

Pengaruh Variasi Jenis Bahan Bakar Terhadap Emisi Gas Buang Pada Motor 4 Langkah Tipe Injeksi 125 CC

Farhan Adi Nugroho*, Iwan Nugraha Gusniar, Ujiburrahman

Program Studi Teknik Mesin, Universitas Singaperbangsa Karawang, Jawa Barat

*Koresponden email: nfarhanadi9@gmail.com

Diterima: 3 Februari 2026

Disetujui: 07 Februari 2026

Abstract

The increasing number of motorcycles in Indonesia has contributed to a rise in exhaust gas emissions that negatively affect air quality. This study aims to analyze the effect of fuel type variation on exhaust emissions and combustion characteristics in a 125 cc four-stroke fuel-injected motorcycle. An experimental method with a quantitative approach was employed. The tests were conducted on a Honda Vario 125 cc using three types of gasoline fuels: Peralite (RON 90), Pertamina (RON 92), and Pertamina Green 95 (RON 95), under idle, 5000 RPM, and 8500 RPM operating conditions. Each combination of fuel type and engine speed was tested in triplicate, and the results analyzed represent the average values of the three repeated measurements, ensuring data reliability. The analyzed parameters included Carbon Monoxide (CO), Hydrocarbon (HC), and Air–Fuel Ratio (AFR), which were measured using a gas analyzer. The results indicate that Peralite tended to produce higher HC and CO emissions, particularly under idle conditions. Pertamina showed the best performance in reducing HC emissions at medium engine speed, while Pertamina Green 95 consistently produced the lowest CO emissions and AFR values closest to stoichiometric conditions, especially at low and medium engine speeds. Based on these findings, Pertamina Green 95 is recommended as a more optimal and environmentally friendly fuel for 125 cc fuel-injected motorcycles.

Keywords: *exhaust emissions, fuel variation, fuel-injected motorcycle, carbon monoxide, air–fuel ratio*

Abstrak

Peningkatan jumlah sepeda motor di Indonesia berkontribusi terhadap meningkatnya emisi gas buang yang berdampak pada kualitas udara. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi jenis bahan bakar terhadap emisi gas buang dan karakteristik pembakaran pada sepeda motor 4 langkah tipe injeksi 125 cc. Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimental dengan pendekatan kuantitatif. Pengujian dilakukan pada sepeda motor Honda Vario 125 cc menggunakan tiga jenis bahan bakar, yaitu Peralite (RON 90), Pertamina (RON 92), dan Pertamina Green 95 (RON 95), pada kondisi idle, 5000 RPM, dan 8500 RPM. Setiap kombinasi jenis bahan bakar dan kondisi putaran mesin diuji sebanyak tiga kali pengulangan (*triplicate measurements*), dan hasil yang dianalisis merupakan nilai rata-rata dari ketiga pengujian tersebut. Parameter yang dianalisis meliputi emisi Karbon Monoksida (CO), Hidrokarbon (HC), serta nilai *Air Fuel Ratio* (AFR), yang diukur menggunakan *gas analyzer*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Peralite cenderung menghasilkan emisi HC dan CO lebih tinggi, terutama pada kondisi idle. Pertamina menunjukkan kemampuan terbaik dalam menekan emisi HC pada putaran menengah, sedangkan Pertamina Green 95 secara konsisten menghasilkan emisi CO terendah serta nilai AFR yang paling mendekati kondisi stoikiometri, khususnya pada putaran rendah dan menengah. Berdasarkan hasil tersebut, Pertamina Green 95 direkomendasikan sebagai bahan bakar yang lebih optimal dan ramah lingkungan untuk sepeda motor injeksi 125 cc.

Kata Kunci: *emisi gas buang, sepeda motor injeksi, variasi bahan bakar, karbon monoksida, air fuel ratio*

1. Pendahuluan

Peningkatan jumlah sepeda motor di Indonesia berkontribusi langsung terhadap meningkatnya emisi gas buang yang mencemari udara perkotaan. Sepeda motor sebagai moda transportasi utama menghasilkan emisi Karbon Monoksida (CO) dan Hidrokarbon (HC) yang menjadi polutan dominan dan berpotensi menimbulkan gangguan kesehatan apabila melebihi ambang batas yang ditetapkan [1][2][3]. Besarnya emisi gas buang kendaraan bermotor dipengaruhi oleh proses pembakaran di dalam ruang bakar, yang sangat bergantung pada karakteristik bahan bakar dan perbandingan udara–bahan bakar (*Air Fuel Ratio*/AFR). Pembakaran yang tidak sempurna akibat campuran yang terlalu kaya atau miskin akan meningkatkan pembentukan CO dan HC, terutama pada kondisi operasi mesin yang bervariasi [4][5].

Perkembangan teknologi sepeda motor modern telah mengadopsi sistem bahan bakar injeksi (*Electronic Fuel Injection/EFI*) yang mampu mengatur AFR secara presisi. Namun, sistem injeksi memiliki sensitivitas tinggi terhadap perubahan nilai *Research Octane Number* (RON) dan komposisi kimia bahan bakar, sehingga perbedaan jenis bahan bakar dapat memengaruhi kestabilan pembakaran dan emisi gas buang yang dihasilkan [6]. Sebagai upaya menekan emisi kendaraan bermotor, dikembangkan bahan bakar ramah lingkungan seperti Pertamina Green 95 yang mengandung bioetanol 5% (E5). Kandungan oksigen dalam bioetanol secara teoritis dapat menyempurnakan proses pembakaran dan menurunkan emisi CO dan HC. Akan tetapi, beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan hasil yang belum konsisten, di mana penggunaan bahan bakar beroktan tinggi atau berbasis bioetanol tidak selalu menghasilkan emisi terendah pada seluruh kondisi operasi mesin, khususnya pada mesin dengan rasio kompresi menengah [7], [8], [9].

Berdasarkan perbedaan antara klaim teoritis dan temuan empiris dalam penelitian terdahulu, pengaruh variasi jenis bahan bakar terhadap emisi gas buang pada sepeda motor injeksi belum menunjukkan hasil yang konsisten, khususnya pada sepeda motor berkapasitas menengah yang banyak digunakan di Indonesia. Karakteristik bahan bakar, seperti nilai *Research Octane Number* (RON) dan kandungan oksigen, diketahui berperan penting dalam proses pembakaran dan pembentukan emisi Karbon Monoksida (CO) dan Hidrokarbon (HC). Namun, pengaruh tersebut masih sangat dipengaruhi oleh kondisi operasi mesin dan pengaturan sistem bahan bakar injeksi, sehingga diperlukan kajian eksperimental yang lebih spesifik untuk menjelaskan keterkaitan antara karakteristik bahan bakar dan kualitas pembakaran yang tercermin dari emisi gas buang serta nilai *Air Fuel Ratio* (AFR).

Sejalan dengan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis secara eksperimental pengaruh penggunaan Peralite (RON 90), Pertamina (RON 92), dan Pertamina Green 95 terhadap emisi CO, HC, serta nilai *Air Fuel Ratio* (AFR) pada sepeda motor 4 langkah tipe injeksi 125 cc yang dioperasikan pada berbagai kondisi putaran mesin. Analisis difokuskan pada identifikasi kecenderungan pembakaran yang dihasilkan oleh masing-masing bahan bakar serta penentuan jenis bahan bakar yang menghasilkan emisi lebih rendah dan mendekati kondisi pembakaran ideal, sehingga dapat menjadi dasar evaluasi pemilihan bahan bakar yang lebih optimal dalam upaya menekan emisi gas buang pada sepeda motor injeksi standar.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental dengan pendekatan kuantitatif untuk mengkaji pengaruh variasi jenis bahan bakar terhadap emisi gas buang dan karakteristik pembakaran pada sepeda motor 4 langkah tipe injeksi. Pengujian dilakukan dengan memberikan perlakuan berupa penggunaan bahan bakar bensin yang berbeda pada satu objek uji yang sama, kemudian mengevaluasi perubahan parameter emisi dan pembakaran yang dihasilkan.

Bahan penelitian terdiri atas objek uji dan bahan bakar yang menjadi variabel utama. Objek uji yang digunakan adalah sepeda motor Honda Vario 125 cc tipe injeksi tahun 2017 dalam kondisi standar pabrikan tanpa modifikasi pada sistem mesin maupun sistem bahan bakar. Pemilihan objek ini didasarkan pada tingginya populasi sepeda motor injeksi 125 cc di Indonesia sehingga hasil penelitian memiliki relevansi terhadap kondisi penggunaan aktual.

Pada **Gambar 1** bahan bakar yang digunakan meliputi tiga jenis bensin dengan karakteristik berbeda, yaitu Peralite (RON 90), Pertamina (RON 92), dan Pertamina Green 95 (RON 95). Ketiga bahan bakar tersebut dipilih untuk merepresentasikan variasi nilai oktan dan karakteristik kimia bahan bakar yang umum digunakan pada sepeda motor injeksi.



Gambar 1. Bahan bakar Peralite, Pertamina, dan Pertamina Green 95

Pertalite digunakan sebagai bahan bakar dengan nilai oktan terendah yang umumnya diaplikasikan pada mesin berasio kompresi menengah, sedangkan Pertamina digunakan sebagai bahan bakar beroktan lebih tinggi yang dirancang untuk menghasilkan pembakaran lebih stabil. Pertamina Green 95 digunakan sebagai representasi bahan bakar ramah lingkungan dengan karakteristik *oxygenated fuel* yang berpotensi memengaruhi proses pembakaran dan emisi gas buang.

Pengambilan data dilakukan pada tiga kondisi operasi mesin, yaitu idle, 5000 RPM, dan 8500 RPM. Emisi gas buang diukur menggunakan *gas analyzer* untuk memperoleh nilai Karbon Monoksida (CO), Hidrokarbon (HC) dan *Air Fuel Ratio* (AFR), sedangkan putaran mesin dikendalikan dan diverifikasi menggunakan *tachometer*. Setiap kondisi pengujian dilakukan tiga kali pengulangan untuk memperoleh nilai rata-rata yang merepresentasikan kondisi aktual mesin. Sebelum pengujian, dilakukan pemeriksaan dan penyetelan ringan (*tune-up*) untuk memastikan mesin beroperasi secara optimal. Seluruh prosedur pengujian diterapkan secara konsisten pada setiap perlakuan guna meminimalkan pengaruh variabel luar terhadap hasil pengukuran.

Data hasil pengujian disajikan dalam bentuk tabel dan grafik, kemudian dianalisis secara deskriptif komparatif untuk membandingkan pengaruh masing-masing jenis bahan bakar terhadap emisi CO, HC, dan nilai AFR pada setiap kondisi putaran mesin. Analisis difokuskan pada kecenderungan perubahan emisi serta kedekatannya terhadap kondisi pembakaran ideal berdasarkan teori stoikiometri. Dalam penelitian ini, jenis bahan bakar ditetapkan sebagai variabel bebas, sedangkan emisi CO, HC, dan nilai AFR sebagai variabel terikat. Kondisi objek uji, prosedur pengujian, variasi putaran mesin, dan alat ukur dipertahankan sebagai variabel kontrol guna menjamin validitas hasil penelitian.

3. Hasil dan Pembahasan

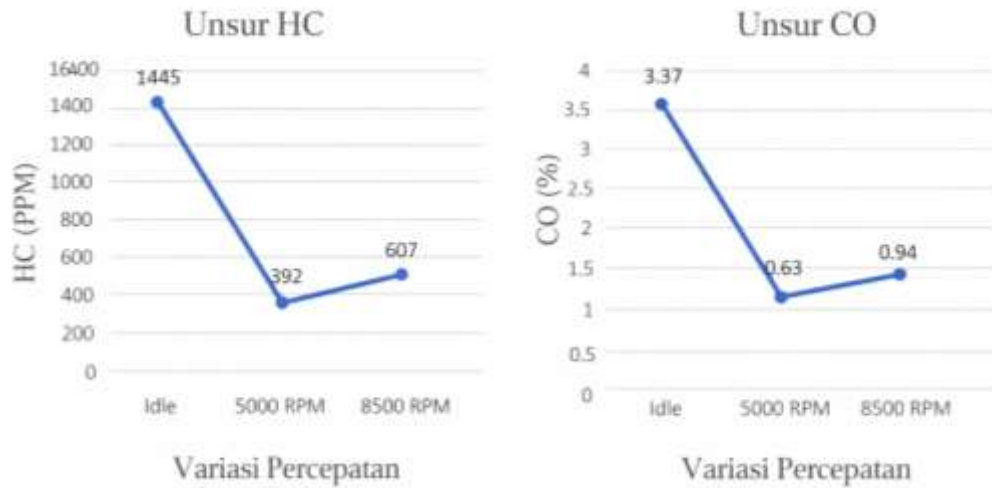
Hasil pengujian emisi gas buang sepeda motor 4 langkah tipe injeksi 125 cc menggunakan tiga jenis bahan bakar disajikan dalam **Tabel 1**. Tabel ini menampilkan nilai rata-rata emisi Karbon Monoksida (CO), Hidrokarbon (HC), serta nilai *Air Fuel Ratio* (AFR) pada kondisi idle, 5000 RPM dan 8500 RPM.

Tabel 1. Rata-rata hasil pengujian emisi gas buang pada berbagai jenis bahan bakar

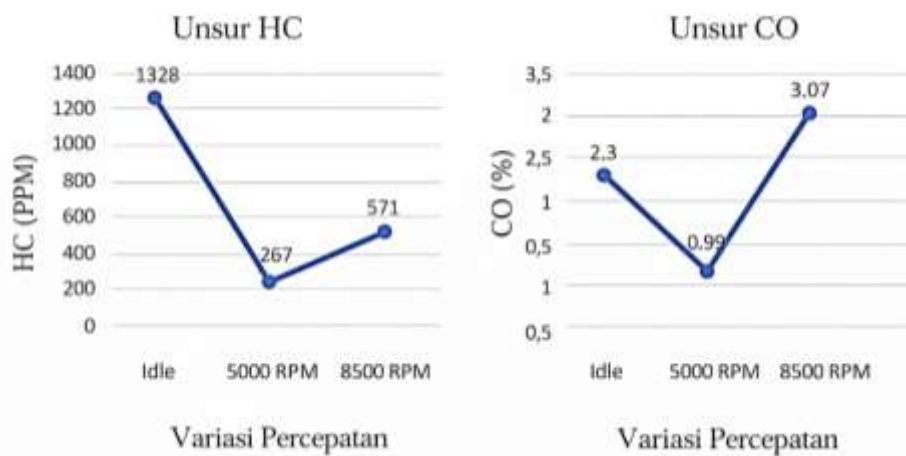
Bahan Bakar	Kondisi Mesin	HC (ppm)	CO (%)	AFR
Pertalite	Idle	1445	3,37	13,48
	5000 RPM	392	0,63	18,82
	8500 RPM	607	0,94	22,68
Pertamax	Idle	1328	2,30	15,30
	5000 RPM	267	0,99	17,83
	8500 RPM	571	3,07	16,20
Pertamax Green 95	Idle	1354	0,86	15,07
	5000 RPM	332	0,49	19,27
	8500 RPM	516	1,60	18,30

Hasil Pengujian Emisi Berdasarkan Jenis Bahan Bakar

Berdasarkan **Gambar 2** hasil pengujian menunjukkan bahwa penggunaan bahan bakar Pertalite menghasilkan emisi HC dan CO tertinggi pada kondisi idle, masing-masing sebesar 1445 ppm dan 3,37%, yang mengindikasikan pembakaran belum optimal akibat rendahnya turbulensi udara dan kecenderungan campuran kaya. Pada putaran 5000 RPM, emisi HC dan CO menurun signifikan menjadi 392 ppm dan 0,63%, seiring meningkatnya kualitas pencampuran udara dan bahan bakar sehingga proses pembakaran berlangsung lebih sempurna. Pada 8500 RPM, kadar HC dan CO kembali meningkat menjadi 607 ppm dan 0,94%, yang menunjukkan adanya keterbatasan waktu pembakaran pada putaran tinggi. Pola perubahan ini sejalan dengan penelitian terdahulu yang melaporkan bahwa emisi HC dan CO cenderung menurun pada putaran menengah dan meningkat kembali pada putaran tinggi pada mesin bensin [8][9].

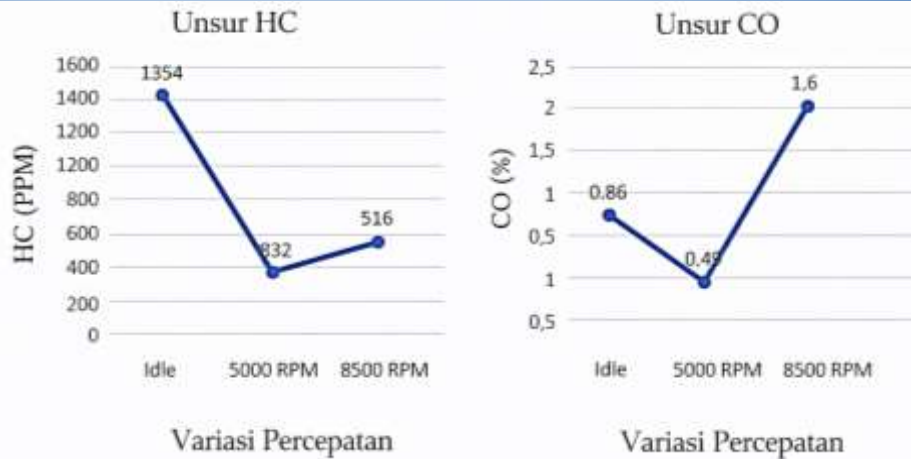


Gambar 2. Perubahan Kadar HC dan CO pada Penggunaan Peralite



Gambar 3. Perubahan Kadar HC dan CO pada Penggunaan pertamax

Hasil pengujian pada **Gambar 3** menunjukkan bahwa penggunaan bahan bakar Pertamina menghasilkan emisi HC dan CO tertinggi pada kondisi idle, masing-masing sebesar 1328 ppm dan 2,30%, yang menunjukkan pembakaran belum optimal akibat rendahnya turbulensi udara dan kecenderungan campuran kaya. Pada putaran 5000 RPM, emisi HC dan CO menurun signifikan menjadi 267 ppm dan 0,99%, yang menandakan pembakaran paling stabil dan efisien terjadi pada putaran menengah. Namun, pada 8500 RPM, kadar HC dan CO kembali meningkat menjadi 571 ppm dan 3,07%, yang menunjukkan keterbatasan waktu pembakaran dan peningkatan suplai bahan bakar pada putaran tinggi. Pola ini sejalan dengan penelitian terdahulu yang menyatakan bahwa bahan bakar beroktan lebih tinggi cenderung menghasilkan emisi terendah pada putaran menengah, namun tidak selalu optimal pada putaran tinggi [8] [9].



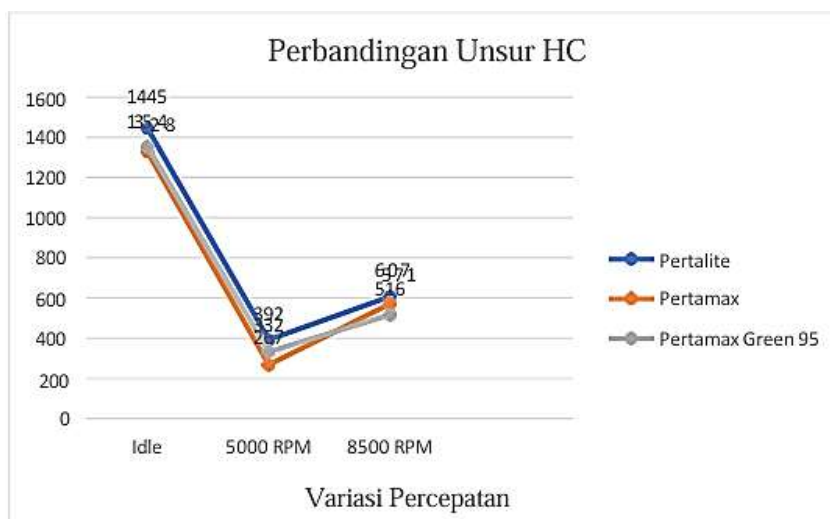
Gambar 4. Perubahan Kadar HC dan CO pada penggunaan pertamax green 95

Pada **Gambar 4** menghasilkan emisi HC tertinggi pada kondisi idle (1354 ppm), menurun tajam pada 5000 RPM (332 ppm), dan kembali meningkat pada 8500 RPM (516 ppm). Penurunan pada putaran menengah menunjukkan pembakaran yang lebih optimal akibat peningkatan pencampuran udara–bahan bakar, sedangkan kenaikan pada putaran tinggi mengindikasikan keterbatasan waktu pembakaran. Pola ini sejalan dengan penelitian terdahulu yang melaporkan bahwa emisi HC minimum terjadi pada putaran menengah dan meningkat kembali pada putaran tinggi [8][9]. Emisi CO pada Pertamax Green 95 menunjukkan nilai rendah pada kondisi idle dan 5000 RPM, masing-masing sebesar 0,86% dan 0,49%, sebelum meningkat pada 8500 RPM menjadi 1,60%. Rendahnya emisi CO pada putaran rendah dan menengah menunjukkan peran kandungan oksigen dalam bioetanol yang meningkatkan kesempurnaan oksidasi karbon, sebagaimana dilaporkan pada penelitian bahan bakar *oxygenated fuel* [7][13] [21].

Analisis Perbandingan Kadar HC pada Berbagai Jenis Bahan Bakar

Pada **Gambar 5** menunjukkan bahwa kadar HC tertinggi untuk seluruh bahan bakar terjadi pada kondisi idle, dengan Peralite menghasilkan nilai tertinggi (1445 ppm), diikuti Pertamax Green 95 (1354 ppm) dan Pertamax (1328 ppm). Tingginya emisi HC pada putaran rendah menunjukkan pembakaran yang belum optimal akibat rendahnya turbulensi dan pencampuran udara–bahan bakar, sebagaimana juga dilaporkan pada penelitian terdahulu bahwa emisi HC cenderung tinggi pada kondisi idle [8][9].

Pada putaran menengah (5000 RPM), kadar HC menurun signifikan untuk seluruh bahan bakar. Pertamax menghasilkan nilai HC terendah (267 ppm), diikuti Pertamax Green 95 (332 ppm) dan Peralite (392 ppm). Hal ini menunjukkan bahwa bahan bakar dengan nilai oktan lebih tinggi menghasilkan pembakaran yang lebih stabil dan efisien pada putaran menengah, sejalan dengan temuan [8][9].



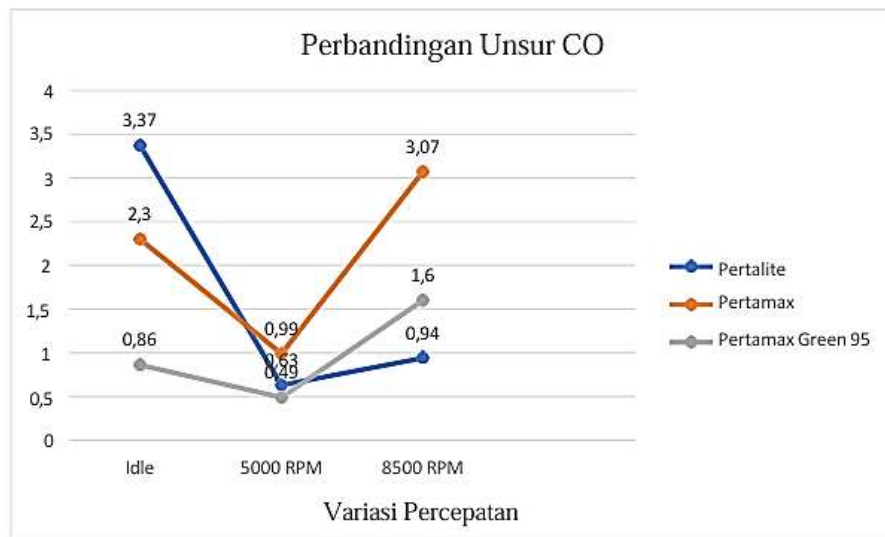
Gambar 5. Grafik perbandingan Kadar Unsur HC

Pada putaran tinggi (8500 RPM), kadar HC kembali meningkat pada seluruh bahan bakar akibat keterbatasan waktu pembakaran. Namun, Pertamina Green 95 menghasilkan HC terendah (516 ppm) dibandingkan Pertamina (571 ppm) dan Peralite (607 ppm), yang menunjukkan peran kandungan oksigen dalam bioetanol dalam menyempurnakan proses oksidasi bahan bakar. Temuan ini sesuai dengan kajian bahan bakar *oxygenated fuel* yang menyatakan bahwa kandungan oksigen dapat menurunkan emisi HC pada kondisi operasi mesin tertentu [7], [13], [21].

Secara keseluruhan, Peralite cenderung menghasilkan emisi HC tertinggi pada seluruh kondisi, Pertamina paling efektif menekan HC pada putaran menengah, sedangkan Pertamina Green 95 menunjukkan kinerja terbaik pada putaran tinggi. Hasil ini menegaskan bahwa angka oktan dan kandungan oksigen bahan bakar berpengaruh terhadap pembentukan HC, dengan pengaruh yang bergantung pada kondisi operasi mesin [8], [9].

Analisis Perbandingan Kadar CO pada Berbagai Jenis Bahan Bakar

Gambar 6 menunjukkan bahwa kadar CO tertinggi pada kondisi idle dihasilkan oleh Peralite sebesar 3,37%, diikuti Pertamina sebesar 2,30%, dan Pertamina Green 95 sebesar 0,86%. Tingginya emisi CO pada putaran rendah menunjukkan pembakaran tidak sempurna akibat campuran udara–bahan bakar yang cenderung kaya dan rendahnya turbulensi udara, sebagaimana juga dilaporkan pada penelitian terdahulu bahwa emisi CO tinggi pada kondisi idle [8] [20].



Gambar 6. Grafik perbandingan Kadar Unsur CO

Pada putaran menengah (5000 RPM), kadar CO menurun signifikan pada seluruh bahan bakar. Pertamina Green 95 menghasilkan nilai terendah (0,49%), diikuti Peralite (0,63%) dan Pertamina (0,99%). Rendahnya emisi CO pada Pertamina Green 95 menunjukkan peran kandungan oksigen dalam bioetanol yang meningkatkan kesempurnaan oksidasi karbon, sejalan dengan hasil penelitian Nghia dan Khoa serta kajian bahan bakar *oxygenated fuel* [7][13][21].

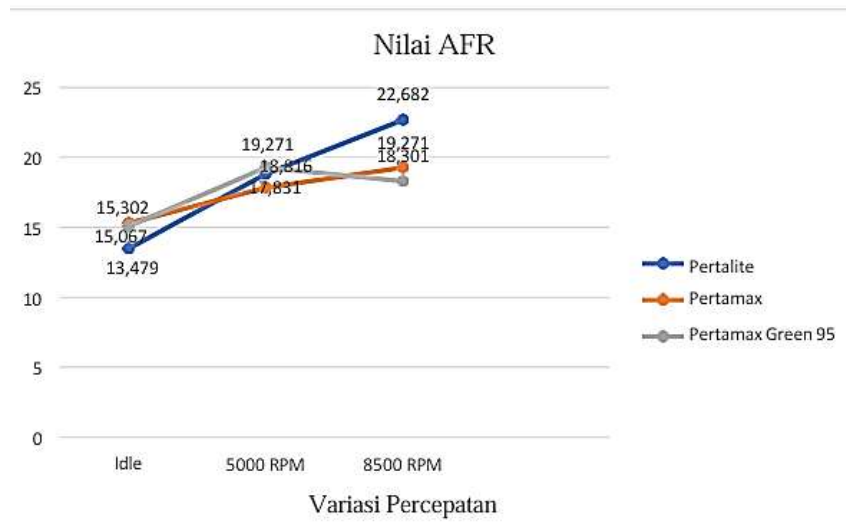
Pada putaran tinggi (8500 RPM), kadar CO kembali meningkat pada seluruh bahan bakar, dengan Pertamina menghasilkan nilai tertinggi (3,07%), diikuti Pertamina Green 95 (1,60%) dan Peralite (0,94%). Peningkatan ini menunjukkan keterbatasan waktu pembakaran pada putaran tinggi, sebagaimana dijelaskan dalam penelitian terdahulu bahwa emisi CO dapat meningkat akibat waktu reaksi pembakaran yang semakin singkat [9][20].

Secara keseluruhan, Pertamina Green 95 menunjukkan kinerja terbaik dalam menekan emisi CO pada putaran rendah dan menengah, Peralite menghasilkan CO tertinggi pada kondisi idle, sedangkan Pertamina cenderung menghasilkan CO lebih tinggi pada putaran tinggi. Temuan ini menegaskan bahwa karakteristik bahan bakar dan kondisi operasi mesin berperan penting terhadap pembentukan emisi CO [7][8][20].

Analisis Perbandingan Nilai AFR pada Berbagai Jenis Bahan Bakar

Gambar 7 menunjukkan bahwa pada kondisi idle, Peralite menghasilkan nilai AFR terendah (13,479) yang mengindikasikan campuran relatif kaya, sedangkan Pertamina (15,302) dan Pertamina Green 95 (15,067) menghasilkan nilai AFR yang lebih mendekati kondisi stoikiometri. Hal ini menunjukkan

bahwa bahan bakar dengan nilai oktan lebih tinggi dan karakteristik kimia yang lebih baik cenderung menghasilkan pembakaran yang lebih seimbang pada putaran rendah, sebagaimana dijelaskan dalam teori hubungan AFR terhadap pembakaran mesin bensin [20][21].



Gambar 7. Grafik perbandingan Nilai AFR

Pada putaran menengah (5000 RPM), seluruh bahan bakar menunjukkan peningkatan AFR ke arah campuran miskin, dengan Pertamina Green 95 menghasilkan nilai tertinggi (19,271), diikuti Peralite (18,816) dan Pertamina (17,831). Kondisi ini berkorelasi dengan penurunan emisi CO dan HC akibat meningkatnya suplai udara dan kesempurnaan pembakaran, sejalan dengan penelitian terdahulu yang menyatakan bahwa pembakaran mesin bensin lebih efisien pada AFR sedikit di atas stoikiometri pada beban menengah [7][20].

Pada putaran tinggi (8500 RPM), nilai AFR meningkat lebih lanjut untuk seluruh bahan bakar. Peralite menghasilkan AFR tertinggi (22,682), diikuti Pertamina Green 95 (19,271) dan Pertamina (18,301), yang menunjukkan kecenderungan campuran sangat miskin. Kondisi ini berpotensi meningkatkan emisi HC akibat pembakaran yang tidak stabil, sebagaimana dilaporkan dalam penelitian terdahulu bahwa campuran terlalu miskin dapat menurunkan kestabilan pembakaran pada putaran tinggi [9][21].

Secara keseluruhan, Pertamina Green 95 menghasilkan nilai AFR yang paling mendekati kondisi ideal pada putaran rendah dan menengah, Peralite cenderung menghasilkan campuran kaya pada idle dan sangat miskin pada putaran tinggi, sedangkan Pertamina menunjukkan karakteristik AFR yang relatif stabil. Temuan ini menegaskan bahwa karakteristik bahan bakar dan kondisi operasi mesin berperan penting dalam menentukan AFR dan efisiensi pembakaran [7][20][21].

Berdasarkan hasil perbandingan emisi dan nilai AFR, Pertamina Green 95 menunjukkan kinerja paling optimal dalam menekan emisi CO serta menghasilkan nilai AFR yang mendekati kondisi stoikiometri, khususnya pada putaran rendah dan menengah. Dengan demikian, Pertamina Green 95 direkomendasikan sebagai bahan bakar lebih ramah lingkungan untuk sepeda motor Honda Vario 125 cc.

4. Kesimpulan

Penelitian ini menunjukkan bahwa variasi jenis bahan bakar berpengaruh nyata terhadap emisi gas buang dan karakteristik pembakaran pada sepeda motor 4 langkah tipe injeksi 125 cc. Pada kondisi idle, Peralite menghasilkan emisi tertinggi dengan kadar HC sebesar 1445 ppm dan CO sebesar 3,37%, disertai nilai AFR 13,48 yang menunjukkan campuran relatif kaya. Pada putaran menengah (5000 RPM), Pertamina menunjukkan kinerja terbaik dalam menekan emisi HC dengan nilai terendah sebesar 267 ppm, sedangkan Pertamina Green 95 menghasilkan emisi CO terendah sebesar 0,49%. Pada putaran tinggi (8500 RPM), seluruh bahan bakar mengalami peningkatan emisi, namun Pertamina Green 95 tetap menghasilkan kadar HC lebih rendah (516 ppm) dibandingkan Peralite (607 ppm) dan Pertamina (571 ppm). Selain itu, Pertamina Green 95 secara konsisten menghasilkan nilai AFR yang paling mendekati kondisi stoikiometri pada kondisi idle, yaitu 15,07, dibandingkan Peralite (13,48) dan Pertamina (15,30). Berdasarkan hasil kuantitatif tersebut, Pertamina Green 95 dapat direkomendasikan sebagai bahan bakar yang lebih optimal dan ramah lingkungan untuk sepeda motor injeksi 125 cc karena mampu menekan emisi CO secara signifikan dan menghasilkan proses pembakaran yang lebih seimbang.

5. Singkatan

AFR	<i>Air Fuel Ratio</i>
CO	<i>Carbon Monoxide</i> (Karbon Monoksida)
HC	<i>Hydrocarbon</i> (Hidrokarbon)
RPM	<i>Revolutions Per Minute</i>
EFI	<i>Electronic Fuel Injection</i>
RON	<i>Research Octane Number</i>
ppm	<i>parts per million</i>
E5	<i>Ethanol 5%</i>
BBM	Bahan Bakar Minyak
SNI	Standar Nasional Indonesia
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>

6. Daftar Pustaka

- [1] Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia, *Status Lingkungan Hidup Indonesia*, Jakarta: KLHK, 2022.
- [2] Badan Pusat Statistik, *Statistik Transportasi Darat Indonesia*, Jakarta: BPS, 2021.
- [3] World Health Organization, *Air Quality Guidelines: Global Update 2005*, Copenhagen: WHO Regional Office for Europe, 2006.
- [4] J. B. Heywood, *Internal Combustion Engine Fundamentals*, 2nd ed., New York: McGraw-Hill, 2018.
- [5] R. Stone, *Introduction to Internal Combustion Engines*, 4th ed., London: Palgrave Macmillan, 2012.
- [6] R. Bosch GmbH, *Gasoline Engine Management*, 4th ed., Stuttgart: Bosch Professional Automotive Information, 2014.
- [7] N. T. Nghia and D. Q. Khoa, "Effects of ethanol-gasoline blends on exhaust emissions and fuel consumption of motorcycles," *International Journal of Automotive Technology*, vol. 15, no. 4, pp. 589–596, 2014.
- [8] E. Winarto, S. Hadi, and A. Prasetyo, "Pengaruh variasi bahan bakar bensin terhadap emisi gas buang pada sepeda motor," *Jurnal Teknik Mesin*, vol. 8, no. 2, pp. 85–92, 2016.
- [9] Sanusi, A. Nugroho, and H. Riyanto, "Analisis emisi gas buang sepeda motor injeksi dengan variasi bahan bakar," *Jurnal Rekayasa Mesin*, vol. 10, no. 1, pp. 45–52, 2019.
- [10] S. Pulkrabek, *Engineering Fundamentals of the Internal Combustion Engine*, 2nd ed., New Jersey: Pearson Education, 2004.
- [11] A. S. Ramadani and Y. Prasetyo, "Pengaruh putaran mesin terhadap emisi CO dan HC pada motor bensin empat langkah," *Jurnal Energi dan Manufaktur*, vol. 11, no. 1, pp. 23–29, 2018.
- [12] M. Lapuerta, O. Armas, and J. Rodríguez-Fernández, "Effect of biodiesel fuels on diesel engine emissions," *Progress in Energy and Combustion Science*, vol. 34, no. 2, pp. 198–223, 2008.
- [13] A. Demirbas, *Biofuels: Securing the Planet's Future Energy Needs*, London: Springer, 2009.
- [14] H. Zhao, *Advanced Direct Injection Combustion Engine Technologies and Development*, Cambridge: Woodhead Publishing, 2010.
- [15] Pertamina (Persero), *Spesifikasi Produk BBM Bensin*, Jakarta: PT Pertamina, 2022.
- [16] S. Turns, *An Introduction to Combustion: Concepts and Applications*, 3rd ed., New York: McGraw-Hill, 2012.
- [17] M. Karim, "Air-fuel ratio and its effect on exhaust emissions in gasoline engines," *SAE Technical Paper*, SAE 2007-01-0470, 2007.
- [18] G. Fontaras and Z. Samaras, "Impact of engine operating conditions on pollutant emissions," *Energy Conversion and Management*, vol. 51, no. 10, pp. 1888–1895, 2010.
- [19] ISO 3929, *Measurement of Exhaust Gas Emissions—Gas Analyzer*, Geneva: International Organization for Standardization, 2019.
- [20] R. B. Ferguson and A. T. Kirkpatrick, *Internal Combustion Engines: Applied Thermosciences*, 3rd ed., Hoboken: Wiley, 2016.
- [21] M. Al-Hasan, "Effect of ethanol-unleaded gasoline blends on engine performance and exhaust emission," *Energy Conversion and Management*, vol. 44, no. 9, pp. 1547–1561, 2003.