

## ANALISA UNJUK KERJA BAHAN BAKAR HASIL PENGOLAHAN OLI BEKAS PADA MOTOR DIESEL

Dewa Gede Angga Pranaditya<sup>1\*)\*</sup>, Ainul Ghurri<sup>1,2)\*\*</sup>, Wayan Nata Septiadi<sup>2,2)\*\*</sup>

<sup>1)</sup>S2 Teknik Mesin Program Pascasarjana Universitas Udayana  
Jl. Sudirman, Denpasar, Bali 80114  
\*Email: unttd@ymail.com

<sup>2)</sup>Jurusan Teknik Mesin, Universitas Udayana  
Kampus Bukit Jimbaran, Bali 80362  
\*\*Email: a.ghurri@gmail.com

### Abstrak

Oli bekas adalah limbah yang mengandung logam berat dari bensin atau mesin bermotor. Diketahui bahwa oli bekas memiliki nilai kalor yang cukup besar sehingga berpotensi digunakan sebagai bahan bakar alternatif. Penelitian ini melakukan pemanfaatan limbah oli bekas dilakukan dengan *treatment* terhadap oli bekas menggunakan media asam sulfat sebagai pelarut residu yang terkandung. Oli bekas diendapkan dan disaring untuk mengurangi residu yang bersifat makro, kemudian dipanaskan pada reaktor dengan suhu 150°C dan dilakukan *treatment* dengan asam sulfat serta dilakukan pengadukan dengan putaran 300 rpm, dilanjutkan dengan melakukan beberapa kali filter dan kemudian penambahan larutan alkali NaOH untuk mengurangi kadar asam bahan bakar hasil *treatment* sebelum siap digunakan sebagai campuran bahan bakar pada mesin diesel. Bahan bakar yang hasil *ditreatment* diuji pada mesin diesel yang dikopel pada *universal dynamometer*. Dari hasil penelitian didapat karakteristik sifat sampel bahan bakar uji masih mendekati solar. Pengujian unjuk kerja mesin yaitu torsi dan daya mesin memiliki selisih yang cukup besar dengan rentang 30 – 68% lebih kecil dari solar nilai 1.540 – 1.273 Nm untuk torsi dan 0.183- 0.149 Hp untuk BHP pada putaran 1000-2000 rpm. BSFC memiliki selisih lebih besar 20 – 150% dari solar berkisar antara 0.666-0879 kg/hp.jam pada putaran 1000-2000 rpm. Pada pengujian emisi gas buang selisih melebihi 30% dengan solar.

Kata kunci: Oli bekas, asam sulfat, diesel, daya, torsi, konsumsi bahan bakar, emisi gas buang

### Abstract

*Used oil is waste containing heavy metals from gasoline or motor engine. From several sources known used oil has a calorific value that is large enough that it could potentially be used as an alternative fuel. Used oil waste recycling is done by treatment of using sulfuric acid as the solvent residues contained. Used oil first precipitated and filtered to reduce the residue, and then heated in a reactor with a temperature of 150 °C and treatment with sulfuric acid while stirring with a rotation of 300 rpm, to dissolve the residue, continued by doing several times filter and then adding NaOH to reduce the acid content of fuel treatment results before it is ready for use as a fuel mixture in the engine's diesel test. Used oil that has been treated, used in a diesel engine coupled to a universal dynamometer. The result is the characteristic properties of the test fuel samples remains near solar. The test engine performance power and torque that the engine has a considerable margin in the range of 30-68% smaller than the solar value of 1540-1273 Nm of torque and 0.183- 0149 Hp for BHP at 1000 to 2000 rpm rotation. BSFC has a greater difference in 20-150% of diesel ranges between 0666-0879 kg / hp.hour round from 1000 to 2000 rpm. On testing exhaust emissions that looks quite striking difference and the difference exceeds 30%.*

---

\* Penulis Korespondensi : unttd@ymail.com

*Keywords: used oil , sulfuric acid , diesel , power , torque , fuel consumption , exhaust, emission*

## **1. PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Energi merupakan unsur penting dalam kehidupan modern, dimana setelah terbatasnya dan ketersediaan energi bahan bakar fosil yang akan semakin menipis, maka diperlukan banyak sumber energi lain sebagai sumber energi alternatif dimasa depan, pemanfaatan energi yang ada pada masyarakat masih didominasi oleh bahan bakar fosil dimana salah satunya yaitu minyak bumi. Umumnya, marak dikembangkan sumber energi yang berasal dari makhluk hidup atau *biofuel*, atau pun juga sumber energi dari alam yang sumbernya tidak akan habis seperti sumber energi air ataupun sumber energi dari matahari. Di jaman modern ini semakin dikhawatirkan rusaknya ekosistem atau habitat makhluk hidup, maka upaya daur ulang dari dari limbah berbahaya hasil pengolahan industri dan mesin pun juga mulai diteliti untuk dikembangkan menjadi salah satu sumber energi, baik itu limbah industri, limbah dari makhluk hidup, limbah pabrik, maupun limbah dari motor bakar. Oli bekas merupakan salah satu limbah yang berasal dari proses motor bakar dan mengandung logam berat dari bensin atau mesin bermotor. Penyebaran oli bekas sudah sangat luas dari kota besar sampai ke wilayah pedesaan sehingga sudah seharusnya kegiatan yang menghasikan banyak oli bekas harus banyak dikurangi dan cepat ditanggulangi penanganannya.

### **1.2. Tujuan**

Tujuan penelitian adalah menganalisa sifat fisik atau karakteristik bahan bakar serta unjuk kerja dan emisi gas buang dari bahan bakar yang diperoleh dari pemanfaatan kembali limbah oli bekas kendaraan bermotor yang bisa dimanfaatkan kembali sebagai suatu produk bahan bakar cair untuk mesin.

## **2. METODE**

### **2.1. Prosedur Penelitian dan Persamaan**

Secara teknis bahan bakar cair merupakan sumber energi yang terbaik, mudah ditangani, mudah dalam penyimpanan dan nilai kalornya cenderung konstan. Sifat-sifat fisik dari bahan bakar cair merupakan bagian yang penting untuk diambil sebagai dasar perhitungan mengenai hal-hal yang berhubungan dengan bahan bakar. Beberapa sifat fisik bahan bakar cair antara lain :

1. *Flash Point*
2. *Fire point*
3. Temperatur penyalaan sendiri (*Auto ignition Temperature*).
4. Viskositas
5. Nilai kalor
6. Densitas

#### **2.1.1 Brake Horse Power**

*Brake Horsepower* (Bhp) merupakan besaran untuk mengindikasikan horsepower aktual yang dihasilkan oleh sebuah mesin. Bhp biasanya diukur dengan peralatan pengukur daya yang ditempatkan pada *driveshaft* mesin..

$$Bhp = \frac{\pi T n}{30} (Hp) \quad (1)$$

Dimana (T) merupakan torsi pada mesin dan (n) merupakan putaran mesin dalam rpm.



Gambar 2.1 Universal dynamometer

Sebuah peralatan dapat digunakan untuk mengukur gaya-gaya yang bekerja pada mesin dan menghitung besarnya nilai gaya tersebut yang diukur adalah torsi dan kecepatan sudut dari daya poros yang dihasilkan oleh mesin. Alat yang digunakan untuk mengukur torsi adalah *dynamometer*.

### 2.1.2 Pemakaian Bahan Bakar Spesifik (BSFC)

Pemakaian bahan bakar spesifik adalah perbandingan banyaknya pemakaian bahan bakar setiap jam tiap daya yang dihasilkan. Nilai pemakaian bahan bakar spesifik yang makin kecil/rendah menunjukkan efisiensi yang main tinggi. Besar pemakaian bahan bakar spesifik dihitung dengan persamaan berikut

$$BSFC = \frac{FC}{Bhp} (Kg / Hp.jam) \quad (2)$$

Dimana :

FC = Konsumsi bahan bakar ( Kg/jam)

Bhp = Daya output (Hp)

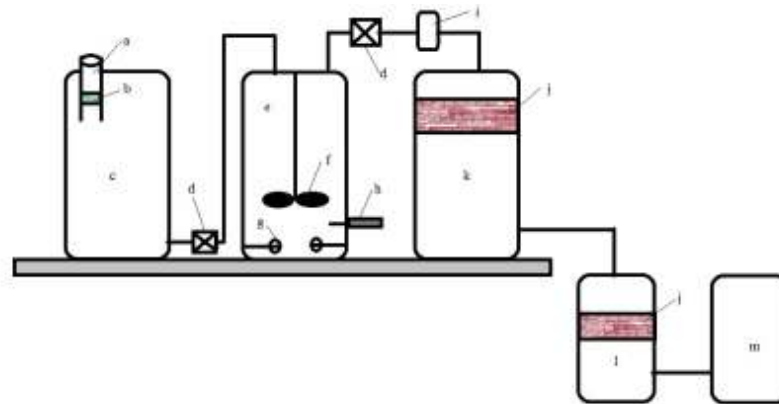
### 2.1.3 Alat Pengujian



Gambar 2.2 Reaktor pengolah limbah oli bekas

Alat pengujian berupa reaktor pengolah limbah oli bekas berfungsi untuk *mentreatment* bahan baku oli bekas yang nantinya akan diolah untuk menjadi bahan bakar mirip diesel. Elemen-elemen atau bagian-bagian yang terkandung dalam alat pengolah limbah oli bekas meliputi ; pompa yang berfungsi untuk memompa fluida, kemudian heater sebagai pemanas

dalam reaktor, termometer sebagai pencatat suhu atau temperatur, dan filter berbagai jenis yang berfungsi untuk menyaring residu pada oli bekas, baik sebelum dan setelah proses *treatment* dengan asam sulfat.



Gambar 2.3 Skema reaktor pengolah oli bekas

Komponen – komponen dari reaktor pengolah limbah oli bekas antara lain :

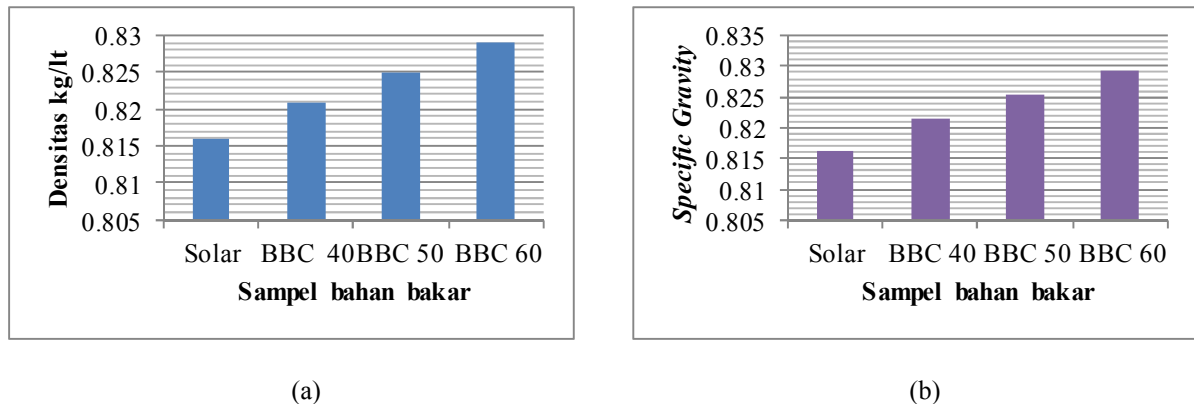
- a. Saluran input
- b. Filter
- c. Tabung penyimpanan dan penyaringan tahap I
- d. Pompa
- e. Reaktor pemanas
- f. Mesin pengaduk
- g. Pemanas / *heater*
- h. Thermometer
- i. Filter *multi layer*
- j. Pasir zeolit
- k. Tabung penyimpanan dan penyaringan tahap II
- l. Tabung tempat pengolahan dengan NaOH
- m. Tabung penyimpanan hasil akhir pengolahan limbah oli bekas.

Prinsip kerja dari reaktor pengolah limbah oli bekas secara garis besar terdiri dari beberapa tahap sebagai berikut, pertama oli bekas sebelum memasuki bak penampungan dilakukan penyaringan tahap I, hal ini bertujuan untuk memisahkan kotoran-kotoran yang terdapat pada bahan baku oli bekas. Kemudian dari tanki penampungan bahan baku oli bekas dipompa ke reaktor pemanas. Di dalam reaktor pemanas oli bekas dipanaskan dengan *heater* sampai suhu  $150^{\circ}\text{C}$  dan ditreatment dengan asam sulfat dengan konsentrasi 5%, dalam proses ini pada waktu proses *treatment* juga dilakukan pengadukan dengan alat pengaduk 200 rpm selama 2 jam. Setelah proses *treatment* dilakukan, oli bekas dalam reaktor kemudian didiamkan selama 24 jam, kemudian dipompa ke bak penampungan berikutnya yang akan disaring dengan menggunakan pasir zeolit, setelah disaring oli hasil *treatment* juga ditambahkan larutan alkali yaitu NaOH untuk mengurangi sifat asam akibat asam sulfat dengan konsentrasi 5%, kemudian dilakukan kembali penyaringan dengan pasir zeolit kembali untuk menyerap air yang terkandung akibat penambahan NaOH, dan berlanjut ke penyaringan terakhir dengan filter sebelum oli *treatment* siap digunakan sebagai bakar cair. Variabel bebas sampel pengujian terdiri dari tiga buah sampel antara lain ; BBC 40 (bahan bakar oli hasil *treatment* 40%, solar 60%), BBC 50 (bahan bakar oli hasil *treatment* 50%, solar 50%), BBC 60 (bahan bakar oli hasil *treatment* 40%, solar 60%). Pada dynamometer putaran mesin divariasikan dari 1000rpm, 1200rpm, 1400rpm, 1600rpm, 1800rpm dan

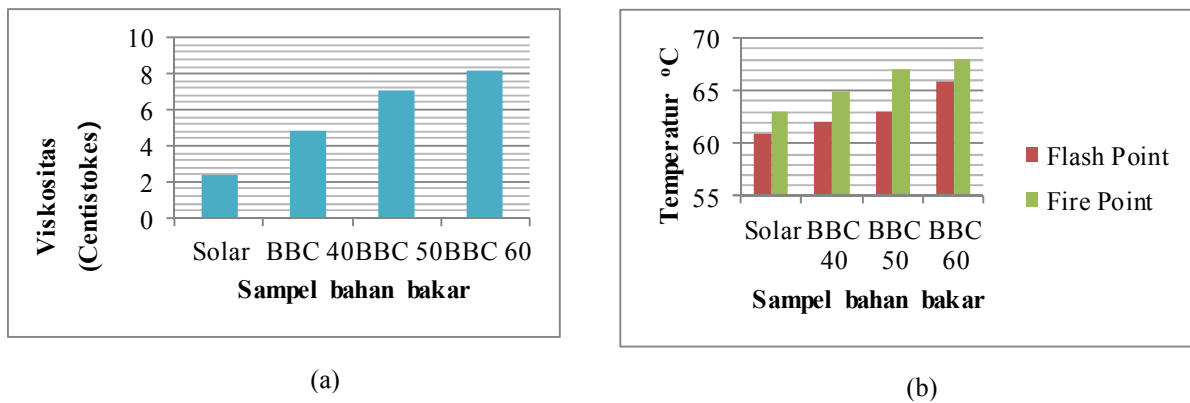
2000rpm.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

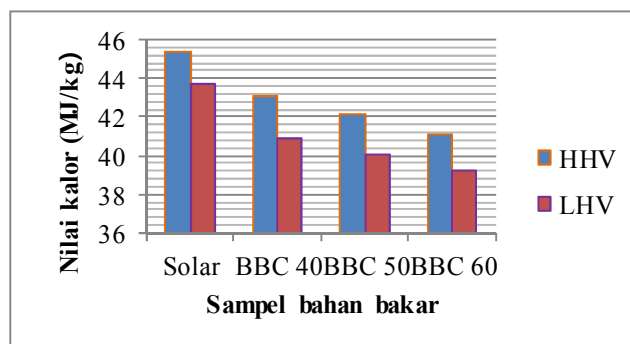
#### 3.1. Gambar dan Tabel



Gambar 3.1. (a) Densitas, (b) *specific gravity*



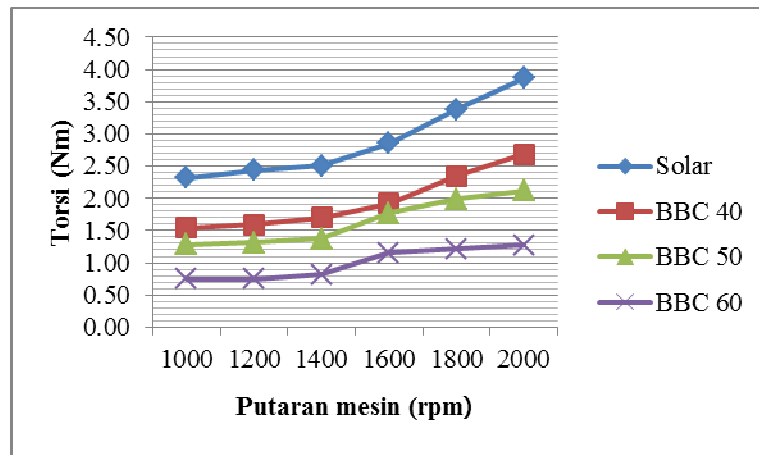
Gambar 3.2 (a). Viskositas, (b) *flash* dan *fire point*



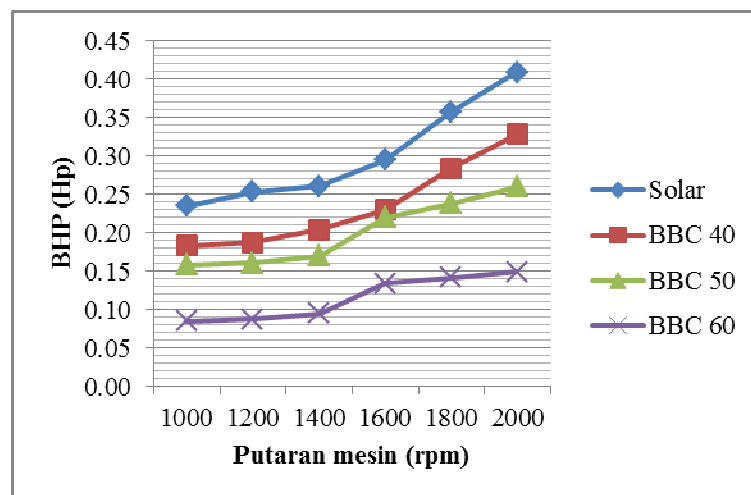
Gambar 3.3. Nilai kalor bahan bakar

Dari hasil pengujian didapat karakteristik sifat sampel bahan bakar uji yaitu BBC 40, BBC 50 dan BBC 60 masih mendekati solar dengan nilai densitas sampel BBC berkisar antara 0,821-0,829 kg/l, viskositas dengan rentang nilai dari 4.874-8.213 centistokes, sedangkan untuk nilai *flash point* memiliki nilai berkisar antara 62-66°C dan 65-68°C untuk nilai *fire point*. Nilai kalor BBC berkisar antara 41,102-43,091 MJ/kg untuk HHV dan 39,182-40,926

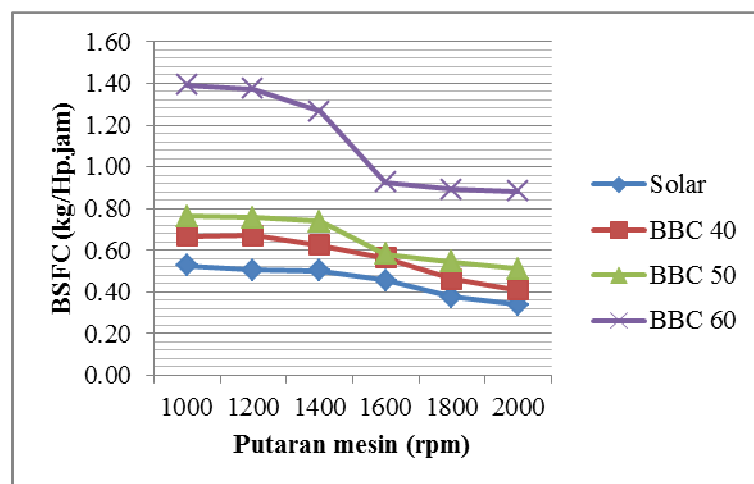
MJ/kg untuk LHV. Selain viskositas, nilai karakteristik sampel BBC terpaut tidak terlalu jauh dengan bahan bakar solar, karakteristik viskositas sampel bahan bakar BBC dipengaruhi besaran jumlah konsentrasi campuran dengan solar, dimana hal ini menunjukkan bahwa viskositas dari bahan baku yaitu oli bekas tidak berubah secara signifikan dalam proses *treatment* dengan asam sulfat, namun dari besaran nilai kalor yang tidak terpaut jauh dengan bahan bakar solar sehingga bisa dikatakan cukup layak diproses pada mesin diesel.



Gambar 3.4 Torsi

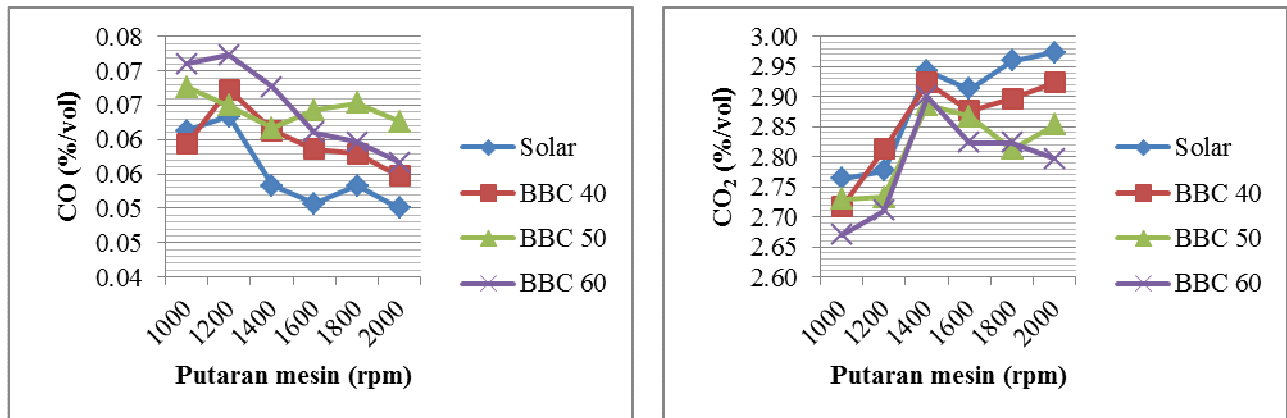


Gambar 3.5 Brake horse power

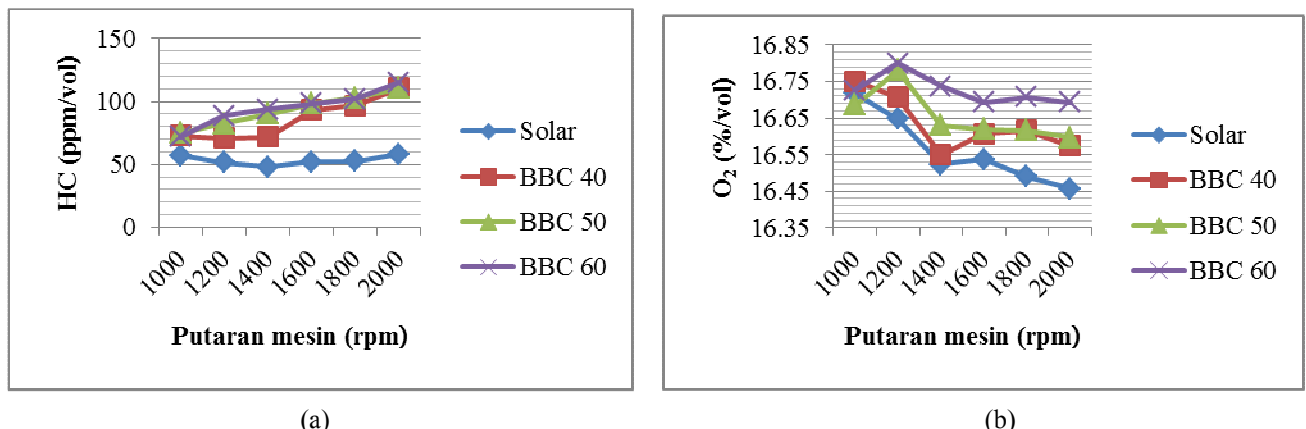


Gambar 3.6 Brake specific fuel consumption

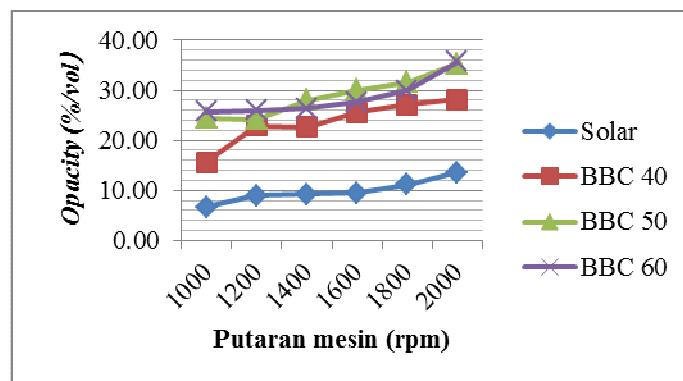
Pengujian unjuk kerja mesin yaitu torsi dan daya mesin memiliki selisih yang cukup besar dengan rentang 30 – 68% lebih kecil dari solar nilai 1.540 – 1.273 Nm untuk torsi dan 0.183- 0.149 Hp untuk BHP pada putaran 1000-2000 rpm. BSFC memiliki selisih lebih besar 20 – 150% dari solar berkisar antara 0.666-0879 kg/hp.jam pada putaran 1000-2000 rpm. Meskipun BBC 40, 50 dan 60 memiliki Nilai kalor yang cukup besar, rendahnya nilai torsi dan Bhp yang diperoleh disebabkan karakteristik viskositas BBC yang cukup tinggi sehingga berpengaruh terhadap besaran droplet yang disemprotkan dalam ruang bakar memiliki dampak pada pada proses atomisasi campuran bahan bakar dengan udara yang mengakibatkan kinerja mesin menjadi menurun.



Gambar 3.7 (a) Kandungan gas buang CO, (b) kandungan gas buang CO<sub>2</sub>



Gambar 3.8 (a) Kandungan HC pada gas buang, (b) kandungan O<sub>2</sub> pada gas buang



Gambar 3.9 Kadar kepekatan asap

Emisi gas buang BBC hasil treatment lebih didominasi karena nilai kalor dan properties bahan bakar sehingga berpengaruh terhadap emisi gas yang dihasilkan, dibanding sifat fisik bahan bakar yang lain (densitas dan viskositas). Dengan kata lain meskipun densitas dan viskositas tinggi, BBC hasil treatment bisa terbakar dengan cukup baik dan gas buang yang dihasilkan masih memenuhi syarat.

#### 4. SIMPULAN

Sampel bahan bakar BBC 40, 50 dan 60 yang diuji masih memiliki karakteristik sifat fisik yang mendekati solar, unjuk kerja mesin dan kadar emisi juga tidak terpaut terlalu jauh dibandingkan bahan bakar solar. BBC bisa digunakan pada mesin diesel dengan cukup baik, namun karena viskositas yang masih cukup tinggi sebaiknya hanya digunakan pada mesin diesel statis dengan putaran rendah.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Arpa and Yumrutas, 2009, *Production of diesel-like fuel from waste engine oil by pyrolytic distillation*, Science Direct.
- [2]. Arpa and Yumrutas, 2009, *Experimental investigation of the effects of diesel-like fuel obtained from waste lubrication oil on engine performance and exhaust emission*, Science Direct.
- [3]. Emam and Shoaib, 2012, *Re-refining of Used Lubed Oil, II-by Solvent/Clay and Acid/Clay-Percolation Processes*, Egypt, ARPN Journal of science and technology Vol, 2 No 11
- [4]. Raharjo, 2007, *Pemanfaatan TEA ( Three Ethyl Amin) Dalam Proses Penjernihan Oli Bekas Sebagai Bahan Bakar Pada Peleburan Aluminium*, Surakarta, Jurnal Penelitian Sains dan Teknologi Vol. 8, No.2, 2007
- [5]. SV Gupta, 2002, *Practical density measurement and hydrometry, institute of physics, New Delhi, Institute of Physics Publishing Bristol and Philadelphia*
- [6]. Wongkhorsub. C, Chindaprasert.N, 2013, *A Comparison of the use of Pyrolysis Oils in Diesel Engine*, Bangkok, Thailand, Energy and Power Engineering, 2013,5,350-355
- [8]. Kompas 20 Februari, 2014, Limbah bahan berbahaya dan beracun (B3) Bisnis yang menggiurkan (Diakses tanggal : 15 Nopember 2015)
- [9]. Keputusan Dirjen Migas No. 3675K/24/DJM/2006 pasal no 59
- [10]. VOA Indonesia 2013, *10 Tahun pasca invasi AS* (Diakses tanggal : 20 Nopember 2015)
- [11]. Miller. Freedrich, 2010, *Dynamometer: Force, Torque, Power (physics), Heat Engine, Motor, Rotational Speed, Revolutions Per Minute, Tribology, Physical Therapy, Kinesiology, Ergonomics, Dynamometer Car, Engine Test Stand, Hand Strength*, Alphascript Publishing, 2010