

PELATIHAN BAGI OPERATOR BENGKEL DI SURABAYA BARAT DAMPAK EMISI DARI PENGGUNAAN BAHAN ADITIF BUTANOL- ETANOL DENGAN RON-90 PADA KENDARAAN BERMOTOR

Navik Kholili^{1,a}, Gatot Setyono^{2,b}, Alfi Nugroho^{3,c} dan Dwi Khusna^{4,d}

Program Studi Teknik Mesin Universitas Wijaya Putra^{1,2,3,4}

Jl. Raya Benowo. No. 1-3 Surabaya, Jawa Timur, Indonesia^{1,2,3,4}

[a navikkholili@uwp.ac.id](mailto:navikkholili@uwp.ac.id)

Abstrak.

Bahan bakar bioalkohol memiliki beberapa keunggulan signifikan dibandingkan bahan bakar alternatif lainnya, termasuk kemampuan untuk bekerja pada mesin yang sudah ada serta kemampuan untuk mengurangi emisi gas rumah kaca. Kegiatan ini bertujuan untuk menentukan seberapa jauh tingkat emisi yang dihasilkan mesin SI dengan menggunakan bahan bakar butanol-etanol-RON-90. Sifat bahan bakar butanol-etanol menyajikan sifat-sifat terpenting yang memungkinkan bahan bakar tersebut sebagai kandidat yang cocok sebagai bahan bakar alternatif untuk mesin SI. Emisi mesin seperti NO_x, CO dan HC telah dievaluasi terkait karakteristik pada bahan bakar bensin. Kegiatan pelatihan ini dilaksanakan pada bengkel AHASS di Sambikerep Surabaya Barat, peserta yang mengikuti dari para operator dan teknisi bengkel tersebut. Alat uji yang digunakan adalah exhaust analyzer gas Qrotech QROI-401 menunjukkan bahwa bahan bakar butanol-etanol-RON-90 memberikan hasil yang berbeda terhadap emisi mesin. Fenomena tersebut menunjukkan hasil yang optimal untuk butanol-etanol dibandingkan dengan bahan bakar bensin RON-90. Sehingga kegiatan pelatihan ini dapat disimpulkan bahwa butanol-etanol mampu mengurangi emisi gas buang mesin yang berbahaya, namun dengan mengorbankan karakteristik kinerja mesin yang lebih rendah.

Kata kunci: pelatihan, butanol-etanol, emisi.

Abstract.

Bioalcohol fuels have several significant advantages over other alternative fuels, including the ability to work on existing engines and reduce greenhouse gas emissions. This activity aims to determine the extent of emissions produced by SI engines using butanol-ethanol-RON-90 fuel. The properties of butanol-ethanol fuels are the most important ones that make them suitable candidates as alternative fuels for SI engines. Engine emissions such as NO_x, CO and HC have been evaluated concerning the characteristics of gasoline fuels. This training activity was conducted at the AHASS workshop in Sambikerep, West Surabaya. Participants who attended were operators and technicians at the workshop. The test equipment used was the Qrotech QROI-401 exhaust gas analyzer, which showed that butanol-ethanol-RON-90 fuel yielded different engine emissions results. This phenomenon shows optimal results for butanol-ethanol compared to RON-90 gasoline fuel. So, this training activity can conclude that butanol-ethanol can reduce harmful engine exhaust emissions but at the expense of lower engine performance characteristics.

Keywords: training, butanol-ethanol, emissions.

Pendahuluan

Polusi udara terus meningkat setiap tahunnya. Meningkatnya volume kendaraan bermotor menjadi penyebab utama masalah ini. Hal ini membahayakan kesehatan manusia [1]. Penggunaan sepeda motor telah diatur oleh pemerintah melalui Kementerian Lingkungan Hidup Republik Indonesia, termasuk emisi gas buang yang dihasilkan. Dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup nomor 23 tahun 2012, emisi gas buang kendaraan bermotor L3 seperti CO, HC, dan NO_x tidak boleh melebihi ambang batas nilai yang ditetapkan. Emisi Karbon Monoksida dan Hidro Karbon pada sepeda motor biasanya timbul akibat pembakaran mesin yang tidak sempurna. Peristiwa ini biasanya terjadi akibat proses oksidasi yang kualitasnya kurang baik [2]. Kualitas bahan bakar yang buruk juga menjadi salah satu faktor penyebab terjadinya pembakaran mesin yang tidak sempurna. Selain itu, nilai kalor dan angka oktan yang rendah menyebabkan peningkatan konsumsi bahan bakar dan menyebabkan pembakaran tidak sempurna [3]. Lamanya waktu tunda pengapian juga mendukung terbentuknya emisi CO dan HC [4][5].

Perkembangan kendaraan bermotor seperti sepeda motor lebih diarahkan pada kapasitas besar dan berbenturan dengan regulasi ambang batas emisi kendaraan bermotor. Berbagai upaya dilakukan untuk mengendalikan emisi gas buang kendaraan bermotor, seperti penggunaan alkohol sebagai bahan bakar alternatif [6][7]. Penggunaan golongan alkohol seperti etanol, metanol, dan butanol terbukti mampu mengurangi emisi gas buang seperti CO dan HC. Golongan alkohol seperti etanol, metanol memiliki sifat angka oktan dan konsentrasi oksigen yang terbukti dapat menggantikan bahan bakar bensin [8][9]. Konsentrasi alkohol dalam bahan bakar meningkatkan kandungan oksigen dalam bahan bakar dan meningkatkan kualitas pembakaran, sehingga mengurangi emisi CO dan HC pada mesin bensin [10][11]. Selain itu, penambahan butanol-etanol mengurangi waktu tunda pengapian sehingga mengurangi produksi karbon monoksida dan hidrokarbon sehingga meningkatkan efisiensi bahan bakar mesin bensin [12].

Butanol-Etanol memiliki sifat-sifat berupa angka oktan dan kandungan oksigen yang tinggi. Sifat-sifat ini diyakini dapat meningkatkan kualitas pembakaran. Hal ini menjadi dasar penyuluhan ini untuk mengetahui emisi gas buang yang dihasilkan oleh mesin bensin. Konsentrasi butanol-etanol yang digunakan adalah BE1 (5%E-10%B-85P), BE2 (5%E-15%B-80%P) dan BE3 (5%E-20%B-75%P) berdasarkan tingkat volume.

Metode Pelaksanaan

Penyuluhan ini merupakan kegiatan pengabdian kepada masyarakat antara Prodi Teknik Mesin Fakultas Teknik UWP dengan mitra Bengkel Ahass Hardjo Motor II Jl. Alas Malang No.14, Bringin, Kec. Sambikerep, Surabaya, Jawa Timur 60218. Tujuan kegiatan ini untuk memberikan pengenalan dan penyuluhan tentang pemanfaatan campuran aditif bahan bakar yang berpengaruh terhadap emisi kendaraan bermotor. Tujuan berikutnya adalah membantu menyampaikan atau memberikan ilmu serta wawasan kepada operator bengkel terhadap inovasi aditif bahan bakar golongan butanol-etanol. Serta memberi solusi dalam menerapkan alternatif energi biofuel terhadap emisi kendaraan. Penentuan kegiatan ini didasari atas dasar *brainstorming* antara pemilik bengkel dan dosen Teknik Mesin, sehingga ditentukan program kegiatan penyuluhan meliputi penentuan kapasitas variasi bahan bakar, batas kecepatan maksimal kendaraan dan uji emisi.

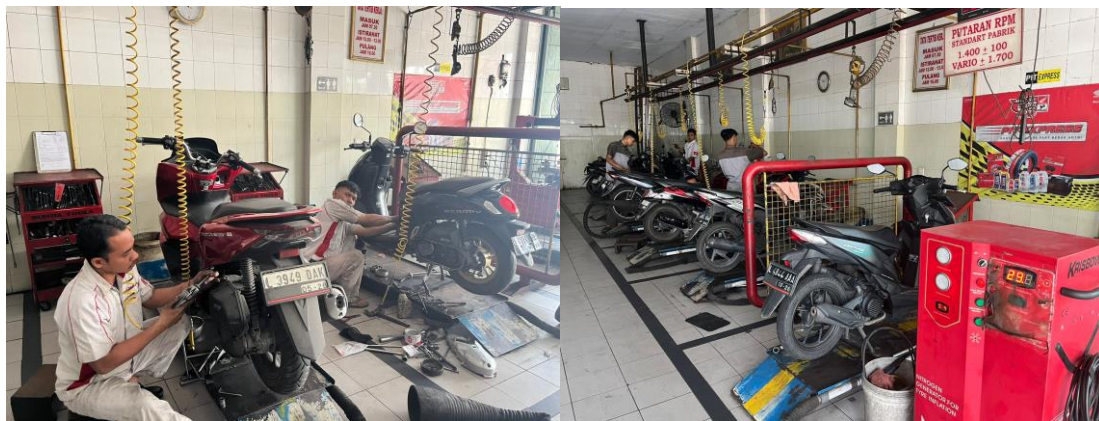
Sebelum melaksanakan kegiatan penyuluhan, tim prodi Teknik Mesin akan melaksanakan sosialisasi tentang bahan bakar yang digunakan sehingga para peserta lebih cepat untuk memahami konsep dari kegiatan ini. Kegiatan selanjutnya tim prodi mempersiapkan materi untuk pelaksanaan penyuluhan di bengkel. Variasi bahan bakar yang digunakan dapat ditunjukkan pada tabel 1. Sedangkan persiapan proses penyuluhan uji emisi ditunjukkan pada gambar 1.

Tabel 1. Pembagian aditif bahan bakar yang akan digunakan

Indeks	RON-90	Butanol	Etanol
BE1	850 ml	100 ml	50 ml
BE2	800 ml	150 ml	50 ml
BE3	750 ml	200 ml	50 ml

Tabel 2. Karakteristik aditif bahan bakar berdasarkan referensi [9], [11], [13]

Karakteristik	RON-90	Butanol	Etanol
Nilai Oktan	90	98.3	116
Kinematic Viscosity at 25 °C	0.4	2.5	1.3
Flash Point (°C)	-10	28	21
Nilai kalor Bawah (LHV) (MJ/kg)	44.14	33	27
Densitas (kg/m ³)	770	813	790

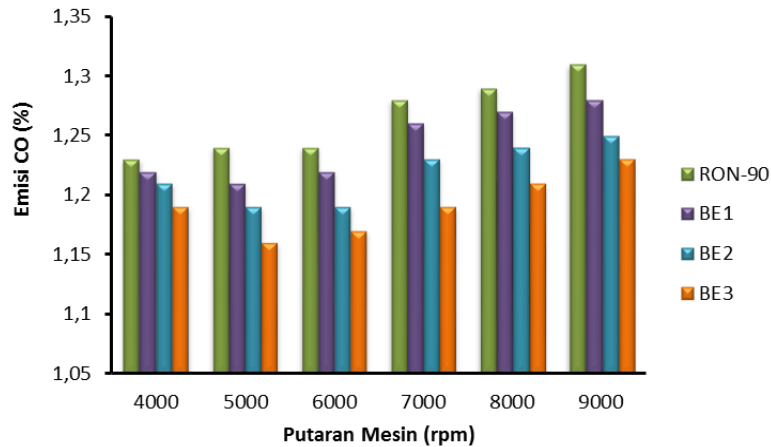


Gambar 1 Persiapan uji emisi pada kendaraan bermotor

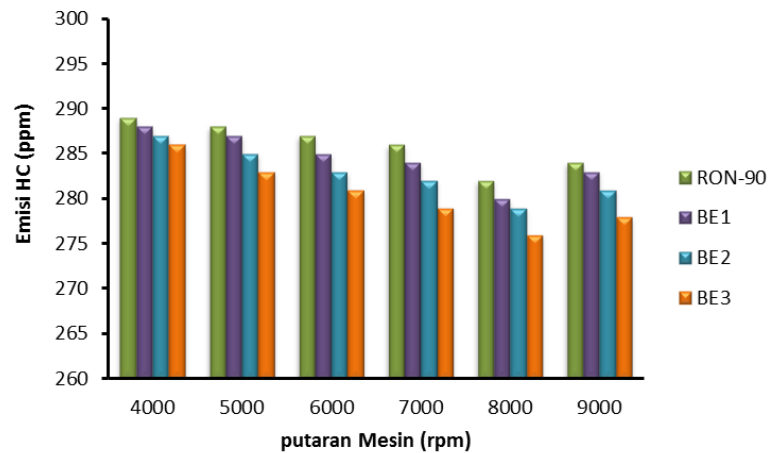
Hasal dan Pembahasan.

Gambar 2 menggambarkan hasil pengujian emisi CO pada mesin dengan menggunakan bahan bakar campuran bensin butanol dan etanol. Pengujian ini dilakukan pada putaran mesin 4000-9000 rpm. Hasil pengujian menunjukkan bahwa emisi CO menurun seiring dengan peningkatan pengolahan butanol-etanol dalam bahan bakar dan peningkatan putaran mesin. Peningkatan presentase butanol-etanol dalam bahan bakar menyebabkan terjadinya learning effect. Learning effect merupakan peningkatan kadar oksigen dalam bahan bakar sehingga proses pembakaran lebih sempurna dan mengurangi emisi CO [14], [15]. Selain itu, penambahan butanol-etanol pada bahan bakar meningkatkan proses oksidasi yang membuat CO lebih banyak bereaksi menjadi CO₂ sehingga emisi CO menurun. Penurunan emisi CO tertinggi terjadi pada bahan bakar dengan kadar butanol dan etanol 20% sebesar 85% pada putaran mesin 5000 rpm.

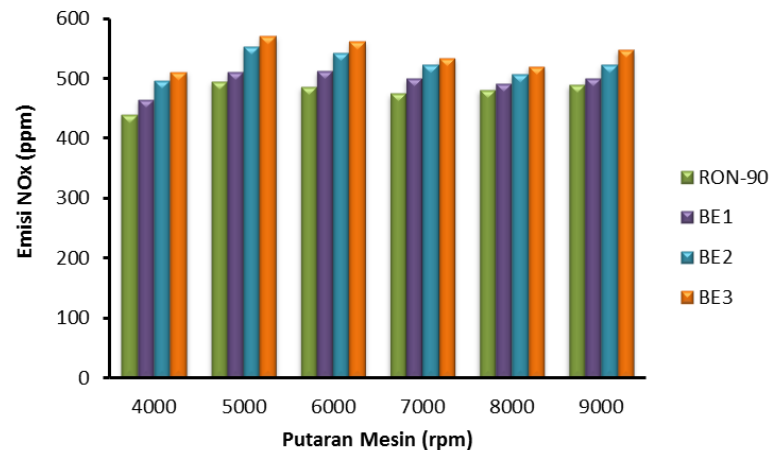
Pengujian ini dilakukan pada putaran mesin 4000-9000 rpm. Gambar 3 menyajikan hasil pengujian yang menunjukkan bahwa emisi HC menurun dengan bertambahnya pengolahan butanol dan etanol dalam bahan bakar dan bertambahnya putaran mesin. Penambahan butanol dan etanol meningkatkan kandungan oksigen dalam bahan bakar yang memicu reaksi hidrogen dengan oksigen lebih banyak daripada hidrogen dengan karbon, sehingga menghasilkan emisi HC yang lebih rendah. Selain itu, kandungan oksigen yang tinggi dalam alkohol meningkatkan perambatan proses pembakaran dalam ruang bakar sehingga campuran bahan bakar terbakar secara merata. Hal ini menurunkan emisi HC. Penurunan emisi HC tertinggi terjadi pada putaran mesin 7000 rpm dengan menggunakan campuran butanol dan etanol 22% sebanyak 84%.



Gambar 2. Perbandingan emisi CO terhadap putaran mesin.



Gambar 3. Perbandingan emisi HC terhadap putaran mesin.



Gambar 4. Perbandingan emisi NOx terhadap putaran mesin.

Gambar 4 menyajikan emisi NOx dari pengujian mesin bensin menggunakan campuran butanol dan etanol. Pengujian mesin dilakukan pada putaran mesin 4000-9000 rpm. Hasil pengujian menunjukkan bahwa emisi NOx penurunan seiring dengan peningkatan persentase butanol dan etanol dan putaran mesin. Konsentrasi oksigen yang tinggi dalam butanol dan etanol dikaitkan dengan atom karbon yang tidak terbakar selama proses pembakaran sehingga pembentukan NOx menurun. Selain itu, butanol dan etanol memiliki nilai oktan tinggi sehingga proses pembakaran lebih optimal dan menghasilkan emisi NOx yang lebih rendah [25]. Peningkatan emisi NOx

terendah terjadi pada bahan bakar dengan kadar butanol dan etanol 25% sebesar 35% pada putaran mesin 5000 rpm.



Gambar 5. Peserta pelatihan dari mitra bengkel AHASS.

Manfaat kegiatan penyuluhan ini untuk memberikan wawasan secara optimal mengenai aditif bahan bakar biofuel yaitu butanol-etanol pada kendaraan bermotor. Sehingga penggunaan bahan bakar tidak harus terpaku pada bahan bakar komersial, butanol-etanol berpeluang digunakan sebagai bahan bakar alternatif.

Kesimpulan.

Kegiatan penyuluhan ini menunjukkan bahwa penggunaan butanol dan etanol pada campuran bahan bakar terbukti mampu menurunkan emisi gas buang. Emisi CO dan HC menurun seiring dengan meningkatnya persentase butanol dan etanol dalam bahan bakar. Penurunan emisi CO dan HC pada bahan bakar campuran butanol dan etanol. Sementara itu, emisi NO_x menurun seiring dengan meningkatnya persentase butanol dan etanol dalam bahan bakar. Berdasarkan pengujian ini, penambahan butanol dan etanol pada bahan bakar mampu menurunkan emisi gas buang lebih baik dibandingkan bensin murni. Harapan dari penyuluhan ini untuk memberikan informasi tentang dampak aditif bahan bakar juga bisa mempengaruhi emisi kendaraan bermotor.

Daftar Pustaka

- [1] Y. Huang, N. C. Surawski, B. Organ, J. L. Zhou, O. H. H. Tang, and E. F. C. Chan, "Fuel consumption and emissions performance under real driving: Comparison between hybrid and conventional vehicles," *Sci. Total Environ.*, vol. 659, pp. 275–282, Apr. 2019, doi: 10.1016/J.SCITOTENV.2018.12.349.
- [2] T. M. Gantina, P. Lestari, M. K. Arrohman, A. Mahalana, and T. Dallmann, "Measurement of motorcycle exhaust emissions on urban roads using remote sensing," *E3S Web Conf.*, vol. 485, p. 06009, Feb. 2024, doi: 10.1051/E3SCONF/202448506009.
- [3] Q. Tang, K. Ren, X. Xie, T. Chen, P. Jiang, and D. Zhang, "The effect of acetone-butanol-ethanol and gasoline blends on the knocking performance of spark-ignition engine," *Therm. Sci. Eng. Prog.*, vol. 46, p. 102175, Dec. 2023, doi: 10.1016/J.TSEP.2023.102175.
- [4] G. Setyono, N. Kholili, G. A. Kurniawan, and D. S. Pratama, "Investigation on Exhaust Emission and Performance of SI-Matic Engine Applied Acetone-Butanol-Ethanol (ABE) Fuel Mixtures," *Infotekmesin*, vol. 15, no. 1, pp. 128–134, Jan. 2024, doi: 10.35970/INFOTEKMESIN.V15I1.2128.
- [5] G. Setyono, "Hydroxy Gas (HHO) Supplement of Ethanol Fuel Mixture In A Single-Cylinder Spark-Ignition Matic-Engine," *J. Mech. Eng. Mechatronics*, vol. 5, no. 2, pp. 114–121, Oct. 2020, doi: 10.33021/JMEM.V5I2.1136.
- [6] M. Motaharnasab, M. A. Sobati, A. Qasemian, and M. R. Saeedpour, "Performance and emission of a SI engine using different isopropanol/n-butanol/ethanol (IBE) and gasoline fuel blends: optimization of fuel additive formulation via response surface methodology (RSM),"

- Clean Technol. Environ. Policy*, pp. 1–18, Aug. 2024, doi: 10.1007/S10098-024-02981-1/METRICS.
- [7] Gatot Setyono, Dwi Khusna, Navik Kholili, Lingga Putra Sanjaya, and Fajar Galang Argil Putra., “Potensi Penambahan Butanol Pada Bahan Bakar Terhadap Peningkatan Kinerja Motor Matic Satu Silinder,” in *SNASPPM 2022*, 2022, pp. 16–21.
- [8] I. E. Yousif and A. M. Saleh, “Butanol-gasoline blends impact on performance and exhaust emissions of a four stroke spark ignition engine,” *Case Stud. Therm. Eng.*, vol. 41, p. 102612, Jan. 2023, doi: 10.1016/J.CSITE.2022.102612.
- [9] G. Setyono and A. A. Arifin, “Effect Of Ethanol-Gasoline Mixes On Performances In Last Generation Spark-Ignition Engines Within The Spark-Plug No Ground-Electrodes Type,” *Mek. J. Tek. Mesin*, vol. 5, no. 2, pp. 19–26, 2020, doi: <https://doi.org/10.12345/jm.v5i02.3003.g2577>.
- [10] C. Sandu, C. Pană, N. Negurescu, A. Cernat, C. Nuțu, and R. Georgescu, “The study on the engine pressure variation of utilizing n-butanol-gasoline blends at fueling spark ignition engines,” *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 1311, no. 1, p. 012015, Sep. 2024, doi: 10.1088/1757-899X/1311/1/012015.
- [11] G. Setyono and N. Kholili, “Combustion Conduct Of A Single-Cylinder Spark-Ignition Affected By Ethanol Fuel Mixtures of Supplement Hydroxy Gas (HHO),” *J. Tek. Mesin*, vol. 14, no. 2, pp. 125–129, Dec. 2021, doi: 10.30630/JTM.14.2.669.
- [12] H. Ghaebi, S. Faizollahzadeh Ardabili, and H. Babazadeh, “Experimental Investigating the mutual effects of bioethanol, acetone and n-butanol as gasoline fuel additives on the performance and emissions of a spark ignition engine,” *Fuel Combust.*, vol. 16, no. 3, pp. 1–20, May 2024, doi: 10.22034/JFNC.2024.435996.1371.
- [13] G. Setyono, D. Khusna, N. Kholili, L. P. Sanjaya, F. Galang, and A. Putra, “Effect of Butanol-Gasoline Blend Toward Performance Matic-Transmission Applied in Single Cylinder Capacity Engine,” *Infotekmesin*, vol. 14, no. 1, pp. 28–34, Jan. 2023, doi: 10.35970/INFOTEKMESIN.V14I1.1629.
- [14] G. Setyono, N. Kholili, G. A. Kurniawan, and D. S. Pratama, “Investigation on Exhaust Emission and Performance of SI-Matic Engine Applied Acetone-Butanol-Ethanol (ABE) Fuel Mixtures,” *Infotekmesin*, vol. 15, no. 1, pp. 128–134, Jan. 2024, doi: 10.35970/INFOTEKMESIN.V15I1.2128.
- [15] G. Setyono, D. Khusna, N. Kholili, L. P. Sanjaya, F. Galang, and A. Putra, “Investigation of Exhaust Emissions Combustion Characteristics in Single Spark Ignition-Engine Matic with Butanol-Gasoline Mixture,” *Infotekmesin*, vol. 14, no. 2, pp. 273–279, Jul. 2023, doi: 10.35970/INFOTEKMESIN.V14I2.1903.