

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Pengujian Kinerja Mesin Diesel

Hasil penelitian dan pembahasan 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 dan perhitungan untuk mendapatkan variable yang diinginkan dan dilanjutkan dengan pembahasan. Berikut ini merupakan proses pengumpulan data, perhitungan, dan pembahasan. Pengujian kinerja mesin diesel dilakukan untuk mengetahui perbandingan performa yang dihasilkan mesin dengan menggunakan bahan bakar biosolar dan pertamina dex.

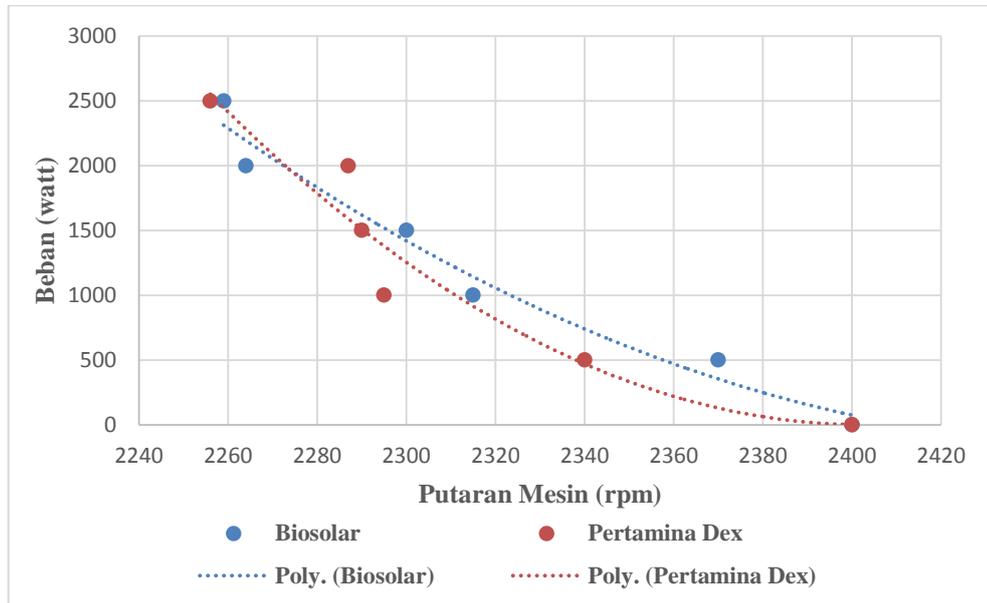
4.1.1. Pengaruh Jenis Bahan Bakar Terhadap Kinerja Mesin Diesel

Pada pengujian ini menggunakan mesin diesel jiangdong satu silinder dengan putaran maksimal sebesar 2600 rpm. Bahan bakar yang digunakan adalah biosolar dan pertamina dex. Untuk mengetahui kinerja mesin dilakukan pembebanan terhadap mesin diesel (alternator) menggunakan 5 lampu yang masing-masing lampu memiliki daya sebesar 500 watt, kemudian lampu tersebut dinyalakan satu per satu hingga kelima lampu tersebut menyala semuanya. Selain dengan pembebanan lampu, dalam pengujian kinerja mesin diesel ini juga melakukan variasi bukaan throttle yaitu dari 50%, 75% dan 100% (throttle terbuka penuh).

Berikut ini merupakan tabel data pengujian kinerja mesin diesel menggunakan bahan bakar biosolar dan pertamina dex dengan variasi bukaan throttle 50%, 75% dan 100% (throttler terbuka penuh) :

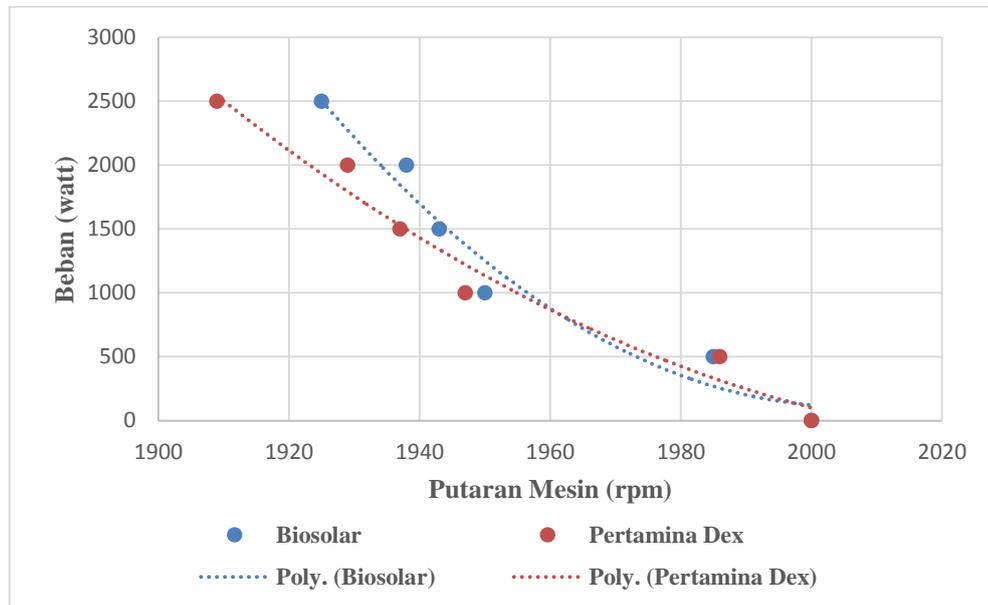
Tabel 4.1. Pembebanan lampu terhadap Putaran mesin ketika menggunakan Biosolar dan Pertamina Dex.

Bukaan Throttle	Beban Lampu (watt)	Putaran Mesin (rpm)	
		Biosolar	Pertamina Dex
100%	0	2400	2400
	500	2370	2340
	1000	2315	2295
	1500	2300	2290
	2000	2264	2287
	2500	2259	2256
75%	0	2000	2000
	500	1985	1986
	1000	1950	1947
	1500	1943	1937
	2000	1938	1929
	2500	1925	1909
50%	0	1800	1800
	500	1775	1785
	1000	1740	1756
	1500	1725	1736
	2000	1738	1735
	2500	1745	1721



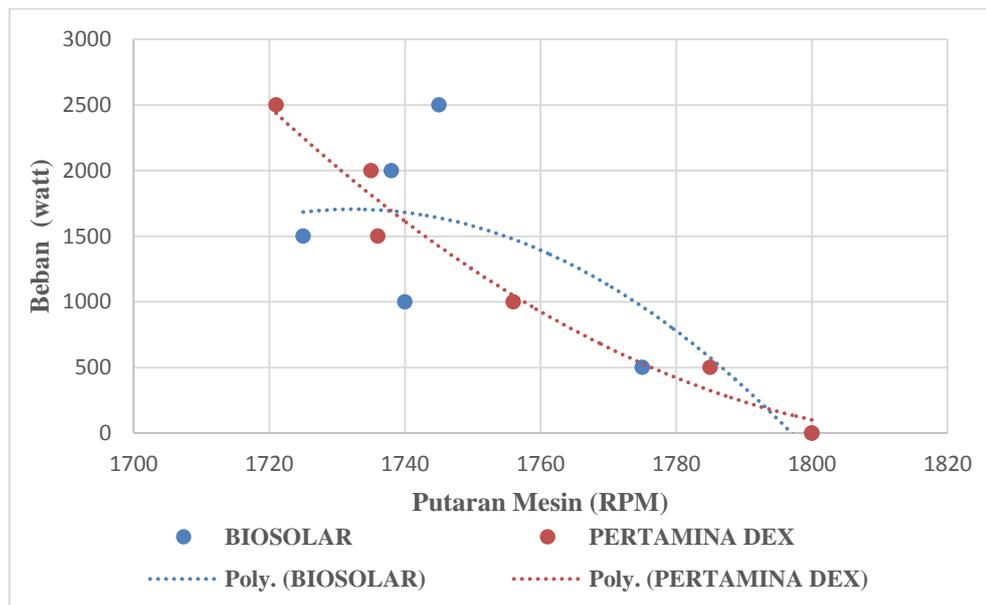
Gambar 4.1. Grafik perbandingan putaran mesin terhadap beban lampu dengan variasi bukaan throttle 100%

Dari grafik perbandingan putaran mesin dengan variasi bukaan throttle 100% menunjukkan bahwa pada pembebanan 0 sampai 1500 watt, putaran mesin diesel menggunakan bahan bakar pertamina dex lebih rendah dibandingkan dengan bahan bakar biosolar. Pada pembebanan 2000 watt, putaran mesin menggunakan bahan bakar biosolar lebih rendah daripada pertamina dex yaitu biosolar (2264 rpm) dan pertamina dex (2287 rpm). Putaran mesin menggunakan bahan bakar biosolar lebih tinggi dibandingkan ketika menggunakan bahan bakar pertamina dex. Pada bukaan throttle 100% ini terjadi kerja maksimal atau puncak pada mesin diesel tersebut, semakin tinggi pembebanan pada mesin diesel maka semakin rendah putaran mesin diesel tersebut.



Gambar 4.2 Grafik perbandingan putaran mesin terhadap beban lampu dengan variasi bukaan throttle 75%

Pada grafik perbandingan putaran mesin dengan variasi bukaan throttle 75% diatas menunjukkan bahwa bahan bakar biosolar dan Pertamina Dex memiliki kesamaan putaran mesin pada pembebanan 500 watt. Pada pembebanan 1000 sampai 2500 watt bahan bakar Pertamina Dex cenderung memiliki putaran mesin yang lebih rendah dibandingkan dengan bahan bakar biosolar yang memiliki putaran mesin yang relatif tinggi. Sedangkan putaran mesin terendah kedua bahan bakar terjadi pada pembebanan 2500 watt adalah biosolar (1925 rpm) dan Pertamina Dex (1909), pada putaran mesin tersebut Pertamina Dex memiliki putaran mesin yang lebih rendah dibandingkan dengan biosolar.



Gambar 4.3. Grafik perbandingan putaran mesin terhadap beban lampu dengan variasi bukaan throttle 50%

Dari grafik diatas, perbandingan putaran mesin menggunakan bahan bakar biosolar dan pertamina dex pada bukaan throttle 50% menunjukkan bahwa bahan bakar pertamina dex memiliki penurunan putaran mesin yang konstan sesuai dengan beban, apabila mesin diesel diberikan pembebanan yang besar maka putaran mesin diesel tersebut akan semakin turun karena kerja mesin diesel yang maksimal ketika mendapatkan beban yang besar. Sedangkan putaran mesin dengan menggunakan bahan bakar biosolar cenderung naik turun dan tidak sesuai dengan pembebanan. Pada beban 2000 watt putaran mesin diesel menggunakan bahan bakar biosolar dan pertamina dex memiliki putaran mesin yang hampir sama yaitu biosolar (1738 rpm) dan pertamina dex (1735 rpm). Dari grafik diatas pada pembebanan 2500 watt, putaran mesin diesel menggunakan bahan bakar pertamina dex adalah 1721 rpm (putaran mesin terendah) sedangkan ketika menggunakan bahan bakar biosolar putaran mesin terendah ada pada pembebanan 1500 watt yaitu 1725 rpm (lebih tinggi dari putaran mesin terendah pertamina dex).

4.1.2. Data Hasil Pengujian Konsumsi Bahan Bakar Mesin Diesel

Pengujian ini menggunakan mesin diesel jiangdong satu silinder dengan kondisi mesin standar tanpa perubahan pada bagian mesin serta menggunakan bahan bakar biosolar dan pertamina dex dengan variasi bukaan throttle dari 50%, 75% dan 100% (throttle terbuka penuh). Pengujian ini dilakukan dengan menghitung waktu konsumsi bahan bakar per 10 ml bahan bakar dengan menggunakan tangka mini dan buret.

4.1.2.1. Perhitungan Konsumsi Bahan Bakar Spesifik

$$\text{SFC} = \frac{M_f}{P}$$

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

$$\text{Jika : } V = 10 \text{ ml} \quad P = 2,5 \text{ kw}$$

$$t = 51 \text{ detik} \quad \rho_{\text{bahan bakar}} = 0,815 \text{ kg/l}$$

$$M_f = = \frac{10 \text{ ml} \times 0,815 \text{ kg/l}}{51 \text{ detik}} \times \frac{3600}{1000} = 0,575 \text{ kg/jam}$$

Maka :

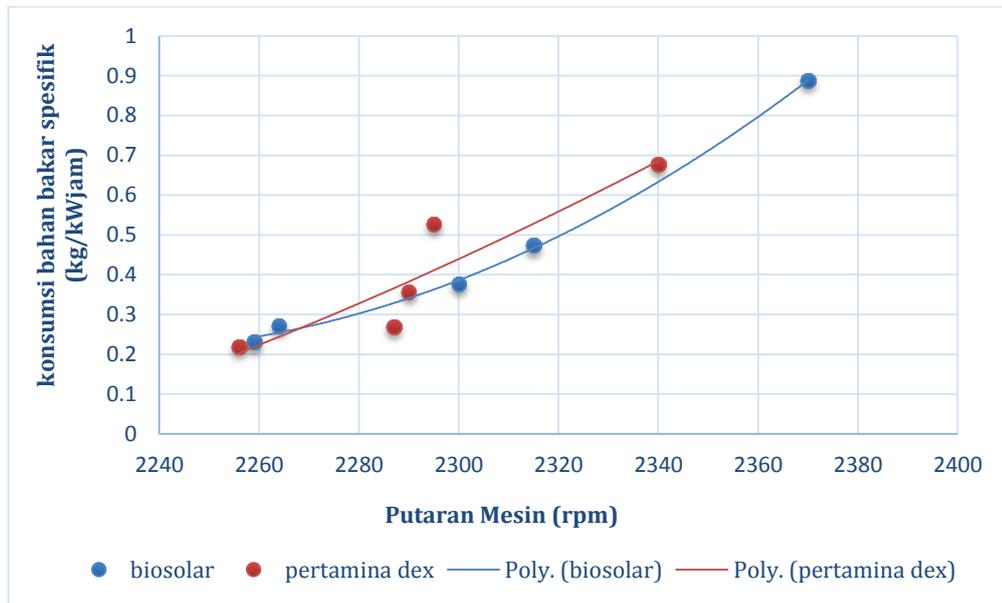
$$\text{SFC} = \frac{0,575 \text{ kg/jam}}{2,5 \text{ kw}} = 0,23 \text{ kg/kw.jam}$$

4.1.2.2. Hasil Pengaruh Jenis Bahan Bakar Terhadap Konsumsi Bahan Bakar

Pada pengujian ini digunakan bahan bakar biosolar dan Pertamina dex. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui perbedaan besar konsumsi bahan bakar dengan menggunakan kedua bahan bakar tersebut. Pengujian ini menggunakan tangki mini dengan buret karena untuk mempermudah perhitungan konsumsi bahan bakar tersebut.

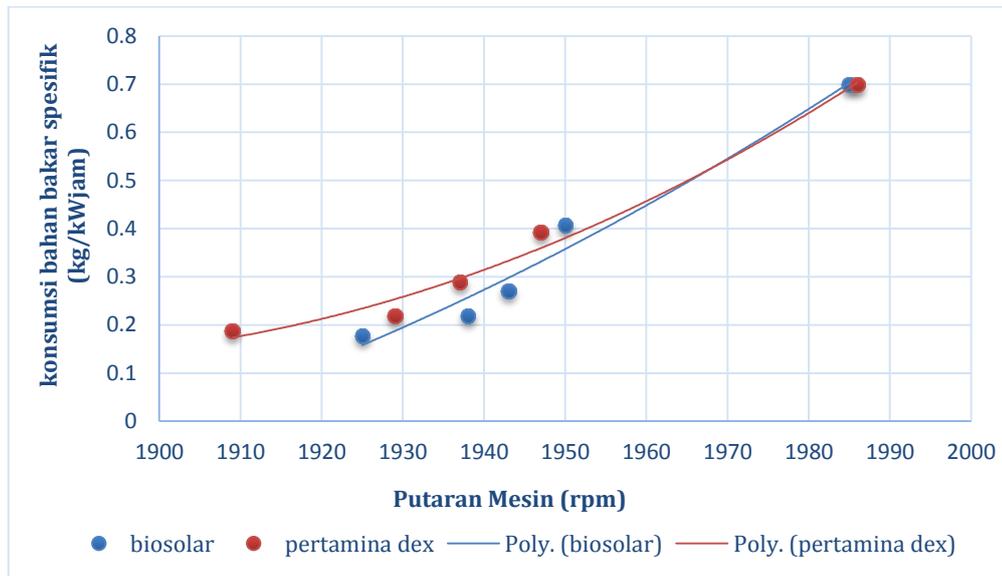
Tabel 4.2. Konsumsi bahan bakar mesin diesel

Bukaan Throttle	Putaran Mesin (rpm)		Konsumsi Bahan Bakar Spesifik (kg/kWjam)	
	Biosolar	Pertamina Dex	Biosolar	Pertamina Dex
100%	2370	2340	0.888	0.678
	2315	2295	0.473	0.527
	2300	2290	0.376	0.357
	2264	2287	0.271	0.268
	2259	2256	0.23	0.218
75%	1985	1986	0.698	0.698
	1950	1947	0.407	0.393
	1943	1937	0.271	0.289
	1938	1929	0.218	0.218
	1925	1909	0.177	0.187
50%	1775	1785	0.63	0.615
	1740	1756	0.345	0.331
	1725	1736	0.23	0.246
	1738	1735	0.177	0.177
	1745	1721	0.142	0.145



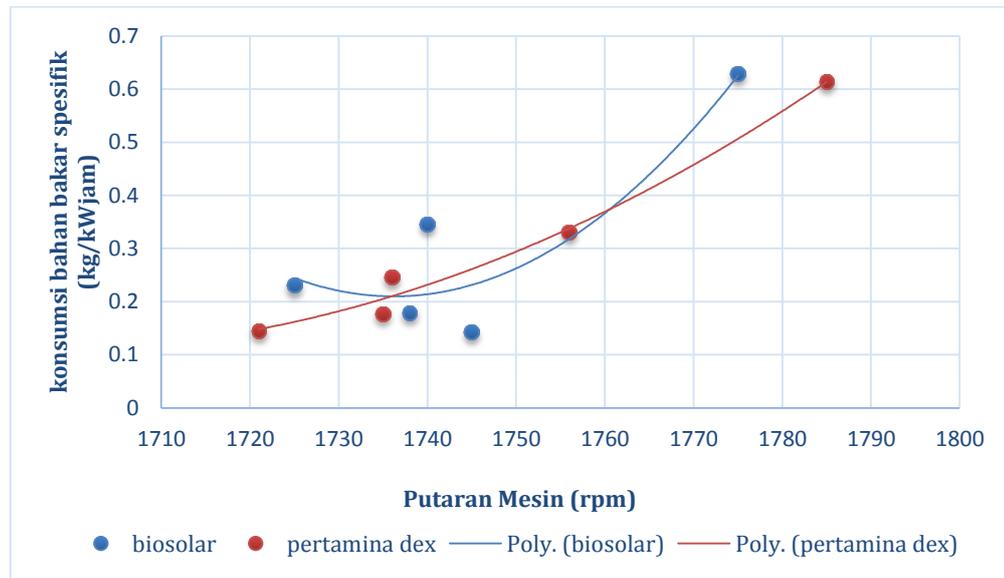
Gambar 4.4. Grafik perbandingan putaran mesin terhadap konsumsi bahan bakar spesifik dengan variasi bukaan throttle 100%

Dari grafik konsumsi bahan bakar spesifik di atas menunjukkan bahwa bahan bakar biosolar memiliki konsumsi bahan bakar spesifik paling tinggi sebanyak 0,888 kg/kWh pada putaran mesin 2370 rpm. Sedangkan bahan bakar Pertamina Dex memiliki konsumsi bahan bakar paling tinggi sebanyak 0,678 kg/kWh pada putaran mesin 2340 rpm. Pada variasi bukaan throttle 100 % ini bahan bakar biosolar lebih tinggi dibandingkan dengan bahan bakar Pertamina Dex.



Gambar 4.5. Grafik perbandingan putaran mesin terhadap konsumsi bahan bakar spesifik dengan variasi bukaan throttle 75%

Dari grafik di atas menunjukkan bahwa penggunaan bahan bakar biosolar memiliki konsumsi bahan bakar spesifik sebanyak 0.689 kg/kWh pada putaran mesin 1985 sama tingginya dengan penggunaan bahan bakar Pertamina Dex memiliki sebesar 0,689 kg/kWh pada putaran mesin 1986. Pada putaran 1910 sampai 1950 rpm konsumsi bahan bakar biosolar lebih tinggi dibandingkan dengan bahan bakar Pertamina Dex sedangkan pada putaran mesin 1985 rpm (biosolar) dan 1986 rpm (Pertamina Dex) terdapat kesamaan konsumsi bahan bakar spesifik yaitu sebanyak 0.689 kg/kWh. Pada variasi bukaan throttle 75 % ini bahan bakar biosolar lebih tinggi dibandingkan dengan Pertamina Dex.



Gambar 4.6. Grafik perbandingan putaran mesin terhadap konsumsi bahan bakar dengan variasi bukaan throttle 50%

Dari grafik di atas menunjukkan bahwa penggunaan bahan bakar biosolar paling tinggi sebanyak 0,630 kg/kWh pada putaran mesin 1775 rpm sedangkan bahan bakar Pertamina Dex memiliki konsumsi bahan bakar paling tinggi sebanyak 0,615 kg/kWh pada putaran mesin 1785 rpm. Terdapat kesamaan konsumsi bahan bakar pada putaran mesin 1738 rpm (biosolar) dan 1735 rpm (Pertamina Dex) sebesar 0,177 kg/kWh. Pada variasi bukaan throttle 50% ini konsumsi bahan bakar Pertamina Dex lebih tinggi dibandingkan dengan biosolar.

4.1.3. Data Hasil Pengujian Daya listrik pada mesin diesel dengan bahan bakar biosolar dan pertamina dex dengan variasi bukaan throttle 50%, 75% dan 100%

Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan alternator yang terdapat pada mesin diesel jiangdong, serta menggunakan bahan bakar biosolar dan pertamina dex dengan variasi bukaan throttle dari 50%, 75% dan 100% (throttle terbuka penuh). Setelah melakukan pengujian tersebut dilakukan pencatatan hasil pengujian berupa arus dan tegangan.

4.1.3.1. Perhitungan daya listrik :

$$P = V \times I$$

Dimana, P : Daya listrik (kilowatt)

V : Tegangan (volt)

I : Arus (ampere)

Misal : V : 170 volt

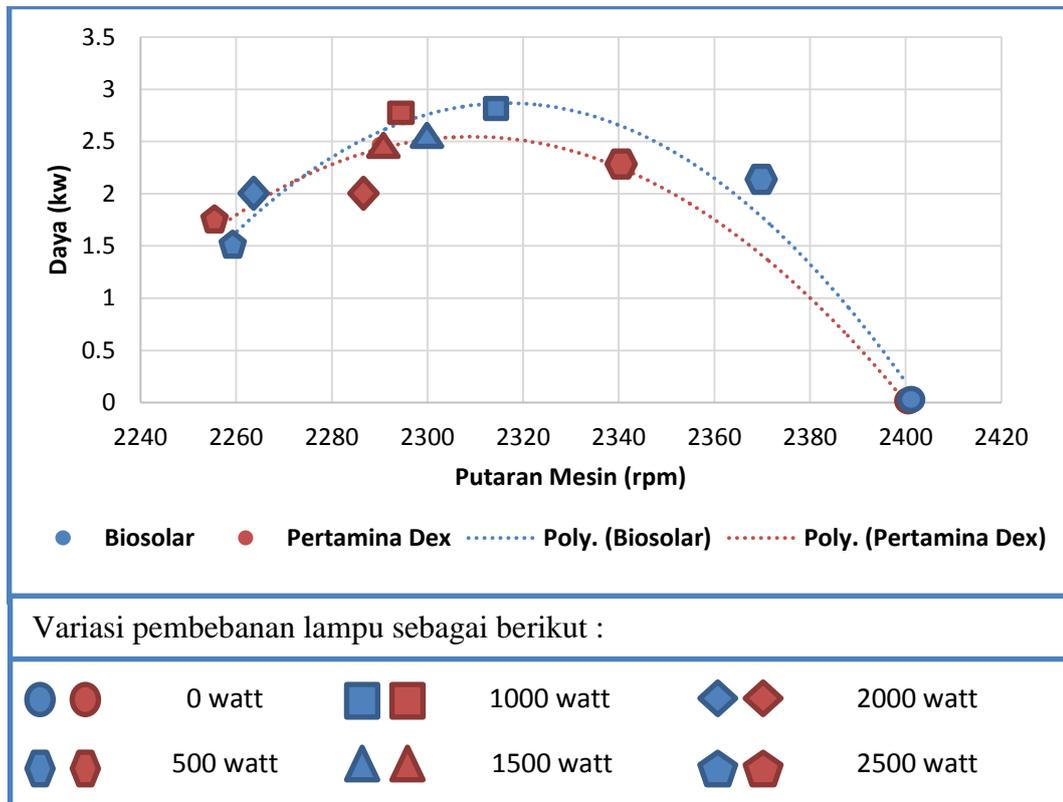
I : 7,05 ampere

Maka : $P = V \times I$

$$= 170 \times 7,05 = 1198 \text{ watt} = 1.198 \text{ kilowatt}$$

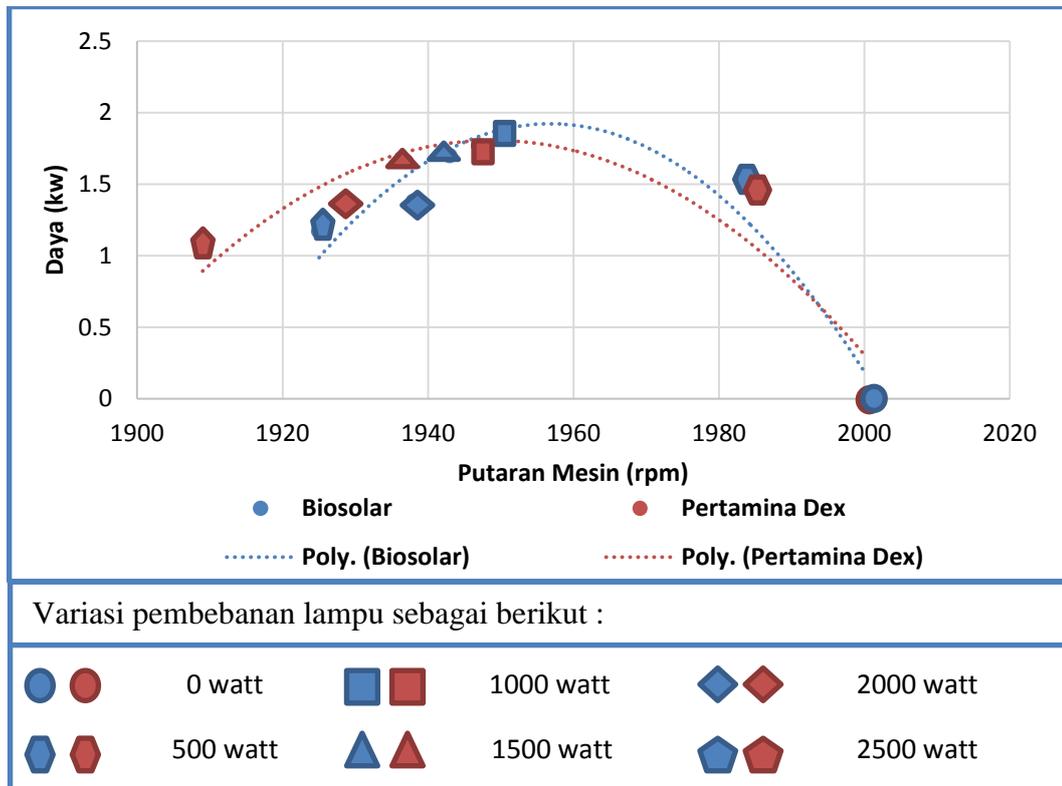
Tabel 4.3. Hasil pengujian daya yang dihasilkan mesin diesel

Bukaan Throttle	Putaran Mesin (rpm)		Daya (kw)	
	Biosolar	Pertamina Dex	Biosolar	Pertamina dex
100%	2400	2400	0	0
	2370	2340	2.15	2.27
	2315	2295	2.79	2.73
	2300	2290	2.51	2.47
	2264	2287	2.01	2.04
	2259	2256	1.53	1.73
75%	2000	2000	0	0
	1985	1986	1.5	1.48
	1950	1947	1.83	1.77
	1943	1937	1.7	1.66
	1938	1929	1.38	1.36
	1925	1909	1.17	1.06
50%	1800	1800	0	0
	1775	1785	1.16	1.09
	1740	1756	1.37	1.35
	1725	1736	1.27	1.26
	1738	1735	1.04	1.03
	1745	1721	0.88	1.03



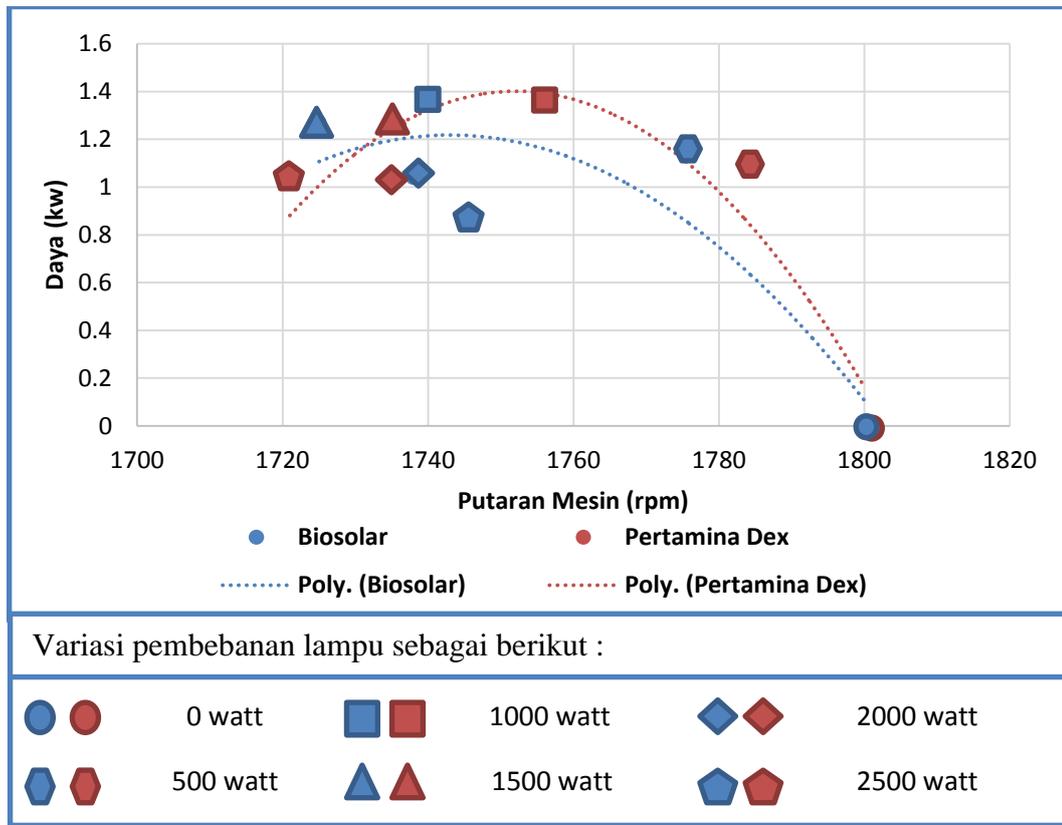
Gambar 4.7. Grafik perbandingan putaran mesin terhadap daya yang dihasilkan mesin diesel dengan bukaan throttle 100% dan variasi pembebanan

Dari grafik di atas menunjukkan bahwa penggunaan bahan bakar biosolar memiliki daya listrik yang paling tinggi pada putaran mesin 2315 rpm yaitu sebesar 2.79 kW sedangkan penggunaan bahan bakar Pertamina Dex memiliki daya listrik paling tinggi pada putaran mesin 2295 yaitu sebesar 2.73 kW. Pada variasi bukaan throttle 100% ini bahan bakar biosolar menghasilkan daya yang paling tinggi dibandingkan dengan Pertamina Dex.



Gambar 4.8. Grafik perbandingan putaran mesin terhadap daya yang dihasilkan mesin diesel dengan bukaan throttle 75% dan variasi pembebanan

Dari grafik di atas menunjukkan bahwa penggunaan bahan bakar biosolar menghasilkan daya listrik yang paling tinggi pada putaran mesin 1950 rpm yaitu sebesar 1.83 Kw. Sedangkan penggunaan bahan bakar pertamina dex menghasilkan daya listrik paling tinggi pada putaran mesin 1947 rpm yaitu sebesar 1.77 Kw. Pada variasi bukaan throttle 75% ini bahan bakar biosolar menghasilkan daya paling tinggi dibandingkan dengan bahan bakar pertamina dex.



Gambar 4.9. Grafik perbandingan putaran mesin terhadap daya yang dihasilkan mesin diesel dengan bukaan throttle 50% dan variasi pembebanan

Dari grafik di atas menunjukkan bahwa penggunaan bahan bakar biosolar menghasilkan daya listrik yang paling tinggi adalah pada putaran mesin 1740 rpm yaitu sebesar 1.37 kw sedangkan penggunaan bahan bakar pertamina dex menghasilkan daya listrik yang paling tinggi ketika putaran mesin 1756 rpm yaitu sebesar 1.35 kw selain itu terdapat kesamaan daya listrik ketika putaran mesin 1735 dan 1738 yaitu sebesar 1.03 kw. Pada variasi bukaan throttle 50% ini penggunaan bahan bakar biosolar menghasilkan daya yang paling tinggi dibandingkan dengan bahan bakar pertamina dex.

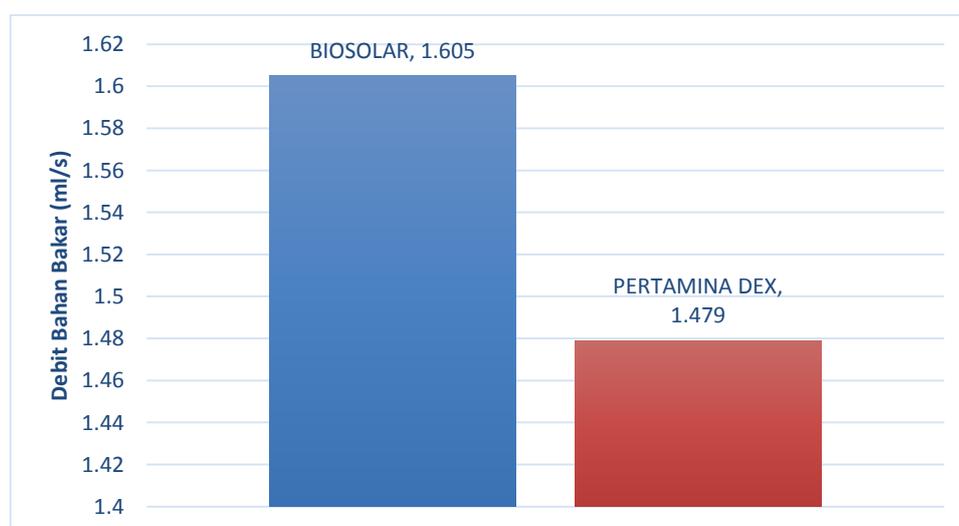
4.2. Hasil Pengujian Karakteristik Injeksi dan Debit Bahan Bakar

Pada pengujian ini digunakan bahan bakar biosolar dan pertamina dex. Alat yang digunakan adalah alat uji semprotan bahan bakar dengan nosel mesin diesel yang sama. Pengambilan data dalam pengujian ini menggunakan kamera dengan merekam video kemudian merubah format video menjadi format gambar.

Karakteristik semprotan bahan bakar dipengaruhi oleh sifat fisik bahan bakar berupa densitas, viskositas dan tegangan permukaan. Untuk semprotan pada ruang terbuka, semakin tinggi sifat fisik bahan bakar akan menghasilkan penetrasi semprotan semakin panjang. Sedangkan kenaikan tekanan dan suhu menyebabkan phase cairan semprotan menjadi lebih pendek dan tipis. Pengujian debit bahan bakar dilakukan dengan menghitung volume bahan bakar (10ml) per waktu (detik). Berikut ini adalah hasil pengujian debit dan karakteristik injeksi mesin diesel ketika menggunakan bahan bakar biosolar dan pertamina dex.

Tabel 4.4 Hasil pengujian debit bahan bakar biosolar dan pertamina dex

Bahan Bakar	Putaran Mesin (rpm)	Volume Bahan Bakar (ml)	Waktu (s)	Debit (ml/s)
Biosolar	1200	10	6.23	1.605
Pertamina Dex	1200	10	6.76	1.479



Gambar 4.10. Grafik perbandingan debit bahan bakar biosolar dan pertamina dex

4.2.1. Hasil uji semprotan menggunakan bahan bakar biosolar dan pertamina dex dengan tekanan 1 atm :



00:00 dtk 00:01 dtk 00:02 dtk 00:03 dtk 00:04 dtk 00:05 dtk 00:06 dtk

Gambar 4.11. Semprotan Bahan Bakar Biosolar



00:00 dtk 00:01 dtk 00:02 dtk 00:03 dtk 00:04 dtk 00:05 dtk 00:06 dtk

Gambar 4.12. Semprotan Bahan Bakar Pertamina Dex

4.2.2. Pembahasan Uji Karakteristik Injeksi dan debit bahan bakar

4.2.2.1 Pembahasan uji karakteristik injeksi

Pengujian semprotan dilakukan secara visual dengan merekam video kemudian mengubah format video tersebut menjadi format gambar/foto. Hasil visualisasi semprotan ditunjukkan pada gambar 4.11 dan 4.12 menyatakan kecepatan jet bahan bakar menimbulkan gaya aerodinamis terhadap udara, sehingga menyebabkan jet tersebut terdeformasi dan terpecah menjadi ligament. Ligament tersebut pecah menjadi butiran droplet, dan selanjutnya berubah sebelum kemudian pecah lagi menjadi butiran-butiran dengan berbagai macam ukuran dan menyebar. Dalam proses semprotan bahan bakar, ada kemungkinan butiran hasil pemecahan bertumbukan saatu dengan yang lain membentuk droplet yang lebih besar.

Pada gambar pengujian semprotan 4.11 dan 4.12 bahan bakar biosolar dan pertamina dex. Pengujian ini dilakukan dengan putaran mesin 1200 rpm (setengah dari putaran maksimal mesin diesel). Hasilnya adalah semprotan ketika menggunakan biosolar pada detik pertama bahan bakar mulai menyemprot berupa butiran-butiran yang mengarah lurus kebawah, kemudian pada detik ketiga sampai keenam semprotan bahan bakar mulai berubah menjadi butiran dan kabut tipis. Sedangkan hasil dari semprotan menggunakan pertamina dex adalah pada detik pertama bahan bakar mulai menyemprot berupa butiran-butiran, kemudian pada detik kedua butiran-butiran tersebut ada yang mulai berubah menjadi kabut tipis dan pada detik ketiga sampai keenam butiran dan kabut tipis berubah menjadi lebih tebal kabutnya. Dibandingkan dengan biosolar kabut hasil semprotan bahan bakar pertamina dex lebih tebal daripada biosolar.

Pengabutan bahan bakar pertamina dex lebih maksimal bandingkan dengan bahan bakar biosolar karena bahan bakar pertamina dex memiliki tiga paket aditif yaitu anti foaming, anti korosi dan detergenasi aditif. Ketiga aditif ini berfungsi untuk membersihkan injector, mencegah korosi pada bagian mesin yang dilalui bahan bakar serta membantu menyempurnakan pembakaran karena memecah molekul bahan bakar menjadi lebih kecil.

Pada gambar pengujian semprotan bahan 4.11 dan 4.12 bakar biosolar dan Pertamina Dex ini menggunakan aquarium dengan panjang 60 cm dan tekanan 1 atm. Tekanan pada ruang bakar sangat berpengaruh terhadap hasil semprotan. Semakin tinggi tekanan pada suatu ruang bakar maka semakin tinggi penetrasi semprotan dan penambahan sudut semprotan.

1.2.2.2. Pembahasan Uji Debit Bahan Bakar

Pengujian ini dilakukan pada putaran mesin sebesar 1200 rpm, menggunakan bahan bakar biosolar dan Pertamina Dex. Pada pengujian debit menggunakan stopwatch untuk menghitung waktu konsumsi bahan bakar per 10 ml bahan bakar, kemudian waktu hasil konsumsi bahan bakar dibagi dengan volume bahan bakar yang digunakan (10 ml). Hasil dari perhitungan debit adalah bahan bakar Pertamina Dex memiliki debit sebanyak 1.479 ml/s sedangkan biosolar memiliki debit sebanyak 1.605 ml/s. Bahan bakar Pertamina Dex lebih hemat dibandingkan bahan bakar biosolar.