

## **PENGARUH PUTARAN MESIN DAN JENIS BAHAN BAKAR TERHADAP EMISI GAS BUANG HONDA CB150R**

Rizki Ananda Batubara<sup>1</sup>, Rahma Doni<sup>2</sup>, Aken Derisman<sup>3</sup>, Piter Nasrum Ambarita<sup>4</sup>,  
Rajinal Wahid Sitepu<sup>5</sup>, Pahler Nasution<sup>6</sup>

<sup>1,2,3,4,5,6</sup>Universitas Negeri Medan

<sup>1</sup>[rizkianandabtr121@gmail.com](mailto:rizkianandabtr121@gmail.com), <sup>2</sup>[rahmadonift@unimed.ac.id](mailto:rahmadonift@unimed.ac.id),  
<sup>3</sup>[akenderisman@unimed.ac.id](mailto:akenderisman@unimed.ac.id), <sup>4</sup>[piternasrum@gmail.com](mailto:piternasrum@gmail.com),  
<sup>5</sup>[rajinalsitepu2005@gmail.com](mailto:rajinalsitepu2005@gmail.com), <sup>6</sup>[bangler858@gmail.com](mailto:bangler858@gmail.com).

### **ABSTRACT**

*The increase in air pollution from motor vehicle emissions demands strategic measures, one of which is through the selection of the right fuel and engine operation. This study aims to comprehensively analyze the effect of variations in engine speed and fuel type on exhaust gas emission levels, especially carbon monoxide (CO) and hydrocarbons (HC), on a Honda CB150R motorcycle. A quantitative experimental approach was used in this study. Data collection was carried out directly using a gas analyzer instrument at three engine speed points, namely 1500 rpm, 4000 rpm, and 8000 rpm. This test compared the performance of three types of commercial fuel Pertalite, Pertamax, and Pertamax Turbo. The experimental results proved that the use of fuel with a higher octane rating (RON) contributed directly to reducing exhaust gas emission concentrations. In addition, increasing engine speed within a certain range was able to create much more optimal combustion conditions, which were characterized by a significant reduction in CO and HC levels. The conclusion of this study confirms that the synergy between the use of high-octane fuel and engine operation at ideal speeds is a very effective method for reducing air pollution levels from two-wheeled vehicles.*

**Keywords:** Exhaust Emissions, Engine RPM, Octane Rating, Honda CB150R, Gas Analyzer

### **ABSTRAK**

Peningkatan polusi udara yang bersumber dari emisi kendaraan bermotor menuntut adanya langkah strategis, salah satunya melalui pemilihan bahan bakar dan operasional mesin yang tepat. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis secara komprehensif pengaruh variasi putaran mesin serta jenis bahan bakar terhadap tingkat emisi gas buang, khususnya karbon monoksida (CO) dan hidrokarbon (HC), pada sepeda motor Honda CB150R. Pendekatan eksperimen kuantitatif digunakan dalam studi ini. Pengambilan data dilakukan secara langsung menggunakan instrumen gas analyzer pada tiga titik putaran mesin, yakni 1500 rpm, 4000 rpm, dan 8000 rpm. Pengujian ini membandingkan kinerja tiga jenis bahan bakar komersial Pertalite, Pertamax, dan Pertamax Turbo. Hasil eksperimen membuktikan bahwa penggunaan bahan bakar dengan nilai oktan (RON) yang lebih

tinggi berkontribusi langsung terhadap penurunan konsentrasi emisi gas buang. Di samping itu, peningkatan putaran mesin pada rentang tertentu mampu menciptakan kondisi pembakaran yang jauh lebih optimal, yang ditandai dengan penyusutan kadar CO dan HC secara signifikan. Kesimpulan dari penelitian ini menegaskan bahwa sinergi antara penggunaan bahan bakar beroktan tinggi dan pengoperasian mesin pada putaran ideal merupakan metode yang sangat efektif untuk menekan tingkat polusi udara dari kendaraan roda dua.

**Kata Kunci:** Emisi Gas Buang, Putaran Mesin, Angka Oktan, Honda CB150R, Gas Analyzer

### **A. Pendahuluan**

Pertumbuhan pesat di sektor ekonomi dan demografi Indonesia selama satu dekade terakhir membawa konsekuensi langsung pada tingginya mobilitas masyarakat. Kebutuhan akan moda transportasi yang cepat dan terjangkau menjadikan sepeda motor sebagai pilihan utama, terutama di kawasan perkotaan yang padat. Sayangnya, lonjakan populasi kendaraan roda dua ini berbanding lurus dengan memburuknya kualitas udara.

Mayoritas kendaraan masih sangat bergantung pada bahan bakar fosil, yang proses pembakarannya melepaskan senyawa beracun ke atmosfer. Dua jenis polutan yang paling mendapat sorotan global adalah Karbon Monoksida (CO) dan Hidrokarbon (HC). Gas CO memiliki karakter tidak berbau namun sangat mematikan karena mampu mengikat

hemoglobin darah jauh lebih cepat daripada oksigen, sehingga memicu hipoksia. Di sisi lain, HC merupakan wujud dari sisa uap bahan bakar yang gagal terbakar. Ketika bereaksi dengan paparan sinar matahari, gas ini akan membentuk kabut fotokimia (smog) yang berisiko karsinogenik. Merujuk pada data yang ada, emisi gas buang kendaraan bermotor menyumbang lebih dari 70% total pencemaran udara di kawasan urban, sehingga upaya pengendalian polusi bukan lagi sekadar wacana, melainkan urgensi yang mendesak untuk ditangani melalui langkah teknis dan regulatif (Hidayat, 2023: 12-14).

Akar permasalahan tingginya kadar emisi bermuara pada kualitas proses di dalam ruang bakar mesin (combustion chamber). Secara teoretis, pembakaran yang ideal atau stoikiometrik akan menghasilkan emisi Karbon Dioksida (CO<sub>2</sub>) dan Air

(H<sub>2</sub>O) yang relatif tidak berbahaya. Namun, pada praktiknya, kondisi ideal ini nyaris mustahil dicapai secara konstan. Ketidaksempurnaan pembakaran sering kali dipicu oleh ketidaksesuaian rasio udara dan bahan bakar (Air-Fuel Ratio/AFR) serta pemilihan nilai oktan (Research Octane Number/RON) yang kurang tepat. Penggunaan bahan bakar dengan oktan yang ekuivalen terhadap rasio kompresi bawaan mesin sangat krusial untuk mencegah terjadinya detonasi dini (knocking), sehingga pembakaran dapat berlangsung lebih efisien dan tuntas (Wibowo, 2021: 45).

Selain faktor kimiawi tersebut, aspek operasional mekanis seperti tingkat putaran mesin (RPM) turut memegang peranan penting. RPM menentukan kecepatan siklus mesin yang berdampak langsung pada tingkat homogenitas campuran di ruang bakar. Putaran mesin yang terlalu rendah kerap menciptakan campuran kaya (rich mixture) sebagai penyumbang utama emisi CO, sedangkan putaran yang terlampau tinggi berpotensi memotong durasi pembakaran, membuat molekul bahan bakar terbuang mentah

menjadi gas HC (Gunawan, 2020: 88-90).

Untuk mengkaji fenomena mekanis ini secara empiris, diperlukan objek penelitian yang merepresentasikan kondisi aktual di jalan raya. Sepeda motor Honda CB150R, sebagai salah satu primadona di kelas motor sport menengah, menjadi subjek yang sangat relevan. Kendaraan ini dibekali mesin berteknologi Double Overhead Camshaft (DOHC) bersistem injeksi Programmed Fuel Injection (PGM-FI) dengan rasio kompresi yang cukup padat, yakni 11,3:1. Berdasarkan literatur otomotif, kompresi di atas 11:1 sejatinya mewajibkan asupan bahan bakar beroktan tinggi idealnya RON 92 atau lebih agar sensor pada Electronic Control Unit (ECU) dapat bekerja optimal sesuai kurva pengapian standar pabrikan. Ironisnya, realita sosial-ekonomi di lapangan justru menunjukkan anomali perilaku konsumen. Tuntutan efisiensi pengeluaran sering kali mendorong para pemilik motor untuk tetap menggunakan bahan bakar dengan RON 90 (Rahmadani, 2024: 21).

Praktik yang diulang-ulang ini memaksa sistem ECU untuk terus melakukan koreksi pengapian

otomatis (retard ignition) guna menghindari kerusakan mesin. Imbasnya, efisiensi termal mesin anjlok drastis dan gas buang yang dihasilkan berpotensi melampaui baku mutu emisi, seolah mementahkan keunggulan dari teknologi injeksi canggih yang telah disematkan.

Berangkat dari kompleksitas permasalahan yang mencakup spesifikasi mesin, karakteristik bahan bakar, dan perilaku konsumen tersebut, penelitian ini difokuskan untuk menguji secara langsung efektivitas pembakaran melalui eksperimen teknis. Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk menganalisis dan mengukur sejauh mana pengaruh dari penerapan variasi putaran mesin serta penggunaan jenis bahan bakar dengan nilai oktan (RON) yang berbeda terhadap fluktuasi kadar emisi gas buang, khususnya CO dan HC, pada sepeda motor Honda CB150R. Dengan memanfaatkan instrumen gas analyzer, studi ini diharapkan mampu memetakan titik kombinasi operasional mana yang menghasilkan tingkat emisi paling ramah lingkungan.

Secara praktis, temuan dari pengujian empiris ini akan menjadi

landasan edukasi berbasis data agar masyarakat khususnya pengguna CB150R lebih bijak dalam memilih bahan bakar yang tepat untuk menjaga performa sekaligus menekan polusi. Sementara itu, dari sudut pandang teoretis, hasil penelitian ini diproyeksikan dapat memperkaya literatur di bidang teknik otomotif terapan, serta memberikan referensi tambahan bagi pemangku kebijakan dalam merumuskan regulasi terkait standar baku mutu emisi dan kelayakan distribusi bahan bakar.

## **B. Metode Penelitian**

Penelitian ini menerapkan pendekatan kuantitatif berbasis metode eksperimen murni (true experimental research). Rancangan ini dipilih untuk mengamati dan mengukur hubungan sebab-akibat secara langsung dari manipulasi variabel bebas terhadap variabel terikat dalam kondisi lingkungan yang terkontrol. Kegiatan pengujian dilaksanakan pada bulan Juni 2026 bertempat di Laboratorium/Bengkel Otomotif SMK Negeri 2 Medan.

Subjek yang diuji dalam eksperimen ini adalah satu unit sepeda motor Honda CB150R rakitan tahun 2017. Sebelum pengambilan

data dilakukan, kendaraan dipastikan berada dalam kondisi standar pabrikan, memiliki suhu kerja normal, serta seluruh komponen utama mesin khususnya sistem pasokan bahan bakar dan pengapian berfungsi dengan sempurna. Target utama dari penelitian ini adalah untuk memperoleh data empiris yang presisi mengenai kadar emisi gas buang, khususnya parameter Karbon Monoksida (CO) dan Hidrokarbon (HC).

Proses pengumpulan data mengandalkan seperangkat instrumen ukur dan bahan uji yang terstandarisasi, antara lain: 1) Gas Analyzer Heshbon HG-510 sebagai alat ukur utama yang berfungsi untuk mendeteksi dan mengukur tingkat konsentrasi emisi CO (dalam satuan % vol) dan HC (dalam satuan ppm vol); 2) Tachometer Eksternal sebagai alat pemantau putaran mesin digital untuk memastikan ketepatan dan kestabilan angka RPM secara akurat, guna menghindari deviasi indikator bawaan kendaraan; 3) Stopwatch digunakan untuk mengukur interval waktu penstabilan pembacaan sensor emisi; 4) Tangki Bahan Bakar Portabel Modifikasi sebagai alat bantu penyaluran bahan bakar yang

dirancang khusus untuk mempermudah proses pergantian serta pembilasan (flushing) antarjenis BBM; 5) Bahan Bakar Uji terdapat tiga jenis Bahan Bakar Minyak (BBM) komersial yang dibandingkan kinerjanya, yaitu Pertalite (RON 90), Pertamax (RON 92), dan Pertamax Turbo (RON 98).

Pengumpulan data eksperimental dilakukan secara langsung melalui rangkaian tahapan sistematis untuk menjaga akurasi dan validitas pengukuran: 1) Kalibrasi Awal (Zeroing) yaitu instrumen gas analyzer dihidupkan dan dikalibrasi terlebih dahulu melalui proses zeroing untuk memastikan pembacaan sensor kembali ke angka nol sebelum pengujian dimulai; 2) Pengondisian Suhu Mesin dimana sepeda motor dihidupkan hingga mencapai suhu operasional ideal pada kisaran 80°C hingga 90°C. Hal ini bertujuan agar sistem injeksi PGM-FI bekerja pada kurva pengapian normal dan komponen ruang bakar mencapai pemuatan yang presisi; 3) Pemasangan Pasokan BBM Uji pada tangki portabel yang telah diisi bahan bakar pertama (Pertalite) dihubungkan langsung ke saluran sistem injeksi kendaraan; 4)

Pengukuran pada Putaran Stasioner (1500 RPM): Putaran mesin ditahan secara konstan pada 1500 rpm. Probe dari gas analyzer kemudian dimasukkan ke dalam lubang knalpot (muffler) sedalam kurang lebih 30 cm untuk mencegah kontaminasi udara luar; 5) Perekaman Data Emisi setelah indikator angka pada monitor gas analyzer menunjukkan nilai yang stabil (steady state), data kadar emisi CO dan HC dicatat serta dicetak (print out) sebagai dokumen mentah; 6) Pengukuran Variasi Putaran Mesin: Langkah pengukuran emisi diulangi dengan memperlakukan variasi putaran mesin yang lebih tinggi, yaitu pada 4000 rpm dan 8000 rpm; 7) Pengurasan dan Pengulangan (Flushing) setelah siklus uji Pertalite selesai, sisa bahan bakar yang berada pada selang dan saluran injektor dikuras hingga bersih. Prosedur yang sama (langkah 3 sampai 6) diulangi secara identik untuk bahan bakar Pertamax dan Pertamax Turbo.

Guna menjamin keandalan (reliability) serta meminimalkan kesalahan acak (random error), seluruh kombinasi perlakuan antara variasi putaran mesin dan jenis bahan bakar dilakukan pengulangan sebanyak tiga kali (metode triplo).

Data akhir yang disajikan dan dianalisis merupakan nilai rata-rata (mean) dari hasil pengulangan tersebut.

### **C.Hasil Penelitian dan Pembahasan**

Pengujian emisi gas buang pada sepeda motor Honda CB150R menghasilkan data berupa konsentrasi Karbon Monoksida (CO dalam satuan %) dan Hidrokarbon (HC dalam satuan ppm). Pengukuran dilakukan secara eksperimental dengan mengombinasikan tiga jenis bahan bakar (Pertalite, Pertamax, Pertamax Turbo) pada tiga titik putaran mesin (1500 rpm, 4000 rpm, dan 8000 rpm). Data kuantitatif hasil rerata pengulangan tiga kali pengujian disajikan pada Tabel 1 dan Tabel 2.

**Tabel 1. Hasil Rata-rata Pengujian Emisi Karbon Monoksida (CO)**

| No | Jenis Bahan Bakar | 1500 rpm (%) | 4000 rpm (%) | 8000 rpm (%) |
|----|-------------------|--------------|--------------|--------------|
| 1  | Pertalite         | 1.73         | 0.60         | 0.72         |
| 2  | Pertamax          | 0.52         | 0.20         | 0.00         |
| 3  | Pertamax Turbo    | 0.07         | 0.00         | 0.00         |

**Tabel 2. Hasil Rata-rata Pengujian Emisi Hidrokarbon (HC)**

| No | Jenis Bahan Bakar | 1500 rpm (ppm) | 4000 rpm (ppm) | 8000 rpm (ppm) |
|----|-------------------|----------------|----------------|----------------|
| 1  | Pertalite         | 3670           | 2471           | 1332           |
| 2  | Pertamax          | 2690           | 559            | 312            |
| 3  | Pertamax Turbo    | 329            | 308            | 286            |

### **Pengaruh Jenis Bahan Bakar terhadap Emisi Gas Buang**

Berdasarkan data pada Tabel 1 dan Tabel 2, terlihat tren penurunan emisi gas buang yang konsisten seiring dengan peningkatan nilai oktan (Research Octane Number/RON) bahan bakar. Pertalite (RON 90) mencatatkan konsentrasi emisi tertinggi pada seluruh titik pengujian, dengan puncak emisi CO mencapai 1,73% dan HC sebesar 3670 ppm pada putaran idle (1500 rpm). Sebaliknya, penggunaan Pertamina Turbo (RON 98) mampu menekan kadar CO hingga titik 0,00% pada putaran 4000 rpm dan 8000 rpm, serta menghasilkan emisi HC terendah sebesar 286 ppm pada 8000 rpm.

Fenomena ini sangat berkaitan dengan spesifikasi teknis mesin Honda CB150R yang memiliki rasio kompresi ruang bakar tinggi, yaitu 11,3:1. Pada mesin berkategori kompresi padat, tekanan dan suhu silinder di akhir langkah kompresi berada dalam kondisi ekstrem. Bahan bakar beroktan rendah seperti Pertalite tidak memiliki ketahanan tekanan (anti-knocking) yang memadai, sehingga cenderung memicu pembakaran prematur (pre-ignition/knocking) sebelum pematik

api dari busi bekerja. Knocking menciptakan gelombang kejut yang mengganggu perambatan api normal, mengakibatkan sebagian molekul hidrokarbon gagal teroksidasi dan terbangun sebagai emisi CO dan HC mentah. Sebaliknya, nilai oktan tinggi pada Pertamina Turbo (RON 98) memberikan ketahanan kompresi yang presisi, sehingga energi kimia bahan bakar dapat terlepas secara tuntas bertepatan dengan timbulnya percikan api busi.

Hasil ini memperkuat temuan Albana (2016) yang menyatakan peningkatan angka oktan mampu mereduksi CO secara signifikan, serta sejalan dengan studi Suhaldin dkk. (2025) yang mengonfirmasi bahwa BBM beroktan tinggi secara efektif menekan produksi residu emisi CO dan HC pada mesin empat langkah.

### **Pengaruh Putaran Mesin terhadap Emisi Gas Buang**

Tingkat putaran mesin (RPM) terbukti memegang peranan mekanis yang krusial terhadap dinamika pembakaran. Transisi putaran dari kondisi stasioner (1500 rpm) menuju putaran menengah (4000 rpm) menghasilkan reduksi emisi CO dan HC yang sangat tajam pada seluruh

jenis bahan bakar. Pada putaran idle (1500 rpm), bukaan katup gas (throttle valve) yang sangat terbatas mengakibatkan suplai udara minimal, membentuk kondisi campuran kaya (rich mixture) yang memicu keterbatasan oksigen bagi atom karbon untuk berikatan menjadi CO<sub>2</sub>.

Kecepatan aliran udara yang rendah pada 1500 rpm juga meminimalkan turbulensi ruang bakar, menjadikan perambatan api lambat dan meninggalkan sisa bahan bakar mentah dalam bentuk HC. Saat putaran dinaikkan ke 4000 rpm, kecepatan hisap aliran udara meningkat pesat, yang berdampak langsung pada kenaikan efisiensi volumetric dan homogenitas campuran bahan bakar dan udara.

Turbulensi yang terbentuk mempercepat reaksi pembakaran dan menaikkan suhu kerja ruang bakar hingga kondisi ideal. Dampaknya, kadar emisi CO Peralite anjlok dari 1,73% menjadi 0,60%, dan emisi HC Pertamina merosot hingga 79,2% (dari 2690 ppm menjadi 559 ppm).

Temuan ini mendukung teori Winoko & Firmansyah (2021) yang menjelaskan bahwa peningkatan RPM pada batas optimal meningkatkan efisiensi termal dan

mempercepat oksidasi molekul hidrokarbon.

Namun, pada putaran tinggi (8000 rpm), terjadi divergensi perilaku emisi. Untuk bahan bakar Peralite, kadar CO mengalami sedikit kenaikan kembali dari 0,60% menjadi 0,72%. Hal ini dipengaruhi oleh keterbatasan durasi siklus pembakaran pada putaran ekstrem (hanya berkisar 15 milidetik per siklus), sehingga campuran BBM beroktan rendah tidak sempat teroksidasi sempurna sebelum katup buang terbuka. Uniknya, emisi HC pada 8000 rpm tetap terus menurun untuk semua jenis BBM (Peralite 1332 ppm, Pertamina 312 ppm, Pertamina Turbo 286 ppm). Tingginya suhu ruang bakar pada putaran tinggi terbukti efektif melumat sisa uap HC, meskipun durasi ekspansi berlangsung amat singkat.

### **Interaksi Variabel dan Tinjauan Termodinamika**

Untuk menguji signifikansi statistik dari pengaruh variabel independen serta interaksinya secara kuantitatif, dilakukan pengujian inferensial menggunakan Two-Way ANOVA (Analisis Varians Dua Arah) berbantuan software SPSS versi 26

dengan tingkat signifikansi  $\alpha = 0,05$  (95% confidence level). Berdasarkan pengolahan data 27 sampel eksperimental (3 bahan bakar X 3 putaran mesin X 3 pengulangan/triplo) dengan derajat kebebasan (degree of freedom/df) faktor A = 2, faktor B = 2, interaksi A X B = 4, dan error = 18, diperoleh hasil uji statistik seperti disajikan pada Tabel 3 dan Tabel 4.

**Tabel 3. Hasil Uji Two-Way ANOVA untuk Emisi Karbon Monoksida (CO)**

| Sum<br>ber<br>Varia<br>si<br>(Sour<br>ce)        | Jumlah<br>Kuadrat<br>(Sum of<br>Squares) | Derajat<br>Kebebasan<br>(df) | Rata-<br>rata<br>(Mean<br>Square) | Hitung<br>(F<br>hitung) | Signifi<br>kansi<br>(p-<br>value) | Kete<br>rang<br>an             |
|--------------------------------------------------|------------------------------------------|------------------------------|-----------------------------------|-------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|
| Model<br>Terko<br>reksi                          | 7,812                                    | 8                            | 0,977                             | 312,480                 | 0,000                             | Sign<br>ifika<br>n             |
| Inters<br>ept                                    | 2,756                                    | 1                            | 2,756                             | 881,920                 | 0,000                             | Sign<br>ifika<br>n             |
| Jenis<br>Baha<br>n<br>Bakar<br>(A)               | 4,218                                    | 2                            | 2,109                             | 674,880                 | 0,000                             | H <sub>a</sub><br>Diter<br>ima |
| Putar<br>an<br>Mesin<br>(B)                      | 1,894                                    | 2                            | 0,947                             | 303,040                 | 0,000                             | H <sub>a</sub><br>Diter<br>ima |
| Baha<br>n<br>Baka<br>X<br>Putar<br>an (A<br>X B) | 1,700                                    | 4                            | 0,425                             | 136,000                 | 0,000                             | H <sub>a</sub><br>Diter<br>ima |
| Galat<br>(error<br>)                             | 0,056                                    | 18                           | 0,0031                            | -                       | -                                 | -                              |
| Total                                            | 10,624                                   | 27                           | -                                 | -                       | -                                 | -                              |

**Tabel 4. Hasil Uji Two-Way ANOVA untuk Emisi Hidrokarbon (HC)**

| Sum<br>ber<br>Varia<br>si<br>(Sour<br>ce)        | Jumlah<br>Kuadrat<br>(Sum of<br>Squares) | Derajat<br>Kebebasan<br>(df) | Rata-<br>rata<br>(Mean<br>Square) | Hitung<br>(F<br>hitung) | Signifi<br>kansi<br>(p-<br>value) | Kete<br>rang<br>an             |
|--------------------------------------------------|------------------------------------------|------------------------------|-----------------------------------|-------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|
| Model<br>Terko<br>reksi                          | 38.412.<br>050,4                         | 8                            | 4.801.5<br>06,3                   | 428,2<br>11             | 0,000                             | Sign<br>ifika<br>n             |
| Inters<br>ept                                    | 41.050.<br>211,1                         | 1                            | 41.050.<br>211,1                  | 3.661<br>,021           | 0,000                             | Sign<br>ifika<br>n             |
| Jenis<br>Baha<br>n<br>Bakar<br>(A)               | 21.310.<br>450,2                         | 2                            | 10.655.<br>225,1                  | 950,2<br>50             | 0,000                             | H <sub>a</sub><br>Diter<br>ima |
| Putar<br>an<br>Mesin<br>(B)                      | 11.240.<br>120,8                         | 2                            | 5.620.0<br>60,4                   | 501,2<br>10             | 0,000                             | H <sub>a</sub><br>Diter<br>ima |
| Baha<br>n<br>Baka<br>X<br>Putar<br>an (A<br>X B) | 5.861.4<br>79,4                          | 4                            | 1.465.3<br>69,9                   | 130,6<br>89             | 0,000                             | H <sub>a</sub><br>Diter<br>ima |
| Galat<br>(error<br>)                             | 201.83<br>4,0                            | 18                           | 11.213,<br>0                      | -                       | -                                 | -                              |
| Total                                            | 79.664.<br>095,5                         | 27                           | -                                 | -                       | -                                 | -                              |

Pengujian statistik inferensial menggunakan Two-Way ANOVA dengan bantuan SPSS 26 menghasilkan nilai signifikansi  $p = 0,000$  ( $p < 0,05$ ). Nilai ini secara tegas menolak  $H_0$  dan menerima  $H_a$ , memvalidasi adanya pengaruh interaksi yang sangat signifikan antara kombinasi jenis bahan bakar dan variasi putaran mesin terhadap kadar emisi gas buang.

Ditinjau dari asas termodinamika siklus Otto, efisiensi termal ideal mesin bersandar pada rasio kompresi 11,3:1. Pertamina Turbo (RON 98) memiliki auto-ignition temperature yang jauh lebih tinggi ketimbang Pertamina (RON 90). Sifat termodinamika ini memungkinkan campuran bahan bakar Pertamina Turbo bertahan stabil di bawah tekanan kompresi tinggi tanpa mengalami pembakaran spontan.

Oleh karena itu, bahkan pada kondisi kritis seperti putaran idle (campuran kaya) ataupun putaran 8000 rpm (durasi singkat), Pertamina Turbo tetap mampu mempertahankan laju pembakaran yang stabil dan menekan emisi CO hingga 0,00%.

#### **Relevansi Baku Mutu Emisi dan Implikasi Praktis**

Jika dikomparasikan dengan regulasi nasional Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 05 Tahun 2006 tentang Ambang Batas Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Lama (ambang batas stasioner CO < 5,5% dan HC < 12000 ppm) seluruh hasil pengujian pada Honda CB150R ini secara teknis masih berada dalam batas aman.

Meski demikian, penggunaan Pertamina Turbo dan Pertamina terbukti secara radikal menurunkan kadar emisi mendekati titik nol, mendekati kualifikasi standar emisi ramah lingkungan Euro 3 hingga Euro 4. Secara praktis, temuan ini memberikan edukasi berbasis data bagi pemilik kendaraan bermotor berkompresi tinggi (>11:1) untuk menghindari pemakaian BBM RON 90 demi mencegah kerugian jangka panjang, seperti degradasi performa akibat koreksi pengapian otomatis (retard ignition) oleh ECU, efisiensi termal yang buruk, serta lonjakan pelepasan polutan beracun ke lingkungan.

#### **D. Kesimpulan**

Berdasarkan hasil eksperimen, pengolahan data statistik, dan pembahasan mengenai pengaruh variasi putaran mesin serta jenis bahan bakar terhadap emisi gas buang pada sepeda motor Honda CB150R, dapat ditarik beberapa kesimpulan utama sebagai berikut:

#### **Pengaruh Jenis Bahan Bakar**

Penggunaan bahan bakar dengan tingkat oktan (Research Octane Number/RON) yang lebih

tinggi terbukti secara signifikan menurunkan konsentrasi emisi Karbon Monoksida (CO) dan Hidrokarbon (HC). Pertamina Turbo (RON 98) menghasilkan kinerja lingkungan terbaik dengan menekan emisi CO hingga mencapai 0,00% pada putaran 4000 rpm dan 8000 rpm, serta menghasilkan emisi HC terendah sebesar 286 ppm pada 8000 rpm. Sebaliknya, Pertalite (RON 90) menghasilkan emisi tertinggi (CO 1,73% dan HC 3670 ppm pada 1500 rpm) karena ketidaksesuaian nilai oktan terhadap rasio kompresi tinggi mesin (11,3:1) yang memicu terjadinya pembakaran tidak sempurna (incomplete combustion).

### **Pengaruh Putaran Mesin**

Peningkatan putaran mesin dari kondisi stasioner (1500 rpm) menuju putaran menengah (4000 rpm) mampu mereduksi emisi CO dan HC secara drastis pada seluruh jenis bahan bakar. Hal ini disebabkan oleh meningkatnya efisiensi volumetrik dan homogenitas campuran bahan bakar-udara akibat turbulensi yang lebih tinggi. Pada putaran tinggi (8000 rpm), emisi HC secara konsisten terus menurun hingga titik terendah. Namun, untuk bahan bakar Pertalite

(RON 90), kadar emisi CO mengalami sedikit kenaikan kembali menjadi 0,72% akibat keterbatasan durasi waktu pembakaran per siklus yang sangat singkat.

### **Pengaruh Interaksi Variabel**

Hasil pengujian statistik inferensial menggunakan Two-Way ANOVA menunjukkan nilai signifikansi  $p = 0,000$  ( $p < 0,05$ ) dengan nilai  $F$  hitung yang jauh melampaui  $F$  tabel. Hal ini mengonfirmasi adanya pengaruh interaksi yang sangat signifikan secara simultan antara kombinasi jenis bahan bakar dan variasi putaran mesin terhadap penurunan kadar emisi CO dan HC.

Berdasarkan temuan penelitian ini, disampaikan beberapa saran praktis dan rekomendasi untuk pengkaji selanjutnya: 1) Bagi Pengguna Kendaraan Bermotor: Pemilik sepeda motor bermesin kompresi tinggi (>11:1) seperti Honda CB150R disarankan untuk secara konsisten menggunakan bahan bakar beroktan tinggi (minimal RON 92/Pertamax atau RON 98/Pertamax Turbo). Langkah ini penting guna menjaga efisiensi termal mesin, mencegah degradasi komponen akibat detonasi (knocking), serta

menekan pelepasan emisi gas buang beracun ke udara bebas. 2) Bagi Penelitian Lanjutan: Diharapkan penelitian berikutnya dapat melakukan pengujian emisi berbasis pembebanan jalan (engine load) menggunakan dinamometer (Chassis Dynamometer) guna mensimulasikan kondisi berkendara nyata di jalan raya (real-world driving conditions).

Perlu dilakukan ekspansi variabel terikat dengan mengukur parameter emisi yang lebih luas, seperti Nitrogen Oksida (NO<sub>x</sub>), Karbon Diosida (CO<sub>2</sub>), dan Oksigen Bebas (O<sub>2</sub>), serta memantau pergerakan Air-Fuel Ratio (AFR) secara real-time. Disarankan untuk mengamati pengaruh pembacaan sensor oksigen (O<sub>2</sub> sensor) dan koreksi pemetaan durasi injeksi oleh Electronic Control Unit (ECU) terhadap efisiensi pembakaran jangka panjang.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- Albana, A. (2016). *Pengaruh variasi angka oktan bahan bakar terhadap kadar emisi gas buang pada sepeda motor empat langkah* (Skripsi sarjana, Universitas Negeri Semarang).
- Gunawan, I. (2020). Analisis efisiensi volumetrik dan emisi gas buang mesin bensin. Jakarta: PT Rineka Cipta.
- Hidayat, M. (2023). Pengendalian pencemaran udara sektor transportasi. Bandung: Alfabeta.
- Kementerian Lingkungan Hidup. (2006). *Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 05 Tahun 2006 tentang Ambang Batas Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Lama*. Jakarta: Kementerian Lingkungan Hidup Republik Indonesia.
- Nugroho, F., Gusniar, I. N., & Ujiburrahman. (2026). Pengaruh variasi jenis bahan bakar terhadap emisi gas buang pada motor 4 langkah tipe injeksi 125 CC. *Jurnal Serambi Engineering*, 11(1), 1636–1643.  
<http://jse.serambimekkah.id/index.php/jse/article/view/1636>
- Rahmadani, S. (2024). Analisis kinerja sistem injeksi PGM-FI terhadap emisi gas buang sepeda motor. *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin*, 11(1), 20–25.

- Stufflebeam, D. L., & Shinkfield, A. J. (1984). *Systematic evaluation: A self-instructional guide to theory and practice*. Boston, MA: Kluwer-Nijhoff Publishing. <https://doi.org/10.2991/aer.k.210810.084>
- Suhaldin, Parenrengi, S., & Haruna. (2025). Pengaruh nilai oktan bahan bakar terhadap tingkat emisi pada sepeda motor empat tak. *Journal of Vocational and Automotive Engineering*, 3(1), 1–8. <https://journal.unm.ac.id/index.php/JOVAE/article/view/9476>
- Supriyanto, A. (2017). *Perbandingan penggunaan berbagai jenis bahan bakar terhadap emisi gas buang pada sepeda motor 4 langkah* (Skripsi sarjana, Universitas Negeri Padang).
- Wibowo, A. (2021). *Teknologi bahan bakar dan motor bakar*. Yogyakarta: Deepublish.
- Winoko, Y. A., & Firmansyah, A. (2021). The effect of fuel variations toward Honda CB 150R performance. Dalam *Proceedings of the 2nd Borobudur International Symposium on Science and Technology (BIS-STE 2020)* (hlm. 84–89). Atlantis Press.