



Pengaruh Jenis Bahan Bakar Terhadap Emisi Gas Buang *Injection Otto Engine System*

Bayu Aji Sudikna¹, Puji Saksono², Marsius Ferdnian³, Sadat N.S. Sidabutar⁴

¹²³⁴ Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Balikpapan

¹bayuaji.sudikna@gmail.com; ²pujisaksono@uniba-bpn.ac.id*, ³marsius@uniba-bpn.ac.id, ⁴sadat.sidabutar@uniba-bpn.ac.id

Abstract

The use of motorized vehicles currently experiences a very significant increase, this has an impact on increasing air pollution due to exhaust gas emissions from combustion. One of step to minimize the level of air pollution due to exhaust emissions is to choose the right fuel, so that the combustion in the combustion chamber is perfect. Based on this, a problem was formulated related to the influence of fuel's type on exhaust gas emission values in vehicles with injection otto engine system technology. The research object is the 2017 Toyota Sienta 1.5 G M/T car using electronic fuel injection. The types of fuel used in this research are Peralite, Pertamina, and Pertamina Turbo. The Test results from the use of Peralite, Pertamina and Pertamina Turbo fuel types show that the exhaust gas emission values for CO, HC and CO₂ content will decrease when the engine speed is higher. The best type of fuel from the test results is Pertamina Turbo RON 98, because almost all test results for CO, HC and CO₂ content at various types of engine speed show the lowest results. In accordance with the Minister of Environment Regulation No.06 of 2006 concerning Exhaust Gas Emission Thresholds for Old Motor Vehicles, the vehicle tested was declared to have passed the exhaust emission test. Minister of Environment Regulation, 2006 determines the maximum threshold values for CO = 1.5% and HC = 200 ppm.

Keywords: Fuels type, Testing, Exhaust emission

Abstrak

Pemakaian kendaraan bermotor saat ini mengalami peningkatan yang sangat signifikan, hal ini berdampak pada meningkatnya pencemaran udara akibat emisi gas buang sisa hasil pembakaran. Salah satu langkah untuk meminimalisir tingkat pencemaran udara akibat emisi gas buang adalah dengan pemilihan bahan bakar yang tepat, sehingga pembakaran di dalam ruang bakar menjadi sempurna. Berdasarkan hal tersebut maka dirumuskan permasalahan terkait pengaruh jenis bahan bakar terhadap nilai emisi gas buang pada kendaraan berteknologi *injection otto engine system*. Obyek penelitian yaitu mobil Toyota Sienta 1.5 G M/T tahun pembuatan 2017 dengan menggunakan *electronic fuel injection*. Jenis bahan bakar yang digunakan dalam penelitian ini yaitu Peralite, Pertamina, dan Pertamina Turbo. Hasil pengujian dari pemakaian jenis bahan bakar Peralite, Pertamina, dan Pertamina Turbo menunjukkan bahwa dari ketiganya didapat nilai emisi gas buang baik kandungan CO, HC dan CO₂ akan mengalami penurunan saat putaran *engine* semakin tinggi. Jenis bahan bakar terbaik dari hasil pengujian adalah Pertamina Turbo RON 98, karena hampir pada semua hasil uji kandungan CO, HC, dan CO₂ di berbagai jenis putaran *engine* menunjukkan hasil yang paling rendah. Sesuai dengan Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup No.06 Tahun 2006 tentang Ambang Batas Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Lama, maka kendaraan yang diuji ini dinyatakan lulus uji emisi gas buang. Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup, 2006 menentukan nilai ambang batas maksimal CO = 1,5 % dan HC = 200 ppm.

Kata kunci: Jenis bahan bakar, Pengujian, Emisi gas buang

1. Pendahuluan

Pemakaian kendaraan bermotor saat ini mengalami peningkatan yang sangat signifikan, hal ini dapat dilihat dengan semakin banyaknya kendaraan bermotor yang beroperasi di jalan sehingga sering menimbulkan kemacetan lalu lintas di kota-kota besar serta berdampak pada pencemaran udara

Journal of Applied Mechanical Engineering and Renewable Energy (JAMERE)

yang bersumber dari emisi gas buang sisa hasil pembakaran[1]. Pembakaran dikatakan normal apabila pembakaran bahan bakar yang ada di dalam silinder terbakar dengan sempurna. Pembakaran tidak normal dapat terjadi di dalam sebuah *engine*, penyebabnya antara lain detonasi, *pre-ignition* dan *dieseling*. Salah satu faktor yang mempengaruhi tingkat emisi gas buang adalah jenis bahan bakar yang digunakan. Senyawa kimia yang terdapat di dalam gas buang kendaraan bermotor adalah karbon dioksida (CO₂), berbagai senyawa hidrokarbon (HC), berbagai senyawa nitrogen (NO_x), sulfur (Sox), dan partikulat debu termasuk timbel (Pb)[2].

Perkembangan otomotif yang pesat di satu sisi sangat memudahkan manusia dalam melaksanakan suatu pekerjaan. Tetapi di sisi lain penggunaan kendaraan bermotor juga menimbulkan dampak yang sangat buruk terhadap lingkungan, terutama gas buang dari hasil pembakaran bahan bakar yang tidak terurai atau tidak terbakar dengan sempurna, sehingga hasil pembakaran bahan bakar minyak (BBM) pada mobil mampu menurunkan kualitas udara perkotaan dan menjadi salah satu penyumbang terjadinya pemanasan global (*global warming*)[3].

Kenaikan harga minyak bumi saat ini bukanlah menjadi satu-satunya masalah utama yang harus diantisipasi. Polusi udara yang diakibatkan oleh emisi gas buang kendaraan bermotor juga telah menjadi salah satu penyebab gangguan kesehatan bahkan kematian. Beberapa hasil penelitian menyebutkan bahwa 65% kematian di Asia disebabkan oleh paparan dari polutan yang disebabkan oleh polusi udara. Jakarta sebagai Ibukota Negara Indonesia bahkan dianggap sebagai kota dengan polusi udara terburuk ke tiga di dunia, dimana sekitar 70% disumbangkan dari emisi gas buang kendaraan bermotor dan sisanya dari industri juga rumah tangga[4].

Bensin merupakan jenis bahan bakar yang digunakan oleh berbagai jenis kendaraan yang diantaranya ialah kendaraan bermotor roda dua, kendaraan bermotor roda tiga, dan kendaraan bermotor roda empat. Bensin berasal dari minyak mentah hasil olahan dari minyak bumi yang di ambil dari dalam perut bumi dengan cara dipompa. Cairan ini mengandung hidrokarbon (HC), atom-atom karbon dalam minyak mentah ini saling berhubungan antara satu dengan yang lainnya dengan cara membentuk rantai yang panjangnya berbeda-beda[5]

Jenis atau nama-nama produk bensin keluaran dari PT. Pertamina yang dipasarkan di Indonesia sangat bermacam-macam, diantara adalah pertalite,

pertamax, dan pertamax turbo. Dimana dari masing-masing jenis tersebut memiliki nilai oktan atau *Research Octane Number* (RON) yang berbeda-beda, misalkan BBM jenis Pertalite dengan nilai oktan 90[6]. BBM ini merupakan jenis baru yang diluncurkan oleh PT Pertamina untuk memenuhi Surat Keputusan Dirjen Migas Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 0486.K/10/DJM.S/2017 yang isinya menetapkan standar dan mutu (Spesifikasi) bahan bakar minyak jenis bensin 90 yang dipasarkan di dalam negeri. BBM jenis ini memiliki beberapa keunggulan dibandingkan bbm jenis premium (tidak diproduksi lagi), diantaranya ialah pertalite lebih bersih dibandingkan dengan premium karena memiliki nilai oktan yang lebih besar daripada premium, kemudian harga jual nya pula lebih murah dibandingkan dengan BBM jenis pertamax. Berikut nya untuk BBM bensin selanjutnya adalah pertamax. Pertamax memiliki nilai oktan 92, dan untuk jenis BBM bensin dengan nilai oktan paling tinggi ialah Pertamax Turbo yang memiliki nilai oktan sebesar 98[7]. Apabila suatu senyawa hidrokarbon terbakar sempurna (bereaksi dengan oksigen) maka hasil reaksi pembakaran tersebut adalah karbon dioksida dan air yang tidak berbahaya dan ramah lingkungan. Sama seperti gas, konsentrasi HC dalam gas buang dipengaruhi oleh proses pembakaran dan AFR (*Air Fuel Ratio*). Emisi gas HC akan tinggi apabila terjadi pembakaran yang kurang baik dan AFR tidak ideal (campuran terlalu gemuk atau terlalu kurus). Semakin tinggi nilai oktan suatu bahan bakar semakin kecil HC yang dihasilkan [8].

Walaupun sudah dijelaskan keunggulan dari masing-masing jenis BBM, namun belum terdapat hasil kajian mengenai kinerja *engine* akibat pemakaian ketiga jenis BBM tersebut. Untuk mengetahuinya, diperlukan pengujian kinerja *engine* dengan teknologi *injection* pada mobil penumpang. Dari hasil uji ini nantinya dapat menjadi perbandingan pada tingkat emisi gas buang kendaraan dengan pemakaian ketiga jenis BBM tersebut.

Berdasarkan latar belakang rumusan masalah di atas, tujuan penelitian yang ingin diperoleh adalah untuk menganalisa pengaruh penggunaan jenis bahan bakar terhadap tingkat emisi gas buang yang ditimbulkan pada kendaraan bermotor sehingga dapat diketahui bahan bakar mana yang menghasilkan emisi gas buang paling kecil dan ramah lingkungan.

2. Metode Penelitian

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan di Unit Pelaksana Teknis Daerah Pengujian Kendaraan Bermotor Dinas Perhubungan Kota Balikpapan yang beralamat di Jalan Mulawarman No. 253 Batakan, Kelurahan Sepinggian, Balikpapan Selatan, Kota Balikpapan. Adapun penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juni 2022 s/d Juli 2024 bertempat di gedung uji Unit Pelaksana Teknis Daerah Pengujian Kendaraan Bermotor Dinas Perhubungan Kota Balikpapan. Objek penelitian berupa kendaraan Toyota Sienta 1.5 G M/T tahun pembuatan 2017 (*electronic fuel injection*).

Untuk spesifikasi kendaraan ini memiliki dimensi ukuran panjang 4.235 mm, lebar 1.695 mm, dan tinggi 1.695 mm. Lalu untuk jarak sumbunya berukuran 2.750 mm.



Gambar 1. Toyota Sienta EFI tahun 2017

Spesifikasi *engine* :

Tipe Engine : 2NR-FE, *In-line*4 Cyl,
16 valve, DOHC, dual VVT-i

Volume Silinder : 1.497 cc

Kapasitas Tangki : 72,5 x 90,6

Daya Maksimum : 170 Ps / 6.000 rpm

Torsi Maksimum : 14,3 kgm / 4.200 rpm

Sistem Pembakaran: Sistem injeksi bahan bakar Elektronik (*electronic fuel injection*)

Sistem Transmisi : 6-Speed manual / CVT with 7-Speed Sport Sequential Shiftmatic Dengan kemudi sebelah kanan.

2.1. Pengertian Bahan Bakar

Bahan bakar yakni senyawa yang dapat diubah menjadi energi, energi yang dihasilkan dapat berupa energi panas yang bisa dilepaskan maupun dimanipulasikan[9]

2.2. Pengertian Uji dan Emisi Gas Buang

Emisi gas buang adalah sisa hasil pembakaran bahan bakar di dalam mesin pembakaran dalam (*internal combustion engine*) dan mesin pembakaran luar (*external combustion engine*), yang dikeluarkan melalui sistem pembuangan mesin[10].

2.3. Dampak Emisi Gas Buang

Umumnya, dampak emisi gas buang yaitu berupa uap serta gas dimana ini bisa merusak kesehatan manusia, diantaranya ialah penglihatan, IQ berkurang, dan pernafasan. Selain itu kualitas lingkungan yang diakibatkan dari emisi gas buang yang dikeluarkan kendaraan. Bahaya gas buang kendaraan bermotor pada kesehatan bergantung dari toksitas (daya racun) setiap senyawa serta seberapa luas masyarakat terpapar darinya[11].

2.4. Uji Emisi Kendaraan

Uji emisi merupakan suatu pengujian yang dilakukan untuk mengetahui kinerja *engine* kendaraan bermotor yang dideteksi oleh monitor khusus pengujian kendaraan bermotor. Uji emisi ini bertujuan untuk mengurangi gas rumah kaca dan udara hasil pembuangan atau pembakaran pada kendaraan bermotor yang berbahaya. Uji emisi gas buang ini merupakan bagian dari uji tipe kendaraan, dan uji emisi ini merupakan salah satu pengajuan persyaratan teknis dan laik jalan pada kendaraan bermotor.

2.5. Catalytic Converter

Catalytic converter merupakan suatu alat yang dipasang di kendaraan yang berfungsi untuk mengurangi emisi gas buang pada kendaraan tersebut. Katalisator akan efektif bekerja jika gas asap dapat mengenai semua permukaan kalatalis dan bekerja antara temperatur 250°C s/d 300°C. Tujuan pemasangan *catalytic converter* adalah untuk merubah polutan yang berbahaya seperti CO, dan HC menjadi gas yang tidak berbahaya seperti karbon dioksida (CO₂), dan uap air (H₂O) melalui reaksi kimia.

2.6. Alat yang digunakan dalam pengujian

1. Gas Analyzer Texa Gasbox Autopower



Gambar 2. Gas Analyzer Texa Gasbox Autopower

Gas analyzer adalah instrument yang digunakan untuk mengukur proporsi dan komposisi dari gabungan gas. Gas yang bisa diukur melalui *gas analyzer* adalah gas karbohidrat dioksida (CO₂), hidrokarbon (HC), dan karbon monoksida (CO). *Gas analyzer* berupa alat yang sudah dilengkapi

dengan sistem *print* dan dapat juga dapat memunculkan tampilannya ke laptop.

2. Probe

Probe merupakan alat untuk memasukkan ke dalam knalpot dan menghubungkan ke *gas analyzer*.



Gambar 3. *Probe*

3. *Higrometer Termometer*



Gambar 4. *Higrometer Termometer*

Higrometer Termometer sebagai alat untuk mengukur tingkat kelembaban dan suhu udara

3. Hasil Dan Pembahasan

Hasil dari pengujian didapatkan nilai emisi gas buang baik kandungan CO, HC dan CO₂ pada putaran *Engine* yang bervariasi yaitu putaran *idle (stasioner)*, 1000, 2000, 2500. dan 3000 rpm.

Tabel 1. Perbandingan kandungan CO (%) pada jenis bahan bakar Pertalite, Pertamina, dan Pertamina Turbo pada putaran *engine* (rpm) yang bervariasi

No	Jenis Bahan Bakar	Putaran <i>Engine</i> (rpm)					Keterangan
		idle	1000	2000	2500	3000	
1	Pertalite	0,043	0,040	0,023	0,020	0,013	Kandungan CO (%)
2	Pertamax	0,040	0,030	0,020	0,017	0,010	
3	Pertamax Turbo	0,020	0,017	0,013	0,013	0,010	

Tabel 2. Perbandingan kandungan HC (ppm) pada jenis bahan bakar Pertalite, Pertamina, dan Pertamina Turbo pada putaran *engine* (rpm) yang bervariasi

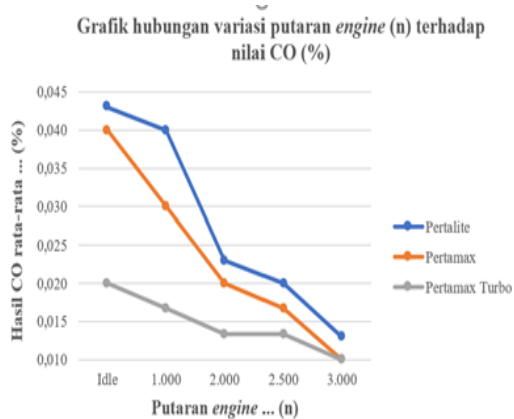
No	Jenis Bahan Bakar	Putaran <i>Engine</i> (rpm)					Keterangan
		idle	1000	2000	2500	3000	
1	Pertalite	16,333	12,333	7,667	4,333	3,333	Kandungan HC (ppm)
2	Pertamax	7,667	6,667	4,333	4,000	3,000	
3	Pertamax Turbo	5,667	5,333	4,333	3,333	2,667	

Tabel 3. Perbandingan kandungan CO₂ (%) pada jenis bahan bakar Pertalite, Pertamina, dan Pertamina Turbo pada putaran *engine* (rpm) yang bervariasi

No	Jenis Bahan Bakar	Putaran <i>Engine</i> (rpm)					Keterangan
		idle	1000	2000	2500	3000	
1	Pertalite	15,667	15,433	14,867	14,700	14,433	Kandungan CO ₂ (%)
2	Pertamax	14,433	14,333	14,033	13,900	13,300	
3	Pertamax Turbo	13,667	13,867	13,500	13,433	12,133	

Berdasarkan tabel hasil pengujian nilai emisi gas buang di atas dapat dianalisa dalam bentuk grafik sebagai berikut :

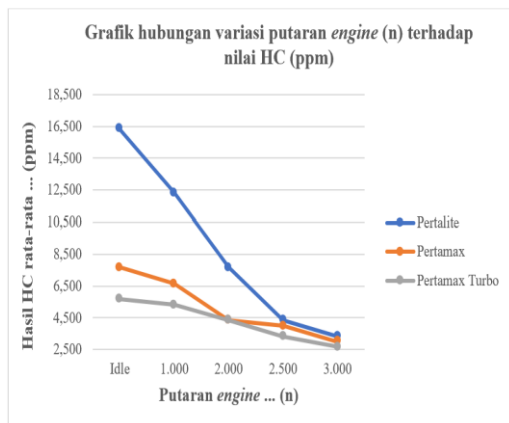
3.1. Kandungan *Carbon monoksida* (CO)



Gambar 5. Grafik hubungan antara putaran engine terhadap nilai CO pada jenis bahan bakar Peralite, Pertamina dan Pertamina Turbo

Grafik di atas menunjukkan terjadinya penurunan nilai kadar CO dari peningkatan putaran engine dari berbagai jenis bahan bakar yang digunakan yaitu Peralite, Pertamina dan Pertamina Turbo. Nilai kandungan tertinggi pada saat kendaraan pada posisi putaran engine idle dengan menggunakan jenis bahan bakar Peralite sebesar 0,043 % mengalami penurunan menjadi 0,010 % pada saat kendaraan berada di putaran engine 3000 rpm dengan jenis Pertamina dan Pertamina Turbo.

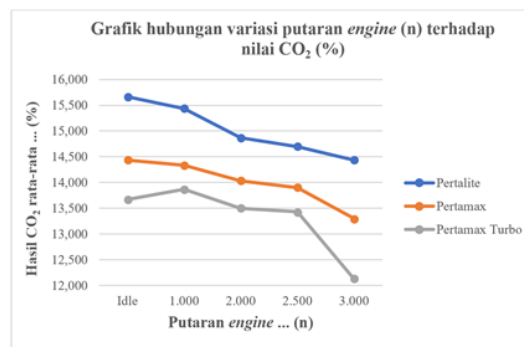
3.1. Kandungan Hidro Carbon (HC)



Gambar 6. Grafik hubungan antara putaran engine terhadap nilai HC pada jenis bahan bakar Peralite, Pertamina dan Pertamina Turbo

Grafik di atas menunjukkan terjadinya penurunan nilai kadar HC dari peningkatan putaran engine dari berbagai jenis bahan bakar yang digunakan yaitu Peralite, Pertamina dan Pertamina Turbo. Nilai kandungan tertinggi pada saat kendaraan pada posisi putaran engine idle dengan menggunakan jenis bahan bakar Peralite sebesar 16,333 ppm menjadi 2,667 ppm pada saat kendaraan berada di putaran engine 3000 rpm dengan BBM jenis Pertamina Turbo.

3.3. Kandungan Carbon Dioksida (CO₂)



Gambar 7. Grafik hubungan antara putaran engine terhadap nilai CO₂ pada jenis bahan bakar Peralite, Pertamina dan Pertamina Turbo

Grafik di atas menunjukkan terjadinya penurunan nilai kadar CO₂ dari peningkatan putaran engine dari berbagai jenis bahan bakar yang digunakan yaitu Peralite, Pertamina dan Pertamina Turbo. Nilai kandungan tertinggi pada saat kendaraan pada posisi putaran engine idle dengan menggunakan jenis bahan bakar Peralite sebesar 15,667 % menjadi 12,133 % pada saat kendaraan berada di putaran engine 3000 rpm dengan BBM jenis Pertamina dan Pertamina Turbo.

Hasil pengujian didapat tingkatan besaran kandungan hasil uji emisi gas buang (CO, HC, dan CO₂) yaitu : Kandungan CO yang berasal dari emisi gas buang terbesar adalah pada saat kendaraan berada di putaran engine idle dengan jenis bahan bakar Peralite RON 90 (hasil rata-rata kandungan CO = 0,043%), sedangkan kandungan CO terendah pada saat putaran engine tinggi 3000 rpm dengan jenis bahan bakar yang digunakan Pertamina RON 92 dan Pertamina Turbo RON 98 (hasil rata-rata kandungan CO = 0,010 %).

Kandungan HC yang berasal dari emisi gas buang terbesar adalah pada saat kendaraan berada di putaran engine idle (stasioner) dengan jenis bahan bakar Peralite RON 90 (hasil rata-rata kandungan HC = 16,333 ppm), sedangkan kandungan HC terendah pada saat putaran engine tinggi 3000rpm dengan jenis bahan bakar yang digunakan Pertamina Turbo RON 98 (hasil rata-rata kandungan HC = 2,667 ppm).

Kandungan CO₂ yang berasal dari emisi gas buang terbesar adalah pada saat kendaraan berada di putaran engine idle dengan jenis bahan bakar Peralite RON 90 (hasil rata-rata kandungan CO₂ = 15,667 %), sedangkan kandungan CO₂ terendah pada saat putaran engine tinggi 3000 rpm dengan jenis bahan bakar yang digunakan Pertamina Turbo

RON 98 (hasil rata-rata kandungan CO₂ = 12,133 %).

Pada putaran *engine idle* kendaraan menghasilkan emisi gas buang tertinggi, dan pada putaran *engine* tinggi 3000 rpm kendaraan menghasilkan emisi gas buang terendah artinya pada kondisi putaran *engine* tinggi, pembakaran pada ruang bakar terjadi secara sempurna (tidak campuran gemuk atau kurus).

4. Kesimpulan

Hasil pengujian dari pemakaian jenis bahan bakar Peralite, Pertamina, dan Pertamina Turbo menunjukkan bahwa dari ketiganya didapat nilai emisi gas buang baik kandungan CO, HC dan CO₂ akan mengalami penurunan saat putaran *engine* semakin tinggi.

Jenis bahan bakar terbaik dari hasil pengujian adalah Pertamina Turbo RON 98, karena hampir pada semua hasil uji kandungan CO, HC, dan CO₂ di berbagai jenis putaran *engine* menunjukkan hasil yang paling rendah.

Sesuai dengan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No.06 Tahun 2006 tentang Ambang Batas Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Lama, maka kendaraan Toyota Sienta 1.5 G M/T tahun pembuatan 2017 menggunakan *electronic fuel injection* dinyatakan lulus uji emisi gas buang. Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup, 2006 menentukan nilai ambang batas maksimal CO = 1,5 % dan HC = 200 ppm.

Ucapan Terimakasih

Ucapan terima kasih ditujukan kepada keluarga besar Dinas Perhubungan Kota Balikpapan beserta rekan-rekan yang telah ikut serta membantu dalam penelitian ini.

Daftar Rujukan

- [1] M. Ferdinand, 2016, Analisis Uji Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor dan Dampaknya Terhadap Lingkungan Di Kota Balikpapan (Kal-Tim), TRANSMISI, vol. 12, no. 1, Art. no. 1, Feb. 2016, doi: 10.26905/jtmt.v12i1.4488.
- [2] Ismiyati, 2014, Pencemaran Udara Akibat Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor, Jurnal Manajemen Transportasi & Logistik (JMTRANSLOG). Accessed: Jan. 28, 2025. [Online]

Available: <https://journal.itltrisakti.ac.id/index.php/jmtranslog/article/view/23>

- [3] Luthfi M., Dwi Ahmad R, Muji Setiyo*, Suroto Munahar, 2018, Uji Komposisi Bahan Bakar dan Emisi Pembakaran Peralite dan Premium, ResearchGate, Oct. 2024, doi: 10.24853/jurtek.10.1.67-72.
- [4] A. Supriyanto, H. Maksum, and D. S. Putra, 2018, Perbandingan Penggunaan Berbagai Jenis Bahan Bakar terhadap Emisi Gas Buang pada Sepeda Motor 4 Langkah, Automot. Eng. Educ. J., vol. 7, no. 2, Art. no. 2, Apr. 2018, Accessed: Jan. 28, 2025. [Online]. Available: <https://ejournal.unp.ac.id/students/index.php/oto/article/view/3079>
- [5] Nugraha, B. S., Joko Sriyanto, 2007, Aplikasi Teknologi Injeksi Bahan Bakar Elektronik (EFI) Untuk Mengurangi Emisi Gas Buang Sepeda Motor, Accessed: Jan. 28, 2025. [Online]. Available: https://www.academia.edu/14657206/Aplikasi_Teknologi_Injeksi_Bahan_Bakar_Elektrik_EFI_Untuk_Mengurangi_Emisi_Gas_Buang_Sepeda_Motor
- [6] Ningrat, A. A. W. K., Kusuma, I. G. B. W. and Wayan, I., 2016, Pengaruh Penggunaan Bahan Bakar Peralite Terhadap Akselerasi Dan Emisi Gas Buang Pada Sepeda Motor Bertransmisi Otomatis | Jurnal Mettek: Jurnal Ilmiah Nasional dalam Bidang Ilmu Teknik Mesin. Accessed: Jan. 28, 2025. [Online]. Available: <https://ojs.unud.ac.id/index.php/mettek/article/view/23008>
- [7] Norsujianto T, 2014, Unjuk Kerja dan Emisi Gas Buang Motor Diesel Menggunakan Bahan Bakar Campuran Minyak Hasil Pirolisis Limbah Plastik dan Biosolar Sebagai Bahan Bakar Alternatif, Accessed: Jan. 28, 2025. [Online]. Available: https://www.academia.edu/28668521/Unjuk_Kerja_dan_Emisi_Gas_Buang_Motor_Diesel_Menggunakan_Bahan_Bakar_Campuran_Minyak_Hasil_Pirolisis_Limbah_Plastik_dan_Biosolar_Sebagai_Bahan_Bakar_Alternatif.
- [8] E. Winarto, H. Bugis, and C. Sudibyo, 2017, Pengaruh Bahan Bakar Premium, Pertamina, Pertamina Plus dan Variasi Rasio Kompresi Terhadap Kadar Emisi Gas Buang CO dan HC pada Suzuki Shogun FL 125 SP Tahun 2007, JIPTEK J. Ilm. Pendidik. Tek. Dan Kejur., vol. 6, no. 1, Art. no. 1, 2013, doi: 10.20961/jiptek.v6i1.12514.

- [9] Pranoto A., 2013, Analisis Pemasangan Alat Ionisasi Sebagai Upaya Mengurangi Konsumsi Bahan Bakar dan Emisi Gas Buang pada Sepeda Motor, *ReTII*, 2013, Accessed: Jan. 28, 2025. [Online]. Available: [//journal.itny.ac.id/index.php/ReTII/article/view/119](http://journal.itny.ac.id/index.php/ReTII/article/view/119)
- [10] Nurdjanah N., 2015, Emisi CO₂ akibat kendaraan bermotor di Kota Denpasar, *J. Penelit. Transp. Darat*, vol. 16, no. 4, pp. 189–202, 2014.
- [11] Sudarti Sudarti, Yushardi Yushardi, Nur Kasanah, 2022, Analisis Potensi Emisi CO₂ Oleh Berbagai Jenis Kendaraan Bermotor di Jalan Raya Kemantren Kabupaten Sidoarjo, *J. Sumberd. Alam Dan Lingkung.*, vol. 9, no. 2, pp. 70–75, Aug. 2022, doi: 10.21776/ub.jsal.2022.009.02.4.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Tabel hasil 3x pengujian dan nilai rata-rata kandungan CO (%) pada jenis bahan bakar Pertalite, Pertamina, dan Pertamina Turbo pada putaran *engine idle*, 1000, 2000, 2500, dan 3000 rpm

Jenis Bahan Bakar	Putaran Engine (rpm)	Percobaan			Rata-rata CO (%)
		I	II	III	
Pertalite (RON 90)	idle	0,06	0,04	0,03	0,043
Pertamax (RON 92)	idle	0,05	0,05	0,02	0,040
Pertamax turbo (RON 98)	idle	0,01	0,03	0,02	0,020

Jenis Bahan Bakar	Putaran Engine (rpm)	Percobaan			Rata-rata CO (%)
		I	II	III	
Pertalite (RON 90)	1000	0,05	0,03	0,04	0,040
Pertamax (RON 92)	1000	0,04	0,02	0,03	0,030
Pertamax turbo (RON 98)	1000	0,01	0,02	0,02	0,017

Jenis Bahan Bakar	Putaran Engine (rpm)	Percobaan			Rata-rata CO (%)
		I	II	III	
Pertalite (RON 90)	2000	0,02	0,02	0,03	0,023
Pertamax (RON 92)	2000	0,01	0,02	0,03	0,020
Pertamax turbo (RON 98)	2000	0,01	0,02	0,01	0,013

Jenis Bahan Bakar	Putaran Engine (rpm)	Percobaan			Rata-rata CO (%)
		I	II	III	
Pertalite (RON 90)	2500	0,02	0,03	0,01	0,020
Pertamax (RON 92)	2500	0,02	0,02	0,01	0,017
Pertamax turbo (RON 98)	2500	0,01	0,01	0,02	0,013

Jenis Bahan Bakar	Putaran Engine (rpm)	Percobaan			Rata-rata CO (%)
		I	II	III	
Pertalite (RON 90)	3000	0,01	0,02	0,01	0,013
Pertamax (RON 92)	3000	0,01	0,01	0,01	0,010
Pertamax turbo (RON 98)	3000	0,01	0,01	0,01	0,010

Lampiran 2. Tabel hasil 3x pengujian dan nilai rata-rata kandungan HC (ppm) pada jenis bahan bakar Pertalite, Pertamina, dan Pertamina Turbo pada putaran *engine idle*, 1000, 2000, 2500, dan 3000 rpm

Jenis Bahan Bakar	Putaran Engine (rpm)	Percobaan			Rata-rata HC (ppm)
		I	II	III	
Pertalite (RON 90)	idle	14,00	16,00	19,00	16,333
Pertamax (RON 92)	idle	8,00	9,00	6,00	7,667
Pertamax turbo (RON 98)	idle	6,00	6,00	5,00	5,667

Jenis Bahan Bakar	Putaran Engine (rpm)	Percobaan			Rata-rata HC (ppm)
		I	II	III	
Pertalite (RON 90)	1000	12,00	13,00	12,00	12,333
Pertamax (RON 92)	1000	8,00	7,00	5,00	6,667
Pertamax turbo (RON 98)	1000	6,00	4,00	6,00	5,333

Jenis Bahan Bakar	Putaran Engine (rpm)	Percobaan			Rata-rata HC (ppm)
		I	II	III	

Pertalite (RON 90)	2000	8,00	9,00	6,00	7,667
Pertamax (RON 92)	2000	4,00	5,00	4,00	4,333
Pertamax turbo (RON 98)	2000	3,00	4,00	6,00	4,333
Jenis Bahan Bakar	Putaran <i>Engine</i> (rpm)	Percobaan			Rata-rata HC (ppm)
		I	II	III	
Pertalite (RON 90)	2500	6,00	3,00	4,00	4,333
Pertamax (RON 92)	2500	5,00	3,00	4,00	4,000
Pertamax turbo (RON 98)	2500	3,00	3,00	4,00	3,333
Jenis Bahan Bakar	Putaran <i>Engine</i> (rpm)	Percobaan			Rata-rata HC (ppm)
		I	II	III	
Pertalite (RON 90)	3000	5,00	3,00	2,00	3,333
Pertamax (RON 92)	3000	3,00	4,00	2,00	3,000
Pertamax turbo (RON 98)	3000	4,00	2,00	2,00	2,667

Lampiran 3. Tabel hasil 3x pengujian dan nilai rata-rata kandungan CO₂ (%) pada jenis bahan bakar Pertalite, Pertamax, dan Pertamax Turbo pada putaran *engine idle*, 1000, 2000, 2500, dan 3000 rpm

Jenis Bahan Bakar	Putaran <i>Engine</i> (rpm)	Percobaan			Rata-rata CO ₂ (%)
		I	II	III	
Pertalite (RON 90)	idle	16,50	15,20	15,30	15,667
Pertamax (RON 92)	idle	14,20	14,80	14,30	14,433
Pertamax turbo (RON 98)	idle	15,10	13,30	12,60	13,667
Jenis Bahan Bakar	Putaran <i>Engine</i> (rpm)	Percobaan			Rata-rata CO ₂ (%)
		I	II	III	
Pertalite (RON 90)	1000	14,10	15,30	16,90	15,433
Pertamax (RON 92)	1000	15,00	13,90	14,10	14,333
Pertamax turbo (RON 98)	1000	13,80	14,30	13,50	13,867
Jenis Bahan Bakar	Putaran <i>Engine</i> (rpm)	Percobaan			Rata-rata CO ₂ (%)
		I	II	III	
Pertalite (RON 90)	2000	14,20	15,30	15,10	14,867
Pertamax (RON 92)	2000	15,10	13,30	13,70	14,033
Pertamax turbo (RON 98)	2000	11,70	15,00	13,80	13,500
Jenis Bahan Bakar	Putaran <i>Engine</i> (rpm)	Percobaan			Rata-rata CO ₂ (%)
		I	II	III	
Pertalite (RON 90)	2500	15,00	14,00	15,10	14,700
Pertamax (RON 92)	2500	14,10	13,90	13,70	13,900
Pertamax turbo (RON 98)	2500	13,90	12,90	13,50	13,433
Jenis Bahan Bakar	Putaran <i>Engine</i> (rpm)	Percobaan			Rata-rata CO ₂ (%)
		I	II	III	
Pertalite (RON 90)	3000	15,10	13,90	14,30	14,433
Pertamax (RON 92)	3000	13,50	14,20	12,20	13,300
Pertamax turbo (RON 98)	3000	12,60	12,00	11,80	12,133