

Analisis Pengaruh Umur Dan CC Kendaraan Terhadap Emisi Gas Buang Pada Sepeda Motor Injeksi Menggunakan Bahan Bakar Ron 92

Guspin Karnova^{a,*}, Een Tonadi^a, Antonius FA Silaen^a,^a Teknik Mesin, Universitas Prof. Dr. Hazairin S.H, Jl. Jendral Ahmad Yani No1 Bengkulu,38115, indonesia

INFO ARTIKEL

Riwayat Artikel:

Diterima 2 Juli 2025

Diterima setelah direvisi 10 November 2025

Disetujui 11 November 2025

Kata kunci:

Emisi Gas Buang
Sepeda Motor Injeksi
Ron 92
Kapasitas Mesin
Usia Kendaraan

Abstract- This study aims to analyze the influence of vehicle age and engine capacity (CC) on exhaust gas emissions in injection motorcycles using RON 92 fuel. The emissions analyzed include carbon monoxide (CO), hydrocarbons (HC), and carbon dioxide (CO₂). The study applied an experimental quantitative approach by directly testing six EFI (Electronic Fuel Injection) motorcycles with different assembly years (2009–2023) and engine capacities (110–150 cc). Each test was conducted under idle conditions for 30 minutes using a gas analyzer. Measurements were replicated three times for each sample to ensure data validity. Data were analyzed using descriptive statistics and multiple regression to identify the influence of vehicle age and engine capacity on emission levels. The results showed that older motorcycles (2009, 110 cc) produced higher CO and HC emissions (0.28% CO and 164 ppm HC) compared to newer models (2017–2023). Meanwhile, CO₂ emissions tended to increase with better combustion efficiency in newer motorcycles. Vehicle age and engine capacity significantly affect exhaust gas characteristics, but maintenance condition also contributes strongly. These findings can serve as a reference for emission control policies and public awareness regarding eco-friendly vehicle maintenance.

Intisari- Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh usia kendaraan dan kapasitas mesin (CC) terhadap emisi gas buang sepeda motor injeksi berbahan bakar RON 92. Jenis emisi yang diuji meliputi karbon monoksida (CO), hidrokarbon (HC), dan karbon dioksida (CO₂). Penelitian dilakukan secara eksperimental kuantitatif pada enam sepeda motor EFI (Electronic Fuel Injection) dengan variasi tahun perakitan (2009–2023) dan kapasitas mesin 110–150 cc. Pengujian dilakukan dalam kondisi idle selama 30 menit menggunakan gas analyzer dengan tiga kali pengulangan (replikasi). Data dianalisis menggunakan statistik deskriptif dan regresi berganda untuk mengetahui pengaruh usia dan kapasitas mesin terhadap emisi gas buang. Sepeda motor dengan tahun perakitan lebih lama (2009, 110 cc) menghasilkan emisi CO dan HC tertinggi (0,28% CO dan 164 ppm HC), sedangkan sepeda motor yang lebih baru menunjukkan nilai CO₂ lebih tinggi akibat pembakaran lebih sempurna. Usia dan kapasitas mesin berpengaruh terhadap karakteristik emisi gas buang, namun kondisi perawatan kendaraan juga berperan penting. Hasil penelitian ini diharapkan menjadi referensi dalam pengendalian pencemaran udara dan peningkatan kesadaran perawatan kendaraan ramah lingkungan.

1. Pendahuluan

Emisi gas buang kendaraan bermotor merupakan salah satu penyumbang utama pencemaran udara yang berdampak negatif terhadap kesehatan manusia dan lingkungan [1, 2]. Sepeda motor, sebagai moda transportasi dominan di Indonesia, menjadi perhatian utama dalam upaya pengendalian emisi.

Teknologi Electronic Fuel Injection (EFI) dikembangkan untuk meningkatkan efisiensi pembakaran dan mengurangi emisi dibandingkan sistem karburator [2]. Namun demikian, penelitian menunjukkan bahwa meskipun EFI meningkatkan efisiensi pembakaran, faktor lain seperti umur kendaraan, kapasitas mesin (CC), dan perawatan tetap berpengaruh signifikan terhadap emisi gas buang [4].

Selain faktor tersebut, kualitas bahan bakar juga berpengaruh terhadap pembentukan emisi. Bahan bakar RON 92 (Pertamax) memiliki

karakteristik yang lebih stabil terhadap tekanan dan panas, sehingga mampu menghasilkan pembakaran yang lebih sempurna dibanding RON yang lebih rendah [5, 6].

Sejumlah penelitian terdahulu berfokus pada perbandingan emisi antara sistem karburator dan EFI atau pengaruh variasi bahan bakar terhadap performa mesin [7, 8, 9]. Namun, kajian yang mengombinasikan faktor umur kendaraan dan kapasitas mesin terhadap karakteristik emisi pada sepeda motor EFI berbahan bakar RON 92 masih sangat terbatas.

Penelitian ini menutup kesenjangan tersebut dengan menganalisis pengaruh umur dan kapasitas mesin terhadap emisi CO, HC, dan CO₂ pada sepeda motor injeksi berbahan bakar RON 92.

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi kebijakan pengendalian emisi gas buang kendaraan bermotor dan mendorong

* Corresponding Author:

E-mail: Penjuangh@gmail.com (Guspin Karnova)

kesadaran masyarakat akan pentingnya perawatan kendaraan serta penggunaan bahan bakar ramah lingkungan.

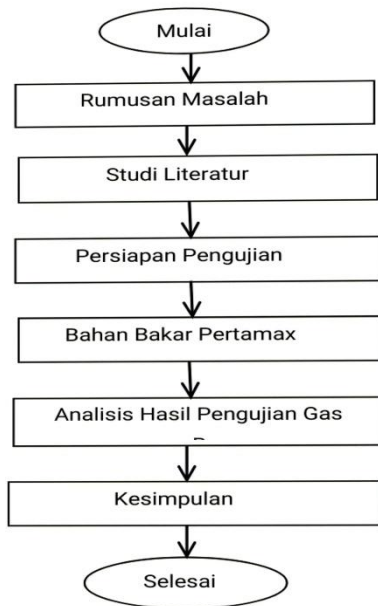
2. Metodologi Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif eksperimental, di mana dilakukan pengujian langsung terhadap sepeda motor dengan berbagai kapasitas mesin (CC) dan waktu penggunaan tertentu untuk mengukur kadar emisi gas buang yang dihasilkan. Tujuan utama adalah menganalisis pengaruh variabel waktu operasi kendaraan dan kapasitas mesin (CC) terhadap emisi gas buang.

2.1. Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan di laboratorium Teknik otomotif SMK Negeri 3 Lebong yang beralamat di Jalan Serban Kuning Desa Tik Jeniak, kecamatan Lebong Selatan, Kabupaten Lebong, Provinsi Bengkulu. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei 2025.

2.2. Diagram Alir



Gambar 1. Diagram Alir

Gambar 1 Menunjukkan diagram alir penelitian yang menjelaskan tahapan tahapan mulai dari persiapan pengujian hingga kesimpulan dan saran

2.3. Alat Dan Bahan

1. Gas analyzer

Gas analyzer digunakan untuk mengukur konsentrasi berbagai jenis gas yang terdapat dalam gas buang kendaraan, seperti:

- a. CO (Carbon Monoxide) → Menunjukkan pembakaran tidak sempurna.
- b. CO₂ (Carbon Dioxide) → Menunjukkan tingkat efisiensi pembakaran.
- c. HC (Hydrocarbon) → Menunjukkan adanya bahan bakar yang tidak terbakar sempurna.
- d. O₂ (Oksigen) → Untuk melihat efisiensi pembakaran dan kerja sistem injeksi.

e. NO_x (Nitrogen Oksida) → Berkaitan dengan suhu pembakaran dan pencemaran udara.

2. Stopwatch

Stopwatch digunakan untuk mencatat lama waktu mesin dioperasikan saat pengujian, selama 30 menit. Hal ini penting karena emisi gas buang bisa berubah seiring waktu, terutama saat mesin baru dinyalakan (cold start) dan saat sudah panas (engine warm-up).

3. Alat pencatat suhu dan kelembaban

Thermo-Hygrometer Ini adalah alat paling umum yang digunakan untuk mengukur: Suhu udara (°C) Kelembaban relatif (%)

4. Sepeda motor dengan berbagai kapasitas mesin



Gambar 2. Sepeda Motor 110 cc (Tahun 2009 dan 2023)



Gambar 3. Sepeda Motor 115 cc (Tahun 2014 dan 2017)



Gambar 4. Sepeda Motor 150 cc.

No	Tahun Perakitan Kendaraan	CC	Variabel Pengujian					
			Karbon Monoksida CO(%)	Hc (ppm)	Karbon Dioksida Co2 (%)	O2 (%)	λ	Afr
1	2009	110	0,28	164	12,0	19,80	2000	0,0
2	2023	110	0,14	122	5,9	19,53	2000	0,0
3	2014	115	0,03	121	7,4	20,54	2000	0,0
4	2017	115	0,08	106	9,4	19,44	2000	0,0
5	2011	150	0,15	72	4,6	20,90	2000	0,0
6	2020	150	0,15	120	6,1	19,5	2000	0,0

Tabel 1. Hasil Penyisipan Nilai Hasil Pembacaan Sensor ke Database

5. Bahan bakar RON 92

RON 92 adalah jenis bahan bakar bensin yang memiliki nilai Research Octane Number (RON) sebesar 92. RON menunjukkan kemampuan bahan bakar menahan tekanan dan panas sebelum terbakar sendiri

2.4. Teknik Analisis Data

1. Statistik Deskriptif untuk menggambarkan rata-rata dan sebaran emisi berdasarkan waktu dan CC.
2. Analisis Regresi Berganda untuk mengetahui pengaruh simultan waktu dan kapasitas mesin terhadap emisi.
3. Uji Signifikansi (uji t dan uji F) untuk mengetahui pengaruh masing-masing variabel bebas terhadap variabel terikat.
4. Pengolahan data dilakukan menggunakan software statistik seperti Excel Hasil:

Tabel 1. Hasil Penyisipan Nilai Hasil Pembacaan Sensor ke Database

2.5. Variabel Penelitian

1. Variabel Bebas (X):
 - a.X1 = Waktu pengoperasian kendaraan (dalam menit)
 - b.X2 = Kapasitas mesin (dalam CC)
2. Variabel Terikat (Y):
Emisi gas buang (CO, HC, dan CO₂ dalam satuan ppm atau % volume)

2.6. Populasi dan Sampel

1. Populasi: Semua jenis sepeda motor injeksi yang menggunakan bahan bakar RON 92.
2. Sampel: Beberapa unit sepeda motor injeksi dengan kapasitas mesin yang berbeda (110cc, 125cc, dan 150cc), dengan merek dan tipe yang umum digunakan.
3. Pemilihan sampel menggunakan metode purposive sampling, yaitu berdasarkan kriteria: Menggunakan sistem injeksi bahan bakar. Menggunakan bahan bakar RON 92 (Pertamax). Dalam kondisi standar (tanpa modifikasi mesin). Telah digunakan minimal selama 2 Tahun.

2.7. Prosedur Penelitian

1. Persiapan
 - a. Setiap kendaraan diisi dengan bahan bakar RON 92 hingga penuh.
 - b. Dilakukan pengecekan kondisi mesin dan sistem injeksi.
 - c. Kalibrasi alat gas analyzer sesuai standar.
2. Pengujian
 - a. Kendaraan dinyalakan dalam keadaan diam (idling) selama waktu 30 menit
 - b. Setiap jeda waktu, dilakukan pengukuran emisi gas buang (CO, HC,)
 - c. Proses diulangi untuk setiap jenis kapasitas mesin.

3. Pencatatan

- a. Data emisi dicatat secara sistematis untuk setiap kombinasi waktu dan kapasitas mesin.
- b. Data juga dicatat terhadap suhu dan kelembaban udara sebagai informasi tambahan.

3. Hasil dan Pembahasan

Pada penelitian ini dilakukan proses uji emisi pada 6 unit kendaraan sepeda motor dengan beragam tahun perakitan diantaranya 2009, 2011, 2014, 2017, 2020 dan 2023. Pengujian dilakukan dengan menggunakan alat uji emisi gas buang dengan tipe HG520 pada suhu kerja optimal mesin kendaraan sepeda motor.

3.1. Tabel Hasil Pengujian

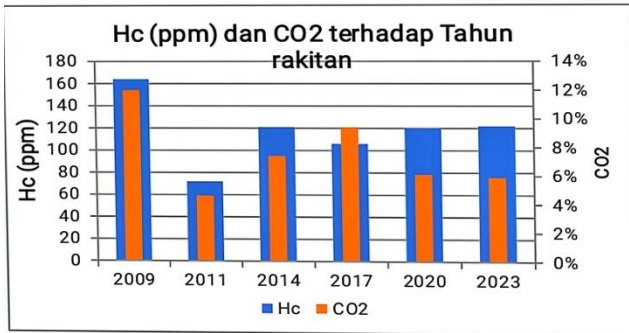
Terdapat 2 jenis pabrikan kendaraan sepeda motor yang digunakan pada pengujian ini yaitu pabrikan honda dan yamaha. adapun data hasil pengujian dapat dilihat pada table 2.

No	Tahun Perakitan Kendaraan	CC	Variabel Pengujian					
			Karbon Monoksida CO(%)	Hc(ppm)	Karbon Dioksida Co2(%)	O2(%)	λ	Afr
1	2009	110	0,28	164	12,0	19,80	2000	0,0
2	2023	110	0,14	122	5,9	19,53	2000	0,0
3	2014	115	0,03	121	7,4	20,54	2000	0,0
4	2017	115	0,08	106	9,4	19,44	2000	0,0
5	2011	150	0,15	72	4,6	20,90	2000	0,0
6	2020	150	0,15	120	6,1	19,5	2000	0,0

Tabel 2 pada pengujian CO (%)

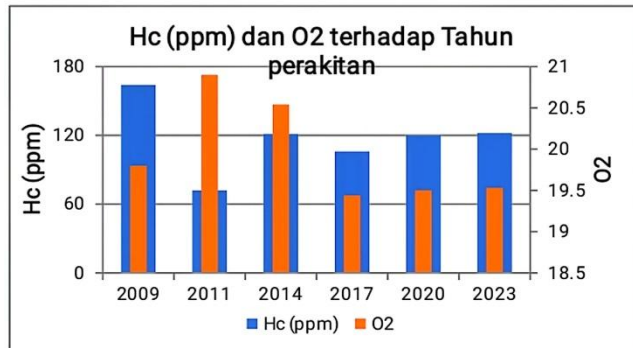
Dari Tabel 2 pada pengujian CO (%) nilai tertinggi terdapat pada kendaraan tahun perakitan 2009 110cc yaitu 0,28% dan nilai terendah pada kendaraan tahun 2014 115cc yaitu 0,03%. Pada pengujian Hc (ppm) dengan nilai tertinggi 164 terdapat pada kendaraan tahun perakitan 2009 110cc serta nilai terendah terdapat pada kendaraan tahun 2011 150cc yaitu 72, dan dilakukan juga pengujian Co2 dengan nilai tertinggi yaitu 12,0% terhadap kendaraan pada tahun perakitan 2009 110cc dan nilai terendah pada kendaraan tahun 2011 150cc dengan nilai 4,6%. Selanjutnya, pengujian dilakukan pada pengujian O2 dengan perolehan nilai tertinggi sebesar 20,90% terhadap kendaraan sepeda motor ditahun perakitan 2011 150cc dan nilai terendah terdapat pada kendaraan tahun 2020 150cc yaitu dengan nilai 19,53.

3.2. Grafik Hasil Penelitian



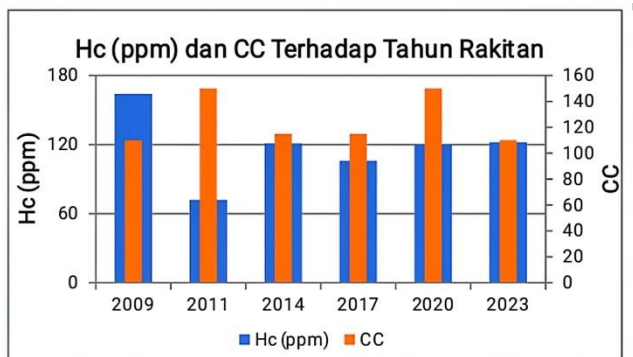
Gambar 5 Hubungan antara Hc (ppm) dan CO2 terhadap tahun perakitan

Pada Gambar 5 menunjukkan bahwa nilai tertinggi pada pengujian Hc (ppm) yaitu 164 pada kendaraan sepeda motor tahun perakitan 2009 110cc dan nilai Hc (ppm) terendah pada sepeda motor terdapat pada tahun perakitan 2011 150cc yaitu 72. Sedangkan nilai tertinggi pada pengujian Co2 yaitu 12% pada tahun perakitan 2009 110cc dan nilai terendah terdapat pada kendaraan tahun perakitan 2011 150cc yaitu 5%.



Gambar 6 Hubungan antara Hc (ppm) dan O2 terhadap tahun perakitan

Pada Gambar 6 menunjukkan bahwa nilai tertinggi pada pengujian Hc (ppm) yaitu 164 pada kendaraan sepeda motor tahun perakitan 2009 110cc dan nilai Hc (ppm) terendah pada sepeda motor terdapat pada tahun perakitan 2011 150cc yaitu 72. Kemudian pengujian juga dilakukan pada pengujian O2 dengan nilai tertinggi yaitu 20,9 pada tahun perakitan 2011 150cc dan nilai terendah terdapat pada tahun perakitan 2020 150cc yaitu 19,5.



Gambar 7 Hubungan antara Hc (ppm) dan CC Terhadap Tahun Perakitan

Pada Gambar 7 menunjukkan bahwa pengujian terhadap kendaraan sepeda motor yang dilakukan pada pengujian Hc (ppm) dengan nilai tertinggi yaitu 164 ppm pada kendaraan tahun perakitan 2009 110cc, dan nilai terendah terdapat pada kendaraan tahun perakitan 2011 150cc yaitu 72 ppm.

3.3. Pembahasan

Dapat dilihat bahwa emisi CO dan HC cenderung menurun pada kendaraan yang lebih baru, namun tidak untuk CO2 dan O2. Kendaraan 2023 110cc memiliki emisi yang relatif rendah dibandingkan dengan beberapa kendaraan lainnya. Faktor usia kendaraan tidak sepenuhnya berpengaruh, Hal ini menunjukkan bahwa ada faktor lainnya yang juga berkontribusi terhadap emisi kendaraan, seperti pembaruan teknologi. Kendaraan yang lebih tua biasanya menggunakan teknologi mesin yang lebih tua dan tidak dilengkapi dengan sistem kontrol emisi yang canggih. Selain usia kendaraan, perawatan rutin juga berperan penting dalam mempengaruhi kualitas emisi. Kendaraan yang menjalani perawatan rutin, termasuk penggantian oli mesin, filter udara, dan busi secara teratur, cenderung memiliki kualitas emisi yang lebih baik.

Emisi karbon monoksida (CO) adalah hasil utama dari pembakaran bensin karena terjadi proses pembakaran yang tidak sempurna. CO terbentuk ketika bahan bakar tidak terbakar sepenuhnya dalam mesin kendaraan. Emisi CO yang berlebihan disebabkan oleh kesalahan dalam pencampuran udara dan bahan bakar yang masuk ke dalam mesin, dan ini dapat berdampak negatif pada mesin, seperti terbentuknya deposit karbon berlebihan pada katup ruang bakar, kepala piston, dan busi. Deposit karbon ini secara alami bisa menyebabkan kerusakan mesin yang lebih cepat, selain menyebabkan konsumsi bahan bakar yang boros dengan performa mesin yang menurun. Proses ini terjadi ketika katup masuk terbuka, memungkinkan campuran bahan bakar (bensin atau diesel) dan udara masuk ke dalam ruang bakar melalui saluran masuk. Setelah campuran bahan bakar dan udara masuk, katup masuk tertutup, dan piston bergerak ke atas untuk mengompresi campuran di dalam ruang bakar. Pada tahap ini, tekanan dan suhu dalam ruang bakar meningkat. Jika campuran bahan bakar dan udara tidak seimbang atau tidak tepat, pembakaran tidak akan sempurna, dan hasilnya adalah peningkatan produksi CO dalam jumlah yang lebih tinggi.

Bensin adalah senyawa hidrokarbon, sehingga setiap keberadaan HC (hidrokarbon) dalam gas buang kendaraan mengindikasikan adanya bensin yang tidak terbakar dan terbuang bersama sisa hasil pembakaran lainnya. Pancaran hidrokarbon yang terdapat dalam gas buang terdiri dari bensin yang tidak terbakar. Hidrokarbon ini muncul dari proses penguapan bahan bakar yang terjadi di tangki, karburator, serta melalui kebocoran gas yang mengalir melalui celah antara silinder dan torak, yang disebut sebagai blow by gases atau gas lalu. Pada beberapa sistem pemasukan udara, ada katup atau perangkat yang memungkinkan uap bahan bakar untuk masuk ke dalam ruang bakar. Apabila sistem penguapan pada kendaraan bermotor mengalami kebocoran atau tidak tertutup dengan baik, bahan bakar dapat menguap sebelum terbakar sepenuhnya, mengakibatkan peningkatan emisi hidrokarbon (HC) dalam gas buang [10]. Emisi hidrokarbon yang dilepaskan ke lingkungan akan meningkat seiring bertambahnya usia kendaraan. Pada kendaraan yang telah menua, sistem bahan bakarnya mungkin tidak bekerja seefisien pada kendaraan baru. Hal ini dapat menyebabkan pembakaran yang tidak sempurna.

Proses pembakaran pada kendaraan bermotor dengan emisi CO2 (karbon dioksida) yang tinggi biasanya terjadi ketika bahan bakar terbakar dengan sempurna di dalam mesin. Tingginya nilai CO menandakan adanya kekurangan oksigen, sementara tingginya nilai HC menunjukkan bahwa campuran bahan bakar dan udara terlalu kaya [11]. Pada saat

pembakaran berlangsung secara sempurna, bahan bakar akan mengalami dekomposisi menjadi karbon dioksida (CO₂) dan air (H₂O) sebagai produk akhir dari reaksi kimia antara hidrokarbon dalam bahan bakar dan oksigen dari udara.

4. Simpulan

Pada penelitian ini dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut: Tahun perakitan kendaraan sepeda motor tidak berpengaruh terhadap hasil uji emisi gas buang karena tergantung perawatan individu pemilik kendaraan sepeda motor. Pada kendaraan sepeda motor rakitan tahun 2011 150cc memiliki nilai Hc dan Co₂ terendah dibandingkan dengan kendaraan sepeda motor rakitan terbaru. Pada kendaraan sepeda motor rakitan tahun 2009 110cc memiliki nilai Hc dan Co₂ tertinggi dibandingkan dengan kendaraan sepeda motor rakitan terbaru.

Ucapan terima kasih

Kami juga menyampaikan terimakasih kepada di laboratorium Teknik otomotif SMK Negeri 3 Lebong yang telah memberikan fasilitas dan dukungan penuh kepada penulis selama pelaksanaan kegiatan pengujian dalam penelitian ini.

Referensi

- [1] Syaief. A. N. Adriana. A. Hidayat A, (2019). Jurnal Elemen Uji Emisi Gas Buang Dengan Perbandingan. Adhel_Syaief@politale.ac.id
- [2] Hartono. D, Paloboran. M, Sudarmanta. B. (2007). Jurnal Teknik Mesin Indonesia, Vol. 12 No. 2, pp. 81-86.
- [3] Fitri, NF, (2015). Jurnal Praktikum Uji Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor. Universitas Kesehatan Yogyakarta.
- [4] Akbar. K. N. Ruslan. W. Lesmana. I. E, (2019). Buku Sains Dan Teknologi. pp.2615-2584.
- [5] Prihartono. J, (2020). Jurnal pengaruh bahan bakar terhadap waktu. Vol. 22. No. 1-20.
- [6] Kristian. K. E. Sunawar. A. Yuninda. N. H, (2020). Jurnal Sains Dan Teknologi Sosial Pendidikan dan Bahasa. Vol. 9. Hal. 2.
- [7] Lapis. R. Rahman. R. dan Basri. I. Y, dan Afnison. W. (2022). Jurnal Pengaruh Diameter Variasi Terhadap Daya Torsi Pada Emisi Gas Buang. Vol.4. Hal. 4-5.
- [8] Wahjudi. S, (2017). Jurnal Analisis bahan Bakar Pertamina Terhadap Kinerja Mesin. Vol. 3. Hal. 1-5.
- [9] Husni. T, (2003). Jurnal Pengaruh Putaran Mesin Terhadap Emisi Gas Buang. Vol. 5. hal. 2-9.
- [10] Andriantono. W, Setiawan. T, dan Ariwibowo. B, (2020). Jurnal Pengaruh penambahan eco racing pada bahan bakar pertamax terhadap putaran mesin. Vol. 2. Hal. 3-7.
- [11] Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup, No 04 Tahun 2009 Tentang: Ambang Batas Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Tipe baru, Jakarta 2008.