

UNJUK KERJA MOTOR BAKAR PERTALITE DENGAN PENAMBAHAN BIOETHANOL DARI TETES TEBU

Ari Purnama ¹⁾ ✉, Macrus Afif Romdloni ²⁾

¹⁾ **Program Studi Teknik Mesin**

Universitas Antakusuma
Iskandar, 63, Pangkalan Bun,
Kalimantan Tengah,
Aripurnama1922@gmail.com

²⁾ **Program Studi Teknik Mesin**

Universitas Muhammadiyah Surakarta
Jl. A. Yani, No 157 pabelan, kartosura,
sukoharjo, Central Java, INDONESIA
Mac.afif@gmail.com

Abstract

The rapid increase in the number of motorized vehicles has resulted in the depletion of the availability of fossil-based fuel oil. Bioethanol from sugarcane molasses waste is an alternative that can be applied to vehicles with the condition that it has 99.95% ethanol fuel grade. The study used a bioethanol sample fuel blend BE10 (Bioethanol 10%+90% Peralite), and then conducted property testing and Gas Chromatography Mass Spectrometry (GCMS) to observe the compound structure of the fuel. Modification of the ignition timing forward 2o (+2) was done by reprogramming the Engine Control Module (ECM). The addition of up to 20% bioethanol to peralite increased the octane number from 90 to 93.1. However, the heating value decreased from 42.5 to 39.18 MJ/kg. In the GC-MS test, the number of compounds in the fuel increased to 52 and 51 compounds, respectively. The highest improvement in engine performance of all parameters using bioethanol and advance ignition was sample (BE10+2). The thermal efficiency was 6.16%. Thus, the use of bioethanol fuel blends and ignition timing modifications can be applied to vehicles to get good performance and be more environmentally friendly.

Keywords: Bioethanol, GCMS, Ignition Time, Engine Performance, Exhaust Emissions.

1. PENDAHULUAN

Saat ini jumlah kendaraan bermotor mengalami peningkatan yang sangat pesat. Terutama kendaraan jenis sepeda motor dengan jumlah terbanyak di Indonesia. Berdasarkan sensus Badan Pusat Statistik tahun Tahun 2020, jumlah sepeda motor sekitar 115 Juta kendaraan dari total semua jenis kendaraan yang jumlahnya 136 juta kendaraan^[1].

Mesin penyalaaan bunga api pada umumnya menggunakan bensin sebagai bahan bakar untuk melakukan proses kerja. Maka permasalahan utama yang muncul yaitu semakin meningkatnya penggunaan bensin untuk kendaraan, sehingga menyebabkan sumber daya dari bensin atau bahan bakar minyak fosil semakin menipis. Hal ini menyebabkan harga bahan bakar minyak semakin meningkat dan mahal dikarenakan permintaan yang semakin banyak sehingga bisa mengalami kelangkaan. Permasalahan selanjutnya yaitu penggunaan bahan bakar minyak atau bensin yang semakin meningkat juga menyebabkan pencemaran pada lingkungan dikarenakan hasil pembakaran yang menimbulkan emisi gas buang. Oleh karena itu diperlukan bahan bakar alternatif yang bisa mengurangi penggunaan bahan bakar minyak dengan bahan bakar yang lebih ramah lingkungan.

Corresponding Author:

✉ Ari Purnama

Received on: 2024-04-27

Revised on: 2024-05-09

Accepted on: 2024-05-10

Bahan Bakar alternatif yang biasanya disebut bioenergi merupakan energi terbarukan yang berasal dari sumber-sumber biologis biasanya disebut biofuel. Energi terbarukan ini diharapkan dapat untuk mengurangi masalah-masalah negatif dari penggunaan bahan dari fosil yang semakin menipis, kenaikan harga yang terus meningkat, effect pembakaran bahan bakar fosil yang menimbulkan polusi yang berbahaya. Maka energi alternatif ini kedepannya bisa dijadikan sebagai pengganti bahan bakar minyak^{[2][3]}.

Tujuan dari penelitian ini, karakterisasi bioethanol perlu dilakukan untuk mengevaluasi sifat fisika dan kimia kandungan bahan bakar. Selain itu, aplikasi bioethanol dengan cara mencampurkan dengan bahan bakar berbasis fosil perlu diuji coba menggunakan kendaraan untuk mengevaluasi kinerja mesin dan emisi gas buang yang ditimbulkan dengan modifikasi pada waktu pengapian.

2. METODE PENELITIAN

Diagram alir penelitian campuran bioethanol dibandingkan dengan modifikasi waktu pengapian terhadap performa dan emisi gas buang. Setelahnya ditentukan modifikasi waktu pengapian, dilanjutkan dengan menyiapkan peralatan yang digunakan untuk memodifikasi waktu pengapian dengan menggunakan *software* maupun *hardware*. Beberapa sampel campuran bahan bakar BE 10 dan dilakukan modifikasi dimajukan 2°, selanjutnya dilakukan pengujian performa mesin dan pengujian emisi gas buang serta konsumsi bahan bakar. Setelah pengujian kemudian diperoleh data sehingga dapat ditindaklanjuti hasil penolahan data tersebut.

Sebelum pengujian performa mesin hasil dari proses pencampuran bioethanol – pertalite terlebih dahulu dilakukan pengujian laboratorium dengan melakukan pengujian properti dan *Gas Chromatography Mass Spectrometry (GCMS)* pada campuran bahan bakar *bioethanol* dan *pertalite*. Karakteristik bahan bakar yang diujikan meliputi *specific gravity*, densitas, viskositas, *flash point*, nilai kalor dan angka oktan. Pengujian *Gas Chromatography Mass Spectrometry (GCMS)* menghasilkan jumlah senyawa molekul yang terkandung pada bahan bakar.

2.1. Campuran Pertalite – Bioethanol

Pada tahap pencampuran antara pertalite dan bioethanol dilakukan dengan menggunakan gelas ukur untuk mengetahui komposisi prosentase fraksi volume dari *bioethanol*. Prosentase bioethanol dapat dilihat pada Tabel 1 yang digunakan dalam penelitian ini yaitu disebut dengan BE, selanjutnya BE 10 (10 % *Bioethanol* dan 90% Pertalite), pencampuran dilakukan dengan alat *magnetic stirrer* (tinjau Gambar 1) dengan putaran 2000 rpm dengan tujuan agar campurannya bisa lebih homogen dan maksimal. Bahan bakar pertalite yang digunakan dalam penelitian merupakan bakar yang kualitasnya berada di bawah pertamax. Berikut tabel karakteristik bahan bakar pertalite^[4]. Sedangkan *Bioethanol* yang digunakan adalah *bioethanol* dari limbah tetes tebu yang memiliki grade bahan bakar dengan kadar 99,95% yang diproduksi oleh PT. Energi Agro Nusantara.

Tabel 1. Properti *bioethanol* dari tetes tebu

No	Spesifikasi	Deskripsi
1	<i>Ethanol Content</i>	99,95%
2	<i>Water Content</i>	-
3	<i>Density at 20</i>	0,7895 kg/L
4	<i>Visual Appearance</i>	<i>Cleaner and Liht No Deposits and Dirt</i>

Properti *bioethanol* dari tetes tebu dapat dilihat pada Tabel 1 sedangkan properti dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Properti Bahan Bakar *Pertalite*

No	Spesifikasi	Deskripsi
1	<i>Spesific Gravity</i>	0,77
2	<i>Heat of Vaporization</i>	343 kJ/kg
3	<i>Laminer Burning Velocity</i>	0,5 m/s at
4	<i>Lower Heating Value</i>	43,84 MJ/kg
5	<i>Reaserch Octane Number</i>	90



Gambar 1. Proses pencampuran *Pertalite* – *Bioethanol*

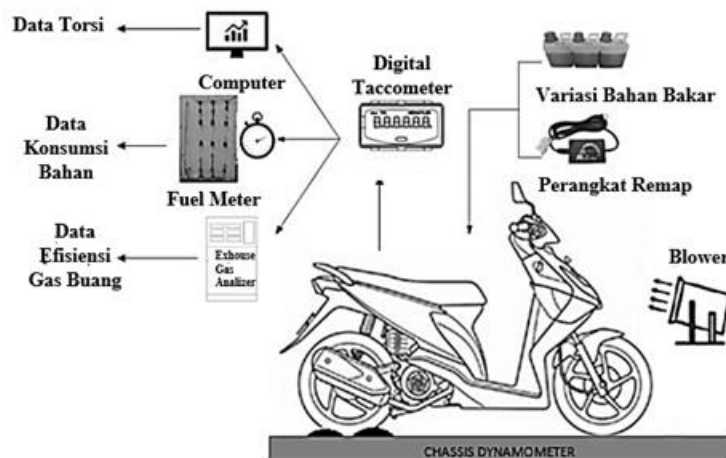
2.2. Pengujian Properti

Setelah proses pencampuran *pertalite* – *bioethanol*, selanjutnya dilakukan uji propertis dan GCMS untuk mengetahui karakteristik dan jumlah senyawa molekul dari campuran bahan bakar tersebut. Properti yang dianalisis meliputi *specific gravity*, densitas, viskositas, *flash point*, nilai kalor dan angka oktan.

1. Pengujian *spesific gravity* dengan metode ASTM D 1298 [4].
2. Pengujian densitas dengan metode ASTM D 941 [5].
3. Pengujian viskositas dengan metode ASTM D 445 [6].
4. Pengujian angka oktan dengan metode ASTM D 613 [7].
5. Pengujian nilai kalor dengan metode ASTM D 20.

2.3. Instrumen penelitian

Instrumen penelitian dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Skema Instrumen Penelitian

Spesifikasi peralatan yang digunakan dalam penelitian ini ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Spesifikasi mesin yang digunakan

No	Spesifikasi	Deskripsi
1	Kapasitas tangki bahan bakar	3,7 liter
2	Tope mesin	4 langkah, OHC, pendingin udara
3	Diameter x Langkah	50 x 55 mm
4	Volume Langkah	108 cc
5	Perbandingan Kompresi	9,2 : 1
6	Daya Maksimum	6,2 kW (8,52 PS) / 8.000 rpm
7	Torsi Maksimum	8,68 Nm (0,89 kgf.m) 6.500 rpm
9	Kopling otomatis	Otomatis, sentrifugal, tipe kering
10	Gigi transmisi	Otomatis, V - Matic
11	Aki/Batrai	12 V ; 3,5 Ah
12	Sistem Bahan Bakar	Injeksi (PGM-EFI)
13	Sistem Pengapian	Full Transisterized, Baterai

Spesifikasi *dynamometer* yang digunakan dalam penelitian ini ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Spesifikasi *dynamometer*

No	Item	Spesifikasi
1	Merk	BRT Super Dyno 50L
2	Tegangan	220 v 50/60 Hz
3	Range operasi maksimal	Sampai dengan 100 Hp
4	Berat keseluruhan	300 – 400 Kg
5	Berat roller	200 Kg 10000 rpm
6	Tipe sensor	Pick – Up Sensor Close Loop
7	Tipe input	Logical Level
8	Produksi	PT Bintang Racing Team Indonesia

Spesifikasi *gas analyzer* yang digunakan dalam penelitian ini ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Spesifikasi *gas analyzer*

No	Item	Spesifikasi
1	Merk	Hesbon HG - 520
2	Tegangan	220/240 Vac 50/60 Hz
3	Berat	10 Kg
4	Pengukuran	Carbon monoxide (CO), Hidro Carbon (HC), Karbondioksida (CO ₂), Oksigen (O ₂)
5	Data Teknis	CO range : 0 – 9,99 % with resolution HC range : 0 – 9999 ppm 1 ppm resolution CO ₂ range : 0 – 20,9 % with 0,1 % resolution O ₂ range : 0 – 25 % with 0,01 % resolution
6	Produksi	Hesbon Internasional Korea

3. HASIL DAN DISKUSI

3.1. Karakteristik Bahan Bakar

Pengujian properti bahan bakar yang akan digunakan dalam penelitian ini yaitu *pertalite* – *bioethanol* (tinjau Tabel 6).

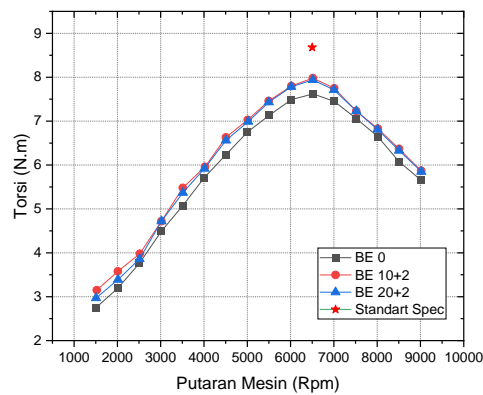
Tabel 6. Properti bahan bakar *pertalite - bioethanol*

No	Propertis	<i>Bioethanol</i>				<i>Test Standart</i>
		100% (BE100)	<i>Pertalite (BE0)</i>	<i>Bioethanol 10% (BE10)</i>	<i>Bioethanol 20% (BE20)</i>	
1	<i>Spesific Gravity (SG)</i>	0,8372	0,7374	0,7388	0,7393	ASTM D 1298
2	<i>Density at 15°C (gr/ml)</i>	0,8362	0,7402	0,7503	0,7580	ASTM D 1298
3	<i>Viscosity (mm²/s)</i>	0,879	0,471	0,490	0,546	ASTM D 445
4	<i>Flash Point (°C)</i>	14	< 5	< 5	< 5	ASTM D 93
5	<i>Heating Value (Cal/gr)</i>	6869,67	10152,60	10083,30	9358,23	Bomb Calorimeter
6	Angka Oktan	108	90,1	92,5	93,1	ASTM D 613

3.2. Performa Mesin

Torsi

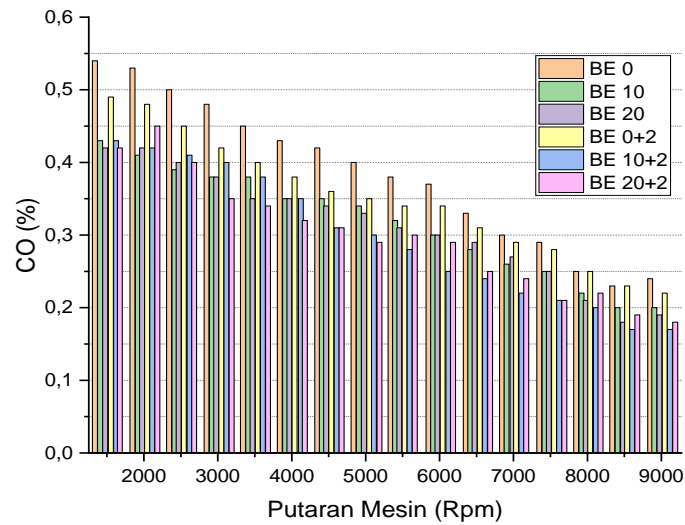
Analisis torsi disajikan pada Gambar 3. Torsi yang dihasilkan oleh mesin berbahan bakar campuran pertalite - bioethanol serta modifikasi waktu pengapian pada berbagai putaran mesin mengalami peningkatan. Peningkatan torsi terjadi beriringan dengan peningkatan putaran mesin, namun pada saat putaran tinggi torsi yang dihasilkan akan berkurang kembali hal ini terjadi karena pada kecepatan yang sangat tinggi terjadi peningkatan kerugian gesekan antara piston dengan silinder mesin [6]

**Gambar 3.** Karakteristik Torsi

Data Efisiensi Gas Buang

Emisi Gas Carbon Monoksida (CO)

Secara keseluruhan, emisi karbonmonoksida mengalami penurunan untuk campuran *pertalite - bioethanol* dan modifikasi waktu pengapian, tersaji dalam Gambar 4.

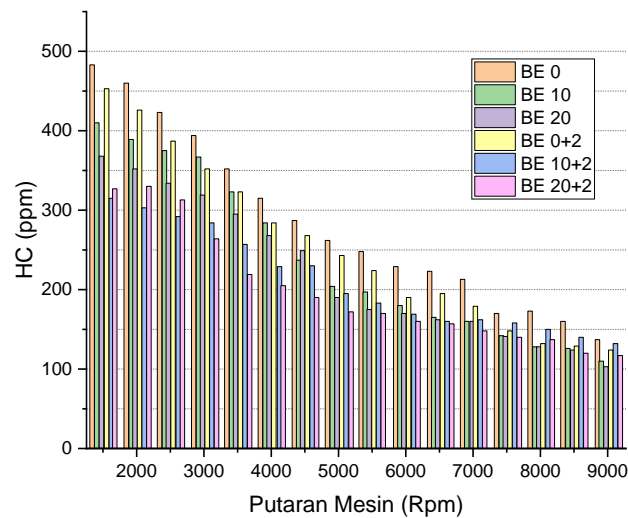


Gambar 4. Emisi karbonmonoksida

Presentase penurunan terhadap kondisi standart berturut – turut yaitu sampel (BE 10) 20,52%, (BE 20) 22,64%, (BE 0+2) 9,11%, (BE 10+2) 31,31%, dan (BE 20+2) 29,13%.

Emisi gas Hidrokarbon (HC)

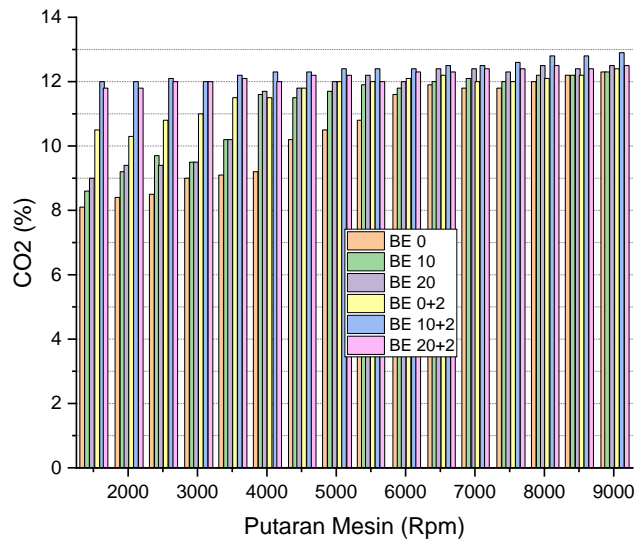
Putaran mesin bertambah, suhu pada ruang bakar akan meningkat dan pembakaran lebih baik sehingga emisi hidrokarbon menurun dengan meningkatnya presentase *bioethanol* seperti yan tersaji pada Gambar 5.



Gambar 5. Karakteristik emisi gas Hidrokarbon

Emisi gas Karbondioksida (CO₂)

Secara keseluruhan, emisi karbondioksida mengalami peningkatan untuk campuran *pertalite* – *bioethanol* dan modifikasi waktu pengapian. emisi gas karbondioksida tersaji pada Gambar 6.



Gambar 6. Karakteristik Karbondioksida

Presentase peningkatan terhadap kondisi standart berturut – turut yaitu sampel (BE 10) 5,25%, (BE 20) 6,95%, (BE 0+2) 5,11%, (BE 10+2) 14,10%, dan (BE 20+2) 12,89%.

4. KESIMPULAN

Karakterisasi *bioethanol* dilakukan untuk mengevaluasi sifat fisika dan kimia kandungan bahan bakar. Selain itu, aplikasi *bioethanol* dengan cara mencampurkan dengan bahan bakar berbasis fosil perlu diuji coba menggunakan kendaraan untuk mengevaluasi kinerja mesin dan emisi gas buang yang ditimbulkan dengan modifikasi pada waktu pengapian. Penambahan hingga 20% bioethanol pada pertalite meningkatkan angka oktan dari 90 menjadi 93,1. Namun nilai kalor menurun 42,5 menjadi 39,18 MJ/kg. Pada uji GC-MS jumlah jenis senyawa pada bahan bakar 34 bertambah menjadi 52 dan 51 senyawa. Peningkatan performa mesin paling tinggi dari semua parameter menggunakan *bioethanol* dan memajukan pengapian yaitu sampel (BE10+2). Efisiensi thermal 6,16% Dengan demikian penggunaan bahan bakar campuran *bioethanol* dan modifikasi waktu pengapian bisa diaplikasikan pada kendaraan untuk mendapatkan performa yang baik dan lebih ramah lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] “Badan Pusat Statistik.pdf.” 2014, [Online]. Available: <https://www.bps.go.id/>.
- [2] Imam Kholiq, “Pemanfaatan Energi Alternatif Sebagai Energi Terbarukan Untuk Mendukung Substitusi BBM,” *J. IPTEK*, vol. 19, no. 2, pp. 75–91, 2015.
- [3] M. Saleem, “Possibility of utilizing agriculture biomass as a renewable and sustainable future energy source,” *Heliyon*, vol. 8, no. 2, p. e08905, 2022, doi: 10.1016/j.heliyon.2022.e08905.
- [4] Aziz I. Uji *Performance* Mesin *Diesel* Menggunakan *Biodiesel* Dari Minyak Goreng Bekas. *Jurnal Kimia VALENSI*. 2010 May 1;1(6).
- [5] ASTM. (1968, August). Latest standards from ASTM. *Non-Destructive Testing*, 1(5), 284. [https://doi.org/10.1016/0029-1021\(68\)90030-3](https://doi.org/10.1016/0029-1021(68)90030-3)

- [6] *Viscosity testing following ASTM D 445 method involves measuring the kinematic viscosity of fluids, crucial for understanding their flow behavior. This method, established since 1937, continues to evolve for enhanced precision.*
- [7] Issa, H. M. (2022, November 1). *Prediction of octane numbers for commercial gasoline using distillation curves: a comparative regression analysis between principal component and partial least squares methods.* *Petroleum Science and Technology*, 42(10), 1233–1249. <https://doi.org/10.1080/10916466.2022.2143814>.
- [8] M. Canakci, A. N. Ozsezen, E. Alptekin, and M. Eyidogan, “Impact of alcohol-gasoline fuel blends on the exhaust emission of an SI engine,” *Renew. Energy*, vol. 52, no. x, pp. 111–117, 2013, doi: 10.1016/j.renene.2012.09.062.
- [9] A. Gurnito and B. Sudarmanta, “Pengaruh Ignition Timing Mapping Terhadap Unjuk Kerja dan Emisi Engine SINJAI 650 CC Berbahan Bakar Peralite,” *J. Tek. POMITS*, vol. 1, no. 1, pp. 1–6, 2016, [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/profile/Bambang-Sudarmanta/publication/316204447>
- [10] A. K. Thakur, A. K. Kaviti, R. Mehra, and K. K. S. Mer, “Progress in performance analysis of ethanol-gasoline blends on SI engine,” *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 69, no. December 2015, pp. 324–340, 2017, doi: 10.1016/j.rser.2016.11.056.
- [11] M. K. Mohammed, H. H. Balla, Z. M. H. Al-Dulaimi, Z. S. Kareem, and M. S. Al-Zuhairy, “Effect of ethanol-gasoline blends on SI engine performance and emissions,” *Case Stud. Therm. Eng.*, vol. 25, no. May 2020, p. 100891, 2021, doi: 10.1016/j.csite.2021.100891.
- [12] Y. L. Calvin *et al.*, “Volatility and physicochemical properties of gasoline-ethanol blends with gasoline RON-based 88, 90, and 92,” *Fuel*, vol. 307, no. April 2021, p. 121850, 2022, doi: 10.1016/j.fuel.2021.121850.
- [13] MIN Maarof and I Saad, “A study on the performance analysis of bioethanol produced from sugarcane molasses in SI engine A study on the performance analysis of bioethanol produced from sugarcane molasses in SI engine,” 2020, doi: 10.1088/1757-899X/863/1/012064.
- [14] M. Effendy, A. Surono, E. Saputra, and N. A. Nugraha, “Performance and smoke opacity of compression-ignition engine using used-waste oil,” *Case Stud. Therm. Eng.*, vol. 26, no. April, p. 101063, 2021, doi: 10.1016/j.csite.2021.101063.
- [15] Sarjito, I. Prasetyo, T. W. B. Riyadi, A. D. Anggono, and M. Effendy, “An effect of different spark plug used and additional ethanol on engine performance and exhaust gas emission,” *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 674, no. 1, 2019, doi: 10.1088/1757-899X/674/1/012062.