

# KAJI EKSPERIMENTAL PENGARUH TEMPERATUR BIODIESEL MINYAK SAWIT TERHADAP PERFORMANSI MESIN DIESEL DIRECT INJECTION PUTARAN KONSTAN

Berkah Fajar<sup>1)</sup>, Tony Suryo<sup>2)</sup>, Murni<sup>3)</sup>

1), 2). Staf. Pengajar Magister Teknik Mesin Universitas Diponegoro

3). Staf. Pengajar D III Teknik Mesin Universitas Diponegoro

Email: mochmurni@yahoo.com

## Abstract

*The imperfect combustion process will be a problem in the development effort of diesel engine's performance. Nonhomogen air-fuel mixing process is one of the factors which cause the imperfect combustion. By heating up the diesel biodiesel up to a certain temperature before it goes through the high pressure injection pump will lower its density and viscosity. Therefore, when injected in the combustion chamber, it will formed smaller droplets of fuel spray which result in a more homogenous air-fuel mixture. Also by using higher temperature will make the diesel fuel easier to ignite in order to compensate the limited time which is available in high speed operating conditions. Diesel engine Dong Feng 1 cylinder direct injection at constant speed was used in this research. The fuel used are biodiesel with temperature variations in the range from 33°C to 90°C. The best thermal efficiency for biodiesel fuel is 25.3 % at 70°C with 28 % BSFC. In this condition, the fuel consumption was decreased 8 % by comparing with that at 33°C.*

## 1. PENDAHULUAN

Minyak bumi merupakan sumber energi utama dan sumber devisa negara. Namun demikian, cadangan minyak bumi yang dimiliki Indonesia jumlahnya terbatas. Sementara itu, kebutuhan manusia akan energi semakin meningkat sejalan dengan laju pertumbuhan ekonomi dan pertambahan penduduk. Oleh karenanya berbagai upaya telah dilakukan untuk mencari bahan bakar alternatif yang memiliki sifat dapat diperbaharui (*renewable*) dan ramah lingkungan. Potensi energi yang terbarukan antara lain tenaga matahari, panas bumi, angin arus laut, tanaman penghasil minyak, dan lain-lain. Biodiesel sebagai pengganti solar mempunyai beberapa keuntungan, di antaranya adalah lebih bersih dalam emisi gas buang, pelumasan yang lebih baik, dan tidak diperlukannya modifikasi mesin (Sugiarto, 2005)

Proses pembakaran merupakan masalah yang sering dijumpai dalam mesin diesel, usaha peningkatan kinerja mesin diesel jumlah bahan bakar dalam ruang bakar yang tidak sesuai dengan kebutuhan, proses penginjeksian bahan bakar yang kurang baik atau kurang baiknya proses pencampuran bahan bakar dengan udara dalam ruang bakar seringkali menjadi penyebab ketidak sempurnaan proses pembakaran.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, dilakukan pemanasan terhadap bahan bakar sebelum diinjeksikan ke dalam ruang bakar, dengan tujuan untuk menurunkan viskositasnya. Sehingga setelah diinjeksikan ke dalam ruang bakar dapat membentuk butiran-butiran yang lebih halus dan menghasilkan campuran bahan bakar-udara yang lebih homogen (Tirtoatmodjo, 1999).

Penurunan viscositas berbagai variasi campuran antara solar dan biodiesel untuk bahan bakar mesin diesel putaran konstan, menunjukkan dengan menambah

pemanas dapat menambah efisiensi mesin. (Gawal, A.K., 2009).

Dalam kajian eksperimen ini mengkaji pengaruh temperatur biodiesel terhadap kinerja mesin diesel yaitu konsumsi bahan bakar, BSFC dan efisiensi termal. Pemanasan bahan bakar biodiesel dilakukan mulai dari temperatur 33 °C sampai 90 °C, kemudian dilakukanlah pengujian berat jenis, viskositas. Selanjutnya pada temperatur ini diujikan pada mesin diesel, untuk melihat bagaimana perubahan yang terjadi pada unjuk kerja mesin diesel tersebut. Sehingga diketahui pada temperatur berapa biodiesel akan memberikan performa mesin diesel yang maksimum

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Bahan Bakar Biodiesel

Bangsa Indonesia umumnya adalah pengkonsumsi makanan yang menggunakan minyak goreng sebagai pengolah makanannya.

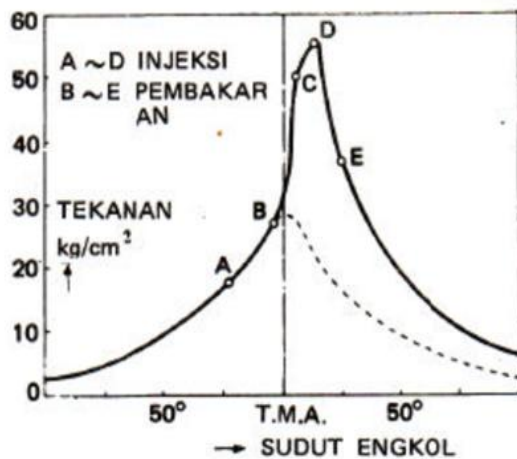
Biasanya sisa penggorengan tersebut dibuang tanpa ada manfaatnya. Bahan yang terbuang ini berdampak buruk terhadap lingkungan apabila volumenya cukup besar. Melihat jumlah yang cukup besar maka minyak jenis ini akan dapat bernilai apabila diolah dan dipergunakan sebagai bahan bakar mesin diesel.

Biodiesel dapat disintesis dari minyak jelantah kelapa sawit melalui dua tahapan reaksi yaitu reaksi *esterifikasi* dan *transesterifikasi*. Dari 200 mL minyak jelantah yang digunakan diperoleh biodiesel sebanyak 157 mL atau 78,5 %. Uji kualitas terhadap biodiesel hasil sintesis yang meliputi uji sifat fisika dan sifat kimia memenuhi standar DIN V 51606 (Suirta, 2007).

## 2.2. Pembakaran.

Pembakaran adalah reaksi kimia yang cepat antara oksigen dan bahan yang dapat terbakar, disertai timbulnya cahaya dan menghasilkan kalor. Pembakaran spontan adalah pembakaran dimana bahan mengalami oksidasi perlahan-lahan sehingga kalor yang dihasilkan tidak dilepaskan .

Menurut Arismunandar (2002) proses pembakaran motor Diesel dibagi menjadi 4 periode seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Proses pembakaran mesin diesel (Arismunandar, 2002)

## 3. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen, dilakukan di laboratorium energi Magister Teknik Mesin Undip dan laboratorium energi D III Teknik Mesin Fakultas Teknik Undip Semarang.

### 3.1. Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah biodiesel minyak sawit, bahan minyak sawit didapat dari pasar Dargo Semarang. Sebelum diuji cobakan kedalam mesin diesel, bidisel di adakan test untuk mengetahui nilai kalor bahan bakar serta pengaruh temperatur terhadap berat jenis dan viskositasnya, pengujian dimulai dari temperatur 33 °C, 40 °C, 50 °C, 60 °C, 70 °C., 80 °C dan 90 °C.

### 3.2. Alat

Alat yang digunakan untuk penelitian ini adalah mesin diesel merk Dong Feng, model S 1110 T S1110, *direct injection*, 1 silinder, diameter x langkah (110 x 115) mm, putaran konstan, 20 hp/2200 rpm. Sedang alternador AC type ST - 7,6, 7,5 kW, 1500 rpm, 230 V, 32,6 A, 50 Hz, 1 phase,  $\cos \theta = 1$

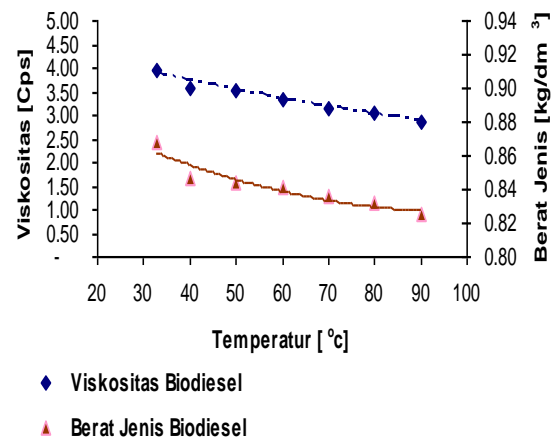
## 3.3. Proses Pengambilan Data

Pengambilan data dimulai dengan menghidupkan mesin diesel pada putaran 1500 rpm selanjutnya di tunggu  $\pm 20$  menit untuk mendapatkan suhu kerja normal pada mesin diesel sambil mesin diamati, bila dipastikan mesin dapat bekerja normal pengambilan data baru siap dimulai.

Pengambilan data dilakukan dengan cara melihat alat ukur dan mencatat pada lembar pencatatan yang sudah disiapkan. Tempuhan dilaksanakan pada temperatur 33 °C, 40 °C, 50 °C, 60 °C, 70°C, 80 °C, dan 90°C dengan variasi beban dimulai dari tanpa beban, kemudian berturut-turut diberi beban 1000 watt, 2000 watt, 3000 watt, 4000 watt, 5000 watt, 6000 watt, Setiap tempuhan dilakukan pencatatan beban melalui voltmeter dan ampermeter, konsumsi bahan bakar melalui selisih pembacaan level bahan bakar di dalam gelas ukur yang berfungsi sebagai tangki bahan bakar. Pengukuran dan pencatatan setiap tempuhan dilakukan tiga kali, kemudian hasilnya dirata-rata.

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

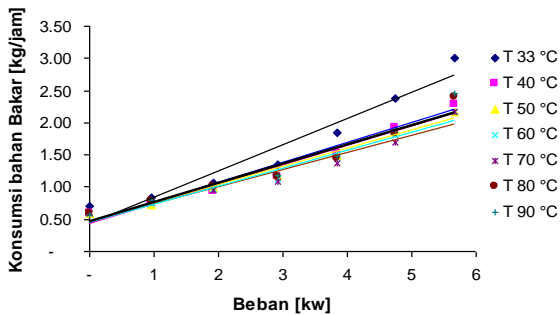
### 4.1. Pengaruh Temperatur Terhadap Berat Jenis dan Viskositas Biodiesel



Gambar 2. Pengaruh temperatur terhadap berat jenis dan viskositas biodiesel.

Dari grafik Gambar 2 dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi temperatur biodiesel berat jenis dan viskositasnya akan menurun, Peristiwa ini dapat dijelaskan sebagai berikut: semakin tinggi temperatur suatu fluida, akan membuat molekul *fluida* bergerak cepat sehingga secara makro akan meningkatkan tekanan, kalau tak ada batas terhadap materi tersebut maka akan semakin mengembang selanjutnya dengan mengembangnya jarak antar molekul akan membuat kerapatan dan tegangan geser *fluida* semakin menurun

#### 4.2. Pengaruh Beban dan Temperatur Terhadap Konsumsi Bahan Bakar.



Gambar 3. Pengaruh temperatur dan beban terhadap konsumsi bahan bakar mesin diesel.

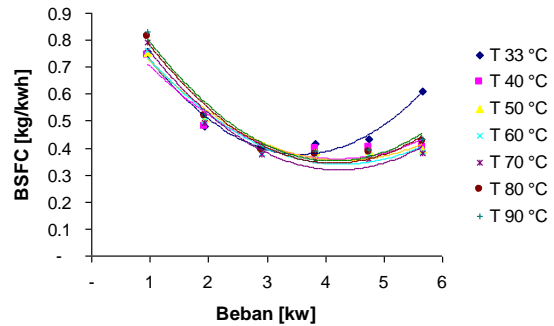
Dari Gambar 3 tampak bahwa perubahan temperatur bahan bakar akan diiringi dengan perubahan konsumsi bahan bakar, serta terlihat bahwa dengan meningkatnya beban akan meningkatkan konsumsi bahan bakar, begitu juga peningkatan temperaturnya akan meningkatkan daya motor.

Pemanasan bahan bakar akan mengakibatkan viskositasnya menurun sehingga saat diinjeksikan ke dalam ruang bakar dapat membentuk butiran-butiran kabut bahan bakar yang lebih halus, dengan kondisi seperti ini maka proses pencampuran bahan bakar dengan udara akan lebih homogen. Sehingga bahan bakar akan lebih mudah terbakar dan menyebabkan persentase bahan bakar yang terbakar akan meningkat. Dengan semakin besarnya jumlah bahan bakar yang terbakar maka peningkatan tekanan yang terjadi dalam ruang bakar akibat pembakaran akan membesar yang pada akhirnya akan meningkatkan daya yang dihasilkan oleh motor bakar. Sehingga dengan beban yang sama konsumsi bahan bakar akan berkurang.

Penurunan konsumsi bahan bakar untuk biodiesel hanya terjadi hingga temperaturnya mencapai 70°C, selebihnya bila bahan bakar tersebut terus dinaikkan temperaturnya maka konsumsi bahan bakar yang dibutuhkan motor lebih besar. Peningkatan ini dapat terjadi karena dengan meningkatnya temperatur bahan bakar akan menyebabkan bahan bakar menjadi lebih mudah terbakar sehingga akan mempersingkat periode persiapan pembakaran (*ignition delay*).

Dengan meningkatkan temperatur bahan bakar akan menyebabkan bahan bakar lebih cepat untuk mencapai kondisi penyalaan sendirinya pada temperatur yang lebih tinggi periode persiapan pembakaran akan periode pembakaran cepat akan terjadi jauh sebelum piston mencapai TMA (pada langkah kompresi) sehingga tekanan puncak juga terjadi saat piston belum mencapai TMA dan ini merupakan kerugian karena tekanan tersebut seharusnya digunakan untuk langkah kerja, akibatnya daya yang dihasilkan akan berkurang dan meningkatkan konsumsi bahan bakar spesifik.

#### 4.3. Pengaruh Beban dan Temperatur Terhadap Bsfk Mesin Diesel

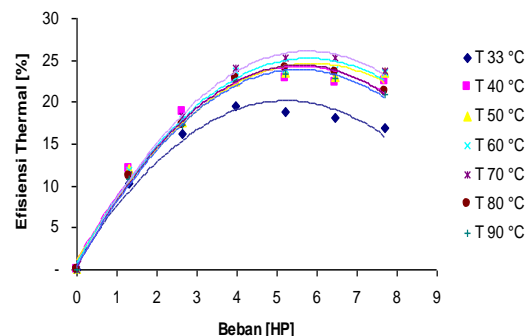


Gambar 4. Pengaruh temperatur biodiesel terhadap beban dan bsfc mesin diesel

Gambar 4 terlihat bahwa bsfc mesin diesel yang menggunakan bahan bakar biodiesel akan menurun dengan bertambahnya beban mesin, pada saat mesin bekerja pada beban rendah harga bsfc akan membesar, sedangkan saat mesin bekerja dengan beban semakin besar harga bsfc-nya akan semakin menurun. Hal ini dapat disebabkan karena adanya beban motor untuk menjalankan peralatan penunjang misalnya pompa injeksi bahan bakar, dimana besarnya beban ini adalah konstan. Pada saat mesin masih beban rendah maka daya yang dihasilkan juga masih kecil sehingga jika diberi beban untuk menjalankan peralatan penunjang maka akan semakin kecil lagi daya yang dapat digunakan dan pada akhirnya akan meningkatkan konsumsi bahan bakar spesifik.

Pada saat beban cukup tinggi maka daya yang dihasilkan juga semakin tinggi, sedangkan besarnya beban ini tetap konstan sehingga tidak terlalu berpengaruh terhadap harga konsumsi bahan bakar spesifik.

#### 4.4. Pengaruh Beban dan Temperatur Terhadap Efisiensi Termal.



Gambar 5. Pengaruh beban dan temperatur terhadap efisiensi termal mesin diesel

Efisiensi termal suatu motor bakar dapat didefinisikan sebagai besarnya pemanfaatan panas yang dihasilkan dari pembakaran bahan bakar menjadi kerja mekanis. Panas/tenaga yang diberikan oleh bahan

bakar dapat dilihat melalui besarnya konsumsi bahan bakar. Sedangkan besarnya kerja mekanis dapat dilihat dari daya mesin yang dihasilkan lihat Gambar 5. Sehingga harga dari efisiensi termal ini akan dipengaruhi oleh perubahan daya mesin dan perubahan laju bahan bakar yang dikonsumsi oleh mesin tersebut. Dimana peningkatan daya yang disertai dengan penurunan laju konsumsi bahan bakar suatu mesin akan meningkatkan efisiensi termal mesin diesel. Sebaliknya penurunan daya serta peningkatan laju konsumsi bahan bakar akan menyebabkan penurunan efisiensi termalnya.

## 5. KESIMPULAN

1. Bila temperatur biodiesel dan solar dinaikan akan menurunkan konsumsi bahan bakar mesin diesel Adapun temperatur pemanasan tertinggi biodiesel adalah 70°C, dimana pada temperatur ini ada penurunan konsumsi sebesar 28 % pada beban 4,75 kW sampai beban 5,67 kW. Namun bila temperatur kedua bahan bakar tersebut terus dinaikan maka konsumsinya akan meningkat lagi.
2. Temperatur bahan bakar yang ideal untuk mesin diesel dong feng 1 silinder direct injection putaran konstan yang menggunakan biodiesel adalah 70 °C. Dimana pada temperatur ini ada penurunan

konsumsi bahan bakar sebesar 8 %, dan penurunan bsfc 28 % dan peningkatan efisiensi termis 25,3 %.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Arismunandar, W., Tsuda, Koichi, (2002), “ Motor Diesel Putaran Tinggi”, Pradya Paramita, Jakarta, 15-17.
2. Garwal, A.K., Rajamanoharan, K., (2009), “ *Experimental Investigation of Performance and Emissions of Karanja Oil and its Blends in a Single Cylinder Agricultural Diesel engine* “, Applied Energy, Vol. 86, PP.106 -112.
3. Suirta, (2007), “ Preparasi Biodiesel dari Minyak Jelantah Kelapa Sawit “, Jurusan Kimia FMIPA Universitas Udayana, Bukit Jimbaran, Vol.1, PP.1-6.
4. Sugiarto,B., Setiawan dan Suryantoro, (2005), “ Studi Emisi dan Heat Release Biodiesel Minyak Sawit Dan Minyak Jarak Pada Mesin Diesel *Indirect Injection* “, Jurnal Teknologi , Vol. 2, PP.101-107
5. Tirtoatmodjo, Willy, (1999), “Peningkatan Unjuk Kerja Motor Diesel dengan Penambahan Pemanas Solar “, Jurnal Teknik Mesin, Vol 1, No 2, PP. 127-133.