

Analisa Performa Mesin Kendaraan Bermotor Dengan Memanfaatkan Bioetanol Dari Bahan Baku Sorgum Sebagai Bahan Bakar Alternatif Campuran Premium

Putu Andre Wiryananta, I Gusti Bagus Wijaya Kusuma dan Dr. A. A. Istri A. Sri Komaladewi

Jurusan Teknik Mesin Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran Bali

Abstrak

Pada penelitian kali ini, upaya yang dilakukan adalah memanfaatkan bioethanol sebagai bahan bakar alternative campuran dengan premium. Penelitian kali ini memanfaatkan batang sorgum sebagai bahan utama dari proses pembuatan bioethanol. Diketahui batang sorgum mengandung kadar glukosa, karbohidrat dan selulosa yang tinggi sehingga dapat diproses menjadi bioethanol dengan kadar alcohol yang mencapai 90% hingga 95%. Pemanfaatan bioethanol sebagai campuran dari bahan bakar jenis premium dapat dilakukan dengan langsung mencampurkan bioethanol dengan premium, sehingga dapat meningkatkan efisiensi pembakaran. Penelitian ini dilakukan dengan memvariasikan kadar alcohol yang terdapat dalam bioethanol sebagai campuran bahan bakar premium untuk mendapatkan performa yang lebih baik. Dari hasil penelitian yang sudah dilakukan, diketahui bahwa performa yang dihasilkan oleh bahan bakar campuran premium dengan bioethanol dengan kadar 95% e10 menghasilkan torsi maksimal sebesar 8,8 Nm pada putaran RPM 6000, daya maksimal yang dihasilkan sebesar 4,9 HP pada putaran RPM 6000 dan SFC minimal yang didapatkan dengan bahan bakar premium 95% e10 yang dihasilkan sebesar 0,021 kg/kwH.

Kata kunci: sorgum, bioethanol, daya, torsi, SFC

Abstract

In this research, the efforts made are utilizing bioethanol as an alternative fuel with a mixture of premium. This research uses sorghum as the main ingredient in the process of making bioethanol. It is known that sorghum stems contain high levels of glucose, carbohydrates and cellulose so that they can be processed into bioethanol with alcohol content reaching 90% to 95%. Utilization of bioethanol as a mixture of premium fuel types can be done by directly mixing bioethanol with premium, so as to increase combustion efficiency. This research was conducted by varying the alcohol content contained in bioethanol as a mixture of premium fuels to get better performance. From the results of research that has been done, it is known that the performance produced by premium mixed fuel with bioethanol with a level of 95% e10 produces a maximum torque of 8.8 Nm at 6000 RPM rotation, the maximum power produced is 4.9 HP at 6000 RPM rotation and minimum SFC obtained with premium fuel 95% e10 produced at 0.021 kg / kW.

Keywords: sorghum, bioethanol, horsepower, torque, SFC

1. Pendahuluan

Bioetanol merupakan salah satu jenis bioenergi yang dapat dihasilkan dari berbagai jenis tanaman dan diketahui dapat menjadi bahan bakar terbarukan yang memiliki nilai ekonomi yang tinggi, salah satunya bioetanol yang dibuat dari batang sorgum karena memiliki kandungan glukosa, karbohidrat dan selulosa yang tinggi. Proses pembuatan bioetanol dari batang sorgum sendiri melewati beberapa tahapan, salah satunya adalah dilakukan proses fermentasi dari batang sorgum yang sudah diperas lalu diambil niranya. Sehingga bioetanol dapat digunakan sebagai bahan bakar alternative campuran dengan premium.

Penggunaan bioetanol sebagai bahan campuran dengan premium memiliki beberapa keunggulan, diantaranya dapat meningkatkan efisiensi pembakaran pada ruang bakar dan meminimalisir emisi gas saat proses pembuangan [1]. Campuran

bioetanol dan premium dapat meningkatkan nilai oktan bahan bakar karena alcohol yang terkandung pada bioetanol berfungsi menaikkan nilai oktan dari bahan bakar campuran itu sendiri [2]. Dengan meningkatnya nilai oktan, maka tekanan dan temperatur pembakaran akan semakin meningkat sehingga proses pembakaran pada ruang bakar menjadi lebih baik. Dalam hal ini, adapun permasalahan yang akan dikaji yaitu, bagaimana performa mesin kendaraan bermotor dengan memanfaatkan bahan bakar premium yang dicampur dengan bioetanol berbahan dasar batang sorgum.

Adapun batasan masalah yang ditetapkan pada penelitian kali ini meliputi:

1. Bioetanol dibuat dari batang sorgum.
2. Motor kendaraan jenis X tahun 2002 bertipe transmisi manual.

3. Pembakaran di ruang bakar diasumsikan sempurna.

2. Dasar Teori

Torsi dan daya pada motor bakar didapatkan dari hasil pengkonversian dari energi panas saar pembakaran menjadi energi mekanik. Torsi dapat diartikan sebagai ukuran kemampuan mesin untuk melakukan unjuk kerja. Sedangkan daya diartikan sebagai tenaga yang dihasilkan saat proses pembakaran per satuan waktu [3].

Mass flow rate atau laju aliran massa adalah massa suatu fluida yang mengalir dalam per satuan waktu. Untuk menghitung laju aliran massa dapat ditentukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\dot{m} = \rho \cdot v \cdot A \quad (1)$$

Dimana :

\dot{m} = Laju aliran massa (kg/s)

ρ = Massa jenis (kg/m³)

v = Kecepatan aliran (m³/s)

A = Luas penampang (m²)

Volumetric flow rate atau debit aliran adalah volume aliran yang mengalir per satuan waktu. Untuk menghitung debit aliran dapat ditentukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Q = A \cdot v \quad (2)$$

Dimana :

Q = Debit aliran (m³/s)

A = Luas penampang (m²)

v = Kecepatan aliran (m/s)

Laju aliran massa dan debit aliran memiliki persamaan yaitu sama-sama dipengaruhi oleh luas bidang yang di aliri dan kecepatan aliran tersebut, hanya saja pada laju aliran massa di pengaruhi oleh massa jenis aliran yang mengalir pada penampang tersebut sedangkan debit aliran tidak dipengaruhi oleh massa jenis aliran tersebut. Maka persamaan laju aliran massa dan debit aliran jika $Q = v \cdot A$ adalah :

$$\dot{m} = \rho \cdot Q \quad (3)$$

Dimana :

\dot{m} = Laju aliran massa (kg/s)

ρ = Massa jenis (kg/m³)

Q = Debit aliran (m³/s)

SFC atau *Specific Fuel Consumption* dapat diartikan banyaknya bahan bakar yang diperlukan untuk menghasilkan daya. Untuk menghitung SFC dapat ditentukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$SFC = \frac{\dot{m}}{P} \quad (\text{kg/kwh}) \quad (4)$$

Dimana :

\dot{m} = laju aliran massa (kg/jam)

P = daya mesin (kW)

3. Metode Penelitian

Adapun beberapa alat dan bahan penelitian yang diperlukan pada proses pengujian bioetanol dengan bahan baku sorgum sehingga dapat menjadi bahan bakar campuran bensin adalah sebagai berikut:

1. Bioetanol dari batang sorgum dengan kadar alcohol 90% hingga 95%
2. Bahan bakar pertamax sebagai pembanding dan premium sebagai pencampur bioethanol.
3. Sepeda motor bertransmisi manual sebagai alat pengujian bahan bakar.
4. Dynamometer sebagai alat untuk penguji torsi dan daya kendaraan.
5. Flowmeter untuk menguji pemakaian bahan bakar.
6. Stopwatch sebagai alat untuk menghitung waktu.

4. Hasil dan Pembahasan

Torsi yang didapatkan saat pengujian dengan menggunakan *dynotest* sebagai berikut:

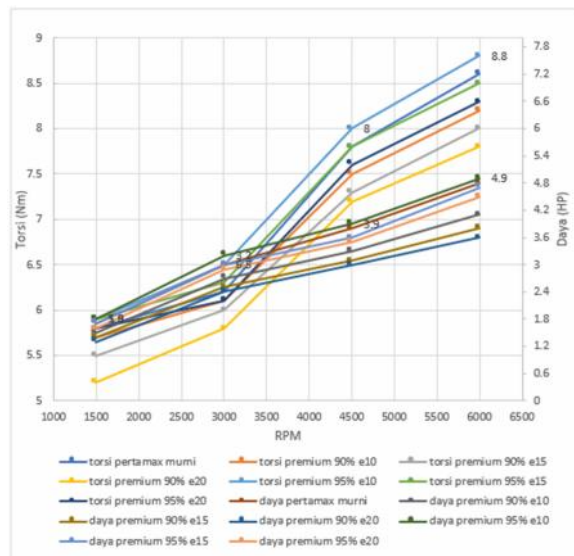
Tabel 1. Data torsi setiap bahan bakar

RPM	Pertamax	Premium 90% e10	Premium 90% e15	Premium 90% e20	Premium 95% e10	Premium 95% e15	Premium 95% e20
1500	5.8	5.7	5.5	5.2	5.9	5.9	5.8
3000	6.2	6.1	6	5.8	6.5	6.3	6.1
4500	7.8	7.5	7.3	7.2	8	7.8	7.6
6000	8.6	8.2	8	7.8	8.8	8.5	8.3

Daya yang didapatkan saat pengujian dengan *dynotest* sebagai berikut:

Tabel 2. Data daya setiap bahan bakar

RPM	Pertamax	Premium 90% e10	Premium 90% e15	Premium 90% e20	Premium 95% e10	Premium 95% e15	Premium 95% e20
1500	1.7	1.5	1.4	1.3	1.8	1.7	1.6
3000	3	2.7	2.5	2.4	3.2	3	2.9
4500	3.8	3.3	3.1	3	3.9	3.6	3.5
6000	4.8	4.1	3.8	3.6	4.9	4.7	4.5



Gambar 1. Grafik Torsi dan Daya

Dari gambar grafik torsi dan daya terhadap putaran (gambar 1) dapat diketahui bahwa pada putaran 1500 sampai 6000 mengalami kenaikan torsi dan daya pada setiap jenis bahan bakar yang diuji. Pada range RPM 6000, dapat dilihat torsi dan daya tertinggi diperoleh dengan menggunakan bahan bakar campuran premium bioethanol kadar alcohol 95% e10. Adapun besarnya torsi dan daya maksimal yang didapatkan oleh bahan bakar campuran premium

bioethanol kadar alkohol 95% e10 mencapai angka torsi sebesar 8,8 Nm pada putaran RPM 6000 dan daya sebesar 4,9 HP pada RPM 6000. Sedangkan besar torsi dan daya maksimal yang diperoleh dari bahan bakar pertamax murni hanya mencapai angka torsi 8,6 Nm dan daya 4,8 HP pada putaran 6000 RPM.

Meningkatnya angka torsi dan daya pada bahan bakar campuran disebabkan oleh alkohol yang terdapat pada bahan bakar campuran premium dan etanol. Fungsi etanol bahan bakar campuran premium adalah sebagai *octane booster*, dengan kata lain etanol mampu meningkatkan nilai oktan secara positif terhadap efisiensi bahan bakar. Dengan meningkatnya nilai oktan, tekanan dan temperatur pembakaran akan semakin meningkat yang menyebabkan proses pembakaran menjadi lebih baik.

SFC merupakan jumlah bahan bakar yang dikonsumsi atau digunakan mesin agar dapat menghasilkan daya efektif. Pada tabel di bawah ini dapat dilihat hasil perolehan data untuk menentukan SFC pada saat melakukan pengujian.

Data konsumsi bahan bakar didapat dari pengujian dengan melakukan penghitungan waktu konsumsi bahan bakar sebanyak 100 ml pada setiap RPM dengan menggunakan stopwatch dan gelas ukur. Sehingga diperoleh waktu untuk penghitungan SFC pada setiap jenis bahan bakar.

Tabel 3. Data waktu SFC

Jenis bahan bakar	RPM			
	1500	3000	4500	6000
Pertamax murni	282	236	205	227
Premium 90% e10	274	228	197	219
Premium 90% e15	258	211	181	203
Premium 90% e20	242	195	176	193
Premium 95% e10	308	262	231	253
Premium 95% e15	278	232	201	223
Premium 95% e20	263	217	186	218

Berdasarkan data tabel 3, nilai \dot{m} pada tabel 4 didapat dari perhitungan rumus debit dan laju aliran massa dengan menggunakan persamaan (3). Adapun massa jenis dari premium e10 sebesar 0,7512 kg/l, premium e15 sebesar 0,7532 kg/l, dan premium e20 sebesar 0,7554 kg/l.

Tabel 4. Data laju aliran massa bahan bakar (\dot{m})

RPM	Pertamax	Premium 90% e10	Premium 90% e15	Premium 90% e20	Premium 95% e10	Premium 95% e15	Premium 95% e20
1500	0.0926	0.0988	0.1059	0.1127	0.0883	0.0977	0.1034
3000	0.1112	0.1192	0.1297	0.1398	0.1043	0.1175	0.1259
4500	0.1291	0.1391	0.1504	0.1573	0.1173	0.1367	0.1481
6000	0.1147	0.1252	0.1343	0.1425	0.1073	0.1233	0.1259

Pada tabel 4 diatas, nilai \dot{m} dari pertamax murni dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan (3) dengan perhitungan sebagai berikut :

$$Q = \frac{10 \text{ mL}}{282 \text{ detik}} = \frac{0,01 \text{ L}}{0,078 \text{ jam}}$$

$$\dot{m} = Q \cdot \rho$$

$$\dot{m} = \frac{0,01 \text{ L}}{0,078 \text{ jam}} \times 0,723 \text{ kg/L}$$

$$\dot{m} = 0,0926 \text{ kg/jam}$$

Tabel 5. Data SFC dari setiap bahan bakar

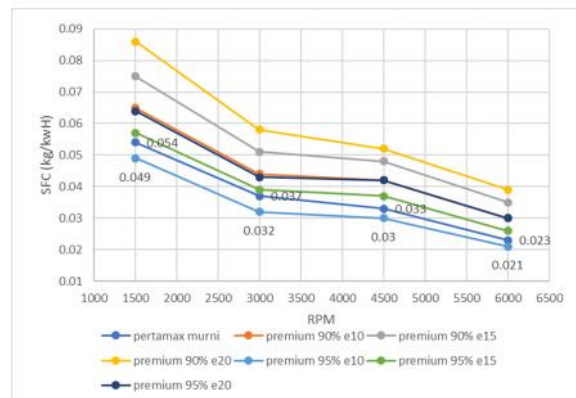
RPM	Pertamax	Premium 90% e10	Premium 90% e15	Premium 90% e20	Premium 95% e10	Premium 95% e15	Premium 95% e20
1500	0.054	0.065	0.075	0.086	0.049	0.057	0.064
3000	0.037	0.044	0.051	0.058	0.032	0.039	0.043
4500	0.033	0.042	0.048	0.052	0.030	0.037	0.042
6000	0.023	0.030	0.035	0.039	0.021	0.026	0.027

Dari data daya pada tabel 2, nilai SFC pertamax murni pada RPM 1500 dapat ditentukan menggunakan persamaan (4) dengan contoh perhitungan sebagai berikut :

$$SFC = \frac{\dot{m}}{P}$$

$$SFC = \frac{0,0926 \text{ kg/jam}}{1,7 \text{ kW}}$$

$$SFC = 0,054 \text{ kg/kwH}$$



Gambar 2. Grafik data SFC setiap bahan bakar

Berdasarkan gambar 2, dapat diketahui bahan bakar premium dengan campuran bioethanol kadar alkohol 95% e10 memiliki SFC paling rendah pada RPM 6000 dengan SFC 0,021 kg/kwH dengan menghasilkan daya 4,9 HP. Sedangkan pada bahan bakar pertamax murni memiliki SFC sebesar 0,023 dengan daya 4,8 yang memiliki selisih yang sangat kecil dengan bahan bakar premium campuran bioethanol kadar 95% e10. Penurunan nilai SFC ini dikarenakan meningkatnya nilai oktan sehingga menyebabkan pembakaran menjadi lebih baik.

5. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa performa yang dihasilkan oleh bahan bakar campuran premium dengan bioethanol sudah bisa melampaui atau menyamai performa yang dihasilkan dari bahan bakar pertamax murni. Berdasarkan variasi kadar alkohol dan takaran campuran dari bioethanol tersebut didapatkan performa sebagai berikut :

1. Torsi tertinggi yang dihasilkan sebesar 8,7 Nm pada putaran RPM 6000 dengan bahan bakar campuran bioethanol 95% e10.
2. Daya tertinggi yang dihasilkan sebesar 4,975 HP pada putaran RPM 6000 dengan bahan bakar campuran bioethanol 95% e10.
3. SFC terendah didapatkan dengan bahan bakar premium 95% e10 yang dihasilkan sebesar 0,021 kg/kwH pada RPM 6000.
4. Dari data yang didapat, diketahui bahwa bioethanol dengan kadar alcohol semakin tinggi

tetapi persentase campuran dengan bahan bakar paling sedikit memiliki performa paling baik. Hal itu terjadi karena pada campuran yang semakin tinggi, kadar air dari bioethanol itu sendiri juga semakin tinggi.

Daftar Pustaka

- [1] Prasetyo, I. (2018) “*Analisa Performa Mesin dan Kadar Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Dengan Memanfaatkan Bioetanol dari Bahan Baku Singkong Sebagai Bahan Alternatif Campuran Peralite,*” *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), hal. 1689–1699. doi: 10.1017/CBO9781107415324.004.
- [2] Gede Wiratmaja (2011) *Proses Fermentasi Limbah Rumput Laut Eucheuma Cottonii Sebagai Tahap Awal Pembuatan Etanol Generasi Kedua*. Universitas Udayana.
- [3] Heywood, J.B., 1998, *Internal ombustion Engine Fundamentals, Mc Graw Hill Inc.*, New York

	<p>Putu Andre Wiryananta menyelesaikan studi S1 di Universitas Udayana pada Program Studi Teknik Mesin, pada tahun 2020</p>
<p>Bidang penelitian yang diminati adalah topik-topik yang berkaitan dengan bahan bakar dan motor bakar dalam.</p>	