

## BAB IV

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

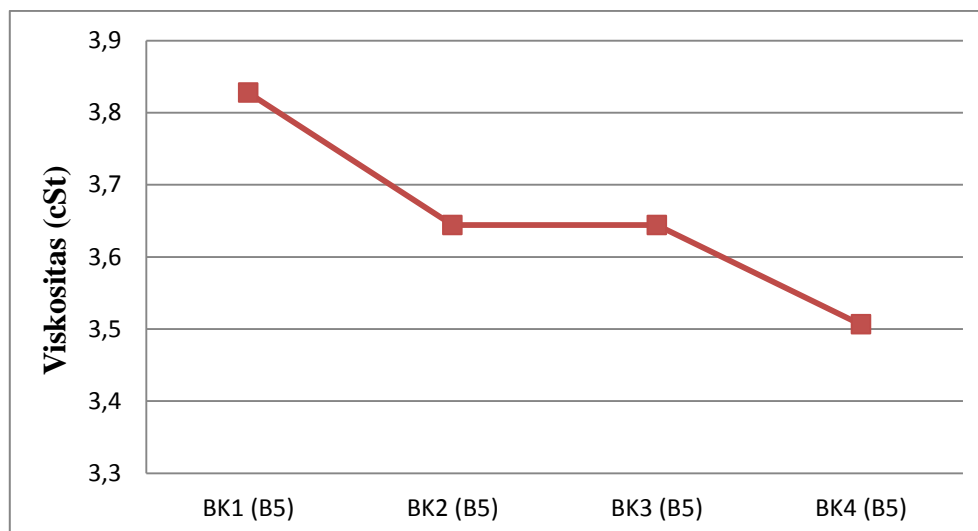
#### 4.1 Hasil Pengujian Sifat Fisik Bahan Bakar

Pada pengujian sifat fisik bahan bakar ini parameter yang di teliti yaitu viskositas, densitas, dan nilai kalor.

##### 1. Pengujian Viskositas

**Tabel 4.1** Viskositas bahan bakar biodiesel B5

Nama Sampel	Viskositas (cSt)
BK1 (B5)	3,83
BK2 (B5)	3,6
BK3 (B5)	3,6
BK4 (B5)	3,51

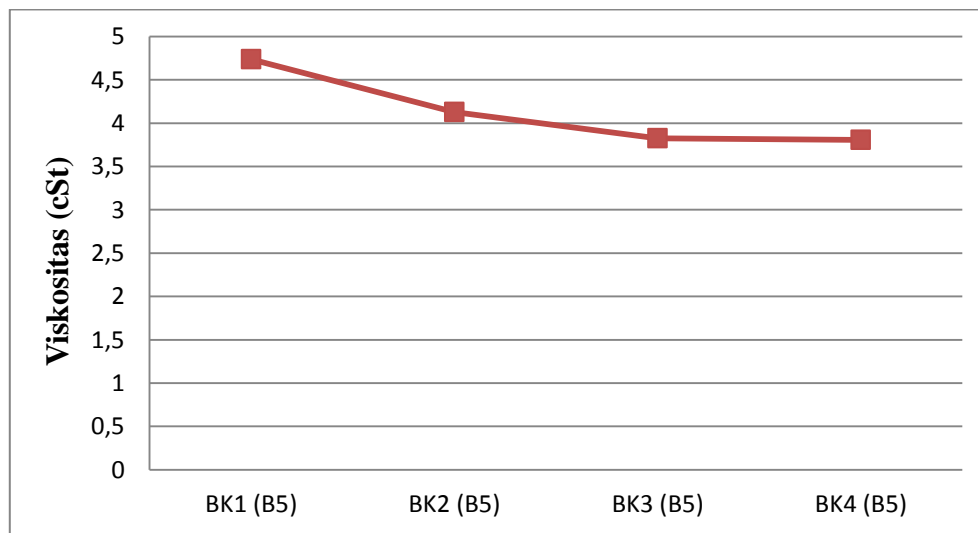


**Gambar 4.1** Viskositas bahan bakar BK1, BK2, BK3, dan BK4 (B5)

Pada gambar 4.1 menunjukkan bahwa hasil pengujian viskositas bahan bakar B5 semakin menurun. Untuk nilai viskositas BK1 B5 sebesar (3,8 cSt) BK2 B5 (3,6 cSt), BK3 B5 (3,6 cSt), dan BK4 B5 (3,51 cSt).

**Tabel 4.2** Viskositas bahan bakar biodiesel B10

Nama Sampel	Viskositas (cSt)
BK1 (B5)	4,74
BK2 (B5)	4,13
BK3 (B5)	3,83
BK4 (B5)	3,81

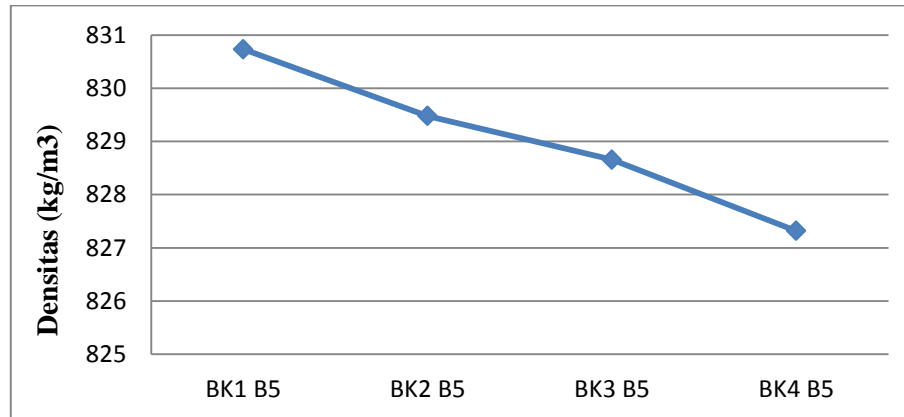
**Gambar 4.2** Viskositas bahan bakar BK1, BK2, BK3, dan BK4 (B10)

Pada gambar 4.2 menunjukkan bahwa hasil pengujian viskositas bahan bakar B10 semakin menurun. Untuk nilai viskositas BK1 B10 sebesar (4,74 cSt), BK2 B10 (4,13 cSt), BK3 B10 (3,83 cSt), dan BK4 B10 (3,81 cSt).

## 2. Pengujian Densitas

**Tabel 4.3** Densitas bahan bakar biodiesel (B5)

Nama Sampel	Densitas (kg/m <sup>3</sup> )
BK1 B5	830,731
BK2 B5	829,476
BK3 B5	828,658
BK4 B5	827,320

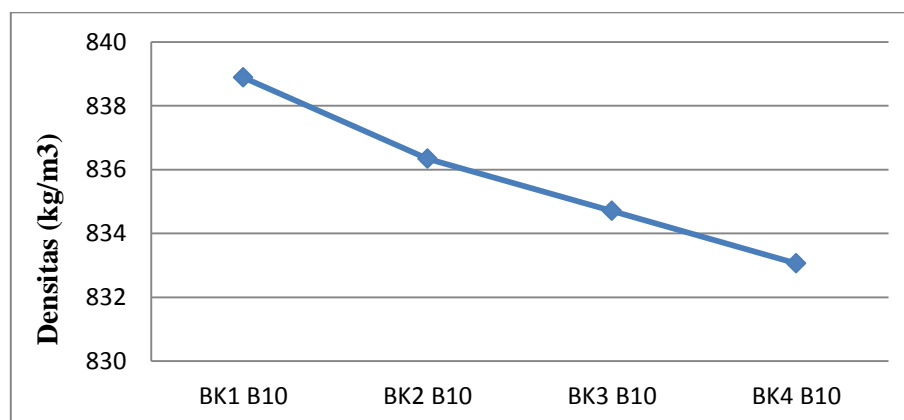


**Gambar 4.3** Densitas bahan bakar BK1, BK2, BK3, dan BK4 (B5)

Pada gambar 4.3 menunjukkan bahwa hasil pengujian viskositas bahan bakar B5 semakin menurun. Untuk nilai viskositas BK1 B5 sebesar (830,731 kg/m<sup>3</sup>), BK2 B5 (829,476 kg/m<sup>3</sup>), BK3 B5 (828,658 kg/m<sup>3</sup>), dan BK4 B5 (827,320 kg/m<sup>3</sup>).

**Tabel 4.4** Densitas bahan bakar biodiesel (B10)

Nama Sampel	Densitas (kg/m <sup>3</sup> )
BK1 B10	838,887
BK2 B10	836,341
BK3 B10	834,708
BK4 B10	833,062



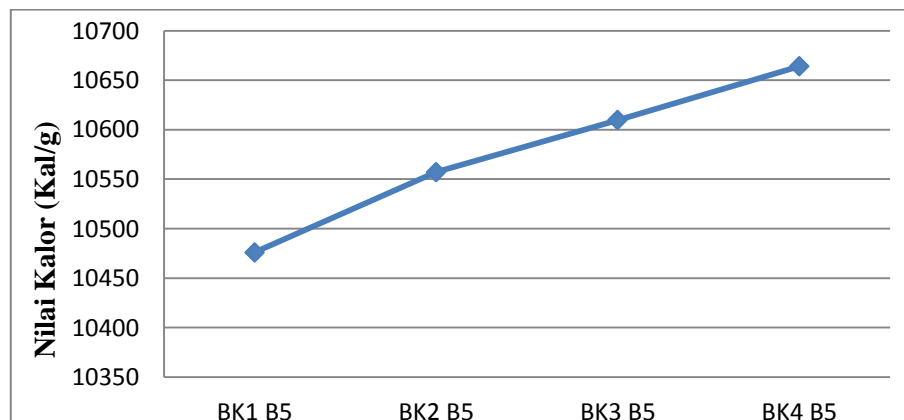
**Gambar 4.4** Densitas bahan bakar BK1, BK2, BK3, dan BK4 (B10)

Pada gambar 4.4 menunjukkan bahwa hasil pengujian viskositas bahan bakar B5 semakin menurun. Untuk nilai viskositas BK1 B10 sebesar ( $838,887 \text{ kg/m}^3$ ), BK2 B10 ( $836,341 \text{ kg/m}^3$ ), BK3 B10 ( $834,708 \text{ kg/m}^3$ ), dan BK4 B10 ( $833,062 \text{ kg/m}^3$ ).

### 3. Nilai kalor

**Tabel 4.5** Nilai kalor bahan bakar biodiesel (B5)

Nama Sampel	Nilai Kalor (Kal/g)
BK1 B5	10475,97
BK2 B5	10557,24
BK3 B5	10609,73
BK4 B5	10664,12

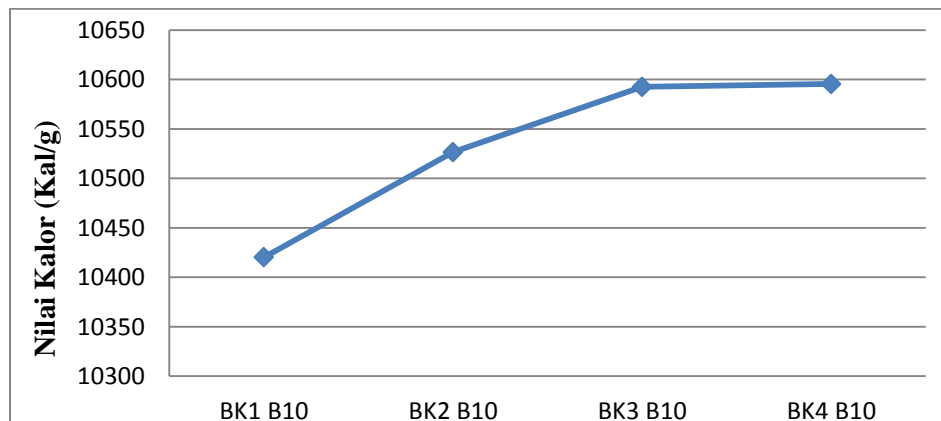


**Gambar 4.5** Nilai kalor bahan bakar BK1, BK2, BK3, dan BK4 (B5)

Pada gambar 4.5 menunjukkan bahwa hasil pengujian viskositas bahan bakar B5 semakin naik. Untuk nilai viskositas BK1 B5 sebesar (10475,97 Kal/g), BK2 B5 (10557,24 Kal/g), BK3 B5 (10609,73 Kal/g), dan BK4 B5 (10664,12 Kal/g).

**Tabel 4.6** Nilai kalor bahan bakar biodiesel (B10)

Nama Sampel	Nilai Kalor (Kal/g)
BK1 B10	10420,35
BK2 B10	10526,61
BK3 B10	10592,62
BK4 B10	10595,46

**Gambar 4.6** Nilai kalor bahan bakar BK1, BK2, BK3, dan BK4 (B10)

Pada gambar 4.6 menunjukkan bahwa hasil pengujian viskositas bahan bakar B5 semakin naik. Untuk nilai viskositas BK1 B10 sebesar (10420,35 Kal/g), BK2 B10 (10526,61 Kal/g), BK3 B10 (10592,62 Kal/g), dan BK4 B10 (10595,46 Kal/g).

## 4.2 Hasil Pengujian Karakteristik Injeksi

Pada pengujian bahan bakar yang digunakan yaitu solar, BK1, BK2, BK3 dan BK4 (B5 dan B10). Alat yang digunakan adalah alat uji semprotan bahan bakar dengan nosel mesin diesel yang sama. Pengambilan data dilakukan dengan cara merekam video menggunakan kamera kemudian format video dirubah menjadi format gambar.

Sifat fisik bahan bakar berupa viskositas dan densitas berpengaruh terhadap karakteristik injeksi dari bahan bakar tersebut. Bahan bakar yang nilai viskositas tinggi akan menghasilkan semprotan dengan sudut yang kecil,

sedangkan bahan bakar yang memiliki viskositas rendah akan menghasilkan sudut semprotan yang lebih lebar. Secara teoritis, panjang semprotan ini juga dapat diketahui dengan menggunakan persamaan sebagai berikut (Borman, 1998) :

$$\frac{L}{L_b} = 0,0349 \times \left(\frac{\rho_a}{\rho_f}\right)^{1/2} \times \left(\frac{t}{d_o}\right) \times \left(\frac{\Delta P}{\rho_f}\right)^{1/2}$$

Dimana  $L_b$  dapat dicari menggunakan rumus sebagai berikut (Borman, 1998):

$$L_b = 15,8 \times d_o \times \sqrt{\frac{\rho_f}{\rho_a}}$$

Keterangan :

- $L$  : Panjang semprotan (mm)
- $\rho_f$  : Densitas bahan bakar ( $\text{kg/m}^3$ )
- $\rho_a$  : Densitas udara ( $\text{kg/m}^3$ )
- $\Delta P$  : Tekanan injeksi (Pa)
- $d_o$  : Diameter lubang nosel (mm)

Sedangkan untuk mencari sudut semprotan dapat dicari menggunakan persamaan sebagai berikut (Borman, 1998) :

$$\theta = 0,05 \times \left(\frac{\Delta P \times (d_o)^2}{\rho_f \times (V_f)^2}\right)^{1/4}$$

Keterangan :

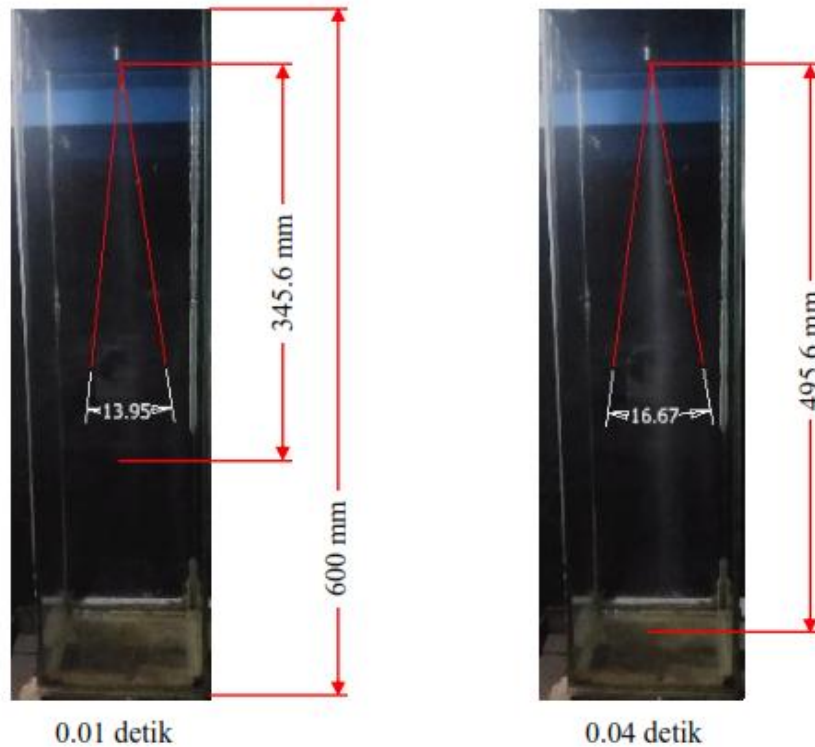
- $\theta$  : Sudut semprotan ( $^\circ$ )
- $\Delta P$  : Tekanan injeksi (Pa)
- $d_o$  : Diameter lubang nosel (mm)
- $\rho_f$  : Densitas bahan bakar ( $\text{kg/m}^3$ )
- $V_f$  : Viskositas kinematic bahan bakar ( $\text{m}^2/\text{s}$ )

Berikut ini hasil pengujian karakteristik injeksi mesin diesel ketika menggunakan bahan bakar solar, BK1, BK2, BK3 dan BK4 (B5 dan B10).

#### 4.2.1. Hasil uji semprotan dengan tekanan 1 atm

##### 1. Hasil uji injeksi/semprotan bahan bakar solar murni

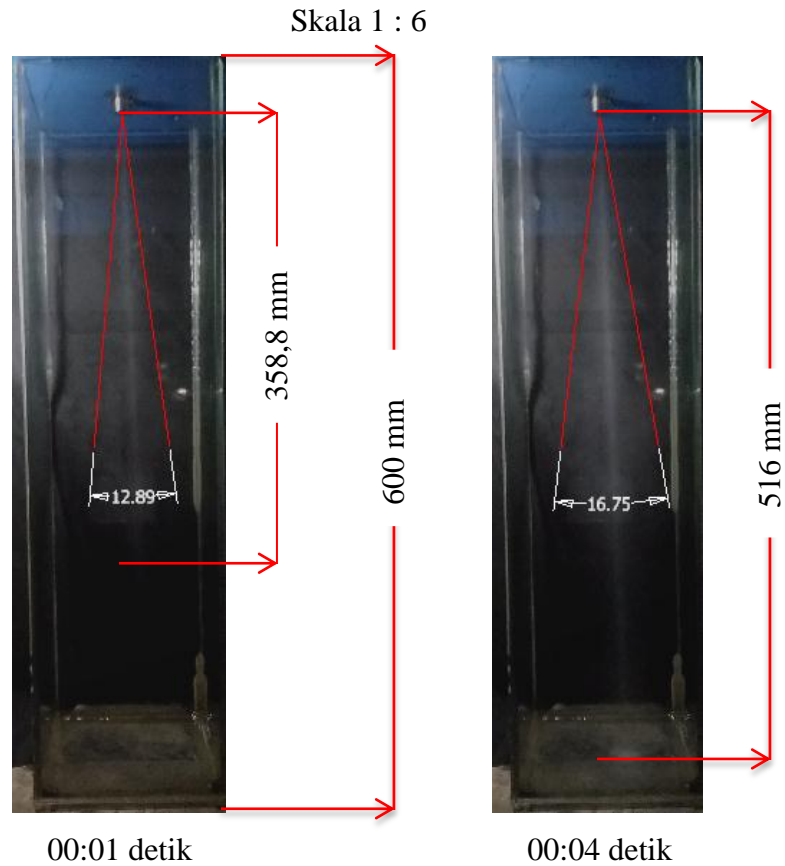
Skala 1 : 6



**Gambar 4.7** Semprotan bahan bakar solar murni

Dari gambar di atas menunjukkan bahwa semprotan dengan menggunakan bahan bakar Solar pada detik 00.01 panjang semprotan kabut yaitu (345,6 mm) dan besar sudut sebesar (13,95 °C).

## 2. Hasil uji semprotan bahan bakar BK1 B5

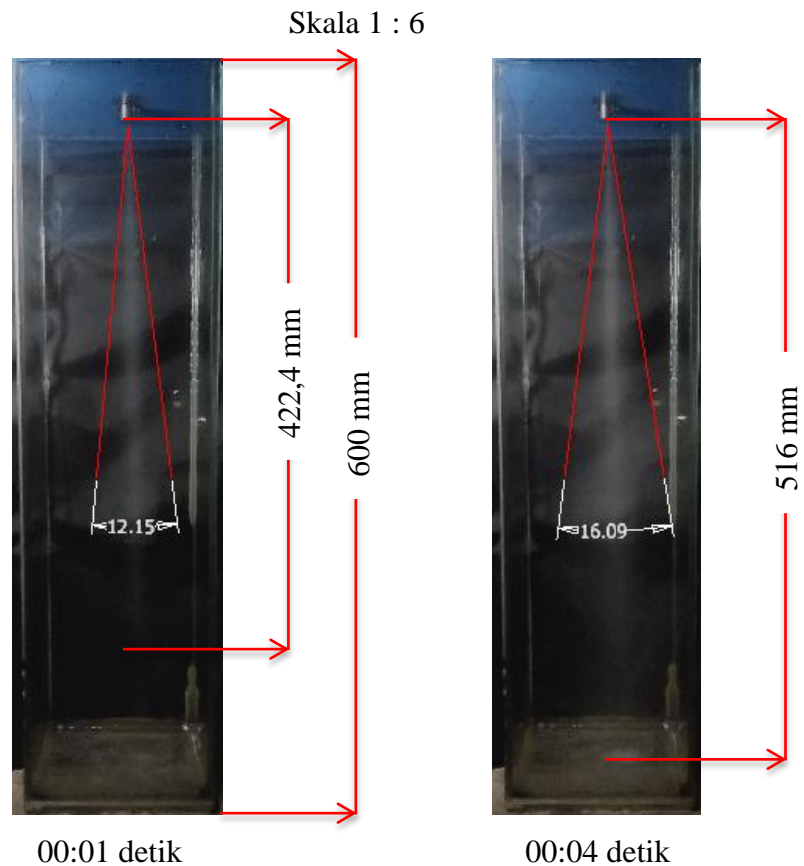


**Gambar 4.8** Semprotan bahan bakar BK1 B5

Dari gambar di atas menunjukkan bahwa semprotan dengan menggunakan bahan bakar BK1 B5 pada detik 00.01 panjang semprotan kabut yaitu (358,8 mm) dan besar sudut sebesar (12,89 °C).



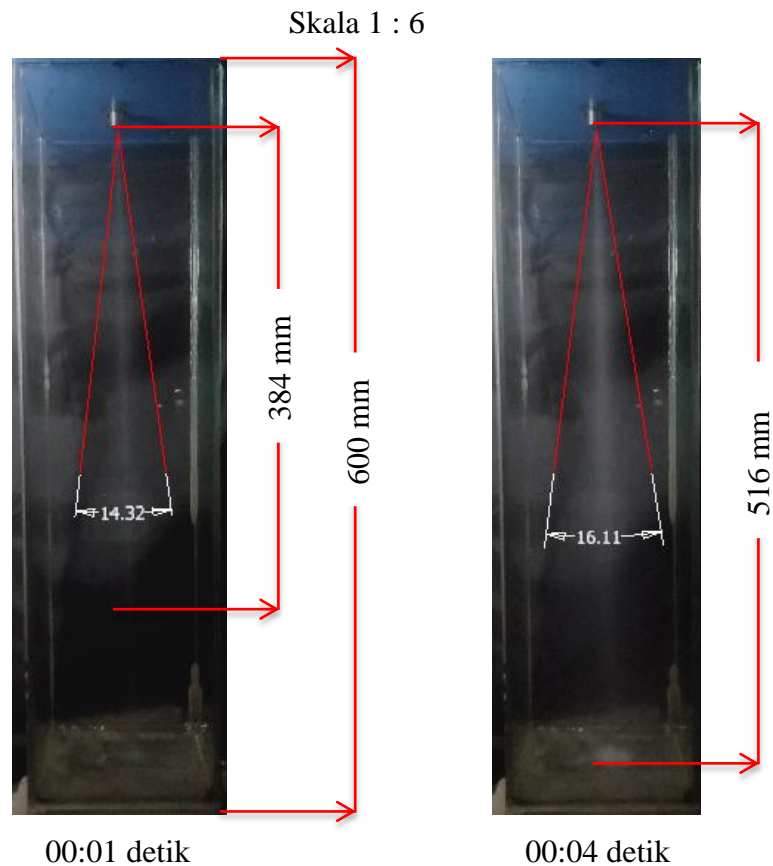
### 3. Hasil uji semprotan bahan bakar BK2 B5



**Gambar 4.9** Semprotan bahan bakar BK2 B5

Dari gambar di atas menunjukkan bahwa semprotan dengan menggunakan bahan bakar BK2 B5 pada detik 00.01 panjang semprotan kabut yaitu (422,4 mm) dan besar sudut sebesar (12,15 °C).

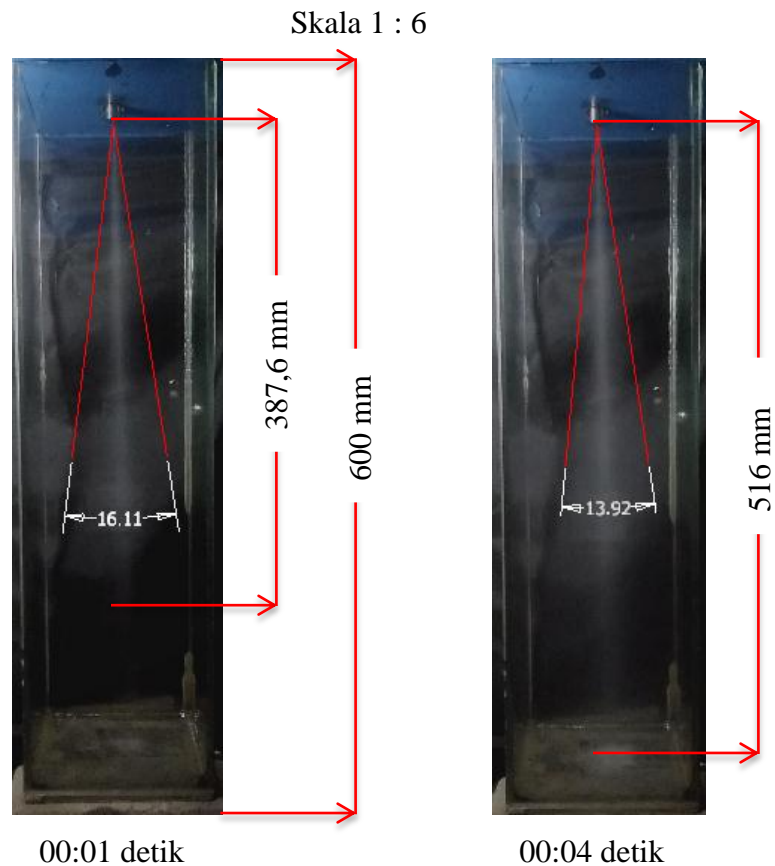
## 4. Hasil uji semprotan bahan bakar BK3 B5



**Gambar 4.10** Semprotan bahan bakar BK3 B5

Dari gambar di atas menunjukkan bahwa semprotan dengan menggunakan bahan bakar BK3 B5 pada detik 00.01 panjang semprotan kabut yaitu (384 mm) dan besar sudut sebesar (14,32 °C).

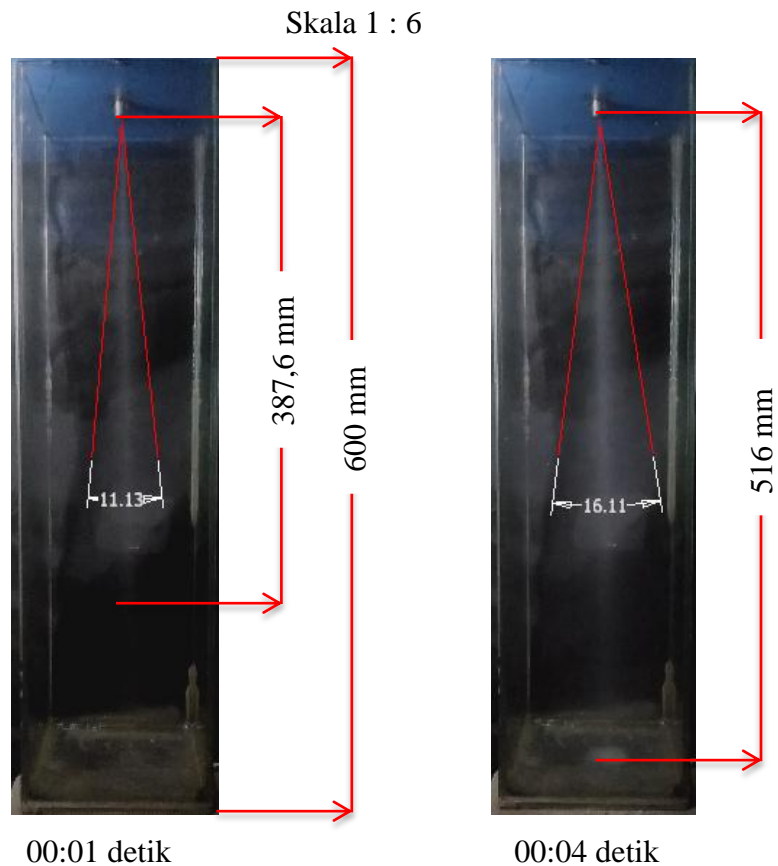
## 5. Hasil uji semprotan bahan bakar BK4 B5



**Gambar 4.11** Semprotan bahan bakar BK4 B5

Dari gambar di atas menunjukkan bahwa semprotan dengan menggunakan bahan bakar BK4 B5 pada detik 00.01 panjang semprotan kabut yaitu (387,6 mm) dan besar sudut sebesar (16,11 °C).

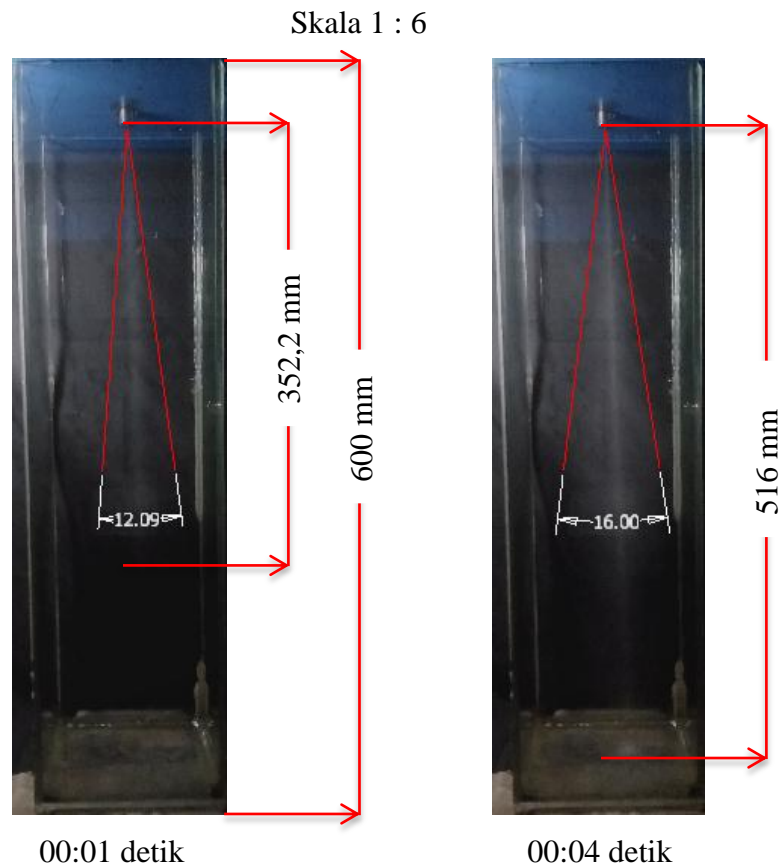
## 6. Hasil uji semprotan bahan bakar BK1 B10



**Gambar 4.12** Semprotan bahan bakar BK1 B10

Dari gambar di atas menunjukkan bahwa semprotan dengan menggunakan bahan bakar BK1 B10 pada detik 00.01 panjang semprotan kabut yaitu (387,6 mm) dan besar sudut sebesar (11,13 °C).

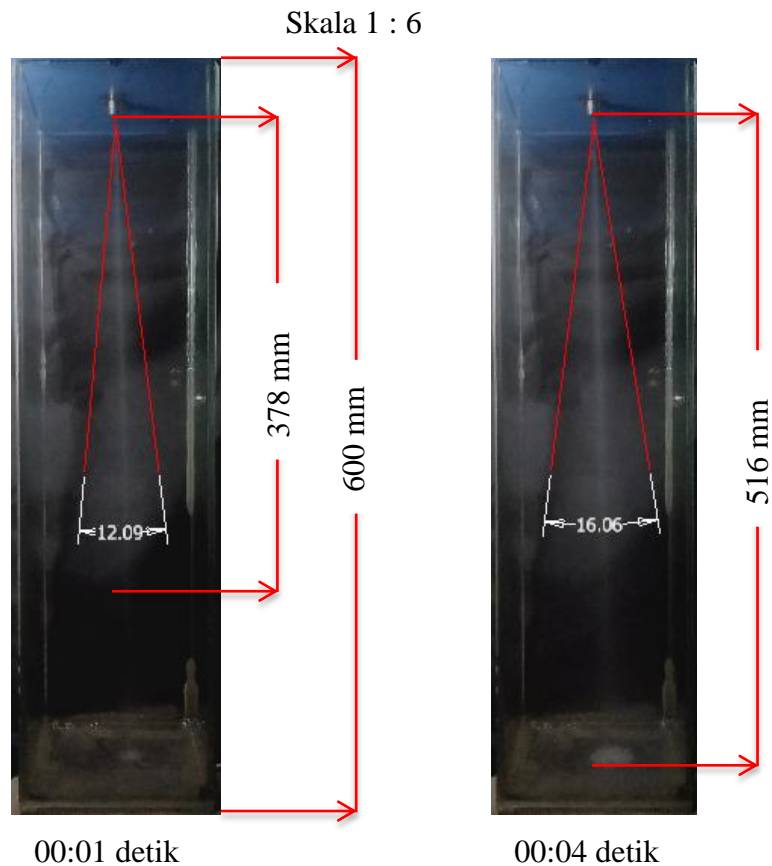
## 7. Hasil uji semprotan bahan bakar BK2 B10



**Gambar 4.13** Semprotan bahan bakar BK2 B10

Dari gambar di atas menunjukkan bahwa semprotan dengan menggunakan bahan bakar BK2 B10 pada detik 00.01 panjang semprotan kabut yaitu (352,2 mm) dan besar sudut sebesar (12,09 °C).

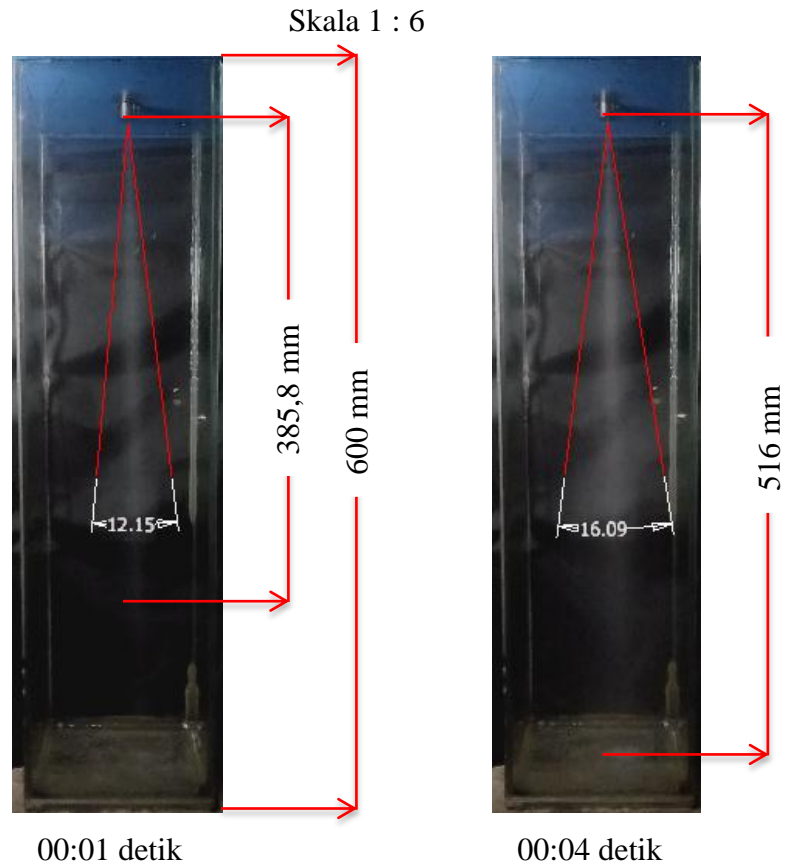
## 8. Hasil uji semprotan bahan bakar BK3 B10



**Gambar 4.14** Semprotan bahan bakar BK3 B10

Dari gambar di atas menunjukkan bahwa semprotan dengan menggunakan bahan bakar BK3 B10 pada detik 00.01 panjang semprotan kabut yaitu (378 mm) dan besar sudut sebesar (12,09 °C).

### 9. Hasil uji semprotan bahan bakar BK4 B10



**Gambar 4.15** Semprotan bahan bakar BK4 B10

Dari gambar di atas menunjukkan bahwa semprotan dengan menggunakan bahan bakar BK4 B10 pada detik 00.01 panjang semprotan kabut yaitu (385 mm) dan besar sudut sebesar (12,15 °C).

Secara keseluruhan dapat disimpulkan bahwa bahan bakar dengan nilai viskositas yang paling tinggi akan menghasilkan sudut semprotan kecil sedangkan bahan bakar yang nilai viskositasnya rendah akan menghasilkan sudut semprotan yang lebih lebar. Hal ini disebabkan bahwa semakin tinggi viskositas bahan bakar maka akan semakin sulit untuk dikabutkan sehingga saat bahan bakar disemprotkan atau saat proses penginjeksian, bahan bakar tidak akan membentuk kabutan akan tetapi tetesan dan menyebabkan sudut

semprotan semakin kecil. Semakin panjang atau semakin pendek semprotan bahan bakar dipengaruhi oleh nilai densitas bahan bakar. Nilai densitas tinggi berarti kuantitas konsentrasi zat yang dimilikinya tinggi sehingga akan memiliki kerapatan yang tinggi.

### 4.3 Hasil Pengujian Kinerja Mesin Diesel

Pada pengujian ini menggunakan mesin diesel jiangdong satu silinder dengan putaran maksimal 2600 rpm. Untuk mengetahui kinerja mesin diesel dilakukan dengan pembebanan terhadap mesin diesel (alternator) menggunakan 5 beban lampu yang masing-masing lampu memiliki daya sebesar 500 watt dan bukaan throttle yang digunakan 100% atau throttle terbuka penuh.

Berikut ini adalah hasil pengujian dan penelitian yang dimulai dari pengambilan dan pengumpulan data dengan bahan bakar solar dan biodiesel dengan variasi yaitu BK1 (Biodiesel kedelai T = 55 °C, t = 30 menit) , BK2 (Biodiesel kedelai T = 55 °C, t = 60 menit), BK3 (Biodiesel kedelai T = 55 °C, t = 90 menit), dan BK4 (Biodiesel kedelai T = 55 °C, t = 120 menit) (B5 dan B10). Data yang diambil meliputi spesifikasi obyek yang diteliti dari penelitian dan pengujian. Data dari hasil penelitian dan pengujian ini di analisis dan dilakukan perhitungan untuk mendapatkan variabel yang diinginkan kemudian dilakukan pembahasan dari hasil pengujian dan penelitian tersebut.

#### 4.2.2. Perhitungan Daya Listrik

$$P = V \times I$$

Dimana, P : Daya listrik (kW)                      I : Arus (ampere)

V : Tegangan (volt)

Misal :V : 224 volt

:I : 14,48

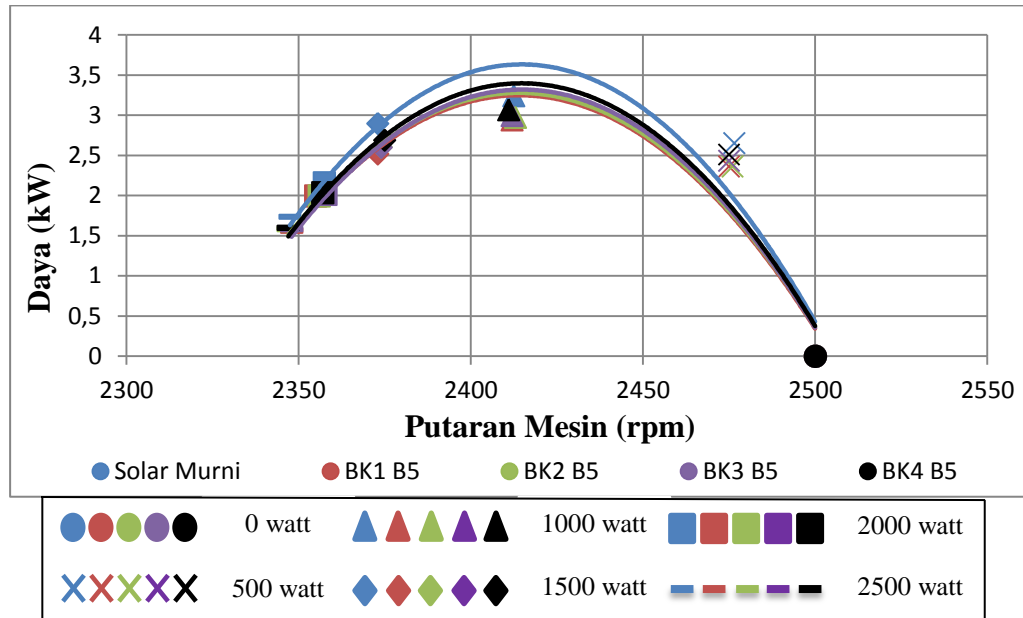
Maka :P = V x I

$$= 224 \times 14,48 = 3243 \text{ watt} = 3,243 \text{ kilowatt}$$



**Tabel 4.7** Hasil pengujian daya listrik yang dihasilkan mesin diesel dengan bahan bakar solar dan B5

Bukaan Throttle	Bahan Bakar	Beban Lampu (watt)	Putaran Mesin (rpm)	Daya (kW)
100%	Solar	0	2500	0
		500	2477	2,65
		1000	2413	3,24
		1500	2373	2,90
		2000	2358	2,16
		2500	2348	1,74
	BK1B5	0	2500	0
		500	2475	2,36
		1000	2412	2,94
		1500	2373	2,52
		2000	2355	1,99
		2500	2348	1,56
	BK2B5	0	2500	0
		500	2476	2,36
		1000	2413	2,97
		1500	2374	2,60
		2000	2356	1,99
		2500	2347	1,58
	BK3B5	0	2500	0
		500	2475	2,43
		1000	2412	3,00
		1500	2374	2,60
		2000	2358	2,02
		2500	2348	1,58
BK4B5	0	2500	0	
	500	2475	2,51	
	1000	2411	3,07	
	1500	2375	2,69	
	2000	2257	2,04	
	2500	2347	1,60	

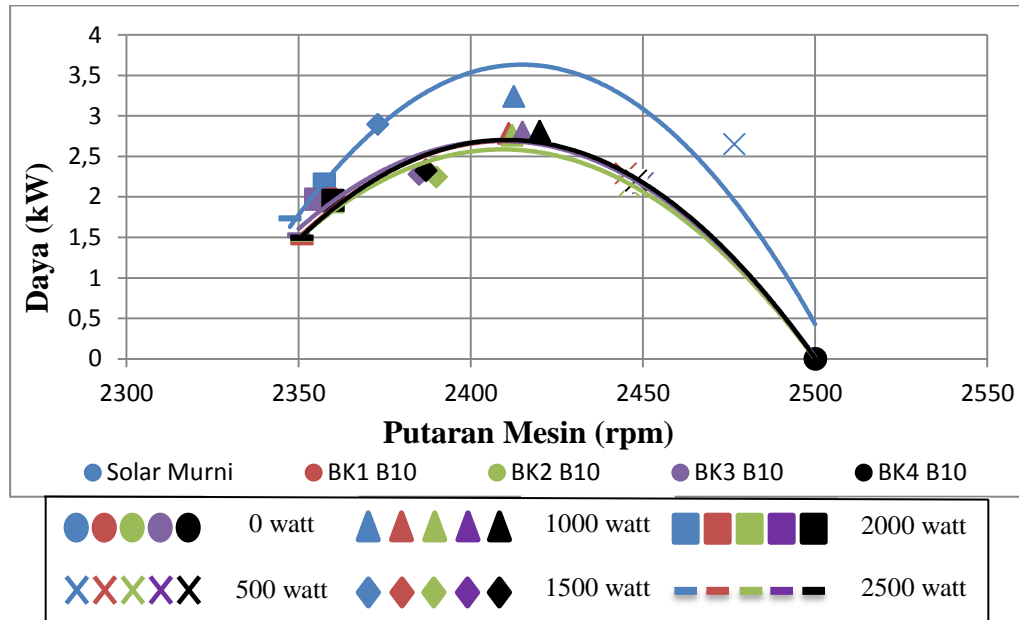


**Gambar 4.16** Perbandingan putaran mesin terhadap daya yang dihasilkan dengan variasi bahan bakar B5 pada putaran mesin maksimal

Dari gambar 4.1 atau grafik menunjukkan bahwa kelima bahan bakar ketika diberikan pembebanan lampu menghasilkan daya listrik cenderung sama, hal ini dikarenakan kelima bahan bakar memiliki spesifikasi hampir sama. Daya yang tertinggi pada pengujian tersebut yaitu sebesar 3,24 kW pada putaran mesin 2413 rpm. Nilai daya maksimum yang teramati dari operasi bahan bakar yaitu pada putaran mesin 2413 rpm.

**Tabel 4.8** Hasil pengujian daya listrik yang dihasilkan mesin diesel dengan bahan bakar solar mirni dan B10

Bukaan Throttle	Bahan Bakar	Beban Lampu (watt)	Putaran Mesin (rpm)	Daya (kW)
100%	Solar	0	2500	0
		500	2477	2,65
		1000	2413	3,24
		1500	2373	2,90
		2000	2358	2,16
		2500	2348	1,74
	BK1B10	0	2500	0
		500	2445	2,29
		1000	2411	2,79
		1500	2387	2,34
		2000	2358	1,97
		2500	2351	1,44
	BK2B10	0	2500	0
		500	2446	2,13
		1000	2412	2,76
		1500	2390	2,25
		2000	2360	1,94
		2500	2351	1,48
	BK3B10	0	2500	0
		500	2450	2,17
		1000	2415	2,81
		1500	2385	2,28
		2000	2355	1,97
		2500	2350	1,53
BK4B10	0	2500	0	
	500	2448	2,20	
	1000	2420	2,82	
	1500	2387	2,33	
	2000	2360	1,96	
	2500	2351	1,50	



**Gambar 4.17** Perbandingan putaran mesin terhadap daya yang dihasilkan dengan variasi bahan bakar B10 pada putaran mesin maksimal

Dari gambar 4.2. di atas menunjukkan bahwa ketika mesin diesel diberikan beban lampu dari 0 sampai 2500 watt daya listrik yang dihasilkan dengan menggunakan bahan bakar solar jauh lebih tinggi dibandingkan dengan bahan bakar BK1, BK2, BK3 dan BK4 (B10). Hal ini dikarenakan spesifikasi bahan bakar ada perbedaan antara solar dengan BK1, BK2, BK3 dan BK4 (B10). Daya listrik yang dihasilkan dengan menggunakan kelima bahan bakar yang paling rendah berada ketika pada pembebanan 2500 watt yaitu untuk solar sebesar (1,74 kW), BK1 B10 (1,50 kW), BK2 B10 (1,53 kW), BK3 B10 (1,48 kW) dan BK4 B10 (1,44 kW) sedangkan daya listrik paling tinggi rata rata pada pembebanan 1000 watt yaitu solar (3,24 kW), BK1 B10 (2,82 kW), BK2 B10 (2,81 kW), BK3 B10 (2,76 kW) dan BK4 B10 (2,79 kW). Pada penelitian ini hasil yang didapatkan sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh (Banu Soguzu, 2016) bahwa daya listrik yang dihasilkan antara solar murni dengan biodiesel dari kedelai lebih tinggi solar murni sedangkan untuk biodiesel B5 dan B10 lebih rendah.

#### 4.4 Hasil Pengujian Konsumsi Bahan Bakar Spesifik

Pada pengujian ini menggunakan alat mesin diesel JIANGDONG satu silinder dengan kondisi mesin standar tanpa ada perubahan pada komponen mesin. Kemudian bahan bakar yang digunakan yaitu solar, BK1, BK2, BK3 dan BK4 (B5 dan B10) dengan bukaan throttle 100% artinya throttle terbuka penuh. Untuk mengetahui konsumsi bahan bakar, pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini menghitung waktu konsumsi dari 10 ml bahan bakar dengan menggunakan tangki mini dan buret.

##### 4.2.3. Perhitungan Konsumsi Bahan Bakar Spesifik

$$SFC = \frac{mf}{P}$$

$$mf = \frac{V_{\text{bahan bakar}} \times \rho_{\text{bahan bakar}}}{t} \times \frac{3600}{1000}$$

$$\text{Misal : } V = 10 \text{ ml} \quad P = 2,5 \text{ kW}$$

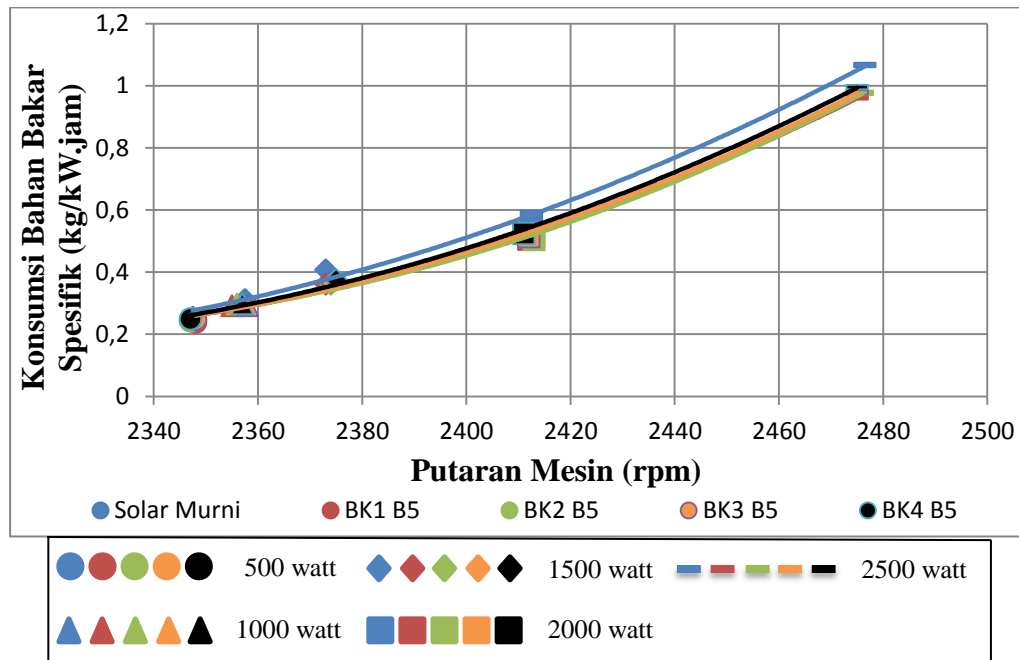
$$t = 45 \text{ detik} \quad \rho_{\text{bahan bakar}} = 0,815 \text{ kg/l}$$

$$mf = \frac{10 \text{ ml} \times 0,815 \frac{\text{kg}}{\text{l}}}{45 \text{ detik}} \times \frac{3600}{1000} = 0,652 \frac{\text{kg}}{\text{jam}}$$

$$\text{maka : } SFC = \frac{0,652 \text{ kg/jam}}{2,5 \text{ kW}} = 0,261 \text{ kg/kW.jam}$$

**Tabel 4.9** Hasil pengujian konsumsi bahan bakar spesifik dengan bahan bakar solar murni dan B5

Bukaan Throttle	Bahan Bakar	Beban Lampu	Putaran Mesin (rpm)	Konsumsi Bahan Bakar Spesific (kg/kW.jam)
100%	Solar	500	2477	1,067
		1000	2413	0,564
		1500	2373	0,408
		2000	2358	0,312
		2500	2348	0,261
	BK1B5	500	2475	0,963
		1000	2412	0,506
		1500	2373	0,362
		2000	2355	0,293
		2500	2348	0,239
	BK2B5	500	2476	0,977
		1000	2413	0,505
		1500	2374	0,361
		2000	2356	0,298
		2500	2347	0,243
	BK3B5	500	2475	0,978
		1000	2412	0,515
		1500	2374	0,368
		2000	2358	0,293
		2500	2348	0,249
BK4B5	500	2475	0,996	
	1000	2411	0,524	
	1500	2375	0,376	
	2000	2257	0,299	
	2500	2347	0,249	



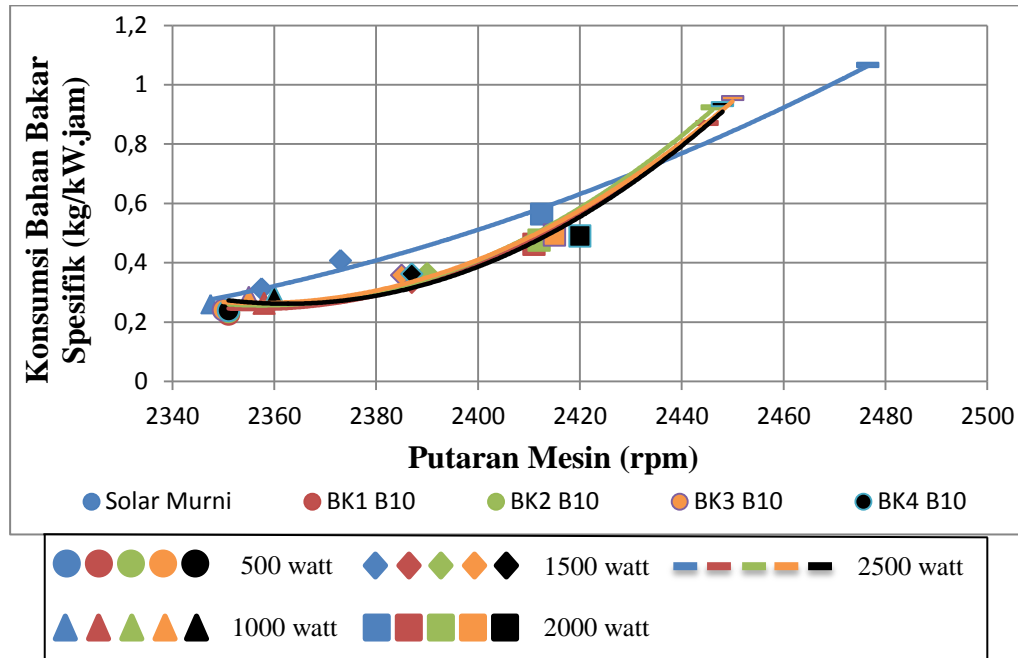
**Gambar 4.18** Perbandingan putaran mesin terhadap konsumsi bahan bakar dengan bukaan *throttle* 100% dan variasi pembebanan dengan bahan bakar solar murni dan B5

Dari gambar 4.3 di atas menunjukkan bahwa nilai konsumsi kelima bahan bakar minimum rata-rata hampir sama yaitu untuk solar (0,261 kg/kW.jam), BK1 B5 (0,26 kg/kW.jam), BK2 B5 (0,254 kg/kW.jam), BK3 B5 (0,248 kg/kW.jam) dan Bk4 B5 (0,244 kg/kW.jam) sedangkan konsumsi bahan bakar maximum yaitu solar (1,151 kg/kW.jam), BK1 B5 (1,087 kg/kW.jam), BK2 B5 (1,047 kg/kW.jam), BK3 B5 (1,028 kg/kW.jam) dan BK4 B5 (1,012 kg/kW.jam). Konsumsi bahan bakar merupakan parameter yang sangat penting untuk kinerja mesin diesel.

**Tabel 4.10** Hasil pengujian konsumsi bahan bakar spesifik dengan bahan bakar solar murni dan B10

Bukaan Throttle	Bahan Bakar	Beban Lampu (watt)	Putaran Mesin (rpm)	Konsumsi Bahan Bakar Spesifik (kg/kW.jam)
100%	Solar	500	2477	1,067
		1000	2413	0,564
		1500	2373	0,408
		2000	2358	0,312
		2500	2348	0,261
	BK1B10	500	2445	0,871
		1000	2411	0,462
		1500	2387	0,334
		2000	2358	0,264
		2500	2351	0,227
	BK2B10	500	2446	0,924
		1000	2412	0,477
		1500	2390	0,364
		2000	2360	0,283
		2500	2351	0,235
	BK3B10	500	2450	0,955
		1000	2415	0,493
		1500	2385	0,358
		2000	2355	0,284
		2500	2350	0,241
BK4B10	500	2448	0,935	
	1000	2420	0,490	
	1500	2387	0,363	
	2000	2360	0,288	
	2500	2351	0,239	





**Gambar 4.19** Perbandingan putaran mesin terhadap konsumsi bahan bakar dengan bukaan *throttle* 100% dan variasi pembebanan dengan bahan bakar solar murni dan B10

Dari gambar 4.4. di atas menunjukkan bahwa solar murni memiliki konsumsi bahan bakar yang paling tinggi dari bahan bakar lain di seluruh pembebanan. Semakin tinggi angka konsumsi bahan bakar spesifik (SFC) suatu bahan bakar berarti menunjukkan bahwa bahan bakar tersebut semakin boros, sedangkan jika konsumsi bahan bakar spesifik (SFC) lebih rendah maka semakin hemat. Secara keseluruhan minyak solar lebih boros dan bahan bakar BK1 B10 merupakan yang paling hemat pemakaian bahan bakaarnya sebesar 0,227 (kg/kW.jam) pada beban maksimal. Untuk penelitian yang dilakukan diatas hasilnya biodiesel lebih rendah konsumsinya dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan Banu Soguzu. Hal ini disebabkan pembuatan biodiesel murni yang berbeda variasinya sehingga sifat fisik yang dihasilkan berbeda dan berpengaruh terhadap performa mesin diesel.