

## UNJUK KERJA MESIN DIESEL BERBAHAN BAKAR CAMPURAN BIODIESEL JARAK, BIODIESEL MINYAK GORENG BEKAS DENGAN KOMPOSISI 3:2

Ray Novel David Marcellino<sup>a</sup>, Wahyudi<sup>b</sup>, Sudarja<sup>c</sup>

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta  
Jalan Lingkar Selatan, Tamantirto, Kasihan, Bantul, DI Yogyakarta, Indonesia, 55183  
<sup>a</sup>raynoveldavid@gmail.com, <sup>b</sup>wahyudi\_stmt@yahoo.co.id, <sup>c</sup>sudarja\_msn@yahoo.com

---

### Abstrak

Konsumsi bahan bakar terus meningkat seiring dengan berkembangnya kebutuhan masyarakat disemua sektor. Bahan bakar dari energi fosil khususnya minyak solar apabila digunakan secara menerus akan mengakibatkan kelangkaan. Sehingga perlu dilakukan penelitian untuk mengganti bahan bakar minyak alternatif, salah satunya adalah biodiesel yang bahan bakunya terbuat dari minyak nabati berupa minyak jarak dan minyak goreng bekas. Tujuan dari penelitian ini untuk mendapatkan karakteristik dari bahan bakar biodiesel minyak jarak – minyak goreng bekas mengetahui pengaruh terhadap daya, konsumsi bahan bakar spesifik, dan proses injeksi yang dihasilkan bahan bakar.

Penelitian ini menggunakan mesin diesel dengan menyalakan 5 beban lampu dengan daya masing-masing lampu sebesar 500 Watt. Biodiesel divariasikan dengan minyak solar murni menjadi bahan bakar B5, B10, B15, dan B20. Pembuatan biodiesel dilakukan dalam waktu 60 menit dengan temperatur 70°C. Kemudian dilakukan pengujian sifat fisik bahan bakar solar murni dan biodiesel, serta uji kinerja pada mesin diesel.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa daya yang dimiliki biodiesel B5 pada pembebanan maksimum lebih baik dari pada biodiesel lainnya yaitu 1,52 kW dan biodiesel B20 memiliki daya yang paling rendah dari semua variasi bahan bakar yaitu 1,41 kW. Konsumsi bahan bakar atau *Specific fuel consumption* (SFC) yang terdapat pada campuran biodiesel B20 lebih tinggi dari pada solar yaitu 0,59 kg/kW.jam pada beban maksimum 2500 Watt. Pada pengujian karakteristik semprotan bahan bakar campuran biodiesel B20 memiliki semprotan yang paling panjang dan sudut yang paling kecil dari semua variasi biodiesel.

**Kata Kunci** : Biodiesel, Unjuk Kerja Mesin Diesel, Minyak Jarak, Minyak Goreng Bekas, Daya, SFC, Karakteristik Injeksi.

---

## 1. PENDAHULUAN

Pembuatan biodiesel telah banyak dilakukan seiring dengan penggunaan bahan bakar energi fosil yang semakin menipis dan meningkatnya kebutuhan energi dunia. Dalam upaya menanggulangi cadangan bahan bakar minyak (BBM) yang semakin menipis, maka diperlukan berbagai terobosan untuk mencari bahan bakar alternatif yang dapat diperbaharui serta dapat diproduksi sendiri oleh masyarakat. Terobosan untuk menanggulangi pemakaian bahan bakar minyak yang bersifat tidak dapat diperbaharui adalah dengan menggunakan biodiesel. Pemanfaatan biodiesel dapat mengurangi berbagai masalah salah satunya adalah sebagai solusi untuk mengatasi krisis energi. Rudolf Diesel adalah orang yang pertama kali melakukan demonstrasi penggunaan minyak nabati sebagai pengganti bahan bakar diesel pada tahun 1900 (Arita dkk., 2008). Uji performance biodiesel pada mesin diesel menunjukkan biodiesel lebih prospektif sebagai bahan bakar pengganti solar karena memiliki emisi gas buang yang lebih bersih dari solar dan waktu pembakaran yang lebih lama (Wahyuni, 2011).

Biodiesel adalah sumber bahan bakar alternatif pengganti bahan bakar fosil yang ramah terhadap lingkungan dan dapat dihasilkan dari minyak nabati ataupun hewani melalui

tahapan proses reaksi yaitu, proses reaksi esterefikasi dan transesterifikasi (Adhari dkk., 2016). Minyak nabati memiliki potensi yang besar sebagai bahan bakar alternatif dari mesin diesel. Indonesia sebagai negara yang kaya sumber minyak nabati memiliki peluang yang besar untuk dapat mengembangkan bahan bakar alternatif ini. Biodiesel memiliki berbagai kelebihan diantaranya merupakan “green fuel” karena memiliki sifat yang aman, bahan baku yang dapat diperbarui, tidak mengandung racun dan dapat terbiodegradasi (Nur dkk., 2017). Penggunaan minyak nabati secara langsung pada mesin diesel memiliki kendala karena memiliki viskositas yang tinggi dibandingkan dengan minyak solar. Hal ini menyebabkan proses injeksi menjadi terhambat dan pembakaran yang tidak sempurna (Sumangat dan Hidayat, 2008). Salah satu upaya untuk menurunkan viskositas tersebut dengan melakukan perubahan karakteristik dari minyak nabati dengan melalui proses transesterifikasi.

Proses transesterifikasi adalah reaksi yang menghasilkan metil atau etil ester tergantung dari jenis alkohol sebagai katalis yang akan direaksikan. Apabila pereaksian minyak nabati menggunakan metanol maka akan menghasilkan metil ester, sedangkan jika minyak nabati direaksikan dengan etanol maka akan berbentuk etil ester. Metil dan etil ester ini yang disebut dengan biodiesel dan memiliki karakteristik yang mirip dengan minyak solar. Katalis yang sering dipakai adalah katalis alkohol jenis metanol, karena memiliki rantai yang lebih pendek, lebih polar dan memiliki harga yang lebih ekonomis dibanding dengan alkohol jenis lainnya. (Ma dan Hanna, 1999).

Tanaman jarak (*Jatropha Curcas*) dan minyak goreng bekas (*Waste Cooking Oil*) merupakan salah satu sumber minyak nabati yang mudah ditemukan di Indonesia dan dapat dimanfaatkan untuk bahan dasar biodiesel karena mengandung minyak nabati. Minyak goreng bekas memiliki sifat fisik yang hampir sama dengan minyak jarak, bahkan minyak goreng bekas memiliki viskositas dan flashpoint yang lebih rendah dari minyak jarak dan memiliki nilai kalor yang lebih tinggi dibandingkan dengan minyak jarak

Berdasarkan pemikiran tersebut, maka perlu dilakukan pengujian bahan bakar minyak jarak dan minyak goreng bekas pada komposisi 3 : 2 dengan variasi B5, B10, B15, B20 terhadap unjuk kerja mesin diesel untuk mengetahui kualitas biodiesel minyak jarak dan minyak goreng bekas tersebut.

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu minyak jarak, minyak jelantah dan minyak solar. Sifat fisik minyak nabati tersebut disajikan pada Tabel 2.1 berikut.

Tabel 2.1 Sifat fisik minyak nabati

Bahan Baku	Viskositas (cSt)	Densitas (kg/cm <sup>3</sup> )	Flashpoint (°C)	Nilai Kalor (Cal/g)
Minyak Jarak	48,1	904,97	223,3	8867,0253
Minyak goreng bekas	7,4	842,19	186,3	9527,6428

### 2.2 Langkah Penelitian

#### 2.2.1 Pembuatan biodiesel dan campurannya

Masing-masing minyak nabati murni ditransesterifikasi menjadi biodisel. Proses transesterifikasi dilakukan menggunakan Metanol dan Kalium Hidroksida (KOH) sebagai katalis. Bahan-bahan tersebut diaduk selama 60 menit pada temperatur 60°C. Setelah proses pemisahan biodisel dari gliserol, pada tahap akhir dilakukan pencucian dan pengeringan pada biodisel. Selanjutnya dibuat campuran biodisel jarak dan biodisel minyak jelantah dengan perbandingan 60% : 40%. Campuran biodisel dengan minyak solar dilakukan dengan variasi biodisel 5% berbanding solar 95%, biodisel 10% berbanding solar 90%, biodisel 15% berbanding solar 85%, dan biodiesel 20% berbanding solar 80%.

### **2.2.2 Pengujian Unjuk Kerja Mesin Diesel**

Pengujian unjuk kerja mesin diesel dilakukan pada malam hari, karena pada malam hari temperatur udara lebih stabil sehingga mesin bekerja pada temperatur yang stabil dan data yang dihasilkan bisa lebih akurat.

Proses pengujian dan pengambilan data unjuk kerja mesin diesel dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Mempersiapkan peralatan yang akan digunakan dalam proses pengujian, diantaranya tool kit dan lain-lain.
2. Melakukan pemeriksaan terhadap mesin diesel meliputi sistem bahan bakar, pendinginan dan pelumasan.
3. Menyiapkan bahan bakar yang akan digunakan dalam pengujian.
4. Menghidupkan mesin diesel yang akan digunakan untuk pengujian.
5. Mencampurkan bahan bakar solar dan biodiesel jarak – jelantah dengan variasi B5, B10 dan B15.
6. Memberikan pembebanan terhadap mesin diesel dari 1 lampu sampai dengan 5 lampu yang masing - masing lampu memiliki daya sebesar 500 watt.
7. Melakukan pengujian dan pengambilan data berupa putaran mesin, tegangan, arus, dan konsumsi bahan bakar.
8. Mencatat temperatur pendingin, pelumasan, gas buang dan udara masuk.
9. Mengulang semua proses di atas dengan menggunakan semua variasi bahan bakar yang ada.
10. Setelah selesai semua proses dan mencatat data – datanya kemudian mematikan mesin diesel.
11. Melakukan pemeriksaan ulang terhadap mesin diesel atau alat uji.
12. Membersihkan serta merapikan alat dan tempat pengujian setelah selesai melakukan pengujian.

### **2.2.3 Pengujian Karakteristik Injeksi**

Pengujian karakteristik injeksi juga dilakukan pada malam hari sama seperti pengujian unjuk kerja pada mesin diesel. Hal ini dilakukan agar karakteristik semprotan akan lebih terlihat jelas.

Proses pengujian dan pengambilan data karakteristik injeksi dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Mempersiapkan alat yang akan digunakan untuk proses pengambilan data.
2. Menyiapkan bahan bakar yang akan digunakan dalam pengujian.
3. Menghidupkan alat pengujian karakteristik injeksi.
4. Mengaktifkan pompa injektor.
5. Melakukan pengambilan data dengan menggunakan kamera (merekam video).
6. Setelah selesai melakukan perekaman, kemudian alat dimatikan.
7. Mengulangi proses dari (1) sampai (6) dengan semua variasi bahan bakar yang telah ditentukan.
8. Membersihkan alat uji karakteristik injeksi bahan bakar dan tempat pengambilan data

### **2.2.4 Perhitungan Daya dan Konsumsi Bahan Bakar**

Data daya diperoleh dari hasil pengujian pada mesin diesel yang telah dilakukan yaitu dengan mengkalikan tegangan dengan arus yang didapatkan dari pengamatan pada alternator, maka akan didapatkan daya yang dihasilkan dari mesin.

Konsumsi bahan bakar dapat diketahui dengan cara melakukan pengujian menggunakan tangki mini dengan burret sebagai alat penampung bahan bakar agar dapat dilakukan proses bongkar pasang dengan mudah pada alat. Proses ini dilakukan dengan cara mengisi tangki mini dengan takaran tertentu

### 2.2.5 Perhitungan Panjang dan Besar Sudut Injeksi Bahan Bakar

Panjang dan besar sudut injeksi didapatkan dengan melakukan pengujian karakteristik dengan melalui pengambilan video padasaat bahan bakar diinjeksikan , setelah itu video tersebut diubah ke dalam format gambar dengan menggunakan Adobe Premiere Pro 2019. Setelah video diubah ke dalam format gambar kemudian gambar tersebut diberi ukuran dengan skala 1:6 terhadap benda aslinya dan dilakukan analisa untuk mengetahui panjang dan besar sudut penginjeksiannya.

Proses analisa dilakukan dengan menggunakan persamaan Gary L. Borman (1998) kemudian untuk ukuran dan sudut secara visual dilakukan dengan menggunakan Autodesk Inventor Pro 2015.

## 3. HASIL dan PEMBAHASAN

### 3.1 Sifat Fisik Bahan Bakar

Syarat mutu biodiesel untuk viskositas adalah antara 2,3 cSt sampai 6 cSt, untuk densitas adalah antara 850 kg/m<sup>3</sup> sampai 890 kg/m<sup>3</sup>, sedangkan titik nyala minimal adalah 100°C (BSN, 2015). Sifat fisik campuran biodiesel jarak – jelantah dengan solar variasi B5, B10, B15, dan B20 dapat dilihat pada tabel 3.1.

Tabel 3.1 Sifat fisik biodiesel variasi B5, B10, B15, dan B20

Bahan Baku	Viskositas (cSt)	Densitas (kg/cm <sup>3</sup> )	Flashpoint (°C)	Nilai Kalor (Cal/g)
Solar Murni	3,421	818,3933	102,5	10490,3107
B5	4,425	831,3052	114,3	10468,8005
B10	4,640	831,9233	118,8	10395,0255
B15	4,819	839,9240	120,4	10287,2325
B20	4,896	843,6367	126,6	10272,3620
BJBMGB	17,957	879,8740	208,6	9109,48105

Dari tabel 3.1 terlihat bahwa biodiesel yang telah dicampur dengan minyak solar memiliki nilai sifat fisik yang mendekati nilai sifat fisik minyak solar. Nilai viskositas sifat penting dari bahan bakar. Penggunaan minyak nabati secara langsung pada mesin diesel memiliki kendala karena memiliki viskositas yang tinggi dibandingkan dengan minyak solar. Hal ini menyebabkan proses injeksi menjadi terhambat dan pembakaran yang tidak sempurna (Sumangat dan Hidayat, 2008). Viskositas campuran biodiesel semakin tinggi dengan bertambahnya persentase biodiesel.

Besar dan kecilnya massa bahan bakar yang diinjeksikan ke ruang bakar tergantung dari nilai densitas bahan bakar tersebut. Densitas campuran biodiesel jarak-jelantah lebih tinggi dari minyak solar. *Flash point* dari biodiesel jarak-minyak goreng bekas jauh berkurang setelah dicampur dengan minyak solar. Namun, titik nyala dari variasi bahan bakar B5, B10, B15, dan B20 lebih tinggi dari *flash point* minyak solar, sehingga lebih aman proses penyimpanannya. Biodiesel memiliki nilai kalor yang lebih kecil daripada nilai kalor minyak solar. Semakin banyak campuran biodiesel pada bahan bakar, nilai kalor bahan bakar tersebut semakin berkurang. Campuran biodiesel memiliki nilai kalor yang tidak terpaut jauh dengan nilai kalor minyak solar.

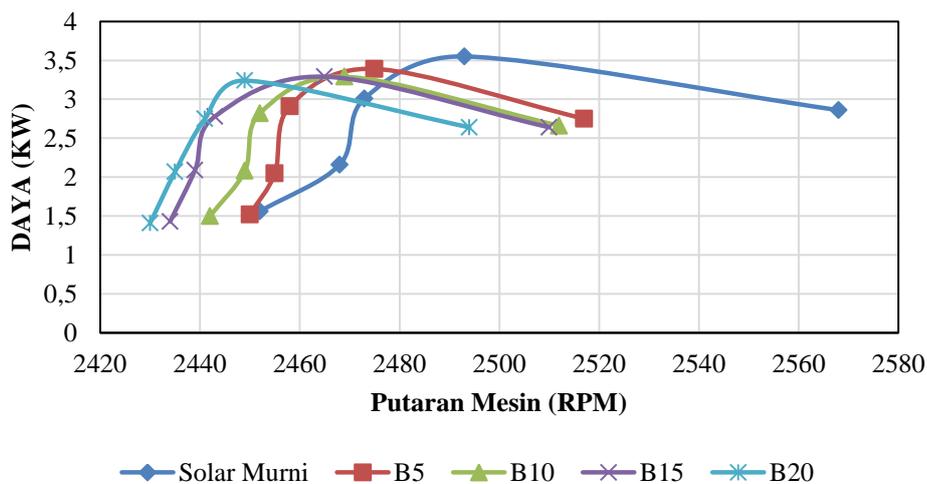
### 3.2 Hasil Pengaruh Jenis Bahan Bakar terhadap Daya Listrik

Pada pengujian ini variasi bahan bakar yang digunakan yaitu minyak solar murni dan campuran biodiesel jarak – minyak goreng bekas dengan solar murni yang telah divariasikan menjadi biodiesel B5, B10, B15, dan B20. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui perbedaan besar daya yang telah dihasilkan dari masing-masing bahan bakar pada mesin diesel. Pengambilan data daya listrik yang dihasilkan dilakukan dengan menggunakan alat ukur arus yaitu ampere meter dan alat ukur tegangan yaitu voltmeter.

Berikut adalah hasil uji perbandingan putaran mesin dengan daya listrik mesin diesel menggunakan bahan bakar solar dan variasi biodiesel B5, B10, B15, dan B20. Data hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 3.2 dan Gambar 3.1 sebagai berikut.

Tabel 3.2 Putaran mesin dengan daya listrik mesin diesel menggunakan bahan bakar solar dan variasi biodiesel B5, B10, B15, dan B20

BEBAN (Watt)	Putaran Mesin (RPM)				
	Solar Murni	B5	B10	B15	B20
500	2568	2517	2512	2510	2494
1000	2493	2475	2469	2465	2449
1500	2473	2458	2452	2443	2441
2000	2468	2455	2449	2439	2435
2500	2452	2450	2442	2434	2430
BEBAN (Watt)	DAYA (KW)				
	Solar Murni	B5	B10	B15	B20
500	2,86	2,75	2,66	2,64	2,64
1000	3,55	3,39	3,29	3,29	3,24
1500	3,01	2,91	2,82	2,78	2,75
2000	2,16	2,05	2,08	2,09	2,07
2500	1,56	1,52	1,50	1,43	1,41



Gambar 3.1 Grafik Putaran Mesin terhadap Daya Listrik

Dapat diketahui dari Gambar 3.1 bahwa secara keseluruhan bahan bakar solar murni menghasilkan daya yang paling tinggi dibandingkan dengan bahan bakar lainnya. Diketahui bahwa daya tertinggi pada minyak solar murni adalah 3,55 KW pada putaran mesin 2493 rpm. Sedangkan bahan bakar yang menghasilkan daya yang mendekati solar murni adalah B5 dengan daya tertinggi adalah 3,39 KW pada putaran mesin 2475 rpm.

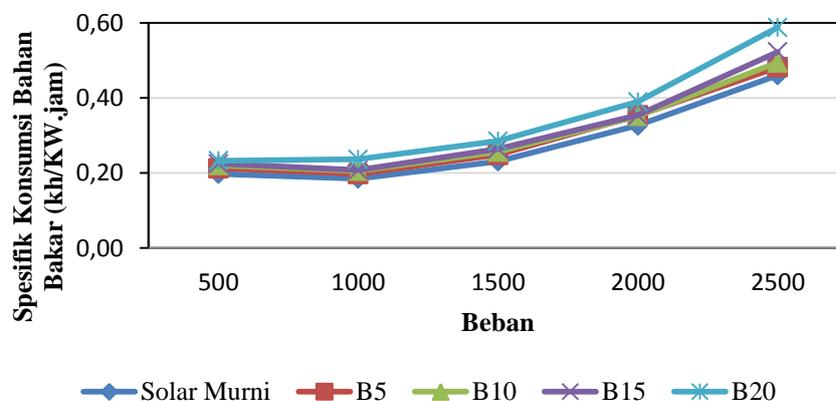
Perbedaan daya yang dihasilkan oleh masing-masing bahan bakar dipengaruhi oleh besarnya nilai kalor yang terkandung pada masing-masing bahan bakar tersebut. Bahan bakar dengan nilai kalor tinggi akan menghasilkan kandungan energi yang tinggi. Tingginya kandungan energi yang terdapat pada bahan bakar akan berpengaruh pada proses pembakaran yang terjadi didalam ruang bakar. Semakin tinggi kandungan energi maka pembakaran didalam ruang bakar akan semakin sempurna dan efisien, sehingga akan menghasilkan daya *output* yang tinggi. Bahan bakar dengan nilai kalor yang tinggi akan menghasilkan daya lebih besar per massa bahan bakar dari pada bahan bakar yang bernilai kalor rendah (Kurdi, 2006).

### 3.2 Hasil Pengaruh Jenis Bahan Bakar terhadap Konsumsi Bahan Bakar

Pengujian ini menggunakan bahan bakar solar murni dan campuran biodiesel dengan solar murni yang telah divariasikan menjadi B5, B10, B15, dan B20. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui perbedaan besar konsumsi pada bahan bakar dan dilakukan dengan menggunakan tangki bahan bakar mini dan juga buret untuk mempermudah proses perhitungan konsumsi bahan bakar. Data hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 3.3 dan Gambar 3.2 sebagai berikut.

Tabel 3.3 Konsumsi bahan bakar spesifik menggunakan bahan bakar solar dan variasi biodiesel B5, B10, B15, dan B20

Bukaan Throttle	Beban (Watt)	Konsumsi Bahan Bakar Spesifik (kg/kW.jam)				
		Solar Murni	B5	B10	B15	B20
100%	500	0,20	0,21	0,22	0,22	0,23
	1000	0,18	0,20	0,21	0,21	0,24
	1500	0,23	0,25	0,26	0,26	0,28
	2000	0,32	0,35	0,35	0,36	0,39
	2500	0,46	0,48	0,49	0,52	0,59



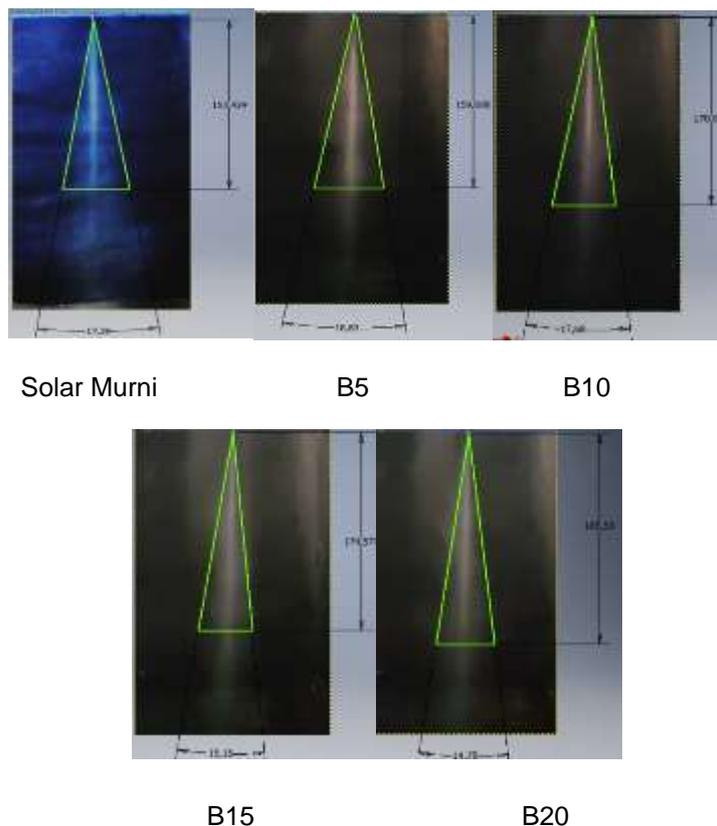
Gambar 3.2 Grafik konsumsi bahan bakar spesifik menggunakan bahan bakar solar murni dan biodiesel B5, B10, B15, dan B20 terhadap beban lampu pada bukaan throttle 100%.

Gambar 3.2 menunjukkan bahwa minyak solar murni memiliki konsumsi bahan bakar yang paling rendah dan B20 memiliki konsumsi bahan bakar yang paling tinggi dari bahan bakar lain diseluruh pembebanan, artinya minyak solar murni merupakan bahan bakar yang paling irit dan B20 merupakan bahan bakar yang paling boros diantara bahan bakar lainnya. Semakin tinggi angka konsumsi bahan bakar spesifik atau *specific fuel consumption* (SFC) maka bahan bakar akan semakin boros, sedangkan apabila angka konsumsi bahan bakar spesifik (SFC) rendah maka bahan bakar semakin hemat. Grafik menunjukkan bahwa solar murni memiliki angka SFC yang paling rendah karena densitas yang dimiliki solar murni lebih kecil dibandingkan dengan variasi bahan bakar B5, B10, B15, dan B20. Nilai SFC solar murni yang paling rendah didapatkan pada pembebanan 1000 Watt yaitu sekitar 0,18 kg/kW.jam sedangkan untuk bahan bakar yang paling boros yaitu B20 didapatkan 0,24 kg/kW.jam pada pembebanan yang sama.

Hal ini disebabkan karena nilai sifat fisik dari suatu bahan bakar mempengaruhi angka SFC yang dihasilkan. Nilai sifat fisik yang mempengaruhi SFC yaitu densitas seperti pada persamaan (Setyadi, 2008). Ketika nilai densitas tinggi laju aliran bahan bakar semakin cepat sehingga angka SFC yang dihasilkan semakin besar dan sebaliknya.

### 3.3 Hasil Uji Injeksi Bahan Bakar Solar dan Biodiesel B5, B10, B15, dan B20

Pengolahan data mengenai data sudut dan panjang semprotan dilakukan menggunakan aplikasi Inventor. Berikut hasil pengolahan data sudut semprotan injektor yang disajikan pada Gambar 3.3 dan pada Tabel 3.4.



**Gambar 3.3** Semprotan dan sudut penetrasi (a). Solar murni , (b). B5 , (c). B10 , (d). B15 , (e). B20

Tabel 3.4 Hasil pengujian karakteristik injeksi bahan bakar solar murni, B5, B10, B15, dan B20

Sampel	Pada (t) waktu (detik)	Panjang semprotan penetrasi (mm)	Sudut semprotan penetrasi (°)
Solar Murni	0,09	140,958	20,10
B5		159,088	18,83
B10		170,881	17,68
B15		174,577	15,15
B20		186,590	14,70

Berdasarkan Tabel 3.4 menunjukkan seperti yang terdapat pada persamaan (Borman, 1998) bahwa bahan bakar yang memiliki nilai viskositas yang paling tinggi akan memiliki sudut semprotan yang paling kecil dan bahan bakar dengan nilai viskositas yang rendah akan memiliki sudut semprotan yang lebih lebar. Hal ini disebabkan bahwa semakin tinggi nilai viskositas pada bahan bakar maka bahan bakar tersebut akan semakin sulit untuk dikabutkan karena pada saat bahan bakar mulai disemprotkan atau pada saat proses penginjeksian bahan bakar tidak membentuk kabutan tetapi bahan bakar tersebut akan berbentuk tetesan sehingga mengakibatkan sudut penyemprotan akan semakin kecil. Minyak solar murni memiliki sudut penetrasi paling lebar yaitu sebesar 20,10° karena memiliki nilai viskositas kinematik yang kecil dan sudut penetrasi paling kecil dimiliki oleh bahan bakar B20 yaitu sebesar 14,71° karena memiliki nilai viskositas kinematik yang besar.

Semakin panjang atau pendeknya semprotan penetrasi dari masing-masing bahan bakar dipengaruhi oleh nilai densitas pada masing-masing bahan bakar tersebut. Apabila nilai densitas dari bahan bakar tersebut tinggi akan menyebabkan bahan bakar memiliki semprotan penetrasi yang lebih panjang. Hal ini disebabkan karena semakin banyaknya campuran dari variasi biodiesel akan membuat nilai densitasnya akan semakin besar.. Bahan bakar variasi B20 memiliki semprotan paling panjang yaitu 186,590 mm karena memiliki densitas yang paling besar, sedangkan semprotan yang paling pendek dimiliki minyak solar murni dengan panjang semprotan 140,958 mm karena memiliki nilai densitas yang paling kecil.

## 4 KESIMPULAN

Berdasarkan data hasil penelitian dan analisa yang telah dilakukan maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Daya yang dihasilkan mesin diesel berbahan bakar biodiesel campuran dengan variasi B5, B10, B15, dan B20 lebih rendah dibandingkan dengan minyak solar murni. Diketahui bahwa daya tertinggi pada minyak solar murni adalah 3,55 KW pada putaran mesin 2493 rpm. Sedangkan bahan bakar yang menghasilkan daya yang mendekati solar murni adalah B5 dengan daya tertinggi adalah 3,39 KW pada putaran mesin 2475 rpm. Hal ini disebabkan karena kandungan nilai kalor pada variasi biodiesel lebih rendah jika dibandingkan dengan minyak solar murni.
2. Solar murni memiliki angka SFC yang paling rendah karena densitas yang dimiliki solar murni lebih kecil dibandingkan dengan variasi bahan bakar B5, B10, B15, dan B20. Nilai SFC solar murni yang paling rendah didapatkan pada pembebanan 1000 Watt yaitu sekitar 0,18 kg/kW.jam sedangkan untuk bahan bakar yang paling boros yaitu B20 didapatkan 0,24 kg/kW.jam pada pembebanan yang sama. Hal ini disebabkan karena nilai sifat fisik dari suatu bahan bakar mempengaruhi angka SFC

yang dihasilkan. Nilai sifat fisik yang mempengaruhi SFC yaitu densitas sesuai dengan persamaan 2.4 dan 2.5 ketika nilai densitas tinggi laju aliran bahan bakar semakin cepat sehingga angka SFC yang dihasilkan semakin besar dan sebaliknya. Nilai densitas dari semua variasi bahan bakar belum memenuhi nilai SNI yaitu 850-890 kg/m<sup>3</sup>.

3. Hasil pengujian karakteristik injeksi bahan bakar menunjukkan bahwa minyak solar murni memiliki sudut terbesar yaitu 20,10° dan panjang semprotan yang paling pendek yaitu 140,958 mm jika dibandingkan dengan campuran biodiesel pada masing-masing variasi. Bahan bakar variasi B20 memiliki lebar sudut penetrasi yang paling kecil 14,70° dan panjang semprotan yang paling panjang 186,590 mm karena nilai densitas dan viskositas pada B20 lebih tinggi dari variasi biodiesel yang lain. Nilai viskositas dari semua variasi bahan bakar telah memenuhi SNI yaitu 2,3-6,0 cSt.

## 5 REFERENSI

- Badan Standarisasi Nasional (2015) 'Biodiesel SNI 7182\_2015'.
- Borman, Gary L. 1998. 'Combustion Engineering'. McGrawHill. New York. United State of America.
- Hamsyah Adhari , Yusnimar , Syelvia Putri Utami, 2016. 'Pemanfaatan Minyak Jelantah Menjadi Biodiesel Dengan Katalis ZnO Presipitan Zinc Karbonat : Pengaruh Waktu Reaksi dan Jumlah Katalis'.Pekanbaru
- Ma, F. and M.A.Hanna. 1999. 'Biodiesel production : A Review. Bioresource Technology 70: 77-82'.
- Nur Hidayati, Tesa Suci Ariyanto, dan Henri Septiawan.2017. 'Transesterifikasi Minyak Goreng Bekas Menjadi Biodiesel Dengan Katalis Kalsium Oksida'. Universitas Muhammadiyah Surakarta: Surakarta
- Ojo Kurdi.,2006. 'Uji Performa Biodiesel Dari Minyak Jarak Pagar Yang Diproduksi Secara Enzimatis Pada Mesin Diesel'.
- Setyadji., M. 2008. 'Karakteristik Biodiesel Dari Minyak Jelantah Dan Solar di Dalam Mesin Diesel'. Pusat Teknologi Akselerator dan Proses Bahan BATAN: Yogyakarta.
- Sumangat, D dan T. Hidayat. 2008. 'Karakteristik Metil Ester Minyak Jarak Pagar Hasil Proses Transesterifikasi Satu dan Dua Tahap. Jurnal Pascapanen 5(2) : 18-26'.
- Susila, Arita., Irza, Afrianto., Yunekasari, Fitriana. 2008. 'Produksi Biodiesel Dari Minyak Jelantah Dengan Menggunakan Reaksi 2 Tahap (Esterifikasi dan Transesterifikasi)'. Universitas Sriwijaya.
- Wahyuni, S., Kadarwati, Sri., Ltifah. 2011. Sintesis Biodiesel Dari Minyak Jelantah Sebagai Sumber Energi Alternatif Solar. Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang. Jurnal Sain dan Teknologi 9(1): 51-62.