

BAB IV
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Uji Sifat Fisik Bahan Bakar

Tahap awal penelitian dilakukan dengan pembuatan biodiesel dari bahan baku minyak jarak dan minyak sawit, bahan baku tersebut kemudian dibuat menjadi biodiesel dengan proses transesterifikasi. Biodiesel hasil transesterifikasi ini kemudian diuji sifat fisiknya yaitu viskositas (cSt), densitas (g/ml), flashpoint ($^{\circ}\text{C}$), dan nilai kalor (g/cal). Hasil dari uji sifat fisik biodiesel dapat dilihat pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Perbandingan sifat fisik solar dan biodiesel jarak - sawit

Nama Sampel	Sifat Fisik			
	Viskositas (cSt)	Densitas (g/ml)	Flashpoint ($^{\circ}\text{C}$)	Nilai Kalor (cal/g)
BJBS 91	18.701	0.898	192.267	8833.012
BJBS 82	15.485	0.891	193.333	8933.093
BJBS 73	13.844	0.888	182.900	9017.606
BJBS 64	11.923	0.881	190.667	9096.640
BJBS 55	10.915	0.880	160.867	9083.425
Solar 100%	3.631	0.826	60.766	10970.030

Dari tabel 4.1 menunjukkan bahwa biodiesel memiliki nilai viskositas yang jauh lebih tinggi dibanding minyak solar dengan selisih antara 6.679 cSt sampai 14.465 cSt, begitu juga dengan nilai flashpoint biodiesel yang jauh lebih tinggi dari minyak solar dengan selisih sekitar 100.112°C hingga 131.512°C . Disebabkan tingginya nilai tersebut, maka biodiesel jarak - sawit tidak dapat diujikan secara langsung pada mesin diesel. Apabila dipaksakan untuk diujikan pada mesin diesel maka akan membuat mesin dan komponen - komponennya bekerja lebih berat atau bahkan dapat menyebabkan kerusakan pada mesin itu sendiri.

Berdasarkan pertimbangan tersebut maka dicampurkanlah biodiesel jarak – sawit dengan solar menjadi variasi B5 dan B10, dengan harapan nilai sifat fisiknya akan turun sehingga dapat diujikan pada mesin diesel. Hasil uji sifat fisik campuran biodiesel jarak-sawit dengan solar variasi B5 dan B10 dapat dilihat pada tabel 4.2 dan tabel 4.3.

Tabel 4.2 Perbandingan sifat fisik solar dan biodiesel variasi B5

Nama Sampel	Sifat Fisik			
	B5			
	Viskositas (cSt)	Densitas (g/ml)	Flashpoint (°C)	Nilai Kalor (cal/g)
BJBS 91	4.580	0.837	87.667	10779.120
BJBS 82	4.404	0.835	83.467	10801.090
BJBS 73	4.204	0.834	82.733	10770.040
BJBS 64	4.016	0.833	78.933	10765.020
BJBS 55	3.796	0.832	77.633	10774.220
Solar 100%	3.631	0.826	60.766	10970.030

Tabel 4.3 Perbandingan sifat fisik solar dan biodiesel variasi B10

Nama Sampel	Sifat Fisik			
	B10			
	Viskositas (cSt)	Densitas (g/ml)	Flashpoint (°C)	Nilai Kalor (cal/g)
BJBS 91	4.970	0.840	90.367	10566.300
BJBS 82	4.589	0.837	85.367	10514.240
BJBS 73	4.397	0.836	83.333	10691.220
BJBS 64	4.201	0.834	80.467	10705.070
BJBS 55	3.994	0.832	79.167	10661.130
Solar 100%	3.631	0.826	60.766	10970.030

Diketahui dari tabel 4.2 dan 4.3 bahwa biodiesel yang dicampur dengan minyak solar memiliki nilai sifat fisik yang mendekati nilai sifat fisik solar terutama pada angka viskositasnya, karena viskositas yang tinggi dari suatu bahan bakar sangat berpengaruh terhadap pembakaran pada ruang bakar. Toleransi

angka viskositas suatu bahan bakar standar mesin diesel yaitu antara 2 cSt sampai 4.5 cSt (Pertamina, 2016).

4.2 Hasil Pengujian Karakteristik Injeksi Bahan Bakar

Bahan bakar yang digunakan pada pengujian karakteristik injeksi ini yaitu solar murni dan campuran biodiesel dengan solar yang telah divariasikan menjadi variasi bahan bakar B5 dan B10. Alat uji injeksi bahan bakar menggunakan nosel mesin diesel yang sama. Metode pengambilan data pada pengujian ini dilakukan menggunakan kamera untuk merekam video dari uji karakteristik injeksi, selanjutnya video tersebut diubah ke dalam format gambar.

Sifat fisik bahan bakar berupa viskositas dan densitas berpengaruh terhadap karakteristik injeksi dari bahan bakar tersebut. Bahan bakar yang dengan nilai viskositas tinggi akan menghasilkan semprotan dengan sudut yang kecil, sedangkan bahan bakar yang memiliki nilai viskositas rendah akan memiliki sudut semprotan yang lebih lebar. Seperti terlihat pada persamaan berikut (Borman, 1998):

$$\frac{L}{L_b} = 0.0349 \times \left(\frac{\rho_a}{\rho_f}\right)^{1/2} \times \left(\frac{t}{d_o}\right) \times \left(\frac{\Delta P}{\rho_f}\right)^{1/2} \dots\dots\dots (4.1)$$

dimana :

$$L_b = 15.8 \times d_o \times \sqrt{\frac{\rho_f}{\rho_a}} \dots\dots\dots (4.2)$$

Keterangan :

- L : Panjang semprotan (mm)
- ρ_f : Densitas bahan bakar (kg/m^3)
- ρ_a : Densitas udara (kg/m^3)
- ΔP : Tekanan injeksi (Pa)
- d_o : Diameter lubang nosel (mm)

Sudut semprotan dapat dicari menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\theta = 0.05 \times \left(\frac{\Delta P \times (d_o)^2}{\rho_f \times (V_f)^2} \right)^{1/4} \dots\dots\dots (4.3)$$

Keterangan :

θ : Sudut semprotan ($^\circ$)

ΔP : Tekanan injeksi (Pa)

d_o : Diameter lubang nosel (mm)

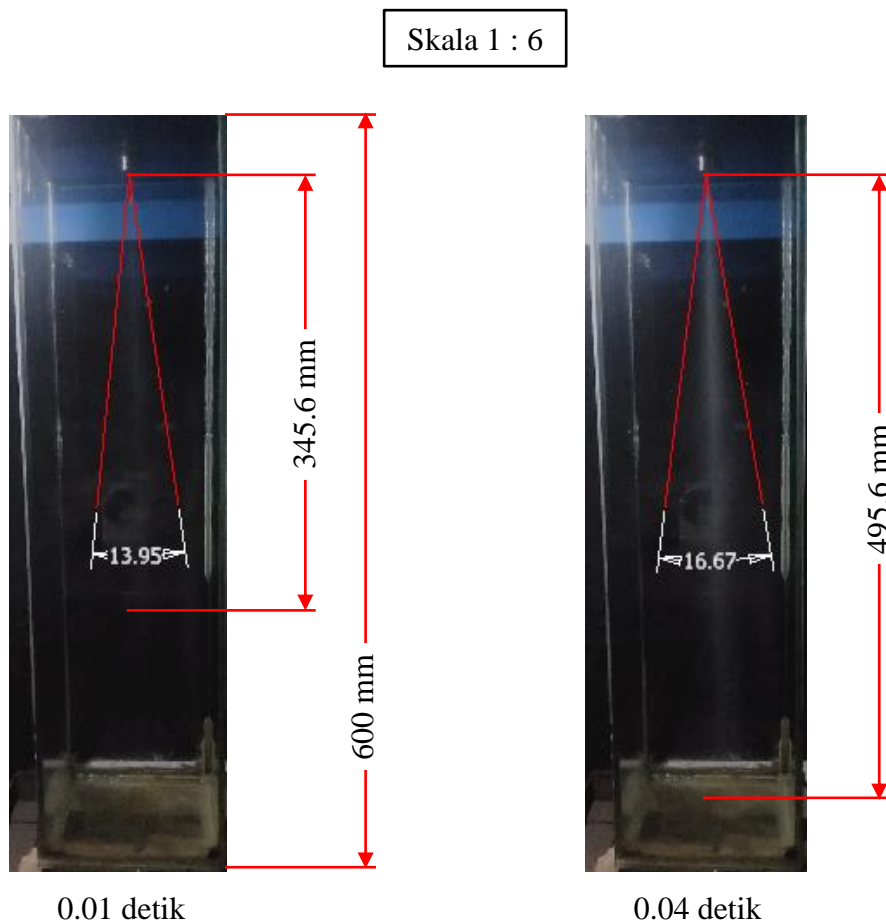
ρ_f : Densitas bahan bakar (kg/m^3)

V_f : Viskositas kinematik bahan bakar (m^2/s)

Berikut merupakan hasil pengujian karakteristik injeksi bahan bakar :

4.2.1 Hasil Uji Injeksi Bahan Bakar Solar dan Biodiesel B5

4.2.1.1 Solar

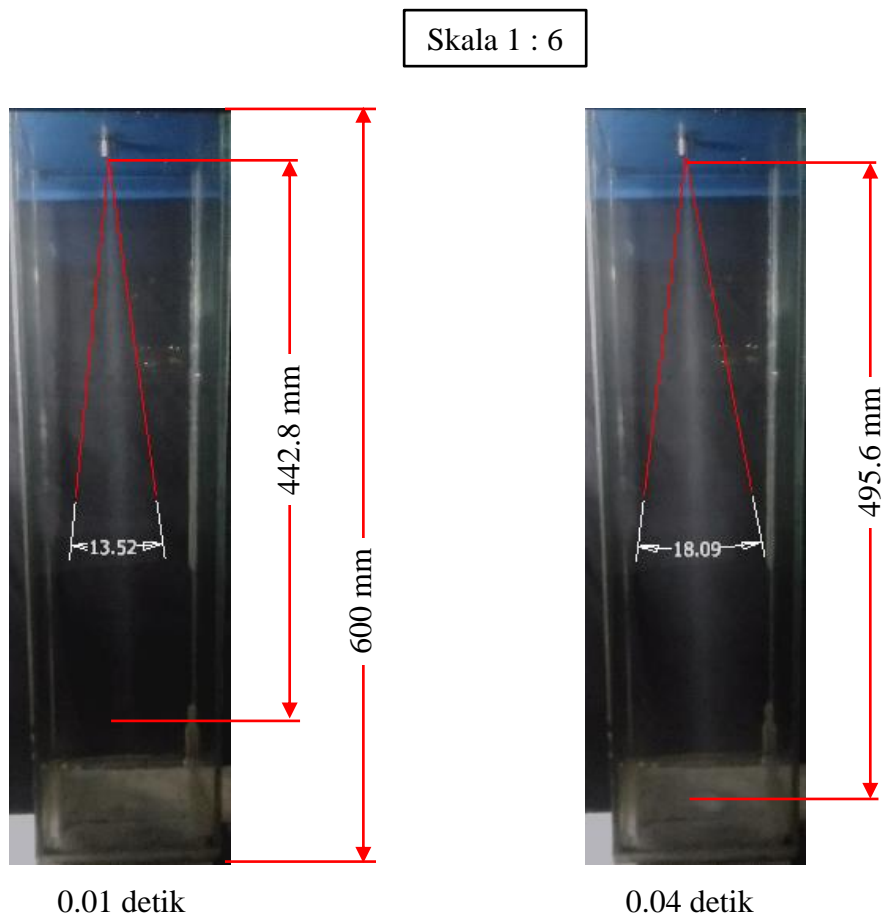


Gambar 4.1 Semprotan bahan bakar solar

Hasil semprotan yang di dapat dari bahan bakar solar adalah pada detik pertama menunjukkan mulai menyembrotkan bahan bakar yang berupa butiran – butiran halus tipis sepanjang 345.6 mm dengan sudut sebesar 13.95° . Hal ini menunjukkan bahwa bahan bakar solar memiliki sifat fisik yang ideal, salah satunya tidak memiliki viskositas yang terlalu tinggi. Suatu bahan bakar yang memiliki viskositas yang tinggi maka hasil semprotannya akan menunjukan butiran – butiran yang kasar karena bahan bakar sulit untuk dikabutkan.

Pada detik selanjutnya menunjukkan bahwa semprotan bahan bakar telah sampai pada dasar bak penampungan, dengan menyembrot sepanjang 495.6 mm dan mulai menyebar dengan sudut sebesar 16.67° ke semua sisi.

4.2.1.2 BJBS 91 B5

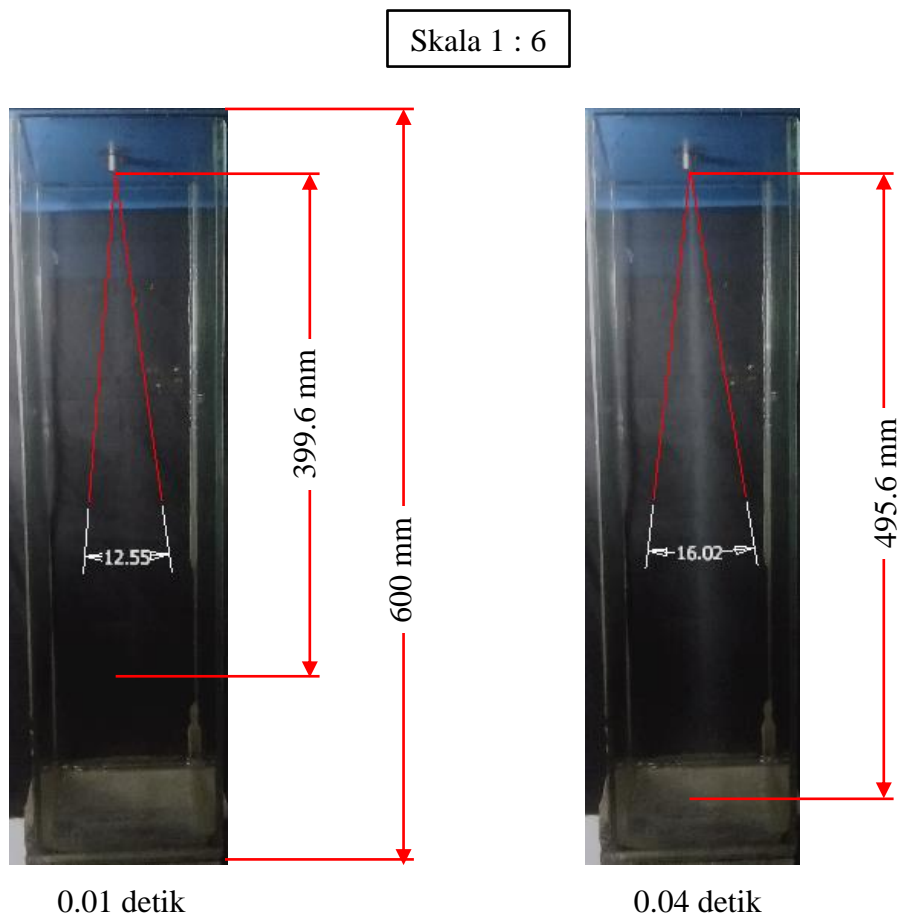


Gambar 4.2 Semprotan bahan bakar biodiesel BJBS 91 B5

Hasil semprotan bahan bakar BJBS 91 B5 seperti yang terlihat pada gambar 4.2 menunjukkan bahwa pada detik pertama bahan bakar tersebut menyembrotkan bahan bakar sepanjang 442.8 mm dengan sudut sebesar 13.52° , lebih panjang dibanding semprotan bahan bakar solar yang menyembrotkan sepanjang 345.6 mm pada detik yang sama. Dari segi pengkabutan, bahan bakar BJBS 91 B5 terlihat memiliki pengkabutan yang tebal dan tajam. Hal ini menjadi indikasi bahwa bahan bakar BJBS 91 B5 memiliki butiran – butiran pengkabutan yang lebih kasar dibanding bahan bakar solar.

Sama seperti solar, pada waktu ke 0.04 detik ini semprotan bahan bakar BJBS 91 B5 telah mencapai dasar bak penampungan dengan panjang semprotan 495.6 mm, akan tetapi memiliki sudut semprotan yang lebih besar yaitu 18.09° .

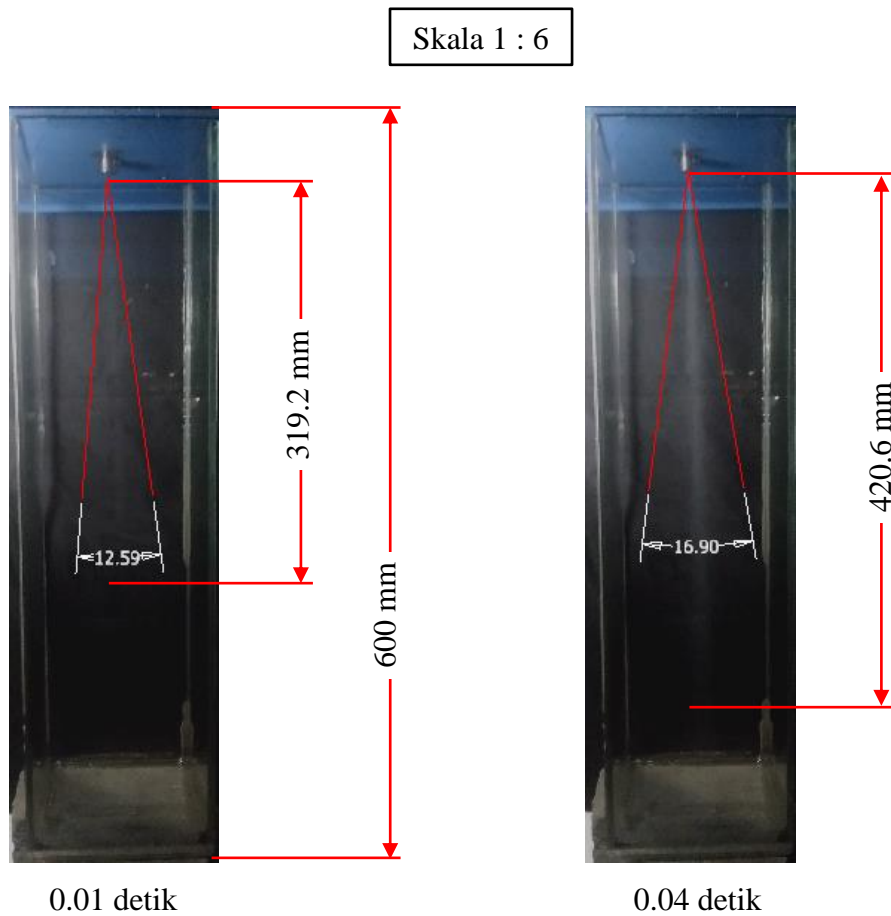
4.2.1.3 BJBS 82 B5



Gambar 4.3 Semprotan bahan bakar BJBS 82 B5

Gambar 4.3 menunjukkan bahwa bahan bakar BJBS 82 B5 memiliki karakteristik semprotan yang hampir sama seperti hasil semprotan pada bahan bakar BJBS 91 B5. Akan tetapi bahan bakar BJBS 82 B5 memiliki panjang semprotan yang lebih pendek dibandingkan panjang semprotan bahan bakar BJBS 91 B5. Panjang semprotan bahan bakar BJBS 82 B5 sebesar 399.6 mm dengan sudut semprotan sebesar 12.55° , sedangkan panjang semprotan pada bahan bakar BJBS 91 B5 sebesar 442.8 mm dengan sudut semprotan 13.52° .

4.2.1.4 BJBS 73 B5



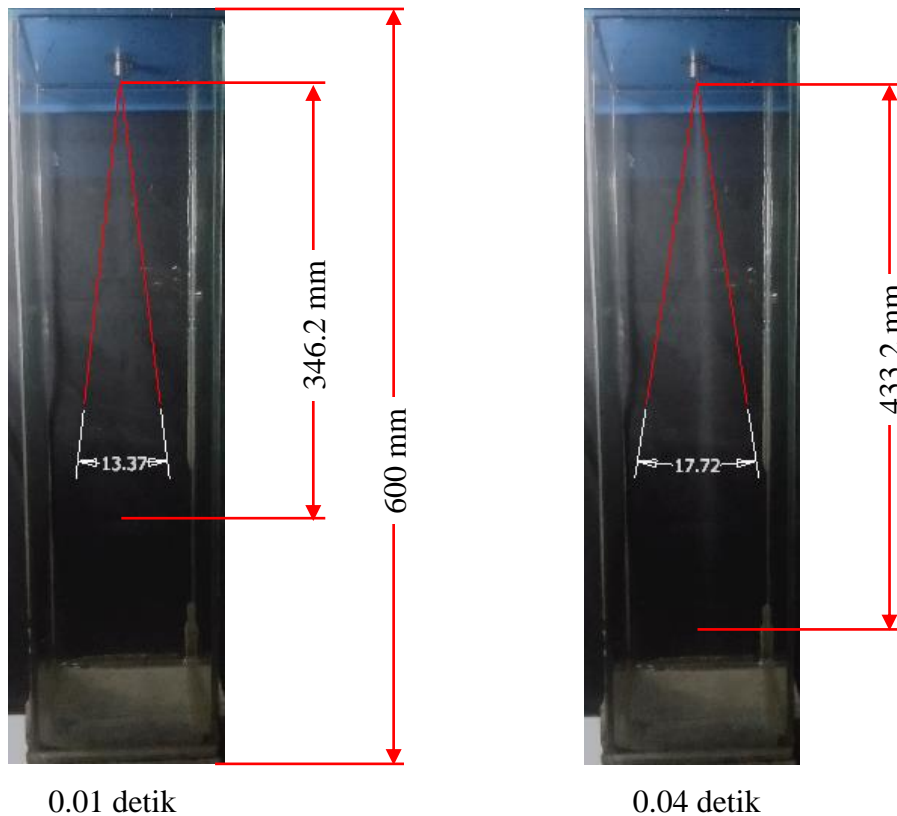
Gambar 4.4 Semprotan bahan bakar BJBS 73 B5

Seperti terlihat pada gambar 4.4, bahwa bahan bakar BJBS 73 B5 memiliki panjang semprotan sebesar 319.2 mm dengan sudut semprotan sebesar 12.59° pada detik pertama terjadinya proses penyemprotan atau penginjeksian.

Hasil semprotan pada bahan bakar ini di detik ke 0.04 berbeda dengan hasil pengujian sebelumnya, yaitu dengan panjang semprotan 420.6 mm atau belum mencapai dasar bak penampungan dan memiliki sudut semprotan sebesar 16.90° .

4.2.1.5 BJBS 64 B5

Skala 1 : 6



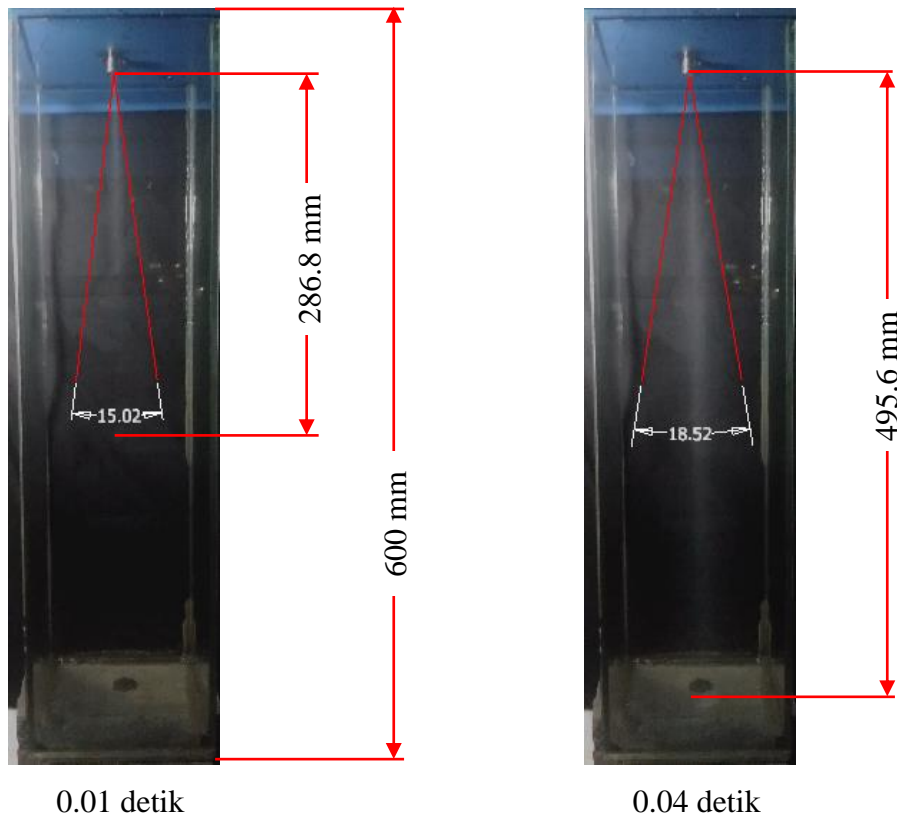
Gambar 4.5 Semprotan bahan bakar BJBS 64 B5

Hasil semprotan pada bahan bakar BJBS 64 B5 pada detik pertama menunjukkan butiran – butiran bahan bakar yang mulai halus sepanjang 346.2 mm dengan sudut semprotan sebesar 13.37° dan karakteristik pengabutan yang mulai menyebar ke segala sisi. Berbeda dengan pengabutan pada bahan bakar sebelumnya, atau seperti pengabutan pada bahan bakar BJBS 91 B5 yang memiliki semprotan yang tebal dan tajam.

Pada detik berikutnya, hasil semprotan bahan bakar BJBS 64 B5 memiliki panjang 433.2 mm dengan sudut semprotan sebesar 17.72° .

4.2.1.6 BJBS 55 B5

Skala 1 : 6



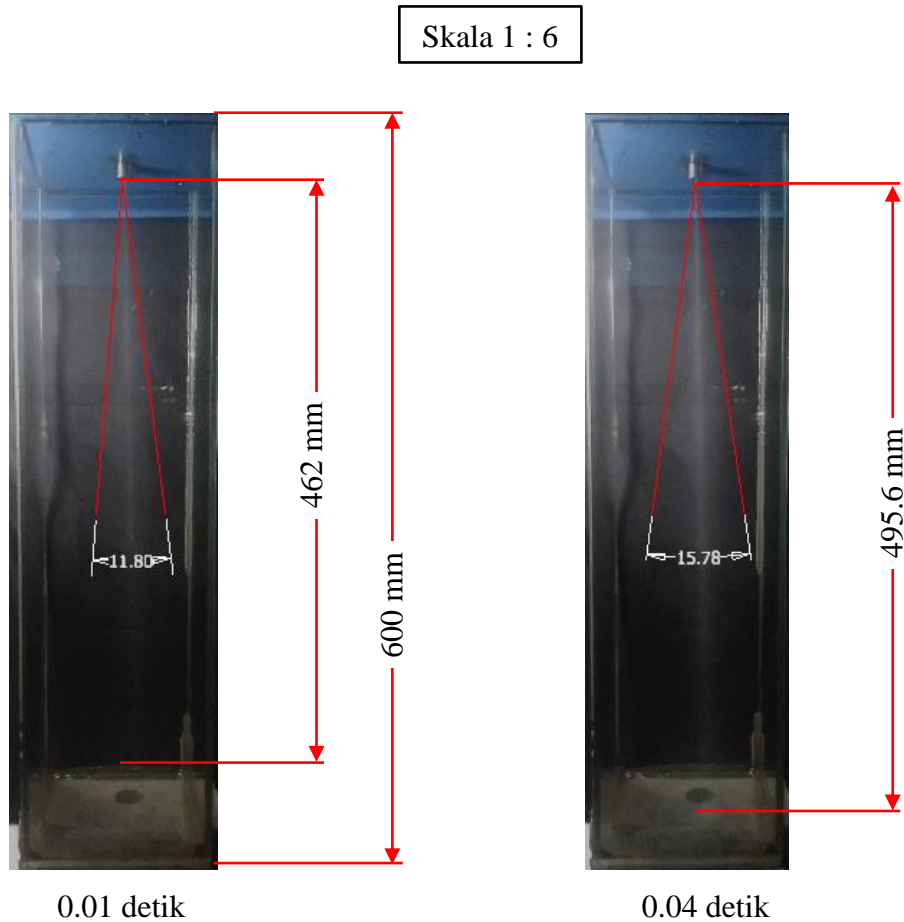
Gambar 4.6 Semprotan bahan bakar BJBS 55 B5

Hasil semprotan yang diperoleh dari bahan bakar BJBS 55 B5 adalah pada detik pertama menunjukkan mulai menyembrotkan bahan bakar dengan karakteristik yang hampir sama seperti semprotan pada bahan bakar solar murni. Semprotan pada bahan bakar BJBS 55 B5 yaitu berupa butiran – butiran halus tipis sepanjang 286.8 mm dengan sudut semprotan sebesar 15.02° . Panjang semprotan ini lebih pendek 58.8 mm dari solar. Hal ini berarti bahwa bahan bakar BJBS 55 B5 memiliki sifat fisik yang juga mendekati bahan bakar solar.

Pada detik berikutnya menunjukkan bahwa semprotan bahan bakar telah sampai pada dasar bak penampungan, dengan menyembrot sepanjang 495.6 mm dengan sudut semprotan sebesar 18.52° dan mulai menyebar ke semua sisi.

4.2.2 Hasil Uji Injeksi Bahan Bakar Biodiesel B10

4.2.2.1 BJBS 91 B10

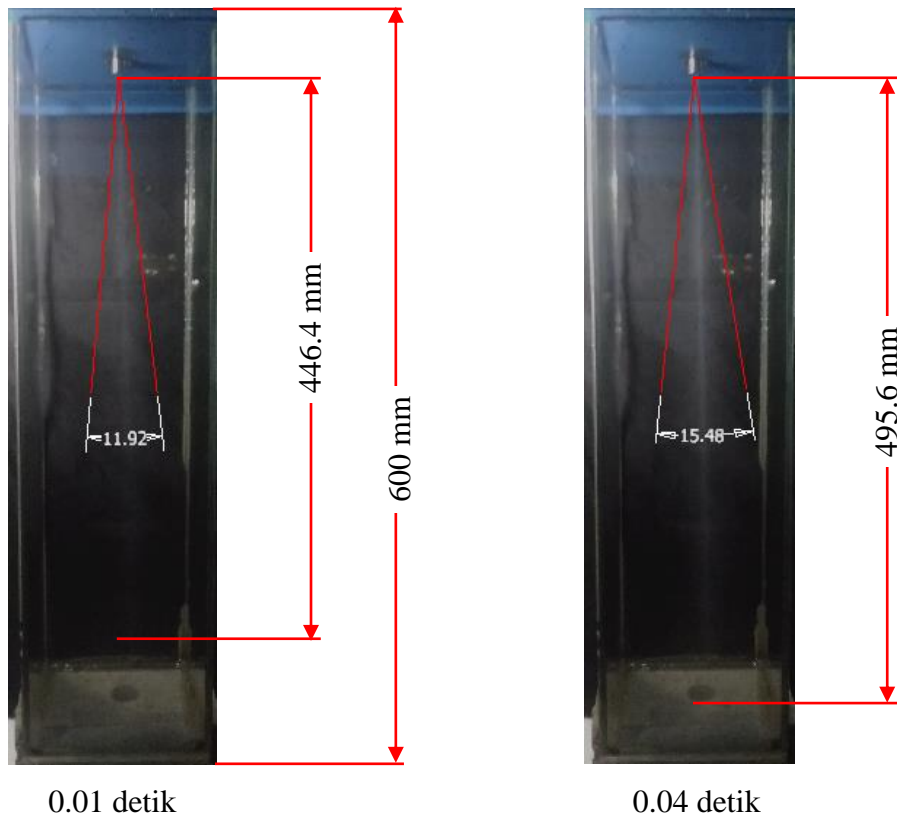


Gambar 4.7 Semprotan bahan bakar BJBS 91 B10

Semprotan pada bahan bakar BJBS 91 B10 memiliki panjang 462 mm dengan sudut sebesar 11.80° , jauh lebih panjang dibanding semprotan bahan bakar solar yang hanya sebesar 345.6 mm maupun BJBS 91 B5 yang memiliki panjang semprotan 442.8 mm. Semakin panjangnya semprotan menunjukkan bahwa bahan bakar tidak menyebar secara merata atau tidak dikabutkan secara sempurna. Bahan bakar yang tidak dikabutkan secara sempurna akan menyebabkan bahan bakar sulit terbakar, sehingga akan berdampak pada daya yang dihasilkan oleh mesin.

4.2.2.2 BJBS 82 B10

Skala 1 : 6

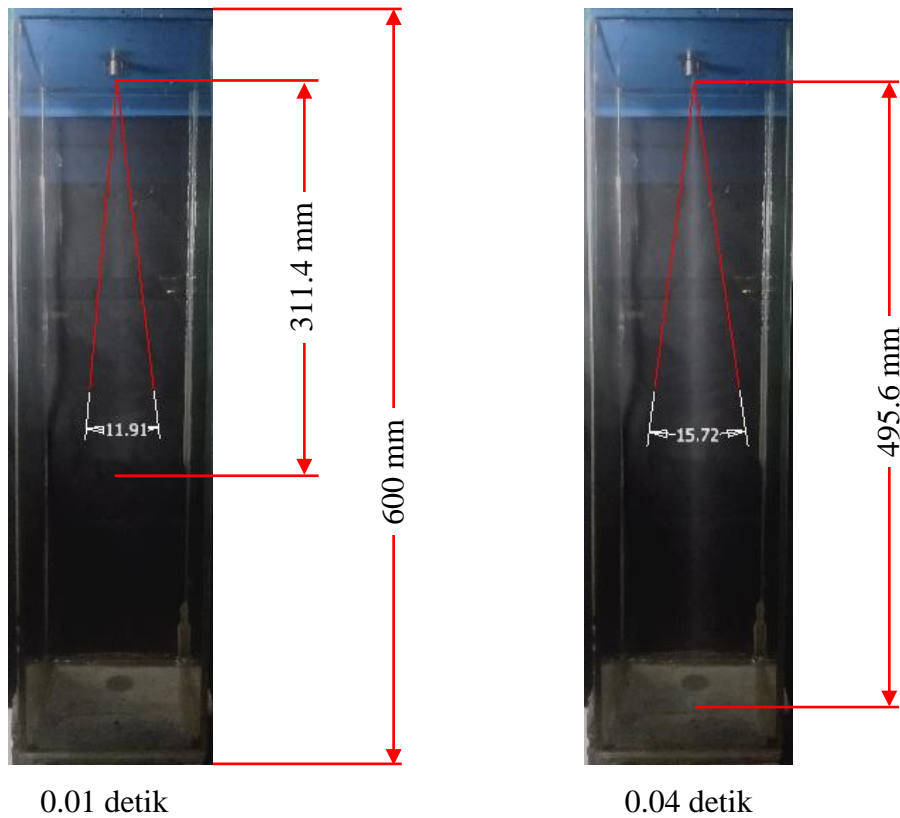


Gambar 4.8 Semprotan bahan bakar BJBS 82 B10

Seperti terlihat pada gambar 4.8, bahan bakar BJBS 82 B10 mempunyai karakteristik semprotan yang mirip dengan bahan bakar BJBS 91 B10. Akan tetapi bahan bakar BJBS 82 B10 memiliki panjang semprotan yang berbeda dengan bahan bakar BJBS 91 B10. Panjang semprotan bahan bakar BJBS 82 B10 sebesar 466.4 mm dengan sudut semprotan sebesar 11.92° atau lebih pendek 15.6 mm dibanding bahan bakar BJBS 91 B10. Sedangkan jika dibandingkan dengan bahan bakar BJBS 82 pada variasi B5, BJBS 82 B10 lebih panjang 66.8 mm dari semprotan bahan bakar tersebut.

4.2.2.3 BJBS 73 B10

Skala 1 : 6

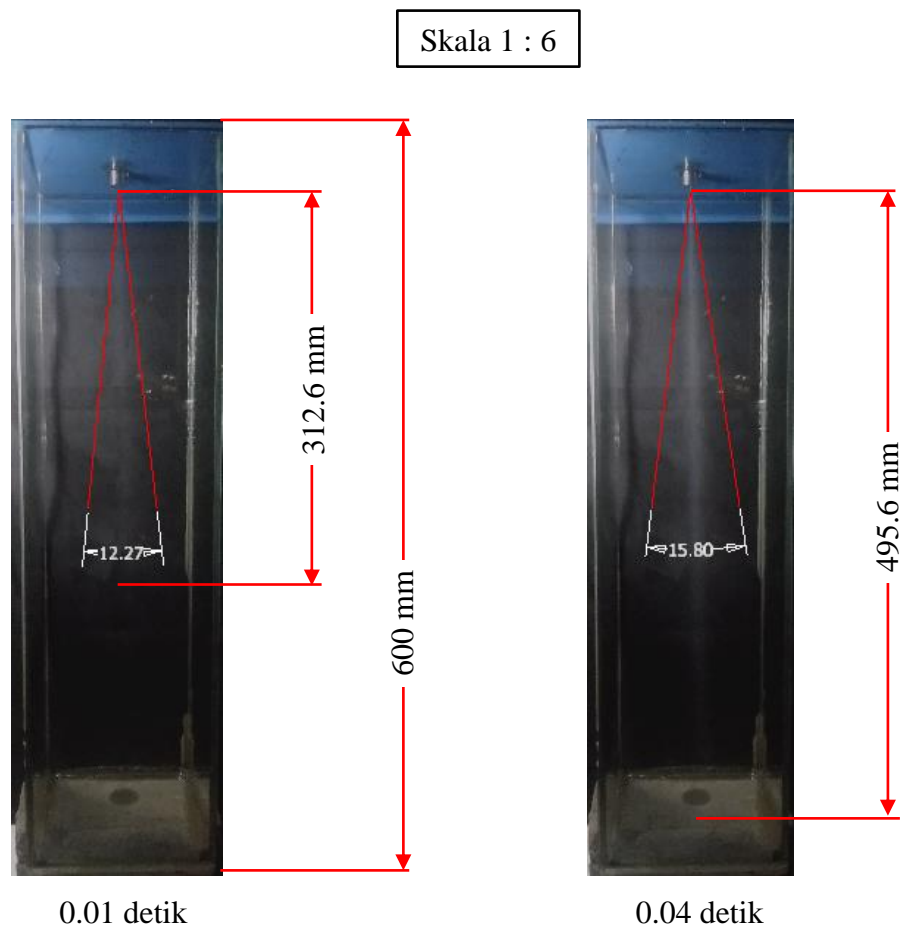


Gambar 4.9 Semprotan bahan bakar BJBS 73 B10

Semprotan pada bahan bakar BJBS 73 B10 memiliki panjang 311.4 mm dan memiliki sudut semprotan sebesar 11.91° , atau lebih panjang dari bahan bakar BJBS 73 B5 yang memiliki panjang sebesar 319.2 mm.

Pada detik ke 0.04, semprotan pada bahan bakar ini telah mencapai dasar bak penampungan dengan semprotan sepanjang 495.6 mm dengan sudut semprotan sebesar 15.72° .

4.2.2.4 BJBS 64 B10



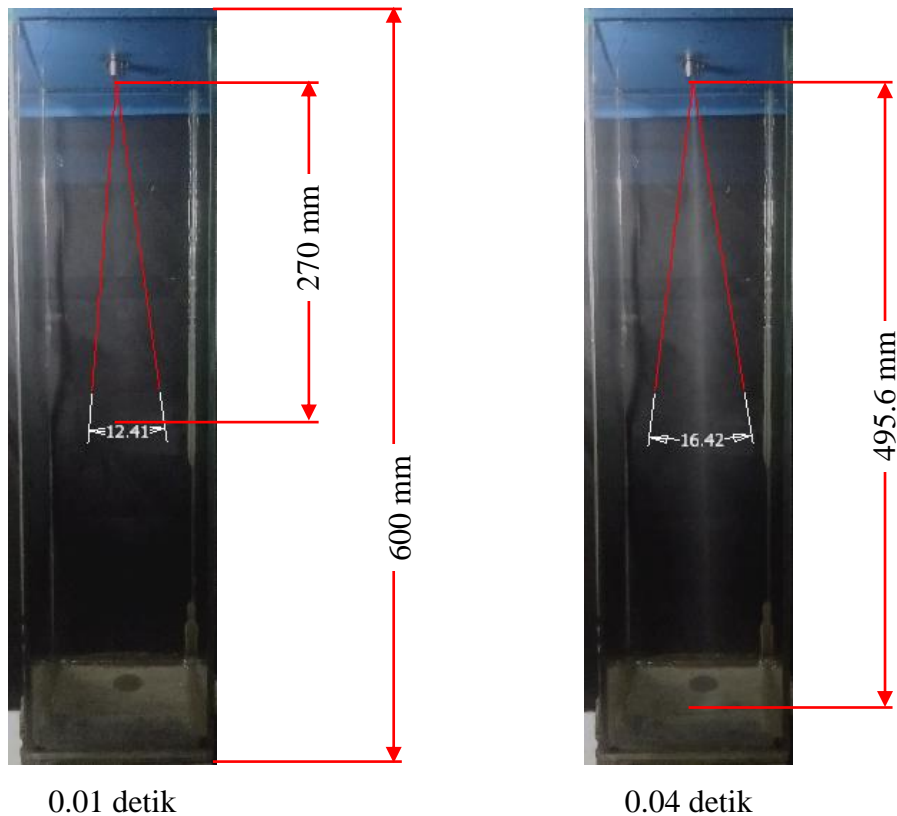
Gambar 4.10 Semprotan bahan bakar BJBS 64 B10

Bahan bakar BJBS 64 B10 memiliki hasil karakteristik semprotan yang hampir mirip seperti semprotan pada bahan bakar BJBS 73 B10. Semprotan pada bahan bakar BJBS 64 B10 memiliki panjang semprotan sebesar 312.6 mm dan sudut semprotan sebesar 12.27°.

Sedangkan pada detik berikutnya, bahan bakar BJBS 64 B10 memiliki hasil semprotan sepanjang 495.6 mm atau telah mencapai pada dasar bak penampungan dengan sudut semprotan sebesar 15.80°.

4.2.2.5 BJBS 55 B10

Skala 1 : 6



Gambar 4.11 Semprotan bahan bakar BJBS 55 B10

Hasil semprotan pada bahan bakar BJBS 55 B10 di detik pertama menunjukkan bahan bakar mulai dikabutkan menjadi butiran – butiran yang halus sepanjang 270 mm dengan sudut semprotan sebesar 12.41° .

Pada detik berikutnya, hasil semprotan bahan bakar BJBS 55 B10 memiliki panjang semprotan sebesar 495.6 mm atau semprotan telah mencapai dasar bak penampungan dan memiliki sudut semprotan sebesar 16.42° .

Secara keseluruhan dapat disimpulkan bahwa bahan bakar dengan nilai viskositas yang paling tinggi akan memiliki sudut semprotan terkecil dan bahan bakar dengan nilai viskositas terendah akan memiliki sudut semprotan yang lebih lebar. Hal ini disebabkan bahwa semakin tinggi viskositas maka bahan bakar akan semakin sulit untuk dikabutkan sehingga saat bahan bakar disemprotkan atau saat

proses penginjeksikan, bahan bakar tidak akan membentuk kabutan akan tetapi berbentuk tetesan dan menyebabkan sudut semprotan yang semakin kecil. Sedangkan semakin panjang atau semakin pendeknya semprotan bahan bakar dipengaruhi oleh angka densitas pada masing – masing bahan bakar. Apabila angka densitas suatu bahan bakar tinggi maka akan menyebabkan bahan bakar memiliki karakteristik semprotan yang pendek, karena bahan bakar yang memiliki nilai densitas tinggi berarti kuantitas konsentrasi zat yang dimilikinya tinggi sehingga akan memiliki kerapatan yang tinggi pula. Tingginya kuantitas konsentrasi zat dan kerapatan yang dimiliki oleh bahan bakar akan menyebabkan bahan bakar tersebut sulit dialirkan dan menyebabkan semakin pendeknya semprotan bahan bakar.

4.3 Hasil Pengujian Kinerja Mesin Diesel

Hasil penelitian serta pembahasan kinerja mesin diesel dimulai dari proses pengambilan data dan pengumpulan data. Data yang dikumpulkan meliputi data spesifikasi obyek penelitian dan hasil pengujian. Data hasil pengujian diolah dengan analisis serta perhitungan untuk mendapatkan variabel yang diinginkan kemudian dilanjutkan dengan pembahasan. Berikut ini merupakan proses pengumpulan data, perhitungan, dan pembahasan. Pengujian kinerja mesin diesel dilakukan untuk mengetahui perbandingan performa yang dihasilkan mesin diesel menggunakan bahan bakar solar murni dan performa mesin saat menggunakan campuran solar dan biodiesel jarak-sawit dengan variasi B5 dan B10.

4.3.1 Pengaruh Jenis Bahan Bakar Terhadap Putaran Mesin Diesel

Pada pengujian ini menggunakan mesin diesel merk Jiangdong satu silinder dengan putaran maksimum sebesar 2500 rpm. Bahan bakar yang digunakan yaitu solar murni dan campuran solar dengan biodiesel jarak - sawit dengan variasi B5 dan B10.

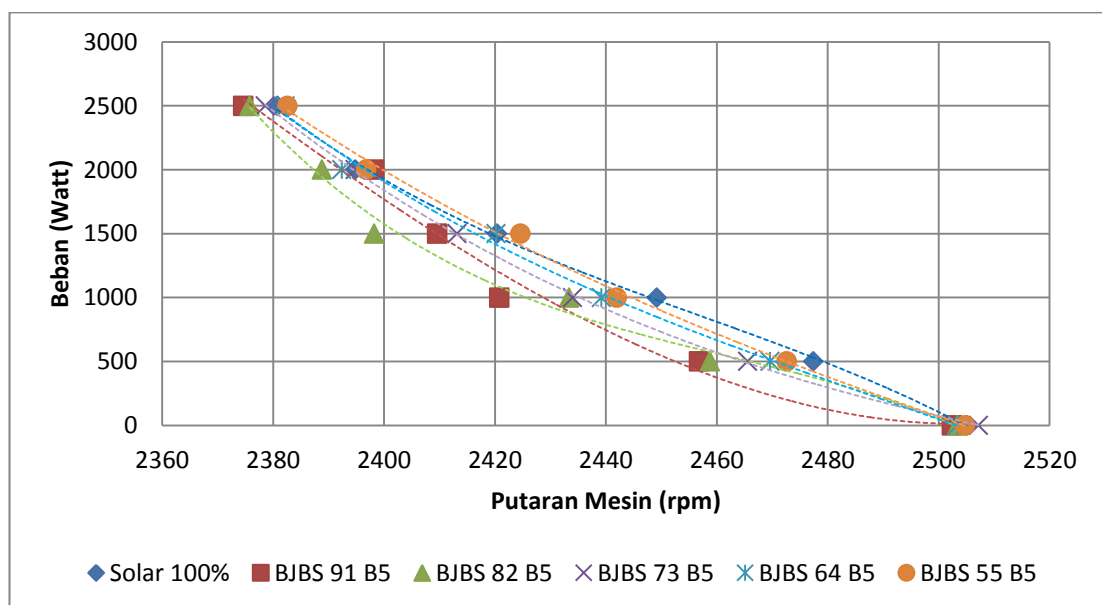
Untuk mengetahui kinerja dari mesin diesel maka dilakukan pembebanan menggunakan 5 buah lampu dengan daya masing – masing lampu sebesar 500 watt, selanjutnya lampu tersebut dinyalakan satu per satu hingga kelima lampu

tersebut menyala. Selain dengan variasi pembebanan lampu dan variasi pada bahan bakarnya, pengujian ini dilakukan pada bukaan throttle 100% atau throttle terbuka penuh.

Berikut ini merupakan tabel data pengujian kinerja mesin diesel menggunakan bahan bakar solar dan biodiesel jarak-sawit B5 dan B10 dengan bukaan throttle 100% (throttle terbuka penuh) :

Tabel 4.4 Perbandingan pembebanan lampu terhadap putaran mesin dengan variasi bahan bakar B5

Bukaan Throttle	Beban (Watt)	Putaran Mesin (rpm)					
		B5					
		BJBS 91	BJBS 82	BJBS 73	BJBS 64	BJBS 55	Solar 100%
100%	0	2502.4	2503.4	2507.2	2503.4	2504.8	2505.2
	500	2456.8	2458.8	2465.6	2469.6	2472.6	2477.4
	1000	2420.8	2433.4	2434	2439.2	2442	2449.2
	1500	2409.6	2398.2	2413.2	2420.2	2424.6	2420.4
	2000	2398.2	2388.8	2394.8	2392.4	2396.8	2394.8
	2500	2374.6	2375.8	2378.6	2382.2	2382.6	2380.8



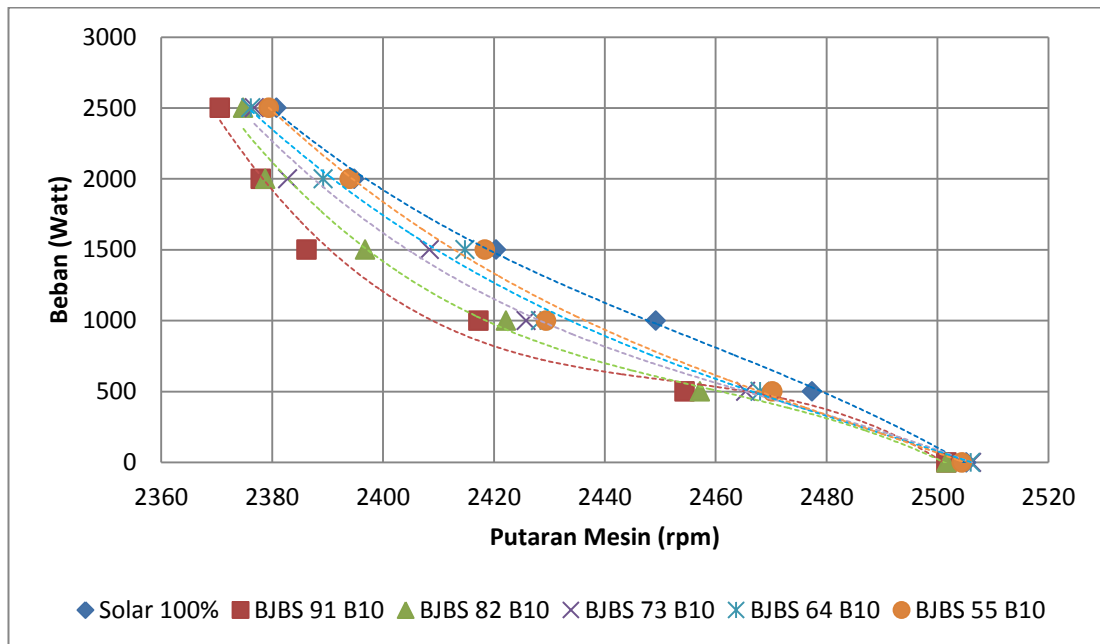
Grafik 4.1 Perbandingan putaran mesin dengan variasi bahan bakar B5 terhadap beban lampu pada posisi throttle terbuka penuh

Dari grafik tersebut menunjukkan bahwa pada pembebanan 0 sampai 1000 watt, putaran mesin diesel dengan bahan bakar solar murni lebih tinggi dibandingkan dengan semua variasi bahan bakar biodiesel. Pada pembebanan tertinggi atau pada beban 2500 watt, putaran mesin variasi bahan bakar BJBS 55 B5 menjadi yang paling tinggi dengan putaran mesin sebesar 2382.6 rpm.

Tinggi rendahnya suatu putaran mesin dipengaruhi oleh sifat fisik dari masing-masing bahan bakar, terutama angka viskositas serta nilai kalor yang terkandung di dalamnya. Apabila suatu bahan bakar memiliki nilai kalor yang tinggi maka seharusnya juga akan memiliki putaran mesin yang tinggi, karena semakin tinggi nilai kalor berarti semakin tinggi kandungan energinya. Akan tetapi nilai kalor yang terdapat pada variasi bahan bakar B5 ini tidak beraturan atau tidak terjadi penurunan maupun kenaikan yang konstan. Penyebab dari tidak konstannya nilai kalor tersebut adalah karena pada bahan bakar B5 memiliki komposisi 5% biodiesel berbanding 95% solar murni, jadi pengaruh dari biodiesel pada campuran tersebut tidak terlalu signifikan sehingga menyebabkan tidak beraturan atau anomali pada nilai kalor.

Tabel 4.5 Perbandingan pembebanan lampu terhadap putaran mesin dengan variasi bahan bakar B10

Bukaan Throttle	Beban (Watt)	Putaran Mesin (rpm)					
		B10					
		BJBS 91	BJBS 82	BJBS 73	BJBS 64	BJBS 55	Solar 100%
100%	0	2501.6	2501.6	2506.2	2506	2504.4	2505.2
	500	2454.4	2457.2	2465.4	2468	2470.2	2477.4
	1000	2417.2	2422.2	2425.8	2428.4	2429.4	2449.2
	1500	2386.2	2396.8	2408.4	2414.8	2418.4	2420.4
	2000	2378	2378.8	2382.8	2389.2	2394	2394.8
	2500	2370.6	2374.8	2376.8	2376.2	2379.4	2380.8



Grafik 4.2 Perbandingan putaran mesin dengan variasi bahan bakar B10 terhadap beban lampu pada posisi throttle terbuka penuh

Dari grafik tersebut dapat kita ketahui bahwa terjadi penurunan putaran mesin yang konstan di hampir semua jenis bahan bakar sesuai dengan beban yang diberikan, apabila mesin diesel diberi pembebanan yang besar maka akan terjadi penurunan putaran mesin yang besar dan sebaliknya. Minyak solar memiliki putaran mesin yang tertinggi dibanding semua jenis variasi bahan bakar di semua pembebanan atau dari beban 0 sampai beban 2500 watt, akan tetapi putaran mesin solar murni pada beban 2500 watt masih lebih rendah dibandingkan bahan bakar BJBS 55 B5 yang memiliki putaran mesin sebesar 2382.6 rpm. Sedangkan variasi bahan bakar BJBS 91 B10 memiliki putaran mesin terendah dari semua variasi bahan bakar, yaitu dengan putaran mesin sebesar 2370.6 rpm pada beban maksimum.

Penurunan putaran mesin yang konstan ini terjadi karena pengaruh dari sifat fisik yang dimilikinya terutama viskositas dan nilai kalor. Bahan bakar dengan nilai kalor yang tinggi maka akan menghasilkan putaran mesin yang tinggi dan bahan bakar yang memiliki nilai kalor yang rendah maka akan menghasilkan putaran mesin yang rendah pula. Sedangkan, bahan bakar dengan tingkat

viskositas yang rendah akan memiliki putaran mesin yang tinggi dan bahan bakar dengan viskositas yang tinggi akan memiliki putaran mesin yang rendah.

4.3.2 Hasil Pengujian Konsumsi Bahan Bakar Mesin Diesel

Pengujian ini dilakukan menggunakan mesin diesel Jiangdong silinder tunggal dengan kondisi mesin standar tanpa perubahan apapun pada bagian mesin. Bahan bakar yang digunakan pada pengujian ini yaitu solar murni dan campuran biodiesel dengan solar yang telah divariasikan menjadi variasi B5 dan B10.

Pengambilan data konsumsi bahan bakar spesifik dilakukan dengan cara menghitung waktu konsumsi per 10 ml bahan bakar menggunakan tangki bahan bakar dan buret.

4.3.2.1 Perhitungan Konsumsi Bahan Bakar Spesifik

$$SFC = \frac{mf}{P} \dots\dots\dots (4.4)$$

dimana :

$$mf = \frac{Vf \times \rho f}{t} \times \frac{3600}{1000} \dots\dots\dots (4.5)$$

Keterangan :

SFC : Konsumsi Bahan Bakar Spesifik (kg/kW.jam)

mf : Laju Aliran Bahan Bakar (kg/jam)

Vf : Volume bahan bakar yang diuji (ml)

ρf : Densitas bahan bakar (g/ml)

t : Waktu untuk menghabiskan bahan bakar sebanyak volume yang diuji (detik)

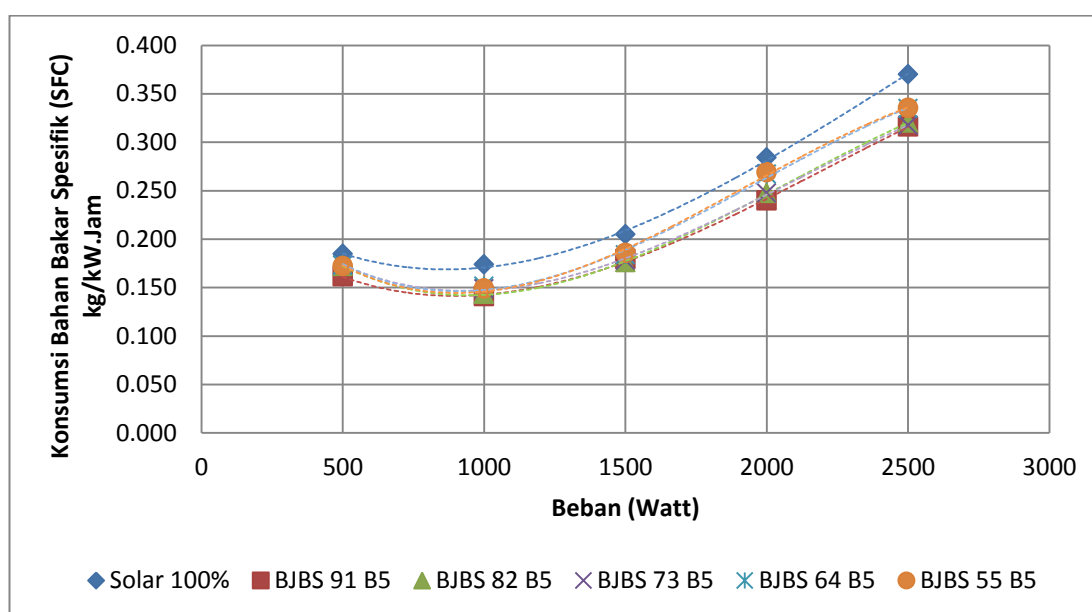
P : Daya keluaran (Watt)

4.3.2.2 Hasil Pengaruh Jenis Bahan Bakar Terhadap Konsumsi Bahan Bakar

Pada pengujian ini digunakan bahan bakar solar murni dan campuran biodiesel dengan solar yang telah divariasikan variasi B5 dan B10. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui perbedaan besar konsumsi masing – masing bahan bakar pada mesin diesel. Perhitungan konsumsi bahan bakar dilakukan menggunakan tangki mini dan burret guna mempermudah proses perhitungan konsumsi bahan bakar tersebut.

Tabel 4.6 Konsumsi bahan bakar spesifik variasi bahan bakar B5

Bukaan Throttle	Beban (Watt)	Konsumsi Bahan Bakar Spesifik (kg/kW.jam)					
		B5					
		BJBS 91	BJBS 82	BJBS 73	BJBS 64	BJBS 55	Solar 100%
100%	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	500	0.162	0.172	0.173	0.173	0.172	0.184
	1000	0.141	0.143	0.149	0.151	0.149	0.174
	1500	0.179	0.176	0.178	0.184	0.186	0.205
	2000	0.240	0.247	0.248	0.267	0.269	0.284
	2500	0.316	0.320	0.317	0.335	0.335	0.370



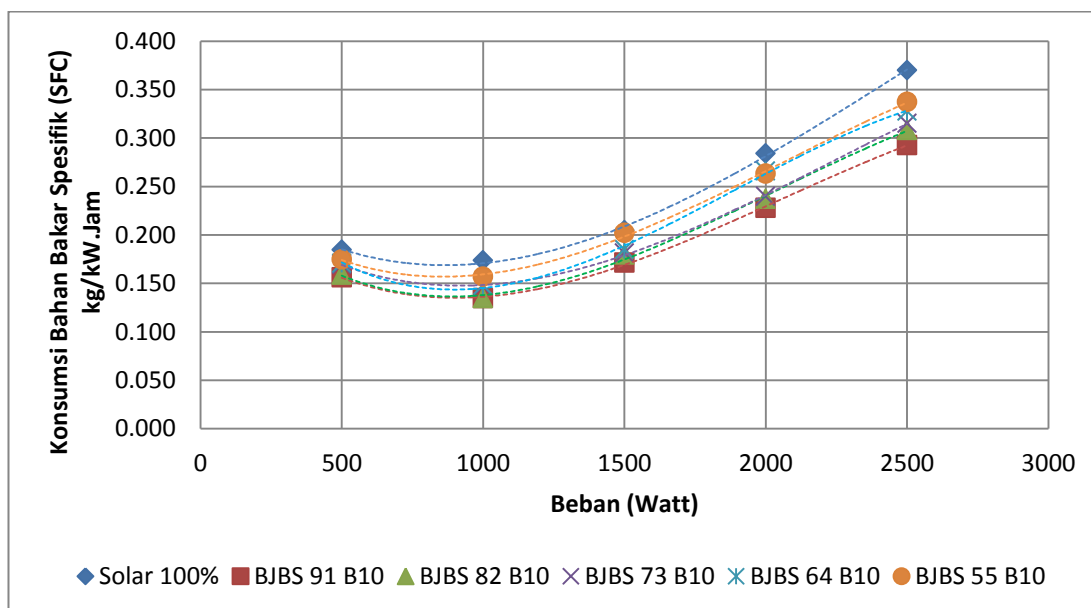
Grafik 4.3 Perbandingan konsumsi bahan bakar spesifik variasi bahan bakar B5 terhadap beban lampu pada putaran mesin maksimal

Grafik 4.3 menunjukkan bahwa konsumsi bahan bakar spesifik (SFC) pada bahan bakar solar murni memiliki angka yang paling tinggi di seluruh variasi pembebanan dari semua jenis bahan bakar atau merupakan yang paling boros. karena semakin tinggi angka SFC berarti semakin boros pemakaian bahan bakarnya dan juga sebaliknya.

Nilai dari sifat fisik bahan bakar sangat berpengaruh terhadap angka SFC yang dihasilkan. Angka sifat fisik yang berpengaruh terhadap SFC antara lain viskositas, densitas dan nilai kalor. Bahan bakar dengan nilai viskositas dan densitas yang tinggi akan mengakibatkan bahan bakar sulit untuk dialirkan maupun di injeksikan sehingga suplay bahan bakar ke ruang bakar menjadi miskin dan mengakibatkan turunnya daya yang dihasilkan oleh mesin. Suplay bahan bakar yang miskin ke dalam ruang bakar berarti sedikit bahan bakar yang dikonsumsi oleh mesin / dibakar pada ruang bakar sehingga SFC menjadi kecil atau hemat pemakaian bahan bakar.

Tabel 4.7 Konsumsi bahan bakar spesifik variasi bahan bakar B10

Bukaan Throttle	Beban (Watt)	Konsumsi Bahan Bakar Spesifik (kg/kW.jam)					
		B10					
		BJBS 91	BJBS 82	BJBS 73	BJBS 64	BJBS 55	Solar 100%
100%	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	500	0.156	0.159	0.169	0.171	0.175	0.184
	1000	0.135	0.135	0.147	0.148	0.157	0.174
	1500	0.171	0.180	0.181	0.185	0.202	0.205
	2000	0.228	0.237	0.240	0.266	0.263	0.284
	2500	0.293	0.308	0.315	0.328	0.337	0.370



Grafik 4.4 Perbandingan konsumsi bahan bakar spesifik variasi bahan bakar B10 terhadap beban lampu pada putaran mesin maksimal

Dari data grafik 4.4 dapat diketahui bahwa solar murni memiliki konsumsi bahan bakar yang paling tinggi dari bahan bakar lain di seluruh pembebanan, yang berarti minyak solar merupakan yang paling boros diantara bahan bakar lainnya. Semakin tinggi angka konsumsi bahan bakar spesifik (SFC) suatu bahan bakar berarti menunjukkan bahwa bahan bakar tersebut semakin boros, sedangkan jika angka konsumsi bahan bakar spesifik (SFC) semakin rendah berarti semakin hemat bahan bakar.

Hasil ini sesuai dengan pengujian sebelumnya yang pernah dilakukan oleh Nagar *et al.* (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 sebesar 75% dari beban total. Sedangkan pada penelitian ini di dapatkan hasil bahwa bahan bakar biodiesel jarak-sawit B5 dan B10 memiliki nilai konsumsi bahan bakar spesifik (SFC) yang lebih rendah dibanding solar. Selisih terbesar terdapat pada variasi bahan bakar

BJBS 91 B10 dengan nilai SFC sebesar 20.82% dibawah solar pada pembebanan maksimal (2500 watt).

Disimpulkan bahwa, bahan bakar solar merupakan yang terboros dari semua jenis variasi bahan bakar dengan angka SFC sebesar 0.370 kg/kW.jam dan bahan bakar BJBS 91 B10 merupakan yang paling hemat pemakaian bahan bakarnya yaitu dengan angka SFC sebesar 0.293 kg/kW.jam pada beban maksimal.

4.3.3 Hasil Pengujian Daya Listrik Pada Mesin Diesel

Pada pengujian ini daya listrik dihasilkan dari gerak putar mesin diesel, kemudian putaran tersebut diteruskan ke altenator/dynamo melalui v-belt, sehingga altenator dapat menghasilkan listrik. Listrik yang dihasilkan kemudian diteruskan untuk menyalakan lampu (beban). Pengambilan data pada pengujian ini berupa pencatatan arus dan tegangan.

4.3.3.1 Perhitungan Daya Listrik

$$P = V \times I \dots\dots\dots (4.6)$$

Dimana :

P : Daya listrik (KW)

V : Tegangan (Volt)

I : Arus (Ampere)

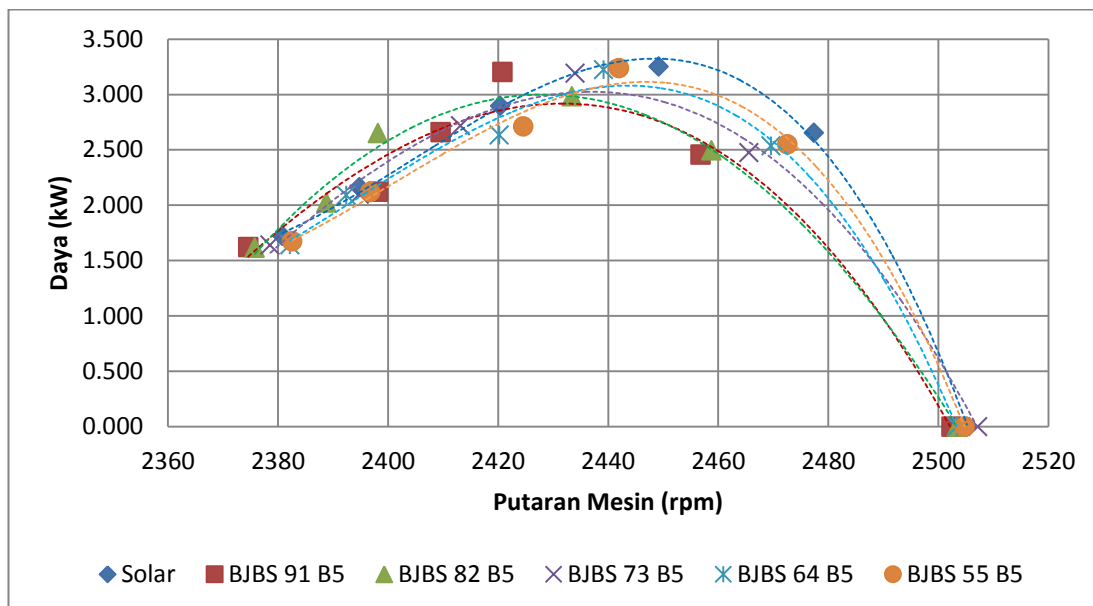
4.3.3.2 Hasil Pengaruh Jenis Bahan Bakar Terhadap Daya Listrik

Sama seperti pengujian sebelumnya, bahwa variasi yang digunakan yaitu bahan bakar solar murni dan campuran biodiesel dengan solar yang telah divariasikan menjadi variasi bahan bakar B5 dan B10. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui perbedaan besar daya yang dihasilkan masing – masing bahan bakar pada mesin diesel. Pengambilan data daya listrik yang dihasilkan dilakukan

menggunakan ampere meter, yang digunakan untuk mengukur arus dan voltmeter untuk mengukur tegangan atau voltase.

Tabel 4.8 Perbandingan putaran mesin dengan daya listrik mesin diesel pada variasi bahan bakar B5

Bukaan Throttle	Beban (Watt)	Putaran Mesin (rpm)						
		B5						
		BJBS 91	BJBS 82	BJBS 73	BJBS 64	BJBS 55	Solar 100%	
100%	0	2502.4	2503.4	2507.2	2503.4	2504.8	2505.2	
	500	2456.8	2458.8	2465.6	2469.6	2472.6	2477.4	
	1000	2420.8	2433.4	2434	2439.2	2442	2449.2	
	1500	2409.6	2398.2	2413.2	2420.2	2424.6	2420.4	
	2000	2398.2	2388.8	2394.8	2392.4	2396.8	2394.8	
	2500	2374.6	2375.8	2378.6	2382.2	2382.6	2380.8	
			Daya (kW)					
			B5					
			BJBS 91	BJBS 82	BJBS 73	BJBS 64	BJBS 55	Solar 100%
		0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		500	2.457	2.494	2.473	2.536	2.549	2.653
		1000	3.202	2.982	3.190	3.221	3.238	3.251
		1500	2.658	2.651	2.718	2.633	2.712	2.897
		2000	2.122	2.022	2.098	2.090	2.119	2.161
	2500	1.621	1.614	1.638	1.642	1.672	1.722	



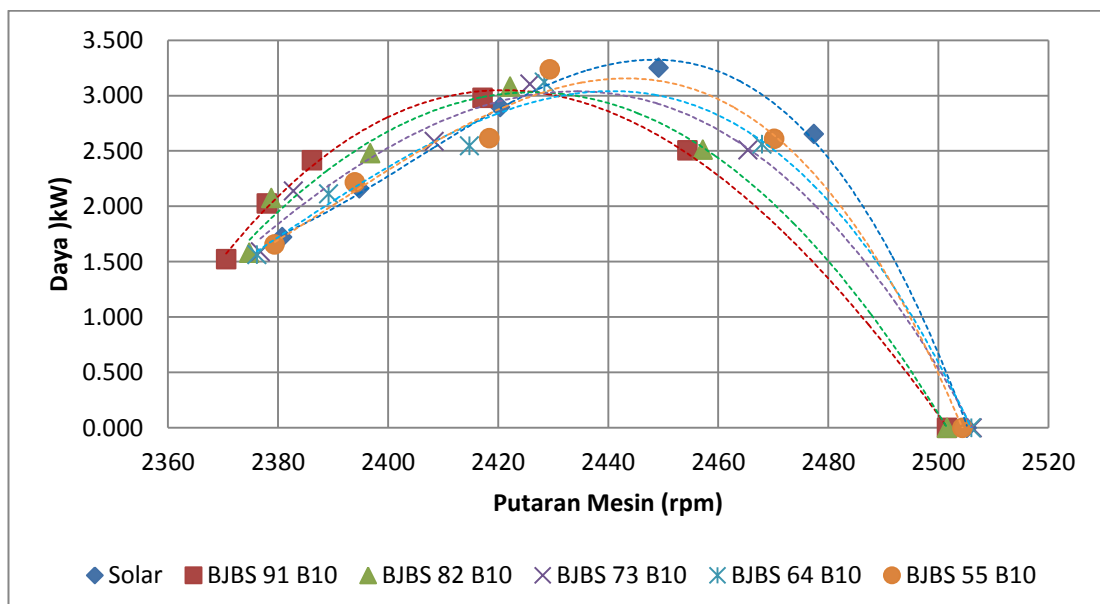
Grafik 4.5 Perbandingan putaran mesin terhadap daya yang dihasilkan dengan variasi bahan bakar B5 pada putaran mesin maksimal

Dari grafik 4.5 dapat dilihat bahwa secara keseluruhan bahan bakar solar menghasilkan daya yang paling tinggi dibanding bahan bakar lainnya. Diketahui bahwa daya tertinggi yang dihasilkan solar yaitu sebesar 3.251 kW dengan putaran mesin 2449.2 rpm. Sedangkan bahan bakar lainnya yang memiliki daya paling mendekati solar adalah bahan bakar BJBS 55 B5, dengan daya tertinggi sebesar 3.238 kW pada putaran mesin 2442 rpm.

Perbedaan daya yang dihasilkan oleh masing – masing bahan bakar dipengaruhi oleh besarnya nilai kalor yang terdapat pada masing – masing bahan bakar tersebut. Bahan bakar dengan nilai kalor yang tinggi berarti memiliki kandungan energi yang tinggi pula. Tingginya kandungan energi yang terdapat pada suatu bahan bakar akan berpengaruh terhadap 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.

Tabel 4.9 Perbandingan putaran mesin dengan daya listrik mesin diesel pada variasi bahan bakar B10

Bukaan Throttle	Beban (Watt)	Putaran Mesin (rpm)						
		B10						
		BJBS 91	BJBS 82	BJBS 73	BJBS 64	BJBS 55	Solar 100%	
100%	0	2501.6	2501.6	2506.2	2506	2504.4	2505.2	
	500	2454.4	2457.2	2465.4	2468	2470.2	2477.4	
	1000	2417.2	2422.2	2425.8	2428.4	2429.4	2449.2	
	1500	2386.2	2396.8	2408.4	2414.8	2418.4	2420.4	
	2000	2378	2378.8	2382.8	2389.2	2394	2394.8	
	2500	2370.6	2374.8	2376.8	2376.2	2381.6	2380.8	
	100%	Beban (Watt)	Daya (kW)					
			B10					
		0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			500	2.505	2.513	2.507	2.560	2.610
		1000	2.981	3.080	3.103	3.121	3.236	3.251
		1500	2.416	2.481	2.588	2.546	2.614	2.897
		2000	2.026	2.076	2.140	2.112	2.218	2.161
		2500	1.524	1.580	1.588	1.563	1.655	1.722



Grafik 4.6 Perbandingan putaran mesin terhadap daya yang dihasilkan dengan variasi bahan bakar B10 pada putaran mesin maksimal

Dapat diketahui dari grafik 4.6 bahwa penggunaan bahan bakar solar murni menghasilkan daya yang tertinggi dari seluruh variasi bahan bakar. Hal ini sesuai dengan kandungan nilai kalor yang terdapat pada bahan bakar solar yaitu sebesar 10970.030 kal/g yang merupakan tertinggi dari nilai kalor bahan bakar lainnya. Semakin tinggi nilai kalor maka akan menghasilkan daya yang besar dan sebaliknya apabila nilai kalor rendah maka akan menghasilkan daya yang rendah pula.

Sama seperti pengujian unjuk kerja mesin diesel yang telah dilakukan oleh Nagar et al. (2015) bahwa daya mesin yang dihasilkan dipengaruhi oleh nilai kalor yang terdapat pada masing - masing bahan bakar. Daya suatu mesin akan meningkat apabila nilai kalor pada bahan bakar semakin meningkat pula. Hasil dari penelitian tersebut diperoleh bahwa bahan bakar biodiesel jarak sawit 20% (JPB 20) menghasilkan daya sebesar 2.3 kW pada beban maksimal. Sedangkan pada penelitian ini daya tertinggi yang dihasilkan oleh bahan bakar biodiesel yaitu terdapat pada variasi biodiesel BJBS 55 B5 dengan daya sebesar 1.672 kW dan daya terendah dihasilkan oleh biodiesel variasi BJBS 91 B10 dengan daya sebesar 1.524 kW pada pembebanan maksimal.

Secara keseluruhan daya tertinggi yaitu dihasilkan oleh bahan bakar solar murni dengan daya sebesar 1.722 kW pada putaran mesin 2380.8 rpm atau pada pembebanan maksimal, kemudian diikuti bahan bakar BJBS 55 B5 yang memiliki daya sebesar 1.672 kW. Sedangkan bahan bakar BJBS 91 B10 merupakan bahan bakar yang memiliki daya terendah dari seluruh variasi bahan bakar, dengan menghasilkan daya sebesar 1.524 kW pada putaran mesin 2370.6 rpm atau pada posisi pembebanan maksimal.