan sesuai regulasi, sementara knalpot racing tidak memenuhi kriteria tersebut.

Kata kunci : Knalpot racing, emisi gas buang, Yamaha NMAX 155 cc, bahan bakar pertamax turbo, tingkat kebisingan



ABSTRACT

The Yamaha Nmax is one of the motorcycles that is often modified with racing exhausts. However, the impact of racing exhaust modifications on exhaust emissions and noise levels can cause motorcycles to fail to comply with applicable regulations. This study used an experimental method with dependent variables of exhaust emissions (CO, HC) and noise levels (dB). The fuel used was Pertamina Turbo. The results of testing the standard exhaust system met the emission and noise limits permitted by government regulations. CO emissions were 0.19%, HC emissions were 861 (ppm), and noise levels were 72.6 (dB). Conversely, racing exhaust systems did not meet the standards, with CO emissions of 0.40% and HC emissions of 1716 (ppm), and noise levels of 95.9 (dB), far exceeding the permitted limits. Therefore, the standard exhaust system is more environmentally friendly and compliant with regulations, while the racing exhaust system does not meet these criteria.

Keywords : Racing exhaust, exhaust emissions, Yamaha NMAX 155 cc,
Pertamax Turbo fuel, noise level



KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul "Pengaruh Penggunaan Knalpot Standar Dan Knalpot *Racing* Terhadap Emisi Gas Buang Dan Tingkat Kebisingan pada Yamaha NMAX 155 CC dengan Bahan Bakar Pertamina Turbo". Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Mesin di Universitas Nusa Putra.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini tidak dapat diselesaikan tanpa bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Terima kasih atas cinta, dukungan, dan doa yang tak pernah putus. Skripsi ini adalah persembahan kecil untuk mamah dan bapak, terima kasih atas segala pengorbanan dan semangat yang telah diberikan. Skripsi ini adalah bukti nyata dari kasih sayang kalian.
2. Keluargaku, yang menjadi sumber kekuatan dan tempat kembali saat semangat mulai goyah. Semoga Allah membalas segala kebaikan dan cinta kalian.
3. Saya juga mengucapkan terima kasih kepada Rosita Jaya Putri, S.Pd yang telah menjadi bagian penting dalam perjalanan skripsi ini. Semoga kebersamaan kita terus berlanjut hingga jenjang-jenjang selanjutnya.
4. Bapak Dr.H. Kurniawan, S.T.,M.Si.,M.M. selaku Rektor Universitas Nusa Putra.
5. Bapak Lazuardi Akmal Islami, M.Si. selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Nusa Putra
6. Bapak Ir. Dani Mardiyana, S.Pd., M.T selaku Dosen Pembimbing yang memberikan dukungan sehingga skripsi ini dapat diselesaikan.
7. Jajaran dosen Program Studi Teknik Mesin yang telah memberikan masukan serta saran selama penelitian ini dilakukan.
8. Teman-teman Teknik Mesin yang senantiasa menemani dan memberikan dukungan selama perkuliahan.

Skripsi ini membahas tentang pengaruh penggunaan knalpot standar dan knalpot *racing* terhadap emisi gas buang dan tingkat kebisingan pada Yamaha NMAX 155 CC dengan bahan bakar Pertamina Turbo. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi pada pengembangan teknologi otomotif dan meningkatkan kesadaran akan pentingnya mengurangi dampak lingkungan dari penggunaan kendaraan bermotor. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki banyak kekurangan dan kesalahan. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari pembaca untuk memperbaiki skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak dan memberikan kontribusi pada pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi otomotif.

Sukabumi, 17 Agustus 2025



Mohamad Rido Rudiansya

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI
UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik UNIVERSITAS NUSA PUTRA, saya bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Mohamad Rido Rudiansyah

NIM : 20210110008

Program Studi : Teknik Mesin

Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Nusa Putra **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (Non-Exclusive RoyaltiFree Right) atas karya ilmiah yang berjudul:

“PENGARUH PENGGUNAAN KNALPOT STANDAR DAN KNALPOT RACING TERHADAP EMISI GAS BUANG DAN TINGKAT KEBISINGAN PADA YAMAHA NMAX 155 CC DENGANBAHAN BAKAR PERTAMAX TURBO” beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan hak bebas royalti noneksklusif ini Universitas Nusa Putra berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (data base), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya

Dibuat di Sukabumi

Pada, 17 Agustus 2025

Yang menyatakan


Mohamad Rido Rudiansyah

DAFTAR ISI

PERNYATAAN PENULIS.....	i
LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI	ii
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	iii
MOTTO.....	iv
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xiv
BAB I	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB II.....	5
TINJAUAN PUSTAKA	5
BAB III.....	14
METODE PENELITIAN	14
3.1 Diagram Alir Penelitian	14
3.2 Studi Literatur	15
3.3 Persiapan Alat dan Bahan.....	15
3.4 Spesimen Pengujian	16
3.5 Pengumpulan Data	16
3.6 Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor	17
3.7 Kebisingan Kendaraan Bermotor.....	18
BAB IV.....	20
HASIL DAN PEMBAHASAN	20
4.1 Hasil	20
4.2 Pembahasan.....	26

BAB V	29
PENUTUP	29
5.1 Kesimpulan	29
5.2 Saran	29
DAFTAR PUSTAKA	30
DOKUMENTASI.....	33



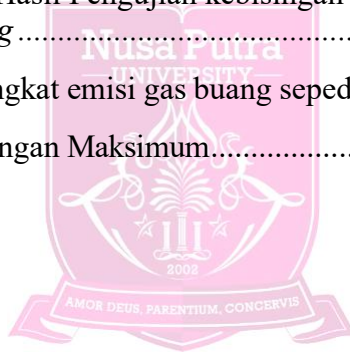
DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sound Level Meter	12
Gambar 2.2 Skema Pengukuran Statis	12
Gambar 2.3 Gas Analyzer	13
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	16
Gambar 4.1 Diagram Uji Emisi Knalpot Standar.....	23
Gambar 4.2 Diagram Uji Emisi Knalpot <i>Racing</i>	24
Gambar 4.3 Diagram Kebisingan Knalpot Standar	25
Gambar 4.4 Diagram Kebisingan Knalpot <i>Racing</i>	26
Gambar 4.5 Diagram Perbandingan Hasil Pengujian Emisi Knalpot Standar dan Knalpot <i>Racing</i>	27
Gambar 4.6 Diagram Perbandingan Hasil Pengujian Kebisingan Knalpot Standar dan Knalpot <i>Racing</i>	29



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Standarisasi tingkat emisi gas buang sepeda motor.....	8
Tabel 2.2 Tingkat Kebisingan Maksimum.....	9
Tabel 2.3 Kendaraan Bermotor Kategori L.....	15
Tabel 3.1 Alat dan Bahan.....	17
Table 4.1 Hasil Pengujian Emisi Knalpot Standar	23
Table 4.2 Hasil Pengujian Emisi Knalpot <i>Racing</i>	24
Tabel 4.3 Hasil Pengujian Kebisingan Knalpot Standar.....	25
Tabel 4.4 Hasil Pengujian Kebisingan Knalpot <i>Racing</i>	26
Tabel 4.5 Perbandingan Hasil Pengujian Emisi Knalpot Standar dan Knalpot <i>Racing</i>	27
Tabel 4.6 Perbandingan Hasil Pengujian kebisingan Knalpot Standar dan Knalpot <i>Racing</i>	28
Tabel 4.7 Standarisasi tingkat emisi gas buang sepeda motor.....	29
Tabel 4.8 Tingkat Kebisingan Maksimum.....	30



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Transportasi roda dua pada saat ini banyak digunakan di dunia, khususnya di Indonesia. Sangat banyak model kendaraan sepeda motor yang berada di Indonesia salah satunya yaitu Yamaha NMAX 155 CC, dengan tingkat pencapaian yang bagus dan sangat nyaman untuk digunakan saat berkendara di jalan. Meskipun begitu, penggunaan motor tersebut sudah terlibat pada masalah lingkungan contohnya yaitu emisi gas buang dan polusi udara. Sehingga, sangat penting untuk mempelajari lebih dalam faktor-faktor yang mempengaruhi komponen kendaraan termasuk knalpot [1] [2].

Salah satu komponen yang cukup krusial adalah knalpot, berfungsi untuk mengeluarkan sisa-sisa pembakaran dari dalam knalpot atau ruang mesin. Banyak pengguna motor yang memodifikasi, salah satunya yaitu mengganti knalpot standar dengan knalpot *racing*. Modifikasi yang dilakukan banyak sekali faktornya seperti ingin mengubah suara motor, hingga sekedar untuk keindahan atau kepuasan penggunaannya. Yamaha NMAX merupakan salah satu kendaraan roda dua yang mengalami modifikasi knalpot *racing*, namun adanya hal ini mengakibatkan terhadap emisi gas dan menimbulkan kebisingan serta dampaknya juga terjadi pada kesehatan manusia dan pencemaran lingkungan [3] [4] [5].

Pencemaran lingkungan salah satunya terjadi karena emisi gas buang kendaraan sepeda motor. Emisi gas buang sepeda motor mengandung berbagai polutan contohnya *hidrokarbon* (HC) dan *karbon monoksida* [6] [7] [8]. Pemerintah Indonesia menetapkan baku mutu emisi gas buang kendaraan bermotor melalui Peraturan Menteri LHK No. P.20/MENLHK/SETJEN/KUM.1/3/2017, yang mengatur batas emisi gas buang kendaraan.[6]

Selain emisi gas buang, kebisingan lalu lintas dapat menyebabkan gangguan kenyamanan dan kesehatan, termasuk gangguan pendengaran, stres dan masalah tidur [11]. Pemerintah Indonesia telah mengatur batas kebisingan kendaraan bermotor melalui Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No.7 Tahun 2009 tentang Ambang Batas Kebisingan Kendaraan Bermotor Tipe Baru [12] [13]. Pada penelitian Syaekhu Akhmad, dkk pada tahun 2022 dengan judul ‘‘Pengaruh Penggunaan Knalpot Standar dan Knalpot *Racing* R9 Terhadap Emisi Gas Buang dan Tingkat Kebisingan Pada Motor Vixion 2013’’ penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penggunaan knalpot *racing* pada sepeda motor dapat meningkatkan tingkat kebisingan hingga melebihi batas yang ditetapkan[15]. Pertamina Turbo merupakan jenis bahan bakar berkualitas tinggi yang mempunyai nilai lebih tinggi dibandingkan dengan bahan bakar lainnya, sehingga dapat menghasilkan pembakaran yang optimal. Penggunaan bahan bakar pada kendaraan roda dua atau sepeda motor dengan penggunaan knalpot *racing* diharapkan mampu mempengaruhi emisi gas buang secara signifikan.

Sehingga pada penelitian ini, peneliti ingin mengetahui ‘‘Pengaruh Penggunaan Knalpot Standar dan Knalpot *Racing* Terhadap Emisi Gas Buang dan Tingkat Kebisingan Pada Yamaha NMAX 155 cc Dengan Bahan Bakar Pertamina Turbo’’.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka peneliti merumuskan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh penggunaan knalpot standar terhadap emisi gas buang pada Yamaha NMAX 155 dengan bahan bakar Pertamina Turbo?
2. Bagaimana pengaruh penggunaan knalpot *racing* terhadap emisi gas buang pada Yamaha NMAX 155 dengan bahan bakar Pertamina Turbo?
3. Bagaimana perbandingan tingkat kebisingan antara penggunaan knalpot standar dan knalpot *racing* pada Yamaha NMAX 155 dengan bahan bakar Pertamina Turbo?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka peneliti bertujuan untuk sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui pengaruh penggunaan knalpot standar terhadap emisi gas buang pada Yamaha NMAX 155 CC dengan bahan bakar Pertamina Turbo.
2. Untuk mengetahui pengaruh penggunaan knalpot racing terhadap emisi gas buang pada Yamaha NMAX 155 CC dengan bahan bakar Pertamina Turbo.
3. Untuk mengetahui perbandingan tingkat kebisingan antara penggunaan knalpot standar dan knalpot racing pada Yamaha NMAX 155 CC dengan bahan bakar Pertamina Turbo.

1.4 Batasan Masalah

Untuk menghindari pembahasan yang terlalu luas, penelitian ini dibatasi pada beberapa hal sebagai berikut:

1. Penelitian ini hanya dilakukan pada Yamaha NMAX 155 cc.
2. Bahan bakar yang digunakan dalam penelitian ini adalah Pertamina Turbo.
3. Knalpot yang diuji adalah knalpot standar dan knalpot *racing*.
4. Parameter yang diuji adalah emisi gas buang dan tingkat kebisingan.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan beberapa manfaat, antara lain:

1. Bagi Pengguna Sepeda Motor

Penelitian ini dapat memberikan informasi mengenai dampak penggunaan knalpot *racing* terhadap emisi gas buang dan kebisingan, sehingga pengguna dapat lebih bijak dalam melakukan modifikasi pada kendaraannya.

2. Bagi Pengguna Sepeda Motor

Penelitian ini dapat menjadi bahan pertimbangan dalam penyusunan regulasi terkait penggunaan knalpot racing yang berkaitan dengan emisi gas buang dan kebisingan.

3. Bagi Peneliti

Penelitian ini dapat menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan modifikasi kendaraan dan dampaknya terhadap lingkungan .



BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Penelitian menunjukkan bahwa terdapat pengaruh penggunaan knalpot standar terhadap emisi gas buang pada Yamaha NMAX 155CC dengan bahan bakar Pertamina Turbo yang menghasilkan CO 0,19% dan HC 861 (ppm). Penggunaan Knalpot *racing* pada Yamaha NMAX 155 cc dengan bahan bakar Pertamina Turbo juga menunjukkan adanya pengaruh karena menghasilkan emisi CO 0,40% dan HC 1716 (ppm). Sementara itu ambang batas emisi ($CO \leq 3\%$, $HC \leq 1000$ ppm) sesuai PermenLHK No. 8 Tahun 2023. Perbandingan kebisingan knalpot standar yaitu 72,6 (dB) sedangkan knalpot *racing* 95,9 (dB) lebih tinggi dari pada knalpot standar sesuai Permen Lingkungan No. 56 Tahun 2019 batas kebisingan yang di izinkan yaitu 80 dB untuk kendaraan dengan mesin 80-175 CC.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, penulis memberikan beberapa saran. Penelitian ini masih memiliki keterbatasan, sehingga disarankan untuk melakukan penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh penggunaan knalpot racing terhadap emisi gas buang dan tingkat kebisingan pada Yamaha NMAX 155 cc dengan bahan bakar Pertamina Turbo. Untuk penelitian selanjutnya, diharapkan dapat menggunakan sepeda motor yang masih dalam kondisi performa maksimal agar hasil yang diperoleh lebih relevan dan akurat.

DAFTAR PUSTAKA

1. Tambunan, A. P. P. (2019). *Komunitas Sepeda Motor Klasik Pada Masyarakat Modern (Studi Tentang Peran Modal Sosial Pada Kolektor Sepeda Motor Klasik Jepang)* (Doctoral dissertation, UNIVERSITAS AIRLANGGA).
2. A. Saepuddin, B. C. Tjiptady, C. Pradhana, M. Rohman, and R. F. Meditama, "Pengaruh Modifikasi Knalpot Terhadap Performa dan Suhu Mesin Pada Sepeda Motor Satria F150," *G-Tech: Jurnal Teknologi Terapan*, vol. 7, no. 1, pp. 280–288, Jan. 2023, doi: 10.33379/gtech.v7i1.1928.
3. Syaekhu, A., Apriyanto, N., & Setiawan, T. (2022). Pengaruh Penggunaan Knalpot Standar Dan Knalpot Racing R9 Terhadap Emisi Gas Buang Dan Tingkat Kebisingan Pada Motor Vixion 2013. *Journal Of Vocational Education And Automotive Technology*, 4(1), 153-164.
4. Putra, Ardian Pratama, And Hananto Widodo. "Penegakan Hukum Terhadap Pelanggaran Modifikasi Knalpot Racing Pada Sepeda Motor Di Kabupaten Ponorogo." *Novum: Jurnal Hukum* (2025): 11-23.
5. Faris Humami, M. julianti, and P. Rusmandani, "Analisis Gas Buang Kendaraan Komersial Berdasarkan Karakteristik Kendaraan Bermotor," *Jurnal Perancangan, Manufaktur, Material, dan Energi (Jurnal Permadi)*, vol. 6, no. 1, pp. 48–59, 2024.
6. Ma'ruf, S. A., Milana, M., Martias, M., & Hidayat, N. (2023). Optimasi Hasil Uji Emisi Gas Buang Sepeda Motor dengan Penambahan Carbon Cleaner. *JTPVI: Jurnal Teknologi dan Pendidikan Vokasi Indonesia*, 1(2), 159-170.
7. Irawan, R. B. (2012). Rancang Bangun Catalytic converter Material Substrat Tembaga Berlapis Mangan Untuk Mereduksi Emisi Gas Karbon Monoksida Motor Bensin. In *Prosiding Seminar Nasional & Internasional* (Vol. 1, No. 1).
8. M. Sulaeman, M. Smkn, G. Guruh, and E. First Author, "Optimasi Penyetelan Celah Katup Terhadap Emisi Gas Buang Pada Sepeda Motor Matic," 2021. [Online]. Available: <https://permadi.nusaputra.ac.id/index>

9. M. L. H. R. Indonesia, "Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan No. P.20/MENLHK/SETJEN/KUM.1/3/2017"
10. Riandi And D. Mardiyana, "Modifikasi Knalpot Mesin Diesel Untuk Mengurangi Emisi Gas Buang Dan Kebisingan Di Ruangan Pabrik Penggilingan," Sukabumi, May 2022. [Online]. Available: <https://permadi.nusaputra.ac.id/index>
11. Tugawati, A. T. (2008). Emisi gas buang kendaraan bermotor dan dampaknya terhadap kesehatan. *Komisi Penghapusan Bensin Bertimbel*, 1, 1-11.
12. Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 07 Tahun 2009 Tentang Ambang Batas Kebisingan Kendaraan Bermotor Tipe Baru
13. Djaleha Sandra Shylvia. 2018. Penggunaan Sepeda Motor Sebagai Transportasi Komersial Menurut Undang-undang Nomor 22 Tahun 2009 Tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan. <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/lexprivatum/article/view/21505>
14. Pambudhi Ardy Revia, dkk. 2023. Penegakan Hukum Serta Sanksi Terhadap Penggunaan Knalpot Racing. *Jurnal Lex Suprema*. ISSN: 2656-6141 <https://jurnal.law.uniba-bpn.ac.id/index.php/lexsuprema/article/view/801>
15. Syaekhu Akhmad, dkk. 2022. Pengaruh Penggunaan Knalpot Standar dan Knalpot Racing R9 Terhadap Emisi Gas Buang dan Tingkat Kebisingan Pada Motor Vixion 2013. *Journal of Vocational Education and Automotive Technology*. Vol. 4. No. 1.
16. A Zahra Fitriana. 2022. BAB II Tinjauan Pustaka. Diakses dari <https://eprints.poltekkesjogja.ac.id/9779/4/4.%20Chapter%202.pdf>
17. Lefrandat R. I. Lucia, Kumaat Meike. 2020. Analisa Tingkat Kebisingan Lalu Lintas Di Jalan Raya Ditinjau Dari Tingkat Mutu Kebisingan Yang Diizinkan. *Jurnal Sipil Statik*. ISSN: 2337-6732 Vol. 8
18. Setiawan R.E., Margianto., Robbi Nur. 2023. Pengaruh Campur Bahan Bakar Pertalite, Pertamina Turbo dengan Pertamina Terhadap Performa Sepeda Motor Vario 155cc. <https://jim.unisma.ac.id/index.php/jts/article/viewFile/19433/14694>

19. D. Ekawati. 2018. BAB II Tinjauan Kebisingan.
<https://dspace.uui.ac.id/bitstream/handle/123456789/10975/05.2%20bab%202.pdf.pdf>
20. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 8 Tahun 2023 Tentang Baku Mutu Emisi Kendaraan Bermotor Kategori M, Kategori N, Kategori O, dan Kategori L.
21. Khairy Imam M. SNI 09-7118.3-2005 tentang Emisi Gas Buang - Sumber Bergerak - Bagian 3: Cara Uji Kendaraan Bermotor Kategori L pada Kondisi Idle <https://www.slideshare.net/slideshow/sni-09711832005-tentang-emisi-gas-buang-sumber-bergerak-bagian-3-cara-uji-kendaraan-bermotor-kategori-l-pada-kondisi-idle/90642082>
22. A. Pratama, Analisis Akurasi Pengukuran Emisi Gas Buang Menggunakan Gas Analyzer pada Kendaraan Bermotor, Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta, 2021
23. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Nomor 56 Tahun 2009.
<https://peraturan.bpk.go.id/Details/297102/permen-lhk-no-56-tahun-2019>



