PERFORMANSI MOTOR BAKAR BERBAHAN BAKAR LIMBAH B3 (OLI BEKAS) SEPEDA MOTOR JENIS SAE 10W-40 SEBAGAI BAHAN BAKAR ALTERNATIF

Irvan Gunawan[1], Iwan Kurniawan[2], Yohanes[3]
Laboratorium Perawatan, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Riau
[1]siregarirvan95@gmail.com, [2]Iwan.ktm@gmail.com, [3]yohanes_tmesin@yahoo.com

ABSTRACT

Waste (B3) used oil is a residue of pure oil that comes from many kind of industrial activities and engine means. After waste oil is converted to fuel without special treatment. waste oil can be used as fuel for the internal combustion engine. The engine diesel is modified in the fuel filter system and the addition of the fuel pump. Filter system use fuel filter which is positioned parallel with two filtering stages. In the first stage the filter is given a magnet to pull the iron powder that is contained on the oil and the second filter has the function to filter out of the whole of the dirt that causes the nozzle to clog. This Fuel Pump serves to supply waste lubricant oil into the fuel injection system. Performance characteristics performed by testing a diesel engine at a constant speed of 2100 rpm. The harvesting start from 350 W. 700 W. 1000 W. 1350 W. 1700 W. 2000 W . 2350 W. 2700 W. and 3000 W with a variation of time of 3.5 minutes per loading on fuel consumpion. From the experimental results show the performance of diesel engine with used fuel oil waste does not change in power. Torque. and BMEP. Thermal efficiency of the bioslar obtained 18.54% and thermal efficiency in used oil 17.72%.

Keywords : *Waste Engine Oil. Diesel Engine. Filter. Pump*

1. Pendahuluan

Peningkatan jumlah sarana transportasi bermotor dan pertumbuhan industri menyebabkan kebutuhan penggunaan pelumas kendaraan bermotor semakin meningkat. Meningkatnya kebutuhan pelumas berbanding lurus dengan limbah yang dihasilkan. Semakin banyak kebutuhan pelumas maka sumber energi minyak bumi yang dibutuhkan semakin banyak, di indonesia terutama pengguna sepeda motor semakin bertambah, dimana nanti nya kendaraan sepeda motor akan menghasilkan Limbah B3 (oli bekas). Menurut badan pusat statistik indonesia, produksi untuk bahan dasar pelumas sebesar 2.027.000 barel pada tahun 2010, sedangkan kebutuhan minyak pelumas sebanyak 5.994.956 kl minyak pelumas pertahun. Pada tahun 2010 penggunaan kendaraan bermotor mencapai 76.907.127 unit kendaraan, meliputi 8.891.041 mobil penumpang, 2.250.109 bis, 4.687.789 truk dan 61.078.188 sepeda motor [1].

Oli bekas kendaraan sepeda motor per tahun nya sekitar 7-10 persen dengan asumsi oli yang terbakar atau terbuang dalam pemakaian mencapai 20%, maka dalam satu tahun diperoleh supply oli bekas sebesar 12.060.188 juta liter per tahun. Hal yang demikian tentunya berdampak pada banyaknya minyak pelumas bekas yang dihasilkan. Minyak pelumas tersebut sampai saat ini masih belum jelas pemanfaatanya sehingga penanganannya hanya sampai pada penyimpanan di dalam drum [2].

Penelitian sebelumnya melakukan pemanfaatan limbah oli bekas dengan treatment terhadap oli bekas menggunakan media asam sulfat sebagai pelarut residu yang terkandung. Dengan melakukan beberapa kali filter dan kemudian penambahan larutan alkali NaOH untuk mengurangi kadar asam bahan bakar hasil treatment sebelum siap digunakan [3].

Dari penelitian Gede, Pranaditya, Ghurri, & Septiadi, (2016) melakukan pemanfaatan limbah oli bekas dilakukan dengan treatment terhadap oli bekas menggunakan media asam sulfat sebagai pelarut residu yang terkandung. Dengan melakukan beberapa kali filter dan kemudian penambahan larutan alkali NaOH untuk mengurangi kadar asam bahan bakar hasil treatment sebelum siap digunakan sebagai bahan bakar pada mesin diesel. [4].

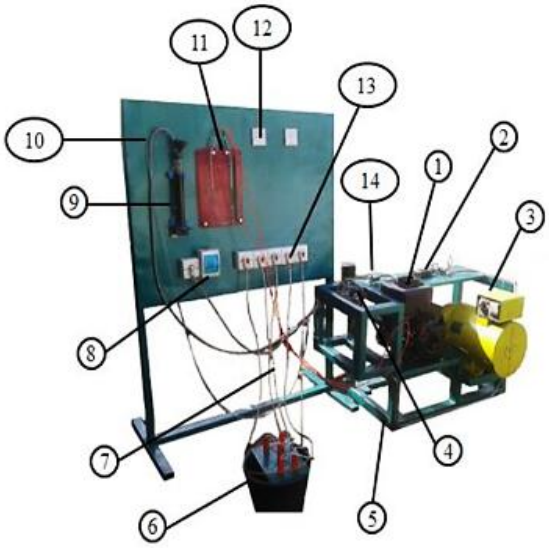
Pada pengujian mengenai pelumas bekas yang diteliti oleh Wentz (1998), menyatakan bahwa proses pembakaran memerlukan 4 faktor penting yaitu, (a) tersedia bahan bakar yang dapat terbakar, (b) panas yang cukup untuk menaikkan temperatur bahan bakar hingga titik penyalaan, (c) terdapat udara yang cukup untuk mensuplai oksigen yang diperlukan untuk menjaga proses pembakaran tetap berjalan dan mempertahankan suplai panas yang cukup sehingga memungkinkan terjadinya penyalaan bahan bakar dan (d) terjadinya reaksi kimia berantai sehingga reaksi pembakaran dapat berkelanjutan.[5]. Dari penelitian sebelumnya mengenai pemanfaatan oli bekas sebagai bahan bakar juga pernah dilakukan oleh Prayitno (1999) meneliti kemungkinan minyak pelumas bekas dapat digunakan sebagai minyak bakar dengan penambahan asam sulfat, lempung serta *fuel oil*. Penambahan H_2SO_4 bertujuan untuk mengurangi kandungan senyawa olefin, aromatik maupun

senyawa nonhidrokarbon yang terdapat dalam minyak pelumas bekas.[6]

Pencarian energi alternatif gencar dilakukan guna menghemat pemakaian bahan bakar minyak, utamanya pada alat transportasi dan mesin konvensional yang telah ada. Dalam hal ini pelumas bekas akan berpeluang dimanfaatkan untuk sumber bahan bakar alternatif. Penggunaan oli bekas sebagai bahan bakar juga banyak dilakukan, tetapi oli bekas yang diuji adalah yang sudah tercampur dari berbagai kendaraan, dan untuk oli bekas SAE 10W-40 belum pernah diuji sebagai bahan bakar untuk mesin diesel, dimana pelumas bekas uji menggunakan mesin modifikasi dengan pemberian *fuel filter* (saringan bahan bakar), *fuel pump* (pompa bahan bakar) pada mesin. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui prestasi mesin diesel menggunakan oli bekas SAE 10W-40 sebagai bahan bakar dan menggunakan biosolar sebagai acuan perbandingan. 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 (ηth) untuk setiap variabel penelitian.
6. Rasio Udara dan Bahan Bakar (AFR) untuk setiap variabel penelitian.

2. Metodologi



Keterangan:

1) Mesin Diesel
2) Adaptor
3) Generator Listrik
4) *Fuel Filter*
5) Rangka
6) Pemanas air
7) Kabel
8) MCB Listrik
9) Gelas Ukur
10) Selang
11) Manometer U
12) Indikator *Volt-Ampere*
13) Stopkontak
14) *Fuel Pump*

Gambar 1 *Set Up* Pengujian

Fitur	Keterangan
Model	R175
Merek	Huacai
Tipe	4 Langkah
Sistem Pembakaran	Ruang Bakar Kamar Pusar
Jumlah Silinder	1 Silinder
Diameter x Panjang Langkah	75 mm x 80 mm
Volume Silinder	353 cc
Perbandingan Kompresi	22:01
Tenaga Maksimum/RPM	7 HP / 2600
Tenaga Rata-rata	6.5 HP

Pemakaian Bahan Bakar	294,2
Kapasitas Oli	2 Liter
Sistem Pendingin	Air dengan Hoper
Sistem Pelumas	Tekanan/Percikan
Cara Menghidupkan	Engkol
Jenis Pelumas	SAE 40 Jenis Diesel
Kapasitas Tangki	4,75 Liter
Ukuran Peti	7 Liter
Berat Kotor	77 kg

Tabel 1. Spesifikasi Mesin

Port	Tianjin Port
Payment Terms	L/C.T/T
Supply Ability	3000 Piece/Pieces per Month
Aplicable Industries	Manufacturing Plant, Machinery Repair Shops,Farms
Place of Origin	Hebei China
Brand Name	BESTRONG
Engine Type	Diesel
Type	Diesel engine fuel filter
Material	Iron
Product Name	Diesel engine fuel filter
Quality	High Level
Packing	Neutral Packing
Application	Engineering Machinery Engine

Tabel 2. Spesifikasi Fuel Filter

Setup pengujian disesuaikan dengan alat yang tersedia, yang telah pernah dilakukan pengujian oleh Yohanes (2018) [7] seperti menggunakan penyaring, pompa, adaptor, kabel, gelas ukur, generator listrik dan mesin diesel. Gambaran *setup* pengujian dapat dilihat pada Gambar 1 berikut.

Mesin yang digunakan pada penelitian ini adalah mesin diesel Huachai dengan spesifikasi yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Filter bahan bakar ini adalah salah satu komponen penting yang terkait dengan sistem bahan bakar. Filter ini berguna untuk menyaring kotoran yang terkandung dalam bahan bakar, sehingga kotoran tidak masuk ke dalam ruang bakar. Filter menyaring bahan bakar yang jatuh dari tangki bahan bakar dan kemudian meneruskannya ke pompa bahan bakar atau pompa injeksi, spesifikasi dapat dilihat pada Tabel 2.

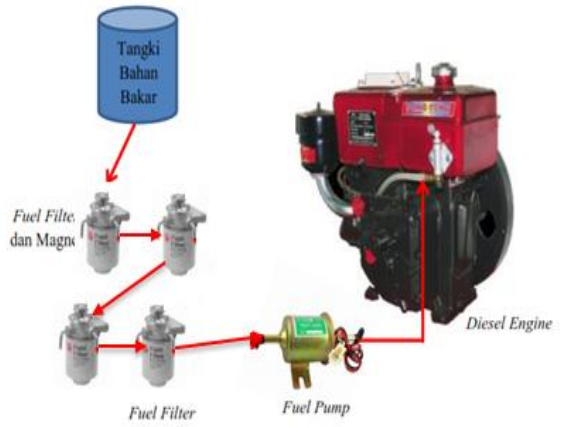
Modifikasi dilakukan pada sistem bahan bakar, dimana dengan menggunakan pelumas bekas sebagai bahan bakar ada beberapa pertimbangan mengenai sifat dari pelumas bekas yang memiliki kotoran-kotoran yang terdapat di dalam pelumas bekas dan viskositas yang cukup tinggi.

Dalam hal ini, untuk membersihkan pelumas bekas digunakanlah penyaring minyak (*fuel filter*) dan untuk membantu menyuplai pelumas bekas mengalir pada saluran bahan bakar yang dikarenakan pelumas bekas memiliki viskositas yang cukup tinggi

maka digunakanlah pompa minyak (*fuel pump*). Skema sistem bahan bakar dapat digambarkan pada Gambar 2. berikut.

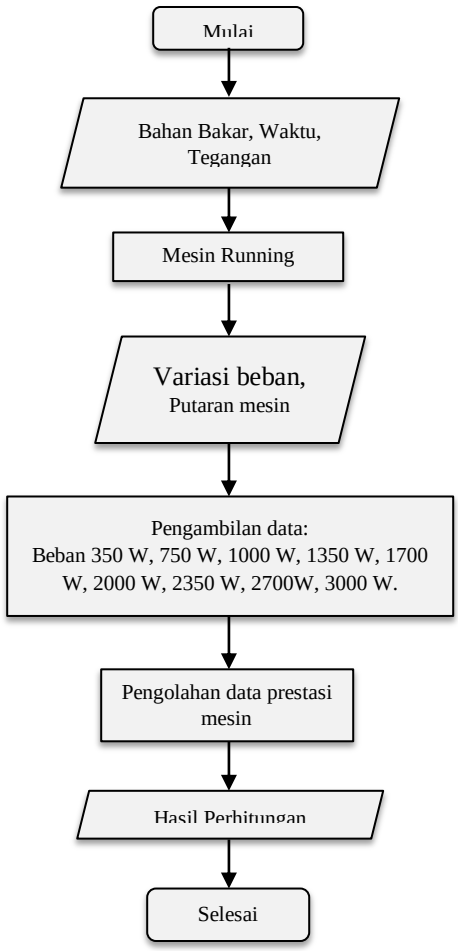
3. Hasil dan Pembahasan

Adapun hasil perhitungan nilai kalor LHV dari masing-masing bahan bakar yang di dapat dari penelitian tersebut ditampilkan pada Tabel 3.



Gambar 2. Skema Sistem Bahan Bakar

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian secara eksperimental. Hal ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh variasi beban terhadap konsumsi bahan bakar dan prestasi mesin pada motor diesel empat langkah satu silinder. Diagram alir pengujian ditampilkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Alur Pengujian Alat

Berikut dalah persamaan yang digunakan untuk 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) [8].

$$Ne = \frac{V \,.\, I \,.\, \cos\varphi}{1000} \qquad (1)$$

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*) [8].

$$M_t = \frac{973{,}365476 \,.\, N_e}{n} \qquad (2)$$

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* [8].

$$BMEP = \frac{2 .\pi \; Mt \,.\, z}{10000 \,.\, A \,.\, l} \quad (kg/cm^2) \qquad (3)$$

dimana:

M_t = momen torsi (kg.cm)

A = luas penampang *piston* (m^2)

l = panjang langkah *piston* (m)

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

4. *Specific Fuel Consumption* (SFC)

S*pecific fuel consumption* (konsumsi bahan bakar spesifik) adalah jumlah bahan bakar yang dipakai mesin untuk menghasilkan daya efektif 1 (satu) hp selama 1 (satu) jam [8].

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

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 [8].

$$\eta_{th} = \frac{Ne}{m \,.\, LHV} \text{ x } 100\% \qquad (5)$$

6. Rasio Udara dan Bahan Bakar (AFR)

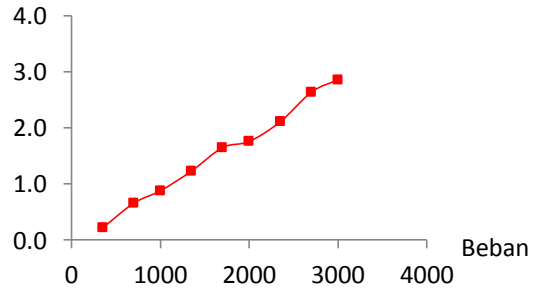
Merupakan perbandingan antara massa dari udara dan bahan bakar pada suatu titik tinjau. Secara simbolis, AFR dihitung sebagai [8].

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

E (J/K)	θ (K)	Qfuse (J)	Qign (J)	ṁ massa bb pengujian (g)	Qs J/g	Bahan bakar
11214.346	2.19	174.966	7.011	0.5	48754.88	Oli Bekas
11214.346	2.46	174.966	7.011	0.5	54810.63	Biosolar

Tabel 3. Nilai Kalor Bahan Bakar Pada Variabel Penelitian

Daya yang dihasilkan dihitung dengan persamaan 1 dan ditampilkan hasil perhitungan pada Gambar 4.



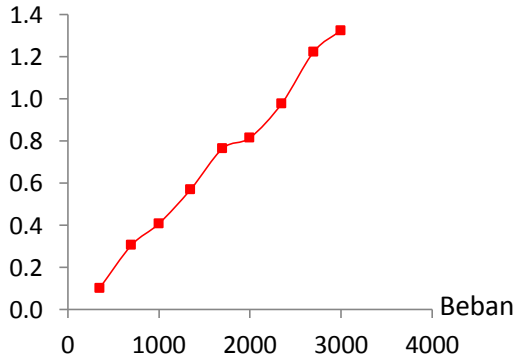
Gambar 4. Daya Efektif Fungsi Beban Listrik

Genererator tersebut 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.

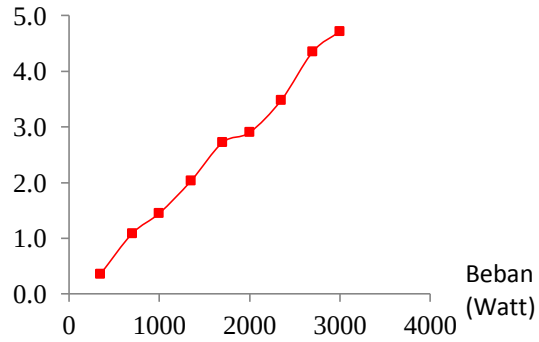
Torsi yang dihasilkan dihitung dengan persamaan 2 dan ditampilkan hasil perhitungan pada Gambar 5.



Gambar 5. 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 hasil perhitungan ditampilkan pada Gambar 6.

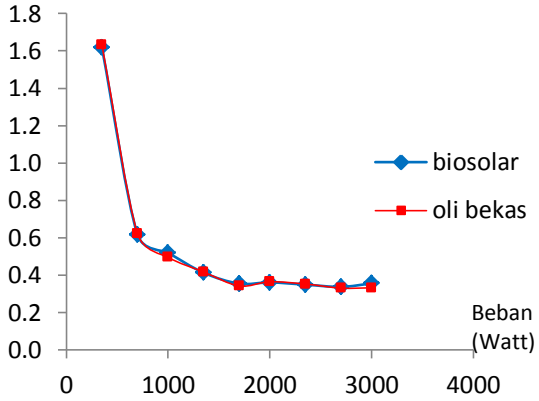


Gambar 6.Hasil Perhitungan Tekanan Efektif Rata-Rata (BMEP)

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. Begitu juga sebalik nya jika semakin sedikit bahan bakar yang diledakkan di ruang bakar, maka tekanan ekspansi yang dihasilkan juga akan semakin kecil. Hal inilah yang menyebabkan terjadinya kenaikan dan penurunan bmep seiring dengan kenaikan beban. Dalam penelitian ini putaran mesin harus dijaga konstan pada 2100 rpm.

SFC yang dihasilkan dihitung dengan persamaan 4 dan didapatkan hasil perhitungan yang ditampilkan pada Gambar 7.



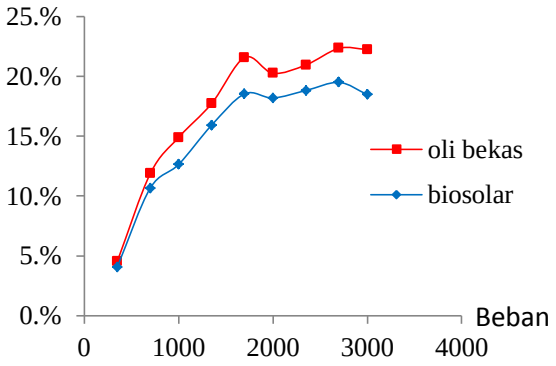
Gambar 7. Hasil Perhitungan Konsumsi Bahan Bakar (SFC)

Dari grafik tersebutp menunjukkan perbandingan konsumsi bahan bakar spesifik biosolar dan Pelumas bekas, dapat dilihat bahwa secara umum konsumsi bahan bakar mengalami penurunan.

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.

Dan pada pengujian ini konsumsi bahan bakar spesifik pelumas bekas lebih penggunaan nya lebih sedikit dari biosolar. Artinya pelumas bekas lebih baik digunakan pada penelitian ini daripada biosolar.

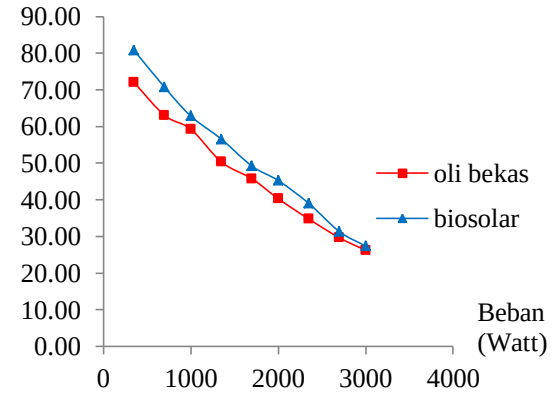
Efisiensi termal dihitung dengan persamaan 5 dan hasil perhitungan ditampilkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Hasil Perhitungan Efisiensi Thermal (η_{th})

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 berasama 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 ditampiilkan pada Gambar 9.



Gambar 9. Hasil Perhitungan Rasio Udara dan Bahan Bakar (AFR)

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

Setelah dilakukan penelitian tentang Performansi Motor Bakar Berbahan Bakar (Limbah B3) Oli Bekas Sepeda Motor SAE *10W (Society of Automotive Engineering)* Sebagai Bahan Bakar Alternative maka dapat diambil kesimpulan bahwa dengan menggunakan bahan bakar oli bekas lebih irit dan lebih baik dari biosolar pada penelitian ini, dapat dilihat dari grafik daya efektif, torsi, BMEP, konsumsi bahan bakar, efisiensi thermal dan AFR.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Migas Produk. 2015. Defenisi Bahan Bakar Diesel(Solar).https://www.prosesindustri.com/2015/02/defenisi-bahan-bakar-diesel-solar. html. Diakses 16 Agustus 2018.

[2] Prasaji, R., U, P. C. D., & Santosa, H. (2013). Pemanfaatan Kombinasi Fly Ash Batubara, Alkilbenzenesulfonat, dan Zeolit Pada Penjernihan Minyak Pelumas Bekas Dengan Metode Penjerapan. *Jurnal Teknologi Kimia Dan Industri*, *2*(4), 1–7. Retrieved from http://ejournals1.undip.ac.id/index.php/jtki/article/view/4002/3896.

[3] Purwono, S, 1999, Koefisien Perpindahan Panas Konveksi pada Pemisahan Fraksi Ringan Minyak Pelumas Bekas, Prosiding Seminar Nasional Dasar-dasar dan Aplikasi Perpindahan Panas dan Massa, ISBN 979-95620-0-7, Yogyakarta, 9-10 Maret 1999, pp. 71-76.

[4] Gede, D., Pranaditya, A., Ghurri, A., & Septiadi, W. N. (2016). *Analisa Unjuk Kerja Bahan Bakar Hasil Pengolahan Oli*. *2*(1), 43–50.

[5] Wentz, C.A., 1998, Replacing Conventional Cupola With Cokeless Cupola, SMI Newsletter, Oktober-Desember 2003, Vol. 5, No. 4.

[6] Prayitno, 1999, Studi Pemanfaatan Minyak Pelumas Bekas sebagai Minyak Bakar, Prosiding Seminar Nasional Dasar-dasar dan Aplikasi Perpindahan Panas dan Massa, ISBN 979- 95620-0-7, Yogyakarta, 9-10 Maret 1999, pp. 159-162

[7] Fahrurrozi,Yohanes 2018. *Modification of Engine Diesel for The Use Waste Lubricant Oil as an Alternative Fuel.* Proceding of Ocean , *Mechanical and Aerospace-Science and Engineering v.5,n.1,p.23-27.*

[8] Tamam, Zuhri. 2015. *Karakterisasi Unjuk Kerja Mesin Diesel Generator Set Sistem Dual Fuel Solar dan Syngas Batubara*. Tesis Magister. Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.