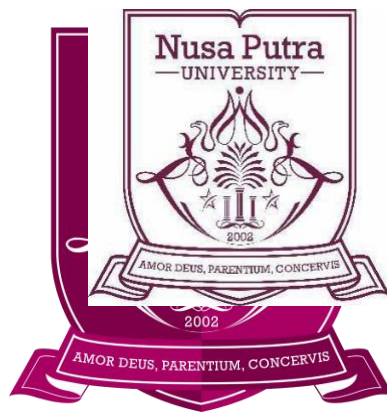


**OPTIMASI PENYETELAN CELAH KATUP TERHADAP
EMISI GAS BUANG PADA SEPEDA MOTOR MATIC**

SKRIPSI

MUHAMAD SULAEMAN
20190110063



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK,KOMPUTER DAN DESAIN
SUKABUMI
FEBRURI 2023**

**OPTIMASI PENYETELAN CELAH KATUP TERHADAP
EMISI GAS BUANG PADA SEPEDA MOTOR MATIC**

SKRIPSI

*Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Dalam Menempuh
Gelar Sarjana Teknik mesin*

MUHAMAD SULAEMAN
20190110063



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK,KOMPUTER DAN DESAIN
SUKABUMI
FEBRURI 2023**

PERNYATAAN PENULIS

JUDUL : OPTIMASI PENYETELAN CELAH KATUP TERHADAP
EMISI GAS BUANG PADA SEPEDA MOTOR MATIC
NAMA : MUHAMAD SULAEMAN
NIM : 20190110063

“Saya menyatakan dan bertanggung jawab dengan sebenarnya bahwa laporan 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 laporan ini sebagai karyanya, yang disertai dengan bukti bukti yang cukup, maka saya bersedia untuk dibatalkan gelar Sarjana Teknik saya beserta segala hak dan kewajiban yang melekat pada gelar tersebut”.



MUHAMAD SULAEMAN
PENULIS

PENGESAHAN SKRIPSI

JUDUL : OPTIMASI PENYETELAN CELAH KATUP TERHADAP
EMISI GAS BUANG PADA SEPEDA MOTOR MATIC

NAMA : MUHAMAD SULAEMAN

NIM : 20190110063

Laporan ini telah diujikan dan dipertahankan di depan Dewan Penguji pada Sidang skripsi tanggal 22 Januari 2023. Menurut pandangan kami, laporan ini memadai dari segi kualitas untuk tujuan penganugerahan gelar Sarjana S1 Teknik Mesin.

Sukabumi, 12 Februari 2023

Pembimbing

Penguji



Ketua Program Studi Teknik Mesin

Mukhlis Ali, S.T., M.T.
NIDN. 0402108209

Lazuardi Akmal Islami, S.Si., M.Si.
NIDN. 0415039402

Dekan Fakultas Teknik, Komputer dan Desain

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

ABSTRACT

The development of the number of motorized vehicles in Indonesia is increasing rapidly every year, most motorized vehicles can produce bad exhaust emissions, either due to inadequate maintenance or bad driver behavior. Air pollution that has occurred so far is largely due to the presence of motorized vehicles as a means of transportation. Most of the air pollution is caused by motor vehicle emissions. Motor vehicles emit harmful gases which can have a negative impact, both on human health and the environment. This research method is experimental with a research data collection design namely Optimization of valve clearance adjustments on vehicles, then the results of the settings that have been observed with differences in valve clearance adjustments with lower exhaust emissions of CO and HC. This study was then given the treatment of IN valve clearance adjustment of 0.03 mm, 0.04 mm, 0.05 mm 0.06 mm, 0.07 mm, 0.08 mm, 0.09 mm and EX valve; 0.05 mm, 0.06 mm, 0.07 mm, 0.08 mm, 0.09 mm, 0.10 mm, 0.11 mm at each rotation of 900rpm, 1400rpm, 2000rpm and 2100rpm with the aim of knowing exhaust gas characteristics that come out of the vehicle into the environment. With the experimental results of optimizing the IN valve gap of 0.04 mm, the EX valve 0.06 mm gets 0.04% CO, 28ppm HC at 900rpm rotation, 1400rpm CO 0.11% rotation. HC 156ppm, 2000rpm rotation. CO 0.09%. HC 26ppm, and for 2100rpm rotation. CO 33%. HC 44ppm. Referring to the Regulation of the Minister of Environment Number: 05 of 2006, it can be concluded that the exhaust emissions resulting from optimization are categorized as environmentally friendly.

Keywords: valve clearance adjustment, exhaust emissions.



ABSTRAK

Perkembangan jumlah kendaraan bermotor di Indonesia tiap tahun bertambah pesat, sebagian besar kendaraan bermotor dapat menghasilkan emisi gas buang yang buruk, baik akibat perawatan yang kurang memadai atau perilaku pengendara yang buruk. Polusi udara yang telah terjadi selama ini sebagian besar disebabkan oleh keberadaan kendaraan bermotor sebagai alat transportasi. Sebagian besar pencemaran udara diakibatkan oleh emisi kendaraan bermotor. Kendaraan bermotor mengeluarkan gas-gas berbahaya yang dapat menimbulkan dampak negatif, baik terhadap kesehatan manusia maupun lingkungan. Metode penelitian ini adalah eksperimental dengan rancangan pengumpulan data penelitian yaitu Optimasi penyetelan celah katup pada kendaraan, kemudian hasil pengaturan yang sudah di amati dengan perbedaan penyetelan celah katup dengan emisi gas buang yang lebih rendah kadar CO dan HC. Penelitian ini kemudian diberikan perlakuan penyetelan celah katup IN 0,03 mm, 0,04 mm, 0,05 mm 0,06 mm, 0,07 mm, 0,08 mm, 0,09 mm serta katup EX; 0,05 mm, 0,06 mm, 0,07 mm, 0,08 mm, 0,09 mm, 0,10 mm, 0,11 mm pada masing-masing putaran 900rpm, 1400rpm, 2000rpm dan 2100rpm dengan tujuan untuk mengetahui karakteristik gas buang yang keluar dari kendaraan ke lingkungan. Dengan hasil Eksperimen optimasi celah katup IN 0,04 mm, katup EX 0,06 mm mendapat CO 0,04%, HC 28ppm pada putaran 900rpm, putaran 1400rpm CO 0,11%. HC 156ppm, putaran 2000rpm. CO 0,09%. HC 26ppm, dan untuk putaran 2100rpm. CO 33%. HC 44ppm. Mengacu Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 305 Tahun 2006 dapat disimpulkan emisi gas buang hasil optimasi dikategorikan ramah lingkungan.

Kata kunci : penyetelan celah katup, emisi gas buang.



KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan ke hadirat Allah SWT, berkat rahmat dan karunia-Nya akhirnya, penulis dapat menyelesaikan skripsi.

Tujuan penulisan laporan ini adalah untuk memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana pada program studi Teknik Mesin UNIVERSITAS NUSA PUTRA. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan laporan ini. Sehubungan dengan itu penulis menyampaikan penghargaan dan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Dr. Kurniawan, S.T., M.Si., M.M. selaku Rektor Universitas Nusa Putra Sukabumi.
2. Bapak Anggy Pradiftha Junfithrana, S.Pd., M.T. selaku Wakil Rektor I Bidang Akademik Universitas Nusa Putra Sukabumi.
3. Lazuardi Akmal Islami, S.Si., M.Si selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Nusa Putra Sukabumi.
4. Bapak Mulyadi, S.Pd., M.T. selaku dosen pembimbing I Universitas Nusa Putra Sukabumi, yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan skripsi ini.
5. Bapak Mukhlis Ali, S.T., M.T. selaku dosen penguji I Universitas Nusa Putra Sukabumi, yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan skripsi ini.
6. Bapak Lazuardi Akmal Islami, S.Si., M.Si selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Nusa Putra Sukabumi. Dan selaku dosen penguji II Universitas Nusa Putra Sukabumi, yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan skripsi ini.
7. Para Dosen Program Studi teknik Mesin Universitas Nusa Putra Sukabumi.
8. Orang tua dan keluarga saya yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral.
9. Rekan – rekan mahasiswa yang telah memberikan *support*. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu kritik dan saran yang membangun dari berbagai pihak sangat saya harapkan demi perbaikan. Aamiin Yaa Rabbal'Alamiin.

Sukabumi, 22 januari 2023

Penulis

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN
PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK
KEPENTINGAN AKADEMIK**

Sebagai civitas akademik UNIVERSITAS NUSAPUTRA ,saya yang bertanda tangan di bawah ini:

NAMA : MUHAMAD SULAEMAN

NIM : 20190110063

PROGRAM STUDI : TEKNIK MESIN

JENIS KARYA : SKRIPSI

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Nusa Putra **Hak Bebas Royalti Non-eksklusif (*Non-exclusive Royalty- Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

**“OPTIMASI PENYETELAN CELAH KATUP TERHADAP
EMISI GAS BUANG PADA SEPEDA MOTOR MATIC”**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan hak bebas Royalti Non Eksklusif ini Universitas Nusa Putra berhak menyimpan, mengalih media/formatan, mengolah dalam bentuk pangkalan data (database), merawat dan mempublikasikan SKRIPSI 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 tanggal : 20 Januari 2023

Yang menyatakan,

Materai 10.000

MUHAMAD SULAEMAN

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	
HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN PENULIS.....	ii
PENGESAHAN SKRIPSI	iii
ABSTRACT	iv
ABSTRAK.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIK	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	5
1.1 Latar Belakang.....	5
1.2 Identifikasi Masalah.....	7
1.3 Rumusan Masalah	7
1.4 Batasan Masalah.	8
1.5 Tujuan peneliti.....	8
1.6 Manfaat Penelitian.....	8
1.7 Sistematika Penulisan.....	9
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	10
2.1 Motor bakar	10



2.2 Motor Empat langkah	10
2.3 Katup	12
2.4 Emisi Gas Buang	13
2.5 Gas Karbon Monoksida (CO)	15
2.6 Hydrokarbon (HC)	16
2.7 Thachometer	16
2.8 Gas Analyzer	16
2.9 Karbondioksida (CO)	17
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	18
3.1 Metode Penelitian	18
3.2 Diagram Alir	18
3.3 Studi Literatur	19
3.4 Kegiatan	19
BAB IV Pembahasan hasil	26
4.1 Hasil	26
4.2 Pembahasan	37
BAB V Penutup	41
5.1 Kesimpulan	41
5.2 Saran	41
DAFTAR PUSTAKA	42



DAFTAR TABEL

Tabel. 2.1 Ambang Batas Emisi Gas Buang.....	17
Tabel. 3.1 Alat dan Kunci	19
Tabel. 3.2 Bahan dan APD	19
Tabel. 3.3 Spesifikasi Motor	19
Tabel. 4.1 Hasil CO 900 rpm	26
Table. 4.2 Hasil HC 900 rpm.....	28
Tabel. 4.3 Hasil CO terendah 1400 rpm	30
Tabel. 4.4 Hasil HC terendah 1400 rpm	31
Tabel. 4.5 Hasil CO 2000 rpm.....	32
Tabel. 4.6 Hasil HC 2000rpm.....	34
Tabel. 4.7 hasil CO 2100rpm.....	36
Tabel. 4.8 hasil HC 2100rpm.....	37
Tabel. 4.9 hasil 900 rpm, 1400rpm, 2000rpm,2100rpm.....	38



DAFTAR GAMBAR

Gambar.1.1 Statistik peningkatan jumlah kendaraan.....	5
Gambar. 2.2 Gambar langkah kerja motor 4 langkah	11
Gambar. 3.1 Diagram Alir	18
Gambar. 3.2 Bengkel Tbsm.....	19
Gambar. 3.3 Motor Yamaha Mio 2006.....	19
Gambar. 3.4 Alat, Media, dan APD	20
Gambar. 3.5 Alat dan Kunci.....	20
Gambar. 3.6 Kegiatan Membuka Cover Dan Tutup Kepala Silinder.....	21
Gambar. 3.7 Kegiatan Penyetelan Celah Katup	22
Gambar. 3.8 Gas Analyzer.....	23
Gambar. 3.9 Thacometer	24
Gambar. 4.1 Grafik hasil CO terendah pada putaran 900 rpm.....	27
Gambar. 4.2 Grafik hasil HC terendah pada putaran 900rpm	29
Gambar. 4.3 Grafik hasil CO terendah pada putaran 1400rpm.....	30
Gambar. 4.4 Grafik hasil HC terendah pada putaran 1400rpm.....	32
Gambar. 4.5 Grafik hasil CO terendah pada putaran 2000rpm.....	33
Gambar. 4.6 Grafik hasil HC terendah pada putaran 2000 rpm.....	35
Gambar. 4.7 Grafik hasil CO terendah pada putaran 2100rpm.....	36
Gambar. 4.8 grafik hasil HC terendah pada putaran 2100rpm.....	38



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Bertambahnya kendaraan bermotor tiap tahunnya akan menambah jumlah emisi gas buang. Menurut data dari badan pusat statistik (BPS) jumlah kendaraan bermotor setiap tahunnya akan mengalami peningkatan signifikan seperti yang terjadi pada tahun 2022 sesuai ini.



Gambar 1.1 Statistik Peningkatan Sepeda Motor
Sumber : Kantor Kepolisian Republik Indonesia.

Data Korps Lalu Lintas Kepolisian Negara Republik Indonesia mencatat, jumlah kendaraan yang masih beroperasi di sepuluh provinsi di Indonesia pada 16 Januari 2022 mencapai 117.679.559 juta unit, untuk kendaraan bermotor paling tinggi adalah provinsi Jawa Timur mencapai 23.258.683 unit dan Jawa Barat mencapai 17.621.415 unit. (Sumber : Polda tanggal 16 Januari 2022)

Dengan meningkatnya jumlah kendaraan bermotor dapat menimbulkan dampak yang buruk bagi lingkungan, terutama emisi gas buang yang dihasilkan dari sisa pembakaran. Proses pembakaran bahan bakar dari motor bakar menghasilkan gas buang yang secara teoritis mengandung unsur CO, NO₂, HC, C, CO₂, H₂O, dan N₂. Unsur CO dan HC yang berpengaruh bagi kesehatan, karena

unsur CO dan HC hasil pembakaran bersifat racun bagi darah manusia pada saat pernafasan sebagai akibat berkurangnya oksigen pada jaringan darah. Jika jumlah CO dan HC sudah mencapai jumlah tertentu atau jenuh di dalam tubuh maka akan menyebabkan kematian. Besarnya emisi gas buang yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor tidak boleh melebihi standar baku yang dikeluarkan oleh pemerintah, sesuai dengan Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup 05 Tahun 2006 tentang ambang batas emisi gas buang kendaraan bermotor lama untuk sepeda motor produksi kurang dari tahun 2010 untuk dua langkah 4,5% CO & 1200 ppm HC, untuk empat langkah 5,5% CO & 2400 ppm HC, sedangkan sepeda motor produksi lebih dari tahun 2010 baik dua langkah maupun empat langkah 4,5% CO & 2000 ppm HC.

Sebenarnya kendaraan diawal produksi sudah dirancang atau dibuat atau mengikuti standar emisi gas buang sesuai ketentuan yang berlaku akan tetapi karena pemakaian yang sudah lama keausan pada kendaraan Mobil dan sepeda motor, akan mengalami perubahan ukuran komponen ataupun keausan komponen terutama pada komponen pembakaran yang menghasilkan emisi gas buang diantaranya komponen katup, busi, ring, torak, silinder dan komponen lainnya. Apabila komponen tidak sesuai standar lagi, maka diperlukan adanya penyetelan ulang dan perawatan.



Adapun penyetelan yang bisa dilakukan untuk mengurangi emisi adalah :

1. Emisi : Dapat dilakukan dengan mengatur campuran udara dan bahan bakar saat Idle, dengan menggunakan *idle mixture adjusting screw* pada sistem karburator
2. Celah katup : Celah katup yang tidak sesuai akan menyebabkan jumlah bahan bakar yang akan masuk ke mesin berlebihan atau malah berkurang. Akibatnya, ada sebagian bahan bakar yang terbang ke udara luar.
3. kerja katup yang bekerja secara terus menerus membuka dan menutup mengakibatkan permasalahan celah katup yang berubah dari spesifikasi.
4. Menjamin efisiensi pemasukan campuran bahan bakar dan udara
5. Menjamin efisiensi pembuangan gas sisa pembakaran.

6. Menjaga kondisi pemasukan dan pengeluaran campuran udara dan bahan bakar serta gas sisa pembakaran agar sama atau hampir sama yang diharapkan
7. Menggunakan bahan bakar dengan nilai oktan yang sesuai. Pemakaian nilai oktan yang tidak sesuai akan menimbulkan knocking atau keterlambatan pembakaran yang akan mengakibatkan polusi udara.
8. Busi yang aus akan menghasilkan bunga api yang kecil, sehingga bahan bakar tidak akan terbakar semua. Akibatnya sisa bahan bakar yang tidak terbakar terbang ke udara luar dan jadilah polusi.
9. Pengaruh gaya berkendara dengan emisi gas buang juga jelas. Sebab gaya berkendara menentukan boros tidaknya konsumsi Bbm. Semakin boros konsumsi bbm berarti semakin banyak polutan yang dilepas lewat knalpot kendaraan.

Untuk meningkatkan kesempurnaan pembakaran dapat dilakukan dengan memperbaiki cara-cara diatas sehingga akan dihasilkan emisi gas buang yang ramah lingkungan.

Menyetel celah katup pada kendaraan produksi tahun lama disebabkan komponen-komponen yang sudah aus mempengaruhi pada emisi gas buang.

Dengan permasalahan tersebut maka peneliti akan melakukan optimasi penyetelan celah katup pada sepeda motor matic. Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan celah katup yang terbaik ditinjau dari segi emisi gas buang sepeda motor.

1.2 Identifikasi Masalah

1. Jumlah kendaraan bermotor besar dapat menimbulkan dampak yang buruk bagi lingkungan, terutama emisi gas buang yang dihasilkan dari sisa pembakaran.
2. Sisa sisa pembakaran pada motor bakar dapat mengganggu kesehatan.
3. Motor motor produksi lama dapat menghasilkan emisi gas buang yang buruk.

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut di atas maka permasalahan penelitian dirumuskan sebagai berikut :

1. Pada celah katup berapakah yang menghasilkan emisi gas buang yang ramah lingkungan ?
2. Berapakah besaran CO dan HC yang diperoleh pada optimasi penyetelan katup ?
3. Apakah dengan optimasi celah katup dapat diperoleh emisi gas buang yang lebih ramah lingkungan ?

1.4 Batasan Masalah

Agar pembahasan tidak meluas maka batasan masalah penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mesin motor bensin yang digunakan sebagai obyek penelitian adalah sepeda motor matic Yamaha mio 2006.
2. Kadar emisi yang akan diuji meliputi emisi CO, HC.
3. Pengujian emisi dilakukan pada putaran 900 rpm, 1400 rpm, 2000 rpm, dan 2100 rpm dengan tanpa beban.



1.5 Tujuan peneliti

Tujuan peneliti dari judul di atas “optimasi penyetelan celah katup terhadap emisi gas buang pada kendaraan sepeda motor matic Yamaha mio” sebagai berikut :

1. Untuk mendapatkan ukuran celah katup yang terbaik ditinjau dari segi emisi gas buang.
2. Untuk mempelajari seberapa besar pengaruh, penyetelan celah katup terhadap emisi gas buang yang dihasilkan.

1.6 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini diharapkan mempunyai nilai guna bagi peneliti dan pembaca pada umumnya.

1. Manfaat Teoritis sebagai berikut :

- a. Dari penelitian ini dapat memberikan sumbangan pemikiran untuk memperluas wawasan tentang penyetelan celah katup yang optimal dalam menurunkan emisi gas buang.
- b. Dari hasil penelitian ini dapat menambah pengetahuan dan pengalaman tentang penggunaan, celah katup, yang optimal dalam menurunkan emisi gas buang untuk peneliti dan bagi masyarakat pada umumnya.

2. Manfaat Praktis Bagi Peneliti sebagai berikut :

- a. Dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat menambah pengalaman dan pengetahuan yang luas tentang penyetelan celah katup, yang optimal dalam menurunkan emisi gas buang.
- b. Dapat menambah cakrawala ilmu pengetahuan dan perbendaharaan kepustakaan.

1.7 Sistematika Penulisan

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini memuat tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah dan manfaat penelitian dan sistematika laporan.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini memuat tentang *referensi* dari penelitian yang dilakukan sebelumnya untuk penunjang yang menjelaskan tentang fungsi dari alat yang digunakan dalam pembuatan penelitian ini.

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini memuat tentang penjelasan mengenai tahapan – tahapan dalam perancangan dari alat yang akan dibuat.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi tentang tahapan – tahapan yang di lakukan dari mulai sampai selesai penelitian.

BAB 5 PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan dan saran.

DAFTAR PUSTAKA

Bab ini memuat tentang sumber *referensi* yang dimuat dalam penelitian ini.



DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Machmud, “Analisis Pengaruh Tahun Perakitan Terhadap Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor,” *J. Mesin Nusantara*, vol. 4, no. 1, pp. 21–29, 2021, doi: 10.29407/jmn.v4i1.16038.
- [2] I. M. Mara, I. M. A. Sayoga, I. G. N. K. Yudhyadi, and I. M. Nuarsa, “Analisis emisi gas buang dan daya sepeda motor pada volume silinder diperkecil,” *Din. Teknik Mesin*, vol. 8, no. 1, p. 8, 2018, doi: 10.29303/dtm.v8i1.154.
- [3] “<https://www.smkn1gunungguruh.sch.id/>.”
- [4] M. Ferdnian, “Analisis Uji Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor dan Dampaknya Terhadap Lingkungan di Kota Balikpapan (Kal-Tim),” *Transmisi*, vol. XII, pp. 15–24, 2016.
- [5] <http://spesifikasisepedamotor.blogspot.com/2013/12/yamaha-mio-sporty.html>
- [6] <https://ejournal.undiksha.ac.id/index.php/JPTM/article/view/26637>
- [7] <https://jurnal.nusaputra.ac.id/rekayasa/uploads/paper/16a2e-5-edisi-iv-jurnal-rekayasateknologinusaputra-musyadi.pdf>
- [8] https://jdih.dephub.go.id/assets/pdfs/pEI/2018/5._Pelaksanaan._UjiEmisi.Gas.Buang.pdf
- [9] <https://bsilhk.menlhk.go.id/sandertm/2022/08/30/sni-09-7118-3-2005-emisi-gas-buang-sumber-bergerak-bagian-3-cara-uji-kendaraan-bermotor-kategori-1-pada-kondisi-idle/>
- [10] <https://pertamax7.com/2021/05/30/spesifikasi-yamaha-mio-sporty/>
- [11] <https://labenviro.co.id/cara-kerja-alat-uji-emisi-gas-buang/>
- [12] <https://www.geraiteknologi.com/2021/05/cara-menyetel-katup-motor.html>
- [13] <https://www.sentrakalibrasiindustri.com/prinsip-kerja-dan-bagian-bagian-tachometer-alat-ukur-rpm/>
- [14] <https://otomotif.kompas.com/read/2021/04/26/151200815/cara-kerja-mesin-sepeda-motor-4-tak>

