

KAJI EKSPERIMENTAL PENGARUH SUBSTITUSI ETANOL PADA BIOSOLAR B20 TERHADAP KINERJA MESIN DIESEL

Teddi Febriardi Mulia¹, Romy², Yohanes³

Laboratorium Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Riau

¹teddifebriardi98@gmail.com, ²romy_pku@yahoo.com, ³yohanes_tmecin@yahoo.com

ABSTRACT

The scarcity of fuel has led to research is done to develop and utilize renewable fuel sources such as ethanol. The purpose of this study was to obtain and compare the performance of a Diesel Engine using B20 biosolar fuel and a Biosolar-Ethanol mixture. The alcohol compound used was 96% ethanol and mixed according to the different composition. The performance characteristics are carried out by testing diesel engines at a constant speed of 2100 rpm and load varied from 350 W, 700 W, 1000 W, 1350 W, 1700 W, 2000 W, 2350 W, 2700 W, and 3000 W. From the experimental results, the performance of diesel engines with ethanol substitute fuel has not changed in power, torque, and bmep. The thermal efficiency of biodiesel was 18.23% and the thermal efficiency of the 5% ethanol mixture was 15.74%, in the mixture of 10% by 16.90%, in the mixture of 15% at 20.16% and in the mixture of 20% by 20.11%.

Keywords: Ethanol, biosolar, diesel engine, performance

1. Pendahuluan

Dikehidupan yang sekarang jumlah kendaraan di dunia ini semakin lama semakin meningkat sehingga mengakibatkan konsumsi bahan bakar diesel terus meningkat dari tahun ke tahun. Untuk itu sumber bahan bakar fosil tersebut lama-kelamaan akan terus berkurang, yang mana bahan bakar tersebut berasal dari fosil-fosil makhluk hidup yang telah mati. Bahan bakar minyak merupakan sumber energi yang sangat penting dalam kehidupan manusia dan dapat digunakan dengan mudah untuk berbagai keperluan misalnya untuk kendaraan atau mesin industri, akan tetapi bahan bakar ini tidak dapat diperbaharui. Sehingga suatu saat nanti tentu akan habis [1].

Dalam rangka mengatasi menipisnya bahan bakar fosil dan untuk mengurangi efek gas rumah kaca, berbagai teknologi sedang dikembangkan di banyak negara. Cara yang dapat dilakukan untuk mengurangi kelangkaan bahan bakar dan memperbaiki emisi gas buang diantaranya dengan menggunakan bahan bakar alternatif dan meningkatkan efisiensi termal di mesin pembangkit listrik dan kendaraan otomotif [2].

Untuk mengurangi ketergantungan terhadap solar (diesel) pemerintah Indonesia menetapkan regulasi pemakaian sumber energi terbarukan yaitu minyak nabati sebesar 20 persen untuk dicampur dengan bahan bakar solar, yang dikenal dengan nama biosolar atau B20. Biosolar produk Pertamina harus memanfaatkan 20 persen minyak nabati atau biodiesel yang berasal dari minyak kelapa sawit [3].

Salah satu bahan bakar alternatif yang biasa digunakan adalah bioetanol. Bioetanol adalah etanol/ alkohol yang berasal dari karbohidrat dan zat gula. Senyawa alkohol menjadi salah satu

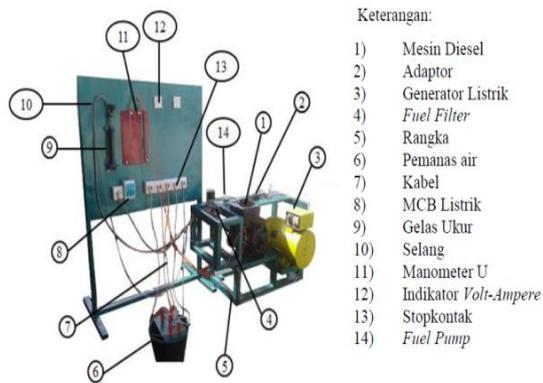
bahan bakar pengganti yang telah lama digunakan. Alkohol merupakan senyawa hasil fermentasi dari tumbuh-tumbuhan yang sangat mudah terbakar. Selain itu emisi gas buang yang dihasilkan lebih rendah dibanding bahan bakar minyak lainnya [4].

Penambahan etanol pada campuran bahan bakar bertujuan untuk menambahkan oksigen terlarut (*oxygenate*) pada bahan bakar sehingga dapat meningkatkan pembakaran di ruang bakar sehingga memperbaiki *performa engine*. Namun, penelitian menunjukkan penggunaan campuran biodiesel-etanol belum meningkatkan *performa engine* karena torsi yang dihasilkan masih lebih rendah dibandingkan dengan mesin yang hanya menggunakan minyak diesel murni [5]. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan dan membandingkan prestasi dari Mesin Diesel yang menggunakan bahan bakar biosolar B20 dan campuran Biosolar-Etanol. Adapun parameter prestasi yang menjadi pokok analisa dalam penelitian ini, meliputi :

1. Menghitung daya efektif (Ne) untuk setiap variabel penelitian.
2. Torsi (T) untuk setiap variabel penelitian.
3. Tekanan Efektif Rata-Rata (BMEP) untuk setiap variabel penelitian.
4. Konsumsi bahan bakar spesifik (SFC) untuk setiap variabel penelitian.
5. Efisiensi termis (η_{th}) untuk setiap variabel penelitian.
6. Rasio Udara dan Bahan Bakar (AFR) untuk setiap variabel penelitian.
7. Perbandingan temperatur gas buang dan cairan pendingin untuk setiap variabel penelitian

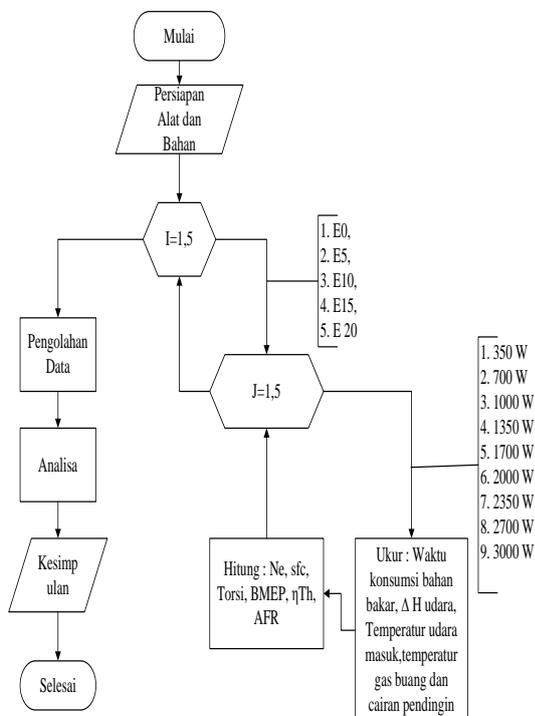
2. Metode

Metode pengujian disesuaikan dengan alat yang tersedia, yang telah pernah dilakukan pengujian oleh Fachrurrozi, (2018) [6]. seperti menggunakan penyaring, pompa, adaptor, kabel, gelas ukur, generator listrik dan mesin diesel. Gambaran *setup* pengujian dapat dilihat pada Gambar 1 dibawah ini.



Gambar 1 Set Up Pengujian

Penelitian ini adalah metode penelitian secara eksperimental. Hal ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh variasi beban, komposisi campuran biosolar dengan etanol terhadap konsumsi bahan bakar dan prestasi mesin pada motor diesel empat langkah satu silinder. Diagram alir pengujian ditampilkan pada Gambar 2



Gambar 2. Alur Pengujian Alat

Unjuk Kerja Mesin Diesel

1. Daya (Power)

Daya adalah ukuran suatu mesin untuk menghasilkan kerja yang berguna per satuan waktu yang dinyatakan dalam *horse power* (hp) [7].

$$Ne = \frac{V \cdot I \cdot \cos \varphi}{1000} \quad (1)$$

dimana:

Ne = daya efektif poros (kW)

V = tegangan listrik (volt)

I = arus listrik (ampere)

Cos φ = faktor daya (0,8 – 1,0)

2. Torsi (Torque)

Torsi merupakan gaya yang bekerja pada poros engkol (*crankshaft*). Torsi adalah hasil perkalian gaya tangensial dengan lengannya sehingga memiliki satuan N.m (SI) atau ft.lb (*British*) [7].

$$M_t = \frac{973,365476 \cdot Ne}{n} \quad (2)$$

dimana:

M_t = momen torsi (kg.cm)

Ne = daya efektif poros (kW)

n = putaran mesin (rpm)

3. Tekanan Efektif Rata-Rata (BMEP)

Proses pembakaran campuran udara-bahan bakar menghasilkan tekanan (*pressure*) yang bekerja pada *piston* sehingga melakukan langkah kerja. Besarnya tekanan ini berubah-ubah sepanjang langkah *piston* tersebut. Apabila diambil tekanan yang berharga konstan yang bekerja pada *piston* dan menghasilkan kerja yang sama, maka tekanan tersebut dikatakan sebagai kerja per siklus per *volume* langkah *piston* [7].

$$BMEP = \frac{2 \cdot \pi \cdot M_t \cdot z}{10000 \cdot A \cdot l} \quad (\text{kg/cm}^2) \quad (3)$$

dimana:

M_t = momen torsi (kg.cm)

A = luas penampang *piston* (m²)

l = panjang langkah *piston* (m)

z = 1 (motor 2-langkah) atau 2 (motor 4-langkah)

4. Specific Fuel Consumption (SFC)

Specific fuel consumption (konsumsi bahan bakar spesifik) adalah jumlah bahan bakar yang dipakai mesin untuk menghasilkan daya efektif 1 (satu) hp selama 1 (satu) jam [7].

$$SFC = \frac{\dot{m}_{bb}}{Ne} \quad (\text{kg/kW.jam}) \quad (4)$$

5. Efisiensi Thermal (η_{th})

Efisiensi *thermal* adalah ukuran besarnya pemanfaatan energi panas yang tersimpan dalam bahan bakar untuk diubah menjadi daya efektif oleh motor pembakaran dalam. Secara teoritis dituliskan dalam persamaan [7].

$$\eta_{th} = \frac{Ne}{m \cdot LHV} \times 100\% \quad (5)$$

6. Rasio Udara dan Bahan Bakar (AFR)

Merupakan perbandingan antara massa dari udara dan bahan bakar pada suatu titik tinjau. Secara simbolis, AFR dihitung sebagai [7].

$$AFR = \frac{m \text{ udara}}{m \text{ bahan bakar}} \quad (6)$$

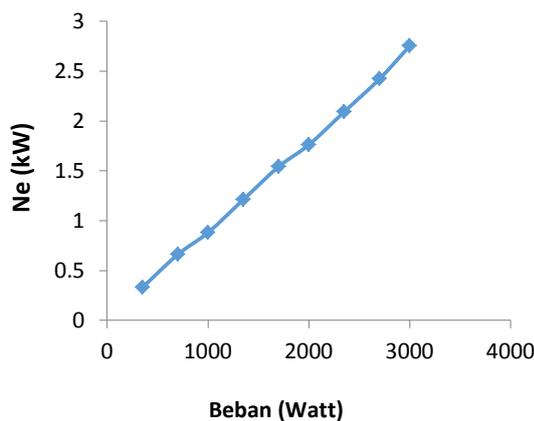
3. Hasil dan Pembahasan

Adapun hasil perhitungan nilai kalor masing-masing baham bakar di tampilkan pada. Tabel 1.

Tabel 1. Nilai Kalor Bahan Bakar

Simbol	% Etanol	Qs (J/g)
BE-0	0	54810,63
BE-5	5	52343,47
BE-10	10	50324,89
BE-15	15	47633,45
BE-20	20	42923,42

Daya yang dihasilkan dihitung dengan persamaan 1 dan ditampilkan hasil perhitungan pada Gambar 3.



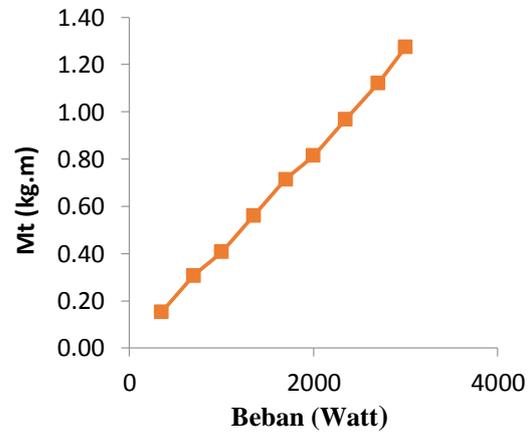
Gambar 3. Daya Efektif Fungsi Beban Listrik

Generator bekerja dengan menghasilkan tegangan listrik dimana putaran generator harus dijaga konstan pada 1500 rpm untuk mendapatkan tegangan listrik tetap pada 220 V, sementara pada saat beban listrik ditambah maka akan menyebabkan putaran generator yang diputar oleh mesin akan turun. Putaran tersebut diperoleh dengan melakukan kontrol pada mesin. Setiap penambahan beban listrik maka putaran mesin dinaikkan kembali pada 2100 rpm untuk menjaga putaran generator konstan pada 1500 rpm.

Analisa yang dapat dinyatakan adalah daya yang diperlukan akan naik dengan bertambahnya beban listrik yang diberikan sehingga bertambahnya bahan bakar yang masuk ke ruang bakar. Bahan bakar yang bertambah banyak menyebabkan semakin banyak energi yang dapat

dihasilkan menjadi energi panas dan mekanik dengan udara yang cukup. Energi menjadikan daya mesin semakin besar sesuai dengan beban yang diberikan kepada mesin.

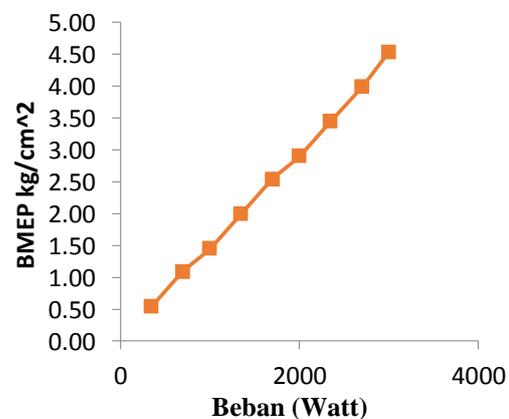
Torsi yang dihasilkan dihitung dengan persamaan 2 dan ditampilkan hasil perhitungan pada gambar 4.



Gambar 4. Torsi Fungsi Beban Listrik

Grafik torsi mesin terhadap beban listrik ini memiliki karakteristik yang sama dengan grafik daya efektif. Torsi adalah ukuran kemampuan dari mesin untuk menghasilkan kerja. Torsi dari mesin berguna untuk mengatasi hambatan sewaktu beban diberikan ke poros mesin. Sehingga dapat disimpulkan secara sederhana bahwa torsi akan semakin besar, apabila beban yang diberikan juga semakin besar. Karena dalam pengujian penelitian ini putaran mesin dijaga konstan, maka perubahan nilai torsi bergantung variasi daya efektif yang pada akhirnya bentuk grafik yang ditunjukkan sama dengan bentuk grafik yang ditunjukkan oleh grafik daya efektif terhadap beban listrik.

BMEP yang dihasilkan dihitung dengan persamaan 3 dan didapatkan hasil perhitungan ditampilkan pada gambar 5.

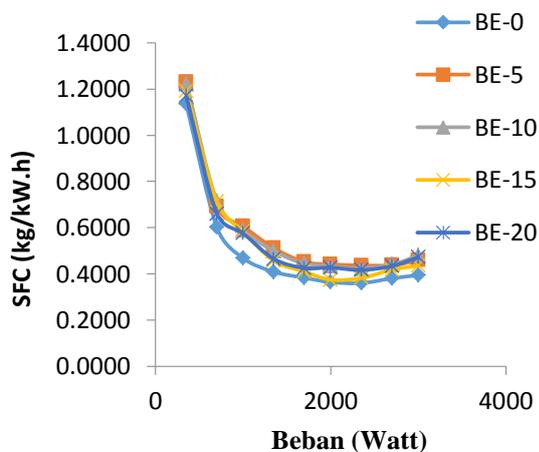


Gambar 5. BMEP Fungsi Beban Listrik

Apabila dilihat dari fenomena yang terjadi pada mesin, kenaikan beban akan menyebabkan perubahan AFR (*air-fuel ratio*) ke arah campuran kaya bahan bakar. Semakin banyak bahan bakar yang diledakkan di ruang bakar, maka tekanan ekspansi yang dihasilkan juga akan semakin besar. Hal inilah yang menyebabkan terjadinya kenaikan bme_p seiring dengan kenaikan beban.

Apabila kita perhatikan maka bentuk grafik bme_p fungsi beban listrik di atas membentuk garis lurus linier mengikuti bentuk ideal dari grafik bme_p fungsi beban listrik. Dalam penelitian ini putaran mesin dijaga konstan 2100 rpm.

SFC yang dihasilkan dihitung dengan persamaan 4 dan didapatkan hasil perhitungan yang ditampilkan pada gambar 6.

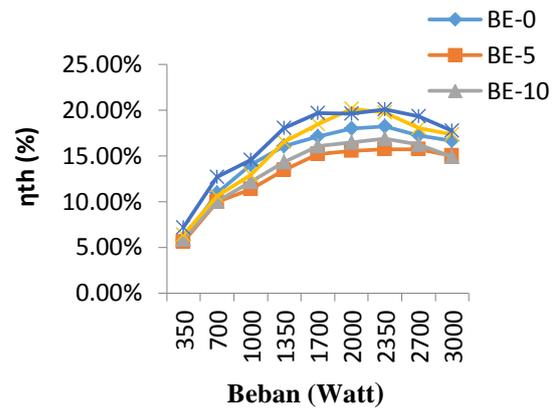


Gambar 6. SFC Fungsi Beban Listrik

Dari grafik tersebut dapat dilihat bahwa secara umum konsumsi bahan bakar mengalami penurunan dengan adanya penambahan etanol pada biosolar.

Dari grafik terlihat bahwa *sfc* tertinggi pada saat beban terendah dan cenderung terus mengalami penurunan dengan bertambahnya beban. Daya mesin naik seiring dengan kenaikan beban listrik sementara waktu konsumsi bahan bakar semakin singkat.

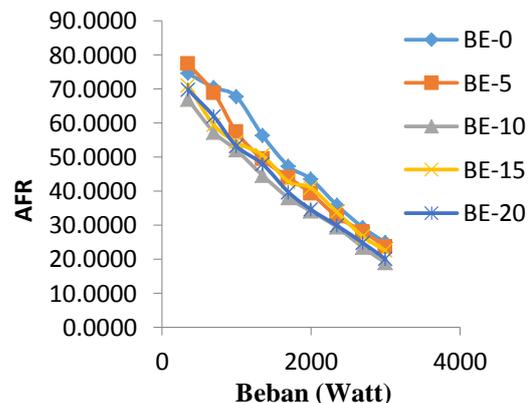
Efisiensi termal dihitung dengan persamaan 5 dan didapatkan hasil perhitungan di tampilan pada gambar 7.



Gambar 7. Efisiensi Termal Fungsi Beban Listrik

Dapat dilihat bahwa ada hubungan antara *sfc* dengan nilai efisiensi termal yang dihasilkan. Saat *sfc* turun hingga nilai terendah maka efisiensi termal naik hingga bernilai maksimum, yang menggambarkan bahwa dengan naiknya efisiensi termal maka semakin banyak bahan bakar yang dapat dikonversi selama proses pembakaran menjadi daya yang dikeluarkan melalui poros mesin. Saat nilai *sfc* naik kembali maka nilai efisiensi termal turun yang mengindikasikan semakin banyak bahan bakar yang terbuang bersama gas sisa pembakaran karena tidak dapat dikonversi menjadi daya mesin pada saat proses pembakaran berlangsung di ruang bakar.

AFR dihitung dengan persamaan 6, dan didapatkan hasil perhitungan yang ditampilkan pada gambar 8.



Gambar 8. AFR Fungsi Beban Listrik

Bertambahnya beban listrik mengakibatkan AFR berkurang. Untuk setiap jenis bahan bakar, AFR turun sejalan dengan penambahan beban listrik. Hal ini disebabkan karena untuk mengatasi pertambahan beban, mesin harus menghasilkan daya yang besar pula. Daya yang semakin besar ini dihasilkan dari pembakaran bahan bakar yang semakin banyak.

4. Simpulan

Berdasarkan hasil pembahasan penelitian yang telah dilakukan kemudian dibandingkan antara unjuk kerja mesin diesel berdasarkan komposisi campuran bahan bakar dapat ditarik simpulan sebagai berikut:

1. Daya yang dihasilkan tidak terlihat ada perbedaan pada penelitian ini karena putaran mesin konstan. Semakin besar beban maka daya yang dihasilkan semakin besar. Daya tertinggi sebesar 2,75 KW.
2. Torsi yang dihasilkan tidak ada perbedaan akibat variasi bahan bakar dan hanya dipengaruhi oleh beban. Semakin besar beban maka torsi akan semakin besar. Torsi maksimum pada beban 3000 W sebesar 1,27465 (kg.m)
3. Tekanan efektif rata-rata yang dihasilkan untuk setiap campuran bahan bakar sama, BMEP tertinggi yaitu pada beban 3 KW sebesar 4,53 (kg/cm²)
4. Konsumsi bahan bakar cenderung meningkat seiring meningkatnya kandungan etanol dalam bahan bakar. Secara umum sfc maksimum terjadi pada beban 350 W.
5. Efisiensi thermal maksimal terjadi pada beban 2350 W untuk bahan bakar BE-0, BE-5, BE-10, dan BE-20, Tetapi BE-15 terjadi pada beban 2000 W.
6. Secara umum AFR akan terus menurun dengan meningkatnya beban pada generator. AFR terbesar terjadi pada bahan bakar BE-5 dan semakin menurun dengan semakin besarnya kandungan etanol.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M Yusla. 2011. *Kaji Pengaruh Substitusi Ethanol Pada Solar Terhadap Kinerja Mesin Diesel Perkins (Tipe 4 – 108v)*
- [2] Burnete, N.V., Filip, N And Barabas, I. (2015). “*Diesel-Etanol Blends and Their Use In Diesel Engines.*” Romanian Journal of Automotive Engineering., 21(3), 89-106.
- [3] Direktorat Jendral Minyak dan Gas Bumi Kementerian ESDM Nomor:28.K/10/DJM. Tahun 2016. *Standar dan Mutu Spesifikasi Minyak Jenis Solar Yang dipasarkan didalam Negeri*
- [4] Deoliveira A., Valente O, Sodre J, (2017). “*Effect Of Etanol Addition to Biodiesel-Diesel oil Blend (B7 and B20) On Engine, Emission, and Fuel Consumption .*” Departement of Mechanical Engineering.
- [5] Jamrozik, A., Tutak, W., Pyrc, M., And Sobiepanski, M. (2017). “*Effect Of Diesel-Biodiesel-Etanol Blend On Combustion, Performance, and Emissions Characteristics on A Direct Injection Diesel Engine.*” Thermal Science. 21(1b) 591-604.
- [6] Fahrurrozi, Yohanes 2018. *Modification of Engine Diesel for The Use Waste Lubricant Oil as an Alternative Fuel.* Proceeding of Ocean , Mechanical and Aerospace-Science and Engineering v.5,n.1,p.23-27
- [7] Tamam, Zuhri. (2015). “*Karakterisasi Unjuk Kerja Mesin Diesel Generator Set Sistem Dual Fuel Solar Generator Set Sistem Dual Fuel Solar dan Syngas Batubara.*” Master Thesis