

## Kaji Eksperimental Unjuk Kerja Mesin Diesel Memanfaatkan Campuran Biodiesel Dari Biji Alpukat (*Persea Americana*)

**M. Ilham Maulana, Khairil, Rizal Aiyubi**

Program Studi Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin dan Industri, Universitas Syiah Kuala

Jl. Tgk. Syeh Abdurrauf No. 7 Darussalam – Banda Aceh 23111, INDONESIA

E-mail: rizal.aiyubi69@gmail.com

### Abstract

The availability of fossil fuels is increasingly decreasing, so some researchers have to look for alternative fuels, namely biodiesel. The raw material used as biodiesel was avocado seeds planted in Indonesia. Avocado seed oil content ranges from 15-25%. The purpose of this study was to determine the characteristics of biodiesel and diesel engine performance testing. This biodiesel is obtained through the esterification and transesterification process. This research uses a mixture of avocado seed oil biodiesel fuel with Pertamina dex fuel namely (B-5) 5%:95%, (B-15) 15%:85%, and (B-25) 25%:75% and (B-0) as a comparison. The test was carried out at the Engine and Propulsion System Laboratory at Mechanical Engineering Department, Universitas Syiah Kuala. The diesel engine was used is RUGGERINI HT-51 with a maximum power of 3 kW/3600 rpm. Biodiesel from avocado seed was tested physicochemical characteristics; the result is in accordance with National Standard (SNI) for biodiesel fuel. Performance results show the B-15 fuel produces the best engine performance at 3500 rpm. At this cycle a maximum power of 1.90 kW is obtained, the lowest specific fuel consumption rate of 2000 rotation (rpm) is 0.34 kg / kW hour on B-15 fuel, and the highest thermal efficiency on B-15 fuel with 2000 rotation (rpm) is 14.05%.

**Keywords:** Biji alpukat, Campuran bahan bakar, Karakteristik biodiesel, Unjuk kerja mesin diesel.

### 1. Pendahuluan

Permintaan terhadap bahan bakar senantiasa meningkat dari waktu ke waktu, akan tetapi ketersediaan bahan bakar fosil yang selama ini digunakan untuk memenuhi permintaan tersebut semakin menurun karena bahan bakar fosil merupakan salah satu sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui. Ketersediaan bahan bakar fosil yang makin menipis sekarang ini memicu banyak pihak untuk memperoleh bahan bakar alternatif. Salah satu bahan bakar alternatif yang dapat digunakan adalah biodiesel. Biodiesel dari minyak nabati pada umumnya mempunyai karakteristik yang mendekati bahan bakar yang berasal dari minyak bumi [1]. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui karakteristik fisik biodiesel dibandingkan dengan standar solar murni dan untuk menguji kinerja mesin diesel.

Biodiesel yang berasal dari biji alpukat, karena biji alpukat mengandung 15% sampai dengan 25% minyak. Minyak biji alpukat belum dimanfaatkan secara maksimal, di Indonesia minyak biji alpukat sebagai biodiesel belum cukup populer, lain halnya dengan beberapa negara maju seperti Amerika. Di Amerika sudah dilakukan penelitian tentang bahan bakar biodiesel dari biji alpukat sejak tahun 1994 dan pada tahun 2004 telah dilakukan percobaan oleh serombongan ekolog yang dipimpin Zak Zaidman melakukan perjalanan dari California ke

Costarica berkendara bus berbahan bakar biodiesel alpukat. Selain itu juga biji alpukat juga memiliki beberapa keunggulan lain di antaranya kandungan minyaknya relatif tinggi dibandingkan tanaman lain yaitu sekitar 2638 liter/ha dalam 2217 kg/ha. Sedangkan tanaman seperti jarak adalah 1590 kg/ha : 1892 liter/ha dan bunga matahari 800 kg/ha : 925 liter/ha. Selain itu bahan bakar ini lebih ekonomis dibandingkan dengan biji jarak, bunga matahari karena masih rendah mengandung lemak (*trigliserida*). Kadar belerang dalam *Persea americana* kurang dari 15 ppm (kadar belerang solar umumnya 1500-4100 ppm) sehingga pembakaran berlangsung sempurna. Emisi CO dan CO<sub>2</sub> bisa ditekan sehingga polusi udara pun bisa dikurangi.

### 2. Tinjauan Pustaka

#### 2.1 Biodiesel

Biodiesel merupakan bahan bakar alternatif yang dapat diperoleh dari minyak tumbuhan, lemak binatang atau minyak bekas melalui esterifikasi dengan alkohol. Biodiesel dapat digunakan tanpa modifikasi ulang mesin diesel. Biodiesel juga dapat ditulis dengan B100, yang menunjukkan bahwa biodiesel tersebut murni 100 % monoalkil ester. Biodiesel campuran ditandai dengan "BXX", yang mana "XX" menyatakan persentase komposisi

biodiesel yang terdapat dalam campuran. B10 berarti terdapat biodiesel 10% dan minyak solar 90 % [3].

2.1 Perhitungan Daya Mesin

$$N_b = \frac{E \cdot I \cdot pf}{746 \text{ eg}} \tag{1}$$

Dimana:

- Nb = Daya Mesin (HP)
- E = Voltmeter ( Volt )
- I = Ampermeter ( Amper )
- Pf = Faktor Daya Untuk Fasa Tunggal = 1
- Eg = Efisiensi generator listrik untuk mesin kecil dibawah 50 kva = 0.87-0.89 %.

Untuk generator yang menggunakan sabuk V daya yang dihasilkan dibagi dengan eb = 0.96.

2.2 Perhitungan Konsumsi Bahan Bakar Spesifik

Konsumsi bahan bakar spesifik (*brake specific fuel consumption-bsfc*) didefinisikan sebagai jumlah bahan bakar yang dikonsumsi oleh mesin untuk menghasilkan tenaga satu KW selama satu jam, biasanya diukur dalam satuan massa bahan bakar per satuan keluaran daya dikali waktu [5].bsfc dapat dihitung dengan persamaan:

$$sfc = \frac{mf}{N_b} \tag{2}$$

Dimana :

- Bsfc = Konsumsi Bahan Bakar Spesifik (Kg/Kwh)
- Mf = Jumlah Konsumsi Bahan Bakar (Kg/Jam)
- Nb = Daya Mesin (Hp)

2.3. Perhitungan Efisiensi Thermal

Efisiensi thermal adalah pemanfaatan panas dari bahan bakar untuk diubah menjadi kerja mekanis [5]. Efisiensi thermal ( th),dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\eta_{th} = \frac{N_b \times 632,5}{mf \times LHV} \tag{3}$$

Dimana :

- th = Efisiensi Termal (%)
- Nb = Daya Mesin (kW)
- mf = Konsumsi Bahan Bakar (Kg/Jam)
- LHV = Nilai Kalor Bahan Bakar (Kcal/Kg)

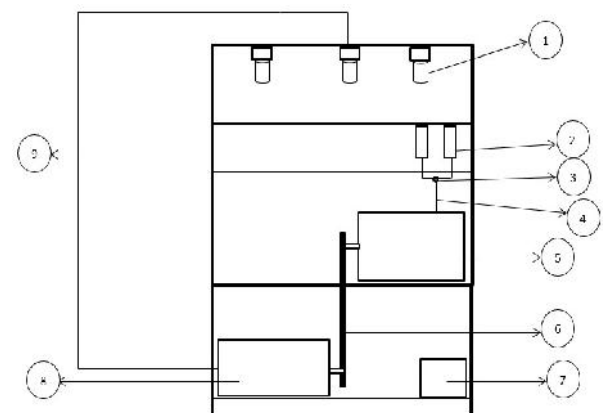
3. Metode dan Peralatan

3.1 Proses Pembuatan Biodiesel Alpukat

Proses pembuatan minyak alpukat dari biji alpukat dilakukan dengan cara konvensional dikarenakan belum adanya satu standar yang baku. Proses selanjutnya ialah biji alpukat diparut sampai ukurannya kecil ataupun halus kemudian biji yang telah halus dijemur 2 atau 3 hari di bawah sinar matahari sampai kering untuk menghilangkan kadar air yang terdapat di dalam biji alpukat. Proses selanjutnya yaitu serbuk yang telah kering itu dilakukan makrasi dalam botol tertutup dengan etanol 96 % selama enam (6) hari dengan perbandingan 1:2. Kemudian Proses pengepresan manual degan dongkrak hidrolik untuk memperoleh minyak mentah dan etanol, kemudian dilanjutkan proses evaporasi untuk menghilangkan etanol sehingga di dapatkan minyak mentah dan kemudian dilakukan proses degumming untuk membuang getah yang mengandung dalam minyak alpukat. Langkah selanjutnya melakukan proses esterifikasi untuk menurunkan kadar asam dan untuk mengikat partikel ester, langkah terakhir yaitu melakukan proses transesterifikasi dengan zat pelarut methanol dan katalis KOH untuk mendapatkan metil ester atau biodiesel.

3.2 Pengujian Kinerja Mesin Diesel

Pengujian kinerja mesin diesel menggunakan mesin diesel dengan putaran maksimum 3600 rpm. Mesin ini menggerakkan generator listrik yang punya daya maksimum 3 kW dengan menggunakan sabuk V. Sebagai beban generator listrik disini menggunakan lampu dengan daya 1500 W. Jumlah beban generator seluruhnya 3000 W ( 3 kW ) dan daya merupakan beban maksimum.



Gambar 1. Skematik alat pengujian

Keterangan gambar:

1. Lampu
2. Gelas ukur
3. Katup bahan bakar

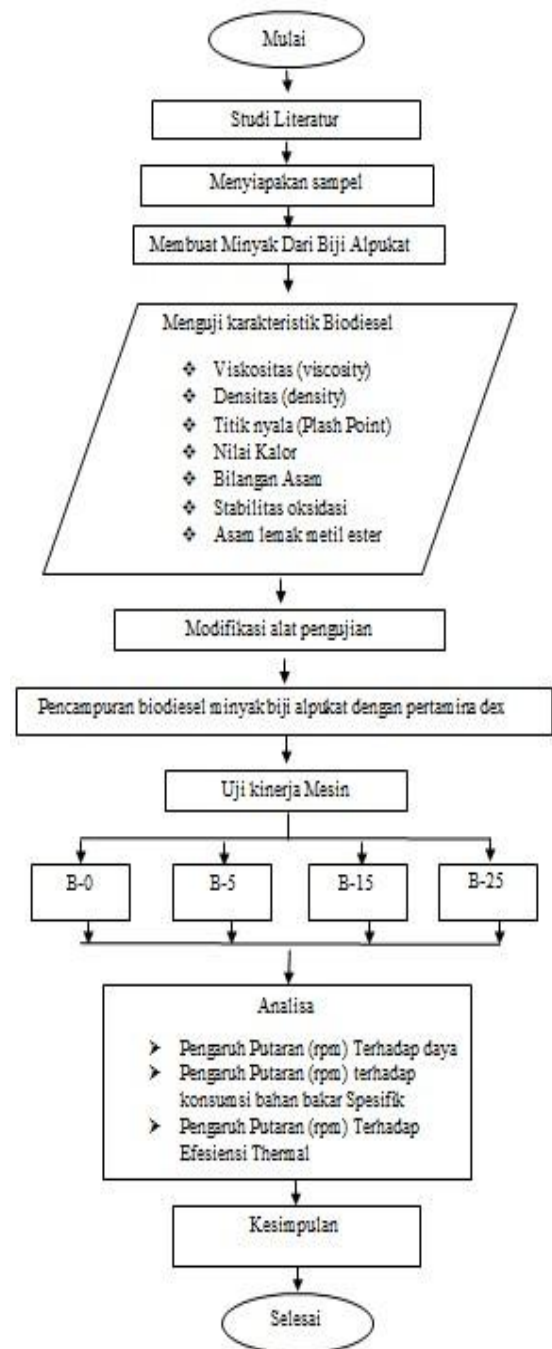
4. Selang bahan bakar
5. Mesin diesel
6. Sabuk V
7. Baterai
8. Generator
9. Kabel

Proses pengambilan data dilakukan dengan masing – masing bahan bakar yaitu pertamina dex, biodiesel-5 (B-5), biodiesel-15 (B-15), dan biodiesel-25 (B-25). Pengambilan data yang pertama dilakukan untuk jenis bahan bakar pertamina dex. Proses persiapan pengambilan data dilakukan pertama sekali mengisi bahan bakar kedalam 2 buah gelas ukur yaitu A (pertamina dex) dan B (biodisel) ataupun campuran biodiesel yang akan di uji dimasukkan bahan bakar lebih sebanyak 120 mL. Proses selanjutnya adalah menyalakan mesin dengan membuka katup gelas ukur A untuk memanaskan mesin dengan bahan bakar pertamina dex dan dilanjutkan dengan mengatur putaran mesin dengan tachometer putaran mesin diatur pada 2000 rpm. Setelah diatur buka katup gelas ukur B dan tutup gelas ukur yang A kemudian tunggu mesin stabil menggunakan bahan bakar biodisel untuk memudahkan pembacaan jumlah konsumsi bahan bakar yang dihabiskan mesin seperti gambar 1.

Ketika mesin berjalan pada putaran 2000 rpm yang telah diatur sebelumnya, level bahan bakar yang ada dalam gelas ukur semakin menurun, ketika level bahan bakar berada pada garis 100 mL, stopwatch dihidupkan untuk mengetahui berapa lama bahan bakar sebanyak 20 mL habis dikonsumsi. Selama dalam proses menghabiskan bahan bakar 20 mL tersebut, dengan menggunakan alat ukur lainnya berupa digital clampmeter diukur berapa besar kuat arus yang dihasilkan oleh generator dan dengan menggunakan twin clamp meter diukur tegangan yang terjadi. Ketika bahan bakar yang ada pada gelas ukur mencapai garis 80 mL kemudian stopwatch di matikan dan di baca berapa waktu yang di butuhkan mesin untuk menghabiskan bahan bakar sebanyak 20 mL. Kemudian dilanjutkan dengan membaca tegangan menggunakan twin clamp meter dan untuk mendapatkan berapa kuat arus listrik digital clamp meter dan buka katup A dan tutup katup B untuk penghentian pemakaian bahan bakar biodiesel.

Untuk pengujian bahan bakar yang sama dilakukan proses yang sama dengan yang dilakukan seperti diatas yaitu mengatur putaran mesin pada 2500 rpm, 3000 rpm, dan 3500 rpm. Untuk pengujian jenis bahan bakar yang lain berupa biodiesel-5 (B-5), biodiesel-15 (B-15) dan biodiesel-25 (B-25) prosesnya sama dengan proses pada pengujian bahan bakar yang pertama. Pada pengujian selanjutnya hanya saja bahan bakar yang didalam

gelas ukur diganti dengan bahan bakar lainnya seperti di dalam gambar 2.



Gambar 2. Diagram alir penelitian

#### 4. Hasil dan Pembahasan

##### 4.1 Data hasil pengujian karakteristik biodiesel alpakat

Pengujian karakteristik ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan antara standar nasional indonesia (SNI) tentang biodiesel dengan biodiesel alpakat. Hasil uji karakteristik biodiesel dapat dilihat pada tabel 1 dibawah ini.

Table 1. Hasil uji karakteristik biodiesel alpukat

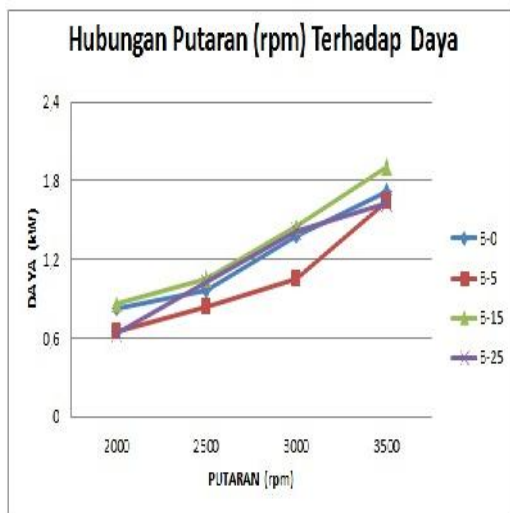
No.	Parameter Uji	Satuan	Metode	Hasil
1.	Viskositas kinematis 40°C	(mm <sup>2</sup> /s)	ASTM D4052	4.48
2.	Densitas 15°C	(kg/m <sup>3</sup> )	ASTM D445	879.20
3.	Bilangan asam	Mg KOH/g	ASTM D664	0.27
4.	Nilai kalor	MJ/kg	ASTM D240	39.37
5.	Titik nyala(°C)	°C	ASTM D93	216.00
6.	Stabilitas oksidasi	H	EN1411 2	9.22
7.	Asam lemak metil ester	%wt	EN1410 3	98.87

4.2 Hasil Uji Kinerja Mesin Diesel

Untuk melihat kinerja dari mesin diesel akan dilakukan perbandingan antara putaran sebagai variabel tetap dan daya, konsumsi bahan bakar spesifik, efisiensi thermal sebagai variabel tidak tetap.

4.2.1 Pengaruh putaran terhadap daya

Terlihat pada gambar 3 memperlihatkan hubungan antara putaran terhadap daya yang dihasilkan oleh mesin diesel RUGGERINI HT- 51 dengan menggunakan bahan bakar pertamina dex yang mengalami peningkatan seiring bertambahnya putaran.



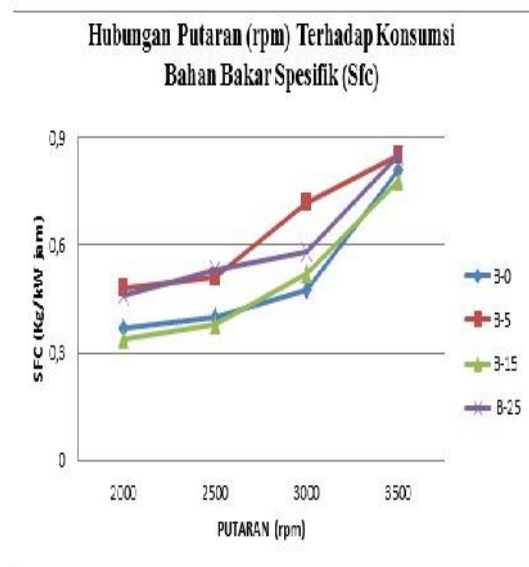
Gambar 3. Hubungan putaran (rpm) terhadap daya

Perbandingan campuran bahan bakar B-0, B-5, B-15 dan B-25 daya yang dihasilkan juga berbeda-beda, daya pada saat putaran 2000 B-0 yaitu sekitar

0,8219 kW dan B-15 sedikit meningkat mencapai 0,863 kW tetapi pada saat putaran 3500 daya yang dihasilkan masih jauh selisih B-0 adalah 1,7136 kW dan B-15 1,90 kW. Akan tetapi daya B-5 pada putaran 2000 mencapai 0,65 kW dan pada saat putaran tinggi yaitu putaran 3500 meningkat mencapai 1,64 kW hampir sama dengan daya B-0. Pada putaran 2500 dan 3000 rpm bahan bakar B-25 meningkatnya sangat besar dikarenakan ada kesalahan pengambilan data ataupun kesalahan dari alat ukur. Dapat disimpulkan bahwa campuran yang paling efisien itu B-15 karena daya yang dihasilkan sangat tinggi dibandingkan dengan bahan bakar lainnya.

4.2.2 Pengaruh putaran terhadap konsumsi bahan bakar spesifik

Gambar 4 memperlihatkan hubungan antara putaran terhadap daya yang dihasilkan oleh mesin diesel RUGGERINI HT-51 dengan menggunakan bahan bakar pertamina dex yang mengalami peningkatan seiring bertambahnya putaran.



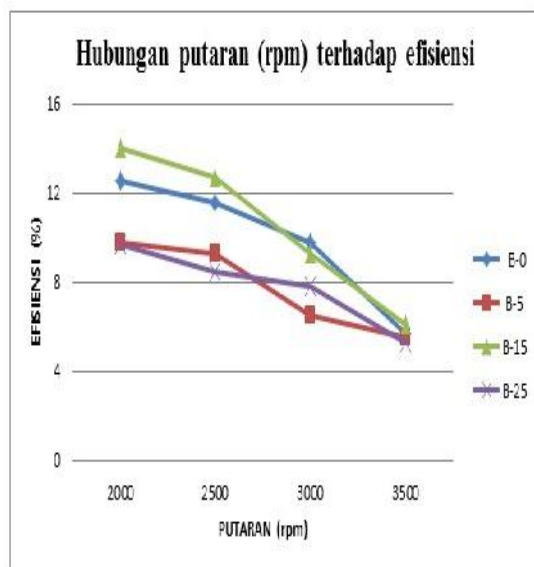
Gambar 4. Hubungan putaran (rpm) terhadap jumlah konsumsi bahan bakar spesifik (sfc)

Konsumsi bahan bakar spesifik dengan berbagai macam campuran bahan bakar biodiesel yaitu pada putaran 2000, 2500 rpm konsumsi bahan bakar spesifik B-15 lebih lama habis dari B-0 pada putaran 2000 dan 2500 sedangkan B-5 dan B-25 itu lebih cepat habis dibandingkan dengan B-0. Akan tetapi pada putaran 3000 B-15 sedikit lebih cepat habis dari B-0. Pada saat putaran maksimum jumlah konsumsi bahan bakar B-15 lebih lama dibandingkan B-0. sehingga campuran B-15 bisa diaplikasikan kedalam kehidupan sehari-hari. Pada putaran 3000 bahan bakar B-5 meningkat signifikan dikarenakan keterbatasan dari biodiesel maka metode pengambilan

data cuma sekali pada penelitian ini dan bisa juga kesalahan pembaca pengambilan data ataupun kesalahan dari alat ukur.

#### 4.2.3 pengaruh putaran terhadap efisiensi thermal

Gambar 5 memperlihatkan hubungan antara putaran terhadap efisiensi yang dihasilkan oleh mesin diesel RUGGERINI HT-51 dengan menggunakan bahan bakar pertamina dex yang mengalami peningkatan seiring bertambahnya putaran. Pada bahan bakar B-25 penurunan efisiensi sangat jauh berbeda dengan bahan bakar B-0 ini disebabkan dari ada kesalahan pembaca pengambilan data ataupun kesalahan pembaca dari alat ukur. Efisiensi berbeda bahan bakar, maka pada saat putaran 2000 paling besar efisiensi B-15 sekitar 14,05 % dan paling yang kecil efisiensi yaitu B-25 sekitar 5,3 %.



Gambar 5. Hubungan antara putaran (rpm) terhadap efisiensi

Maka dapat disimpulkan bahwa bahan bakar B-15 sangat bagus jika dibandingkan dengan bahan bakar lainnya karena hampir sama mendekati dengan bahan bakar B-0.

## 5. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Karakteristik fisik biodiesel dari biji alpukat yang terdiri dari densitas, viskositas kinematis dan titik nyala telah memenuhi dari ketentuan standar nasional Indonesia, untuk bilangan asam berada dibawah batas maksimal yang telah ditetapkan sehingga biodiesel ini dapat digunakan pada mesin diesel.

2. Dari keempat variasi bahan bakar yang sangat cocok digunakan adalah bahan bakar B-15 dikarenakan daya yang didapatkan merupakan nilai tertinggi dari setiap variasi putaran dengan berbagai macam jenis campuran bahan bakar.
3. Jumlah konsumsi bahan bakar spesifik pada putaran maksimum yang sangat lama habis terdapat pada jenis bahan bakar B-15 adalah 0.78 kW/kg jam, selanjutnya B-0 adalah 0.81 kW/kg jam, B-5 dan B-25 yang paling cepat habis jumlah konsumsi bahan bakar adalah 0.85 kW/kg jam.
4. Efisiensi thermal yang paling bagus dari setiap campuran bahan bakar adalah campuran bahan bakar B-15 . pada putaran 2000 (rpm) efisiensi termal adalah 14,05 % dan yang paling rendah jenis campuran bahan bakar B-5 adalah 9,6 %.

## Daftar Pustaka

- [1]. Utami Siska Widi., 2010, Kajian proses produksi biodiesel melalui transesterifikasi in situ biji jarak pagar (*Jatropha curcas L.*) pada berbagai kondisi operasi, Jurusan Departemen Teknologi Industri Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian.
- [2]. Pramana, Anak Agung Surya Dwi., 2015, Pengujian Performance Biodiesel Biji Alpukat Di Tinjau Dari Karakteristik Panjang Penyemprotan Dan Ukuran Butiran, Jurusan teknik mesin Universitas Udayana.
- [3]. Hambali E., et al., 2008. *Teknologi Bioenergi*, Cetakan kedua, Argo Media, Jakarta.
- [4]. Maleev, M.E., V.L., 1995, *Operasi dan Pemeliharaan Mesin Diesel*, Terjemahan Bambang Priambodo, Erlangga, Jakarta.
- [5]. Mathur, M.L., Sharma R, P., 1980. *A Course in Internal Combustion Engine*, Dhanpatrai & Sons, Nai sarak, Delhi.