

## ANALISIS UNJUK KERJA MESIN DIESEL SATU SILINDER MENGGUNAKAN SUPERCARJER BERBAHAN BAKAR PERTADEX DAN CAMPURAN PERTADEX BIODIESEL BIJI BUNGA MATAHARI

**Tulus B Sitorus<sup>\*</sup>, Alberto M Lubis, Riki H Purba**  
Departemen Teknik Mesin Universitas Sumatera Utara  
Jl. Almamater. Kampus USU, Medan 20155  
<sup>\*</sup>Email: sitorus@gmail.com

### Abstrak

*Jenis populasi penduduk di dunia terus meningkat sehingga kebutuhan bahan bakar fosil juga meningkat. Hal inilah yang mengharuskan kita untuk mencari sumber-sumber lain diluar minyak dan gas bumi atau yang dapat dikatakan bahan bakar alternative. Bahan bakar alternative tidak hanya untuk menyelesaikan masalah kelangkaan tersebut akan tetapi juga masalah polusi udara disebabkan bahan bakar fosil. Bahan bakar alternative ini dapat diperoleh dari biji karet, tembakau, biji sawit, biji bunga matahari dan lain-lainnya dimana di peruntukkan untuk mesin diesel. Dalam penelitian kali ini biodiesel yang digunakan dari campuran minyak biji bunga matahari dengan pertadex yang bertujuan untuk menganalisa performansi mesin diesel TD-115 serta melihat pengaruh dari penambahan supercarjer. Dari hasil pengujian berdasarkan jumlah bahan biodiesel yang digunakan (Pertadex, Pertadex + 5% Biodiesel, Pertadex + 10% Biodiesel, pertadex + 15 % Biodiesel, pertadex + 20% Biodiesel) diperoleh bahwa Daya menurun sekitar 1-4%, Konsumsi bahan bakar spesifik (Specific Fuel Consumption) meningkat sekitar 11-58 %, Efisiensi termal aktual brake menurun sekitar 2-6 %, Laju aliran massa bahan bakar menurun sekitar 4-14 %, Efisiensi volumetris menurun sekitar 15 – 45 %, Heat loss serta presentase heat loss menurun sekitar 1-5.7 %, Air Fuel Rasio menurun sekitar 18 – 36 %. Pada emisi gas buang, nilai opacity relatif meningkat sedangkan CO dan HC menurun saat semakin banyak biodiesel yang digunakan. Dibandingkan dengan npa penggunaan supercarjer, nilai efisiensi termal aktual brake rata-rata meningkat 11-18 % akibat penggunaan supercarjer.*

**Kata kunci:** Biodiesel, Minyak, Biji Bunga Matahari, Performansi Mesin Diesel, penelitian.

## 1. PENDAHULUAN

Ketersediaan minyak bumi yang semakin menipis diakibatkan sumber daya alam ini tidak dapat diperbaharui dan juga diakibatkan jumlah penduduk di dunia yang meningkat. Menghadapi semakin langkanya minyak bumi sedangkan kebutuhan bahan bakar diesel semakin meningkat seiring dengan peningkatan penggunaan mesin diesel, maka perlu dicari sumber-sumber lain diluar minyak dan gas bumi. Bahan bakar alternatif yang dimungkinkan adalah berasal dari minyak nabati yang terdapat pada tumbuh-tumbuhan misalnya kelapa, biji jarak, biji bunga matahari, kedelai, kacang tanah. Selain Sifatnya yang dapat diperbaharui, bidisel juga merupakan bahan bakar yang ramah lingkungan.

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui performansi mesin diesel satu silinder dengan menggunakan Biodiesel biji bunga matahari, untuk memperoleh komposisi Opacity, HC, dan CO dari mesin diesel satu silinder dengan menggunakan bahan bakar biodiesel biji bunga matahari dan melihat pengaruh penambahan *super charger* terhadap performansi mesin.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Sejarah Biodiesel

Sejarah biodiesel dimulai dipertengahan 1800-an, Transesterifikasi minyak sayur dilakukan pada awal 1853 oleh ilmuwan E. Duffy and J. Patrick, pada tahun sebelumnya mesin diesel ditemukan. Adalah mesin milik Rudolf Diesel's yang dijadikan model utama, sebuah mesin berukuran 10 ft (3 m) silinder besi dengan roda gaya pada bagian dasar, melaju pada saat pengoperasian pertama di Augsburg, Germany, 10 Agustus 1893. Untuk mengenang hal ini, 10 Agustus dideklarasikan sebagai Hari Biodiesel Internasional.

## 2.2 Pembuatan Biodiesel

Biodiesel dapat dibuat dari berbagai minyak hayati (minyak nabati atau lemak hewani) melalui proses esterifikasi gliserida atau dikenal dengan proses alkoholisis. Berdasarkan penelitian sebelumnya diketahui bahwa pengaruh perbandingan mol antara metanol dengan minyak biji bunga matahari serta penggunaan jenis katalis terhadap jumlah metal ester yang di dapat dapat dilihat pada tabel berikut

**Tabel 1. Rasio molar metanol dan minyak serta tipe katalis**

Reaction temp (°C)	Methanol:oil molar ratio	Catalyst (wt%)	Catalyst type	SOME yield (%)
60	6:1	1.00	KOH	86.7 ± 0.9
60	6:1	1.00	KOCH <sub>3</sub>	90.0 ± 0.7
60	6:1	1.00	NaOCH <sub>3</sub>	82.7 ± 1.1
30	6:1	1.00	NaOH	90.9 ± 0.8
45	6:1	1.00	NaOH	92.8 ± 1.0
60	6:1	1.00	NaOH	97.1 ± 0.9
60	3:1	1.00	NaOH	61.5 ± 0.7
60	9:1	1.00	NaOH	93.0 ± 1.2
60	12:1	1.00	NaOH	86.0 ± 1.5
60	15:1	1.00	NaOH	83.8 ± 1.2
60	18:1	1.00	NaOH	81.0 ± 0.8
60	6:1	0.25	NaOH	51.6 ± 1.0
60	6:1	0.50	NaOH	65.0 ± 0.8
60	6:1	0.75	NaOH	92.9 ± 0.9
60	6:1	1.25	NaOH	82.7 ± 1.5
60	6:1	1.50	NaOH	78.1 ± 1.2

## 3. METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Tempat

Persiapan bahan baku dilakukan di laboratorium PIK (Proses Industri Kimia) Departemen Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sumatera utara selama lebih kurang 4 minggu. Pengujian dilakukan di laboratorium motor bakar Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara selama lebih kurang 4 minggu.

### 3.2 Bahan

Bahan yang digunakan adalah pertamina dex, pertamina dex 95% + Biodiesel biji bunga matahari 5%, Pertamina dex 90% + Biodiesel biji bunga matahari 10%, Pertamina dex 85% + Biodiesel biji bunga matahari 15%, dan Pertamina dex 80% + Biodiesel biji bunga matahari 20%.

### 3.3 Alat

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

- Mesin *Diesel Small engine Test* TD111-MKII
- *Engine Smoke Meter* dan *Gas Analyzer*
- *Tec Equipment TD-114*/tachometer
- Supercarjer
- Bom kalorimeter

### 3.4 Prosedur Pengujian

Prosedur pengujian performansi motor dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Kalibrasi Instrumentasi mesin diesel sebelum digunakan
2. Mengoperasikan mesin dengan cara memutar poros engkol mesin, kemudian memanaskan mesin selama 10 menit
3. Mengatur putaran mesin pada 1800 RPM menggunakan tuas kecepatan dan melihat data analog pada instrument
4. Menentukan konsumsi bahan bakar yang akan diuji
5. Menimbang bahan bakar yang habis setelah 5 menit pengujian
6. Mengulang pengujian dengan menggunakan variasi putaran yang berbeda (1800 RPM, 2000 RPM, 2200 RPM, 2400 RPM, 2600 RPM, 2800 RPM)

## 4. HASIL DAN ANALISA PENGUJIAN

### 4.1 Biodiesel Biji Bunga matahari

Berikut hasil dan spesifikasi biodiesel biji Bunga Matahari dibandingkan dengan SNI

**Tabel 2 Karakteristik Biodiesel Biji Bunga Matahari**

Parameter	Satuan	Hasil Uji	Standar	Metode Uji
Bilangan asam	mg KOH/gr	0.23	Maks 0.8	AOCS Cd 3d – 63
Sulfur	Ppm-m(mg/kg)	90	Maks 100	Gravimetri
Cloud Point	oC	-2	Maks 18	AOCS Ce 9 – 25
Flash Point	oC	180	Min 100	AOCS Cc 9c-95
Kadar Ester	%	92.96	96.5	Gascromatography
Densitas	Kg/m <sup>3</sup>	875	850 – 890	Uji Lab PIK USU
Viskositas	cSt	5.43	2.3 – 6	Uji Lab PIK USU
Gliserol bebas	% massa	0	0.02	Gascromatography
Internal	% massa	0.7055		Gascromatography
Gliserol total	% massa	0	Maks 0.02	Gascromatography

### 4.2 Performansi Meisn Diesel

#### a. Nilai kalor bahan Bakar

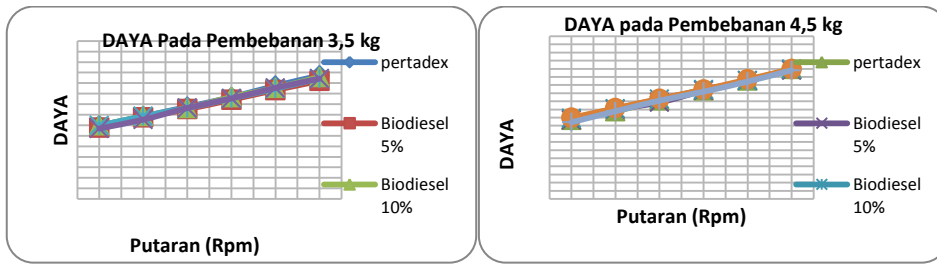
**Tabel 3. Hasil Pengujian Bom Kalorimeter**

Bahan Bakar	LHV Rata-Rata
Pertamina dex	56466.04
Pertamina dex + 5 % biodiesel	53818.97
Pertamina dex + 10% biodiesel	52054.26
Pertamina dex + 15% Biodiesel	51318.96
Pertamina dex + 20% Biodiesel	48966.02

Dari tabel diatas diketahui bahwa terjadi penurunan nilai kalor bahan bakar pada setiap penambahan biodiesel kepada pertadex.

#### b. Daya

Besarnya daya dari masing-masing pengujian dan tiap variasi beban dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

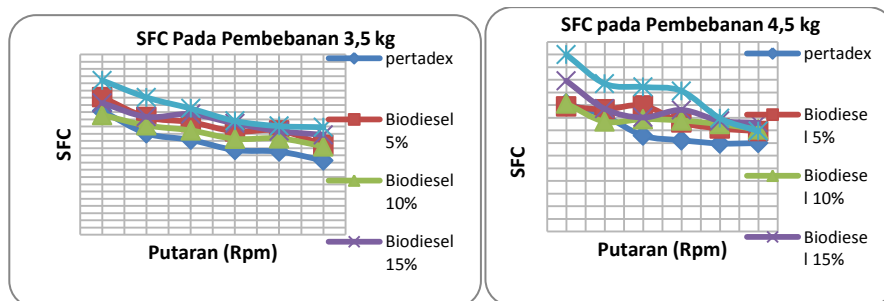


Gambar 1 Grafik Daya vs Putaran untuk beban 3.5 kg dan 4.5 kg

Dari Gambar 2 diatas dapat dilihat bahwa pada setiap penambahan biodiesel biji bunga matahari tidak menghasilkan perubahan yang signifikan pada daya yang dihasilkan oleh motor.

**c. Konsumsi Bakar Spesifik (SFC)**

Konsumsi bahan bakar spesifik dari masing-masing pengujian pada tiap-tiap variasi beban, putaran dan bahan bakar dapat dihitung dengan menggunakan persamaan:

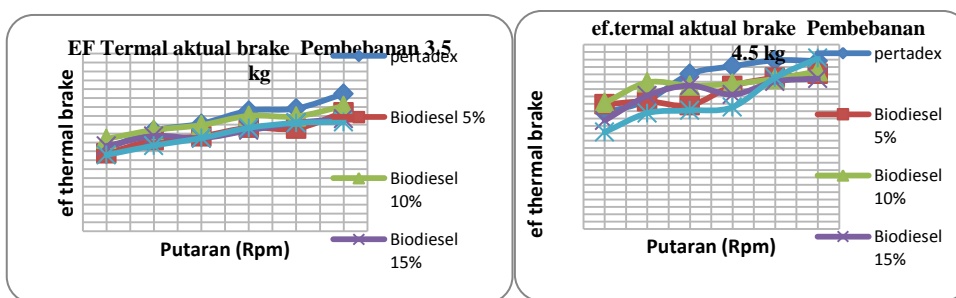


Gambar 2. SFC vs Putaran mesin pada pembebanan 3.5kg dan 4.5 kg

Dari grafik pada gambar 3 dapat diketahui pada setiap penambahan biodiesel maka nilai SFC semakin meningkat yang menandakan bahwa mesin semakin boros dalam penggunaan bahan bakar.

**d. Efisiensi Termal**

Efisiensi termal aktual adalah perbandingan antara daya aktual dengan laju panas rata-rata yang dihasilkan bahan bakar, yang dapat dihitung dengan persamaan berikut:



Gambar 3. Efisiensi Termal Aktual Brake vs Putaran mesin pembebanan 3.5 kg dan 4.5 kg

Dari grafik dapat dilihat bahwa terjadi penurunan efisiensi mesin pada setiap penambahan biodiesel.

## e. Emisi Gas Buang

**Tabel 3. Emisi Gas Buang Mesin Diesel**

OPACITY											
Beban 3.5 kg						Beban 4.5 kg					
No	Bahan Bakar	Value 1	Value 2	Value 3	Average	No	Bahan Bakar	Value1	Value2	Value 3	Averag
1	Pertadex	14.6	12.6	13.1	13.433	1	Pertadex	12.8	12	12.5	12.433
2	Biodiesel 5%	11.3	11.9	11.0	11.40	2	Biodiesel 5%	12.4	11.4	11.5	11.767
3	Biodiesel 0%	11.7	11.3	12.1	11.7	3	Biodiesel10%	12.4	12.2	12.3	12.3
4	Biodiesel 5%	10.9	11.7	12.2	11.60	4	Biodiesel15%	13.9	14.7	14.1	14.233
5	Biodiesel 0%	10.6	10.8	11.0	10.8	5	Biodiesel20%	13	14.7	14.7	14.133
CO											
Beban 3.5 kg						Beban 4.5 kg					
No	Bahan Bakar	Value 1	Value 2	Value 3	Average	No	Bahan Bakar	Value 1	Value2	Value 3	Average
1	Pertadex	0.04	0.05	0.04	0.0433	1	Pertadex	0.05	0.05	0.05	0.05
2	Biodiesel 5%	0.05	0.05	0.05	0.05	2	Biodiesel 5%	0.04	0.05	0.05	0.0466
3	Biodiesel 10%	0.04	0.04	0.05	0.0433	3	Biodiesel 0%	0.04	0.05	0.04	0.0433
4	Biodiesel 15%	0.05	0.05	0.04	0.0466	4	Biodiesel15%	0.05	0.05	0.05	0.05
5	Biodiesel20%	0.04	0.04	0.05	0.0433	5	Biodiesel20%	0.05	0.05	0.05	0.05
HC											
Beban 3.5 kg						Beban 4.5 kg					
No	Bahan Bakar	Value 1	Value 2	Value 3	Average	No	Bahan Bakar	Value	Value	Value 3	Averag
1	Pertadex	14	17	15	15,333	1	Pertadex	21	20	20	20.333
2	Biodiesel 5%	20	18	19	19	2	Biodiesel 5%	16	15	18	16.333
3	Biodiese 10%	14	16	20	16,667	3	Biodiesel10%	18	18	20	18.667
4	Biodiesel 5%	19	17	18	18	4	Biodiesel15%	17	16	17	16.667
5	Biodiesel20%	13	15	20	16	5	Biodiesel20%	19	19	20	19.333

Dari tabel emisi gas buang diatas dapat dilihat bahwa nilai kekabutan (*opacity*) dari gas buang semakin meningkat sedangkan nilai Hidrocarbon dan Karbonmoksidanya semakin menurun, hal ini menunjukkan bahwabahan bakar biodiesel biji bunga matahari merupakan bahan bakar yang ramah lingkungan

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

- Dari hasil pengujian berdasarkan jumlah bahan biodiesel yang digunakan (Pertadex, Pertadex + 5% Biodiesel, Pertadex + 10% Biodiesel, pertadex + 15 % Biodiesel, pertadex + 20% Biodiesel) sertaq dengan penambahan supercarjer diperoleh bahwa :
  - Daya menurun sekitar 1-4%
  - Konsumsi bahan bakar spesifik (*Specific Fuel Consumption*) meningkat sekitar 11-58 %
  - Efisiensi termal aktual brake menurun sekitar 2-6 %

- Laju aliran massa bahan bakar menurun sekitar 4-14 %  
Hal ini dipengaruhi oleh nilai kalor yang semakin menurun pada saat pemakaian biodiesel meningkat. Serta tekanan udara segar yang akan digunakan pada saat pembakaran naik karena adanya supercarjer sehingga banyak bahan bakar yang terbakar pun semakin banyak.
- 2. Opasity yang diperoleh relatif meningkat terutama pada saat pembebanan 4.5 kg. Sedangkan HC dan CO menurun. Hal ini menunjukkan semakin banyak biodiesel yang digunakan maka semakin baik emisi gas buang.

## 5.2 Saran

Untuk peneliti berikutnya, mengembangkan pengujian ini menggunakan dengan Variasi Campuran bahan bakar yang berbeda, penambahan biodiesel 2.5%, 7.5%, 12.5%, 17.5% dan 25%

## DAFTAR PUSTAKA

- Arismunandar, Wiranto. 2002. *Penggerak Mula Motor Bakar Torak*. Edisi kelima. Bandung : ITB
- Fang Zheng dan Richard L Smith. 2015. *Production of Biofuels and Chemicals With Ultrasound*. New York. Springer.
- Heywod, Jhon B. 1988. *Internal Combustion Engine Fundamentals*. New York : McGraw Hill Book Company.
- Kubota S dan Takigawa. 2001. *Diesel engine Performance*. Prentice Hall, New Jersey.
- Mahadi. 2007. Efek Penggunaan Supercharger Terhadap Unjuk Kerja dan Konstruksi pada Sebuah Mesin Diesel. Medan. USU Repository
- Pulkrabek, Willard W. *Engineering Fundamentals Of The Internal Combustion Engine*. New Jersey : Prentice Hall .
- TD 110-115 Test Bed And Instrumentation For Small Engines. TQ Education And Training Ltd, 2000.
- Y. A. Çengel and M. A. Boles, *Thermodynamics: An Engineering Approach*, 5th ed, McGraw-Hill, 2006.).