

Program Studi Teknik Mesin

Lembar Persetujuan Naskah Publikasi dan Abstrak Tugas Akhir (TA)

Judul TA: **Unjuk Kerja Mesin Diesel Berbahan Bakar Biodiesel Campuran Minyak Jarak – Minyak Sawit dengan Komposisi 3 : 7**

Judul Naskah Publikasi: **Unjuk Kerja Mesin Diesel Berbahan Bakar Biodiesel Campuran Minyak Jarak – Minyak Sawit dengan Komposisi 3 : 7**

Nama Mahasiswa: **Teguh Ari Wibowo**

NIM: **20150130204**

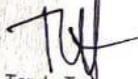
Pembimbing 1: **Dr. Wahyudi, S.T., M.T.**

Pembimbing 2: **Muhammad Najib, S.T., M.Eng.**

Hal yang dimintakan pesetujuan *:

- | | | | |
|---|--|--------------------------|--------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> Abstrak berbahasa Indonesia | <input checked="" type="checkbox"/> Naskah Publikasi | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <input checked="" type="checkbox"/> Abstrak berbahasa Inggris | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

*beri tanda di kotak yang sesuai



Tanda Tangan
Teguh Ari Wibowo

Tanggal 13 Januari 2020

Persetujuan Dosen Pembimbing dan Program Studi

Disetujui



Tanda Tangan
Dr. Wahyudi, S.T., M.T.

Tanggal 14 Januari 2020



Tanda Tangan
Bertu Paripurna Kamiel, S.T., M.Eng.Sc., Ph.D

Tanggal 15 Januari 2020



Formulir persetujuan ini mohon diletakkan pada lampiran terakhir pada naskah TA.

UNJUK KERJA MESIN DIESEL BERBAHAN BAKAR BIODIESEL CAMPURAN MINYAK JARAK-MINYAK SAWIT DENGAN KOMPOSISI 3:7

Teguh Ari Wibowo^a, Wahyudi^b, Muahammad Najib^c

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
Jalan Lingkar Selatan, Tamantirto, Kasihan, Bantul, DI Yogyakarta, Indonesia, 55183
^ateguhari.1997@gmail, ^b wahyudi_stmt@yahoo.co.id, ^c nadjibar@yahoo.com

Abstrak

Konsumsi bahan bakar akan terus meningkat seiring berkembangnya kebutuhan masyarakat di semua sektor. Bahan bakar minyak bumi yang sering digunakan yaitu solar, namun penggunaannya secara besar-besaran sehingga terjadi kelangkaan. Maka dari itu perlu adanya pengganti bahan bakar minyak alternatif salah satunya biodiesel yang menggunakan minyak nabati dari minyak jarak dan minyak sawit. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan karakteristik bahan bakar biodiesel minyak jarak – minyak sawit berupa daya, konsumsi bahan bakar spesifik, dan proses injeksi.

Penelitian ini menggunakan mesin diesel silinder tunggal yang dihubungkan ke generator dengan menyalakan beban 5 lampu dengan daya masing-masing sebesar 500 watt. Biodiesel divariasikan menjadi B5, B10, B15, dan B15 dengan waktu 60 menit pada temperatur 70°C. Kemudian melakukan pengujian sifat fisik bahan bakar solar dan biodiesel, uji performa mesin diesel, serta uji kinerja mesin diesel.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa bahan bakar biodiesel B5, B10, 15 dan B20 lebih rendah dibandingkan bahan bakar solar. Daya yang dimiliki biodiesel B5 pada pembebanan maksimum lebih baik daripada biodiesel lainnya yaitu 1,5458 kW dan biodiesel B20 memiliki daya terendah yaitu 1,4130 kW. Konsumsi bahan bakar (SFC) pada campuran biodiesel B20 lebih rendah daripada solar atau lebih hemat dari solar yaitu sebesar 0,159 kg/wattjam pada beban 2500 watt. Pada pengujian karakteristik semprotan didapat bahan bakar campuran biodiesel B15 dan B20 memiliki semprotan lebih panjang dibandingkan bahan bakar solar. Akan tetapi B15 dan B20 memiliki sudut yang lebih kecil dibandingkan biodiesel B5 dan B10.

Kata kunci: *Biodiesel, Unjuk Kerja Mesin Diesel, Minyak Jarak, Minyak Sawit, Daya, SFC, Karakteristik Injeksi*

Abstract

Consumption of fuel will continue to increasing the needs development of community in all sectors. Petroleum fuel that is often used is diesel fuel, but its use is massive so that scarcity occurs. Therefore, it is necessary to substitute alternative fuels, one of which is biodiesel that uses vegetable oil from castor oil and palm oil. The purpose of the study to get the characteristics of biodiesel fuel from castor oil - palm oil in the form of power, specific fuel consumption, and injection process.

This research used a single cylinder diesel engine that is connected to the generator by turning on the load of 5 lamps with each a power of 500 watts load. Biodiesel is varied into B5, B10, B15 and B15 within 60 minutes at 70°C. Then test the physical properties of diesel fuel and biodiesel, test diesel engine performance, and test diesel engine performance.

The results showed that biodiesel fuel B5, B10, 15 and B20 were lower than diesel fuel. The power possessed by biodiesel B5 at maximum loading is better than other biodiesel which is 1.5458 kW and biodiesel B20 has the lowest power which is 1.44130 kW. Fuel consumption (SFC) in the B20 biodiesel mixture is lower than diesel fuel or more economical than diesel fuel in the amount of 0.159 kg / watt x hour at a load of 2500 watts. In testing the characteristics of the spray obtained a mixture of biodiesel B15 and B20 has a longer spray than diesel fuel. However, B15 and B20 have smaller angles compared to biodiesel B5 and B10.

Keywords: Biodiesel, Diesel Engine Performance, Castor Oil, Palm Oil, Power, SFC, Injection Characteristicss

1. Pendahuluan

Bahan bakar minyak (BBM) merupakan masalah yang tidak pernah lepas dari perhatian seluruh lapisan masyarakat dunia pada umumnya dan masyarakat Indonesia khususnya. Seiring dengan perkembangan zaman, kebutuhan manusia terhadap berbagai sektor terutama sektor transportasi semakin tinggi. Peningkatan kebutuhan alat transportasi dan kegiatan industri berarti meningkatkan kebutuhan motor bakar, dan juga berpengaruh terhadap kebutuhan minyak bumi sebagai energi penggerak motor bakar tersebut. Akhir-akhir ini banyak dikembangkan berbagai jenis bahan bakar yang berasal dari minyak nabati atau hewani serta bahan-bahan lainnya yang bersifat bisa diperbaharui yang sering kita dengar dengan biodiesel, bioetanol, biogas, dan biomassa. Minyak nabati dapat digunakan secara langsung pada kendaraan bermotor komersial, namun mesin-mesin kendaraan bermotor tersebut perlu dimodifikasi terlebih dahulu. Hal ini tentu kurang ekonomis, sehingga perlu dilakukan upaya untuk mengubah karakteristik minyak nabati dengan mengkonversi minyak nabati ke dalam bentuk metil ester asam lemak (*FAME :Fatty Acid Methyl Esters*) atau yang lebih dikenal sebagai "biodiesel" (Haryanto, 2002). Keunggulan dari biodiesel antaranya adalah proses pembuatan yang mudah, ramah lingkungan, dan bisa dipakai di sebagian besar merek kendaraan saat ini (Turnip, 2010). Sedangkan kelemahan biodiesel atau minyak vegetatif adalah viskositas yang tinggi dan nilai kalor yang relatif rendah (Altin,dkk, 2001). Beberapa contoh bahan baku biodiesel antara lain adalah kelapa, sawit, kedelai, jarak dan lain sebagainya.

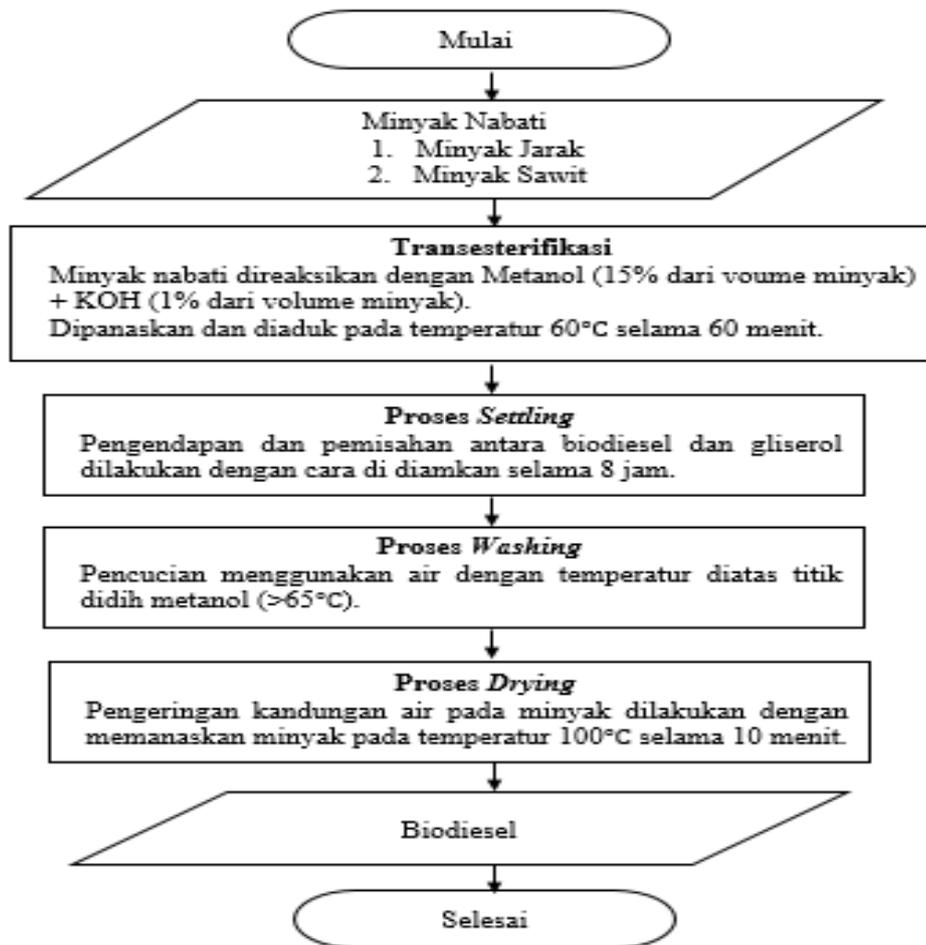
Minyak sawit adalah salah satu minyak yang paling banyak dikonsumsi dan diproduksi di dunia. Minyak sawit juga bisa dapat digunakan sebagai sumber biofuel atau biodiesel. Pengembangan biodiesel dari minyak sawit di Indonesia memiliki prospek yang baik karena ketersediaan bahan baku yang sangat mendukung untuk pengembangan tersebut (Turnip, 2010).

Said (2010) dalam jurnalnya, tanaman jarak pagar menghasilkan biji yang memiliki kandungan minyak sekitar 30 – 50 %. Kandungan atom karbon yang lebih besar pada minyak jarak pagar mengakibatkan viskositas minyak jarak pagar lebih tinggi (lebih kental) bila dibandingkan dengan viskositas minyak bumi. Minyak jarak pagar memiliki daya pembakaran yang masih rendah untuk dapat digunakan sebagai bahan bakar (biodiesel). Berdasarkan uraian diatas bahan bakar fosil atau solar semakin menipis karena konsumsi bahan bakar solar semakin meningkat. Melihat fakta tersebut maka diperkenalkannya biodiesel sebagai bahan bakar alternatif salah satunya menggunakan campuran minyak jarak dan minyak sawit untuk menekan konsumsi minyak bumi pada industri maupun kendaraan. Oleh karena itu dilakukan penelitian unjuk kerja pada mesin diesel dengan bahan bakar biodiesel campuran minyak jarak dan minyak sawit. Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mendapatkan karakterisasi bahan bakar biodiesel jarak – sawit berupa daya, spesifik bahan bakar dan proses semprotan injeksi.

2. Metode Penelitian

2.1 Proses Pembuatan Biodiesel

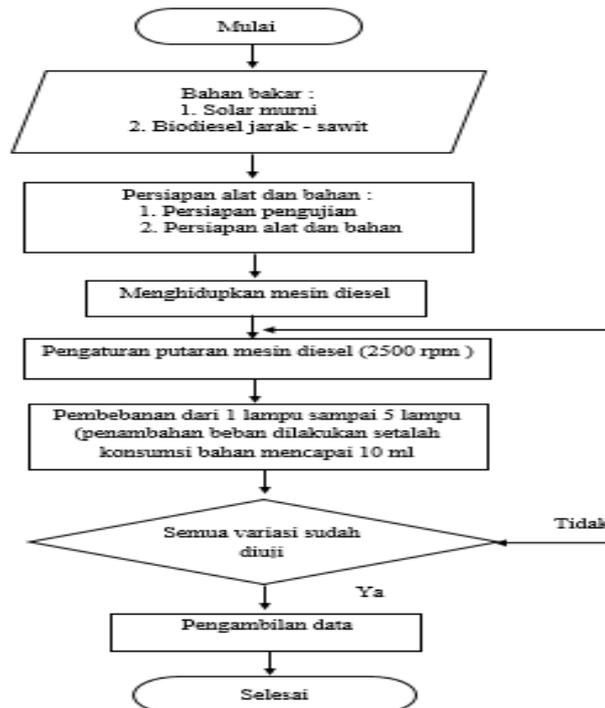
Proses pembuatan biodiesel melalui reaksi trans-esterifikasi. Transesterifikasi adalah proses reaksi antara lemak atau minyak nabati dengan alkohol yang menghasilkan ester dan gliserol sebagai produk sampingannya. Secara sederhana, proses pembuatan biodiesel dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Diagram Pembuatan Biodiesel

2.2 Pengujian Unjuk Kerja Mesin Diesel

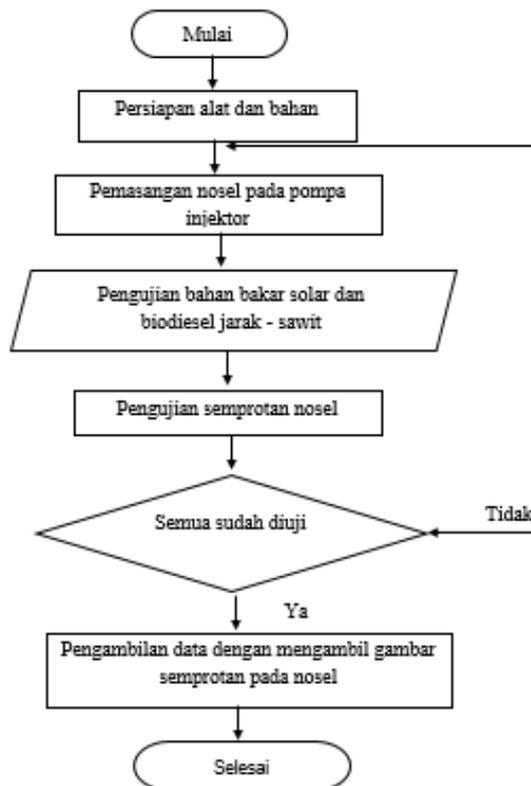
Selanjutnya dilakukan pengujian kinerja mesin diesel dengan tujuan untuk mengetahui performa mesin dengan bahan bakar biodiesel variasi campuran jarak dan sawit dengan campuran solar B10, B15, B20, dan B25. Pengujian pada solar sebagai pembanding. Berikut diagram alir untuk mengetahui langkah-langkah dalam pengujian kinerja mesin.



Gambar 2 Diagram Alir Unjuk Kerja Mesin Diesel

2.3 Pengujian Karakteristik Injeksi

Pengujian karakteristik injeksi digunakan untuk mengetahui karakter semprotan pada nosel mesin diesel tekanan 1 atm. Pengambilan data menggunakan kamera, data yang didapat berupa video yang diubah menjadi gambar. Berikut diagram alir pengujian karakteristik injeksi.



Gambar 3 Diagram Alir Karakteristik Injeksi

2.4 Perhitungan Daya dan Konsumsi Bahan Bakar

Data daya didapatkan dari hasil pengujian yang telah dilakukan, kemudian mengkalikan tegangan dengan arus pada mesin diesel sehingga diperoleh hasil daya maksimal mesin.

Konsumsi bahan bakar dapat diketahui dengan melakukan pengujian menggunakan tangki mini dengan buret sebagai alat penampung bahan bakar agar dapat dilakukan proses bongkar pasang. Pada proses ini dilakukan dengan mengisi tangki mini dengan takaran tertentu. Semua proses pengujian dilakukan pada malam hari di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

2.5 Perhitungan Panjang dan Besar Sudut Injeksi Bahan Bakar

Panjang dan besar sudut injeksi bahan bakar diperoleh dengan melakukan uji karakteristik injeksi melalui pengambilan gambar saat bahan bakar di injeksikan, selanjutnya gambar tersebut dianalisa untuk mengetahui panjang dan besar sudut penginjeksiannya.

Proses analisa secara teoritis dilakukan menggunakan persamaan Borman (1998) dan untuk mengetahui ukuran serta sudut injeksi secara visual pada gambar dilakukan menggunakan Autodesk Inventor Pro 2015.

3. Hasil dan Pembahasan

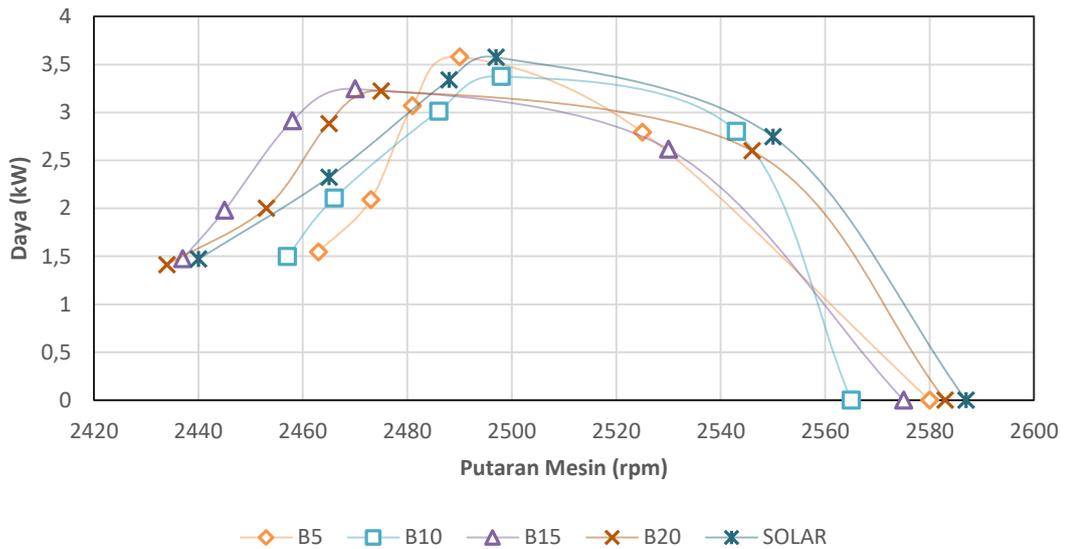
3.1 Hasil Pengaruh Jenis Bahan Bakar terhadap Daya Listrik

Pada pengujian ini variasi bahan bakar yang digunakan yaitu minyak solar murni dan biodiesel campuran minyak jarak-sawit dengan variasi B5, B10, B15, dan B20. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui perbandingan besar daya yang dihasilkan dari bahan bakar pada mesin diesel. Pengambilan data daya listrik dihasilkan dengan menggunakan alat ukur amperemeter yang berfungsi untuk mengukur arus dan voltmeter untuk tegangan atau voltase pada alternator.

Berikut hasil uji daya listrik pada putaran mesin dengan bukaan throttle penuh. Data hasil dapat dilihat pada Tabel 1 dan Gambar 4.

Tabel 1. Hasil Pengujian Daya Listrik

Beban	Putaran Mesin (RPM)				
	B5	B10	B15	B20	Solar 100%
0	2580	2565	2575	2583	2587
500	2525	2543	2530	2546	2550
1000	2490	2498	2470	2475	2497
1500	2481	2486	2458	2465	2488
2000	2473	2466	2445	2453	2465
2500	2463	2457	2437	2434	2440
Beban	Daya (KW)				
	B5	B10	B15	B20	Solar 100%
0	0	0	0	0	0
500	2,7942	2,80312	2,61564	2,59925	2,747
1000	3,5795	3,37608	3,24518	3,2235	3,574
1500	3,0686	3,01416	2,91295	2,8835	3,338
2000	2,0897	2,10576	1,97982	2,0022	2,325
2500	1,5458	1,49837	1,47362	1,4130	1,47



Gambar 4. Grafik Putaran Mesin terhadap Daya Listrik

Dapat diketahui dari Gambar 4 bahwa secara keseluruhan bahan bakar solar murni memiliki daya yang paling tinggi dibandingkan bahan bakar lainnya. Daya yang tertinggi yang dihasilkan solar yaitu sebesar 3,338 kW dengan putaran lainya. Daya yang tertinggi yang dihasilkan solar yaitu sebesar 3,338 kW dengan putaran lainya. Akan tetapi pada pembebanan maksimum atau pada beban 2500 watt, bahan bakar variasi B5 mampu menghasilkan daya tertinggi yaitu sebesar 1,545 kW pada putaran 2463 rpm. Sedangkan daya terendah dihasilkan bahan bakar B20 yaitu sebesar 1,413 kW dengan putaran mesin 2434 rpm.

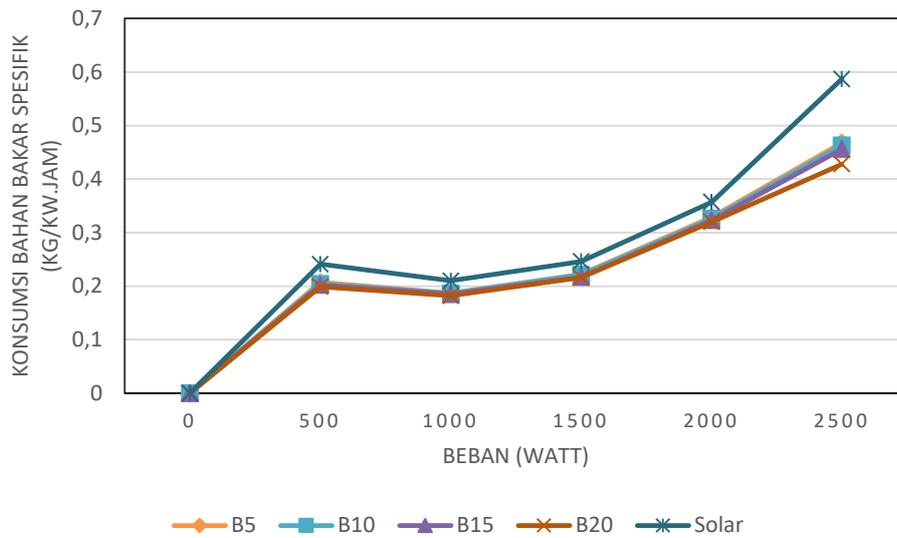
Perbedaan yang dihasilkan bahan bakar oleh masing-masing bahan bakar dipengaruhi oleh nilai sifat fisiknya terutama nilai kalor yang terdapat pada masing-masing bahan bakar tersebut. Bahan bakar yang memiliki nilai kalor yang tinggi berarti memiliki kandungan energi yang tinggi. Tingginya kandungan energi yang terdapat pada suatu bahan bakar maka berpengaruh pada proses pembakaran yang terjadi di dalam ruang bakar. Semakin tinggi kandungan energi maka pembakaran di dalam ruang bakar juga semakin sempurna dan efisien, sehingga akan menghasilkan daya *output* yang tinggi.

3.2 Hasil Pengaruh Jenis Bahan Bakar terhadap Konsumsi Bahan Bakar

Dalam pengujian ini menggunakan bahan bakar solar murni dan campuran biodiesel solar yang divariasikan menjadi B5, B10, B15, dan B20. Pada perhitungan konsumsi bahan bakar ini menggunakan tangki bahan bakar mini dan buret yang berfungsi untuk mempermudah proses perhitungan konsumsi bahan bakar tersebut. Hasil uji bahan bakar terhadap konsumsi bahan bakar dapat dilihat pada Tabel 2 dan Gambar 5.

Tabel 2. Perbandingan Konsumsi Bahan Bakar Spesifik Menggunakan Bahan Bakar Solar dan Biodiesel Variasi B5, B10, B15, dan B20.

Konsumsi Bahan Bakar Spesifik (kg/kw.jam)					
BEBAN	B5	B10	B15	B20	Solar
0	0	0	0	0	0
500	0,207	0,204	0,202	0,199	0,241
1000	0,187	0,186	0,185	0,182	0,21
1500	0,222	0,221	0,217	0,216	0,246
2000	0,329	0,326	0,323	0,32	0,357
2500	0,468	0,463	0,456	0,428	0,587



Gambar 5. Perbandingan Konsumsi Bahan Bakar Spesifik Menggunakan Bahan Bakar Solar dan Biodiesel Variasi B5, B10, B15, dan B20 terhadap Beban Lampu pada Putaran Mesin Maksimal.

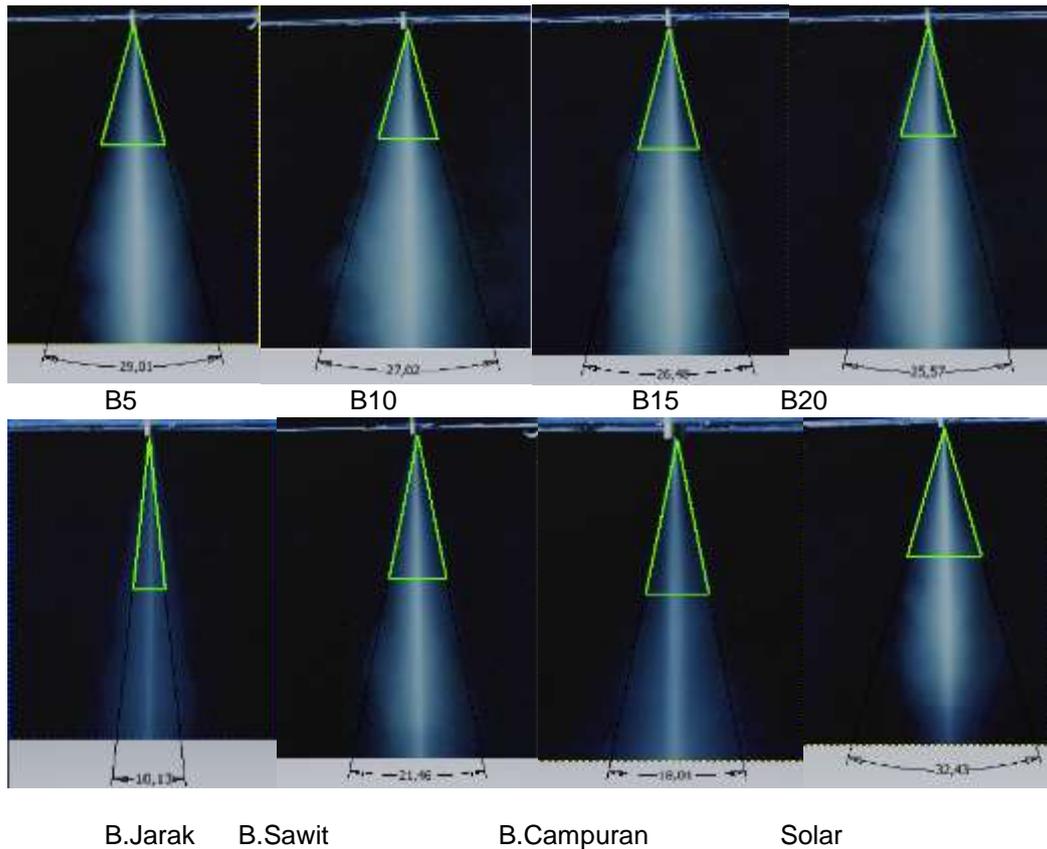
Gambar 5 menunjukkan bahwa konsumsi bahan bakar spesifik (SFC) saat menggunakan bahan bakar solar memiliki angka yang paling tinggi pada pembebanan dari semua jenis bahan bakar atau merupakan yang paling boros dalam pengonsumsi bahan bakarnya. Karena semakin tinggi angka SFC berarti semakin banyak juga bahan bakar yang dikonsumsi dan sebaliknya.

Nilai sifat fisik dari suatu bahan bakar sangat berpengaruh terhadap angka SFC yang dihasilkan. Sifat fisik yang berpengaruh terhadap SFC antara lain adalah viskositas, densitas, dan nilai kalor. Bahan bakar yang memiliki nilai viskositas dan densitas yang tinggi akan mengakibatkan bahan bakar sulit dialirkan maupun diinjeksikan sehingga suplai bahan bakar ke ruang bakar menjadi sedikit. Serta semakin rendahnya nilai kalor suatu bahan bakar maka energi yang terkandung di dalam bahan bakar tersebut juga semakin kecil, sehingga pada saat terjadi pembakaran pada ruang bakar maka energi yang dihasilkan dari bahan bakar tersebut juga semakin kecil dan mengakibatkan penurunan daya yang dihasilkan oleh mesin.

Hasil ini sesuai dengan penelitian sebelumnya yang pernah dilakukan oleh Nagar, dkk (2015), bahwa nilai konsumsi bahan bakar spesifik akan menurun seiring bertambahnya jumlah perbandingan biodiesel yang dicampurkan dengan solar. Diketahui dari penelitian tersebut bahwa nilai konsumsi bahan bakar spesifik, bahan bakar biodiesel jarak-sawit 20% (JPB20) lebih rendah 9,30% dari bahan bakar solar murni (D100) dengan beban 75% dari beban total. Sedangkan pada penelitian ini didapatkan hasil bahwa bahan bakar biodiesel jarak-sawit variasi B5, B10, B15, dan B20 memiliki nilai konsumsi bahan bakar spesifik (SFC) yang lebih rendah dibandingkan dengan solar murni.

3.3 Sudut Semprotan Injektor Solar dan Biodiesel Campuran Minyak jarak-Sawit dengan Variasi B5, B10, B15, dan B20.

Pengolahan data mengenai data sudut semprotan dilakukan menggunakan aplikasi Inventor. Berikut hasil pengolahan data sudut semprotan injektor yang disajikan pada Gambar 6 dan pada Tabel 3.



Gambar 6 Sudut Semprotan Injektor

Tabel 3. Hasil Pengujian Sudut Semprotan Injektor.

No	Nama Sampel	Viskositas (cSt)	Semprotan Sudut (°)
1	Jarak	70,326	10,13
2	Sawit	5,985	18,01
3	B Campuran	10,006	21,46
4	B20	3,84	25,57
5	B15	3,682	26,48
6	B10	3,529	27,02
7	B5	3,366	29,01
8	Solar	2,902	32,43

Berdasarkan Tabel 3 menunjukkan secara keseluruhan dapat disimpulkan bahwa bahan bakar dengan nilai viskositas yang paling tinggi akan memiliki semprotan terkecil dan sebaliknya bahan bakar yang memiliki nilai viskositas yang rendah akan memiliki semprotan yang lebih lebar. Hal ini disebabkan bahwa semakin tinggi nilai viskositas maka bahan bakar akan semakin sulit untuk dikaburkan sehingga saat bahan bakar disemprotkan atau saat proses penginjeksian bahan bakar tidak akan membentuk kabutan akan tetapi membentuk tetesan dan menyebabkan sudut penyemprotan semakin kecil. Dalam penelitian yang dilakukan oleh Sudarmanta, dkk (2006), menjelaskan bahwa jika angka viskositas, densitas, dan tegangan permukaan yang lebih besar maka akan menghasilkan ukuran diameter droplet yang lebih besar dan sudut penyebaran semprotan yang semakin sempit.

4 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, analisis data, dan pembahasan maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Kinerja mesin diesel ketika menggunakan bahan bakar campuran solar dengan biodiesel campuran minyak jarak dan sawit 3:7 variasi B5, B10, B15, dan B20 secara keseluruhan menghasilkan daya hampir sama besarnya dengan daya yang dihasilkan solar murni. Akan tetapi pada pembebanan maksimum bahan bakar variasi B5 mampu menghasilkan daya tertinggi dibandingkan solar tetapi tidak begitu signifikan, hal ini dikarenakan bahan bakar B5 memiliki campuran komposisi 5% biodiesel berbanding 95% solar, sehingga nilai sifat fisik dari biodiesel B5 pada pencampuran tersebut tidak terlalu mempengaruhi nilai sifat fisik solar. Sedangkan bahan bakar dengan daya terendah dihasilkan oleh variasi B20.
2. Bahan bakar solar merupakan bahan bakar yang terboros dari semua jenis variasi bahan bakar, karena memiliki nilai SFC yang tinggi daripada bahan bakar lainnya. Biodiesel dengan variasi B20 merupakan bahan bakar terhemat, karena memiliki nilai SFC yang paling rendah dari semua jenis variasi bahan bakar.
3. Karakteristik injeksi bahan bakar biodiesel dipengaruhi oleh sifat fisik bahan bakar yaitu densitas dan viskositas. Semakin besar viskositas maka semakin kecil sudut semprotan injeksi bahan bakar, sedangkan semakin besar nilai densitas maka semakin pendek semprotan injeksi yang dihasilkan. Bahan bakar biodiesel jarak menghasilkan sudut injeksi semprotan yang kecil dan pendek sedangkan variasi B5 menghasilkan sudut injeksi semprotan yang besar dan panjangnya hampir sama dengan solar murni.

5 Daftar Pustaka

- Altin, R., Cetinkaya, S. and Yucesu, H.S., "The potential of using vegetable oil fuel as fuel for diesel engines", *Energy Conversion and Management*, Volume 42, pp. 529-538, 2001.
- Haryanto, B. 2002. *Bahan Bakar Alternatif Biodiesel*, Jurnal Teknik Kimia. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Said, Wenny Septiarty, Tri Tutiwi. 2010. *Studi Kinetika Reaksi Pada Metanolisis Minyak Jarak Pagar*, *Jurnal Teknik Kimia*, No. 1, Vol. 17, Januari 2010. Palembang: Universitas Sriwijaya.
- Turnip, Jakson. 2010. *Pengujian dan Analisa Performasi Motor Bakar Diesel Menggunakan Biodiesel Dimethyl Ester B-01 Dan B-02*. Medan: Universitas Sumatera Utara.