

EFFECT OF JATROPHA BIODIESEL BLEND TO EFFICIENCY VOLUMETRIC OF DIRECT INJECTION DIESEL ENGINE

PENGARUH CAMPURAN BIODIESEL JATROPHA TERHADAP EFISIENSI VOLUMETRIK MESIN DIESEL DIRECT INJECTION

Jhonni Rentas Duling¹⁾

¹⁾ Study Programme of Mechanical Engineering Education, Department Of Technology Education And Vocational, University of Palangka Raya, Kampus Unpar Tunjung Nyaho, Jalan Yos Sudarso, Palangka Raya, Kalimantan Tengah 73112

email: r3ntas@gmail.com

ABSTRACT

Problems oil reserves are dwindling caused the crisis, the effects of the crisis has been felt in the last few years. It encourages researchers to participate in developing renewable fuels. This study, try blend Biosolar Pertamina with jatropha biodiesel. The purpose of this study was to determine the effect of the composition of jatropha into Pertamina Biosolar to volumetric efficiency of direct injection diesel engine 4- stroke, 4-cylinder with a cylinder volume is 2.8 liters. The composition of the fuel for the experiment is D100 (Biosolar Pertamina 100%) ; D90J10 (Biosolar 90% Jatropha 10%) ; D80J20 (Biosolar Pertamina 80% Jatropha 20%) dan D70J30 (Biosolar 70% Jatropha 30%). The method used is experiment. Results of the study are (1) Effect increase the percentage of biodiesel jatropha to engine diesel power is the power at all loads to be decreased. Values drop in brake power at each of the largest load variation occurs in the mixture D70J30 with a value decline of 0.75%, 5.28%, 10.37% and 9.85% of the power with fuel D100. (2) Effects of jatropha biodiesel percentage increase also resulted in torque at all loads going down. the lowest decline in every variation is incurred on fuel D70J30 brake power is calculated from the value D100, with a value decline of 0.74%, 5.02%, 9.40%, and 8.96%. (3) Effect throughout the fuel mixture of the volumetric efficiency of diesel engines is causing decreased volumetric efficiency, the biggest decline was 6.33%, 6.61%, 6.33%, and 6.19% in the fuel D80J20 volumetric efficiency is calculated from the value D100. Suggested solutions to overcome the problems of a decrease in volumetric efficiency is by placing the intake valve settings, so that when air intake into the cylinders could be longer and with the modification that with the addition of a supercharger or turbocharger, more preferably also added intercooler.

Key words: Biosolar, Biodiesel Jatropha, *volumetric efficiency*.

ABSTRAK

Permasalahan cadangan minyak bumi yang semakin menipis, telah terjadi di seluruh penjuru dunia, efek krisis sudah terasa dalam beberapa tahun terakhir ini. Hal ini mendorong peneliti untuk turut serta mengembangkan bahan bakar yang dapat diperbaharui. Penelitian ini, mencoba mencampur Biosolar Pertamina dengan jatropha biodiesel. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan komposisi jatropha ke dalam Biosolar Pertamina terhadap efisiensi volumetric motor diesel injeksi langsung 4 langkah, 4 silinder dengan volume 2,8 liter. Komposisi bahan bakar yang diteliti adalah D100 (Biosolar Pertamina 100%) ; D90J10 (Biosolar 90% Jatropha 10%) ; D80J20 (Biosolar Pertamina 80% Jatropha 20%) dan D70J30 (Biosolar 70% Jatropha 30%). Metode yang digunakan adalah eksperimen. Hasil penelitian adalah (1) Efek pertambahan persentase biodiesel jatropha terhadap daya adalah daya pada semua beban jadi menurun. Nilai penurunan *brake power* pada setiap variasi beban terbesar terjadi pada campuran D70J30, sebesar 0.75%, 5.28%, 10.37% dan 9.85% terhadap daya dengan bahan bakar D100. (2) Efek pertambahan persentase jatropha biodiesel juga mengakibatkan torque di semua beban akan turun, penurunan terendah di setiap variasi beban terjadi pada bahan bakar D70J30 dihitung dari nilai *brake power* D100, sebesar 0.74%, 5.02%, 9.40%, dan 8.96% (3) Efek seluruh campuran bahan bakar terhadap *volumetric efficiency* mesin diesel adalah menyebabkan *volumetric efficiency* menurun, penurunan terbesar , sebesar 6.33%, 6.61%, 6.33%, dan 6.19% terjadi pada D80J20 dari bahan

bakar D100. Solusi yang disarankan untuk mengatasi permasalahan penurunan *volumetric efficiency* adalah dengan merapatkan setelan katup intake, sehingga waktu pemasukan udara ke dalam silinder bisa bertambah panjang dan dengan modifikasi yaitu dengan penambahan supercharger atau turbocharger, lebih baik lagi di tambah juga intercooler.

Kata-kata kunci: Biosolar, Biodiesel Jatropha, *volumetric efficiency*.

$$P = 2\pi \frac{n}{60} \times T \times 10^{-3} \quad (2.2)$$

1. PENDAHULUAN

Efek Krisis minyak sekarang ini makin terasa, khususnya di bidang transportasi dan industri yang banyak menggunakan motor diesel. Untuk mencari solusi kesulitan bahan bakar motor diesel maka diperlukan penelitian khusus tentang “**PENGARUH CAMPURAN BIODIESEL JATROPHA TERHADAP EFISIENSI VOLUMETRIK MESIN DIESEL DIRECT INJECTION**”.

2. KAJIAN LITERATUR

a. Biodiesel

Bahan bakar alternatif yang dapat diperbaharui adalah biodiesel. Biodiesel dibuat dari tanaman sumber pangan dan tanaman bukan sumber pangan. Biodiesel dari tanaman sumber pangan tidak dikembangkan karena akan mengganggu ketahanan pangan. Bahan dasar biodiesel dari bahan non pangan adalah mahua, alga, punggamia, biji karet, jatropha (jarak pagar) dan lain-lainnya (Ayhan Demirbas, 2009). Penelitian ini menggunakan biodiesel jatropha yang mempunyai potensi besar dikembangkan di Indonesia karena bisa hidup di lahan kritis dan tandus.

Kelebihan biodiesel jatropha dibandingkan solar adalah memiliki rantai hidrokarbon yang sederhana, tidak mengandung belerang, struktur molekulnya mengandung oksigen, titik nyala yang tinggi, mempunyai sifat pelumasan yang baik, sehingga menarik untuk diteliti.

b. Performa Motor Diesel

Performa motor yang dihitung dan diamati di dalam penelitian ini adalah:

- Torsi dan Daya

Torsi yang dihasilkan mesin adalah :

$$T = F \times b \quad (2.1)$$

Dimana dalam satuan SI, yaitu :

T = torsi (Nm)

F = gaya penyeimbangan (N)

b = jarak lengan torsi (m)

Adapun daya yang dihasilkan mesin atau diserap oleh dinamometer adalah hasil perkalian dari torsi dan kecepatan sudut.

Dimana dalam satuan SI, yaitu :

P = daya (kW)

T = torsi (Nm)

n = Putaran kerja (rpm)

- Efisiensi Volumetric (η_v)

Sistem *intake manifold*, *intake port*, *intake valve* membatasi jumlah udara pada sebuah mesin dapat menginduksi. Parameter yang digunakan untuk mengukur efektivitas proses induksi mesin adalah efisiensi volumetric η_v . Efisiensi volumetric hanya digunakan dengan mesin siklus empat-langkah yang memiliki proses induksi yang berbeda. Hal ini didefinisikan sebagai laju aliran volume udara sistem *intake* dibagi dengan tingkat di mana volume dipindahkan oleh piston (Heywood, 1988):

$$\eta_v = \frac{\dot{m}_a}{\rho_a \times V_d \times N}$$

Dimana dalam satuan SI, yaitu :

η_v = efisiensi volumetrik

\dot{m}_a = laju aliran massa udara (kg/jam)

V_d = volume silinder / displacement volume (dm³)

ρ_a = massa jenis udara (kg/ kW. jam)

N = putaran mesin (rpm)

Laju aliran massa inlet dapat diambil sebagai massa jenis atmosfer udara atau mungkin diambil sebagai kerapatan udara di inlet manifold. Nilai maksimum dari η_v untuk mesin normal berada di kisaran 80 sampai 90 persen. Efisiensi volumetric untuk mesin diesel agak lebih tinggi daripada mesin bensin. (Heywood, 1988)

c. Biosolar Pertamina

Biosolar Pertamina adalah solar yang dihasilkan oleh Pertamina, pada tahun 2013 mempunyai komposisi sebagai berikut :

SPEKIFIKASI BIOSOLAR :

Ciri-ciri Motor Dibawa keatas	SK Dirjen MIGAS 3013/K/24/Du/M/2000		Typical Bios
		Minimum SIK M.F	Maximum —
Point of light Waktu @ 40°C Kadar air	198,0 0,0 0,0	198,0 0,0 —	198,0 0,0 0,0
Point of light	0,0	0,0	0,0
Titik Nyala	°C	—	198
Densitas	kg/m ³	—	907,8
Viskositas	mm ² /s	—	3,23
Angka Setana	—	—	41,8
Kadar Air	% v	—	3,16
Kandungan Kalor	MJ/kg	—	37,97
Titik Nyala	°C	—	198,0

Dari Tabel di atas, dapat diketahui persentase *Fatty Acid Methyl Ester* (FAME) pada Biosolar Pertamina sebesar 10 % v/v , FAME adalah biodiesel dari minyak sawit.

d. Jatropha Biodiesel

Jatropha Biodiesel adalah biodiesel yang terbuat dari pressing (penekanan) biji buah jarak pagar, yang di resterifikasi dengan komposisi seperti di bawah ini :

NO	KARAKTERISTIK	SAT	JATROPHA
1	Angka Setana	-	41,8
2	Kadar Air	% v	3,16
3	Viscositas Kinematik (pada Suhu 40 °C)	mPa.s	3,23
4	Densitas (pada suhu 15 °C)	kg/m ³	907,8
5	Nilai Kalor	MJ/kg	37,97
6	Titik Nyala	°C	198,0

e. Spesifikasi Motor Diesel

Motor diesel yang digunakan di dalam penelitian ini adalah Motor Diesel Isuzu, dengan spesifikasi sebagai berikut :

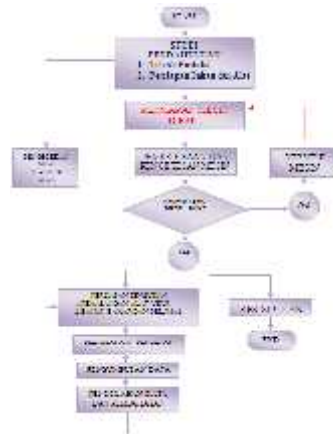
Model of engine type	Isuzu 4JB1 4 cylinder, 4 cycle, OHV, vertical in-line, direct injection
Cylinder number	4
Cylinder bore	93 mm
Cylinder stroke	102 mm
Compression ratio	18.2 : 1
Compression pressure	31 kg/cm ²
Total cylinder volume	2771 cc

3. METODE PENELITIAN

A. Metode Penelitian

Metode yang dilakukan adalah metode penelitian eksperimental (*true experimental research*) yaitu jenis penelitian ini dapat dipakai untuk menguji efek dari suatu perlakuan atau desain baru dengan membandingkan satu atau lebih terhadap kelompok lain tanpa perlakuan.

B. Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian

C. Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Thermofluid Teknik Mesin, Universitas Diponegoro, Semarang.

D. Variabel Penelitian

1. Variabel bebas yaitu :

1. Campuran bahan bakar : D100 ; D90J10 ; D80J20 ; D70J30
2. Beban : bukaan katup : 0%, 25%, 50%, 75%, 100%
3. Putaran mesin diesel : 2000 Rpm

2. Variabel terikat yaitu :

1. Temperatur *exhaust*
2. Temperatur *intake manifold*
3. Temperatur mesin diesel
4. Temperatur ruangan
5. Tekanan manometer *intake manifold*
6. Waktu per 30 ml bahan bakar
7. Opacity

F. Langkah Penelitian

Pengujian dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Pengujian pertama dilakukan untuk bahan bakar Biosolar Pertamina D100 dengan putaran mesin konstan 2000 Rpm dan variasi bukaan katup beban dari 25%, 50%, 75% dan 100%. Pengujian ini dimaksudkan untuk mengetahui pengaruh prestasi mesin diesel seperti *brake power*, *brake torque*, *Volumetric Efficiency*.
2. Pengujian kedua dilakukan dengan bahan bakar D90J10 pada putaran mesin 2000 Rpm juga diberikan variasi katup beban yang sama dengan percobaan yang pertama.

3. Pengujian ketiga dilakukan dengan bahan bakar D80J20, juga dilakukan pada putaran 2000 Rpm dan variasi beban seperti pengujian pertama dan kedua.
4. Pengujian keempat dilakukan dengan bahan bakar D70J30, juga dilakukan pada putaran 2000 Rpm dan variasi beban seperti sebelumnya.

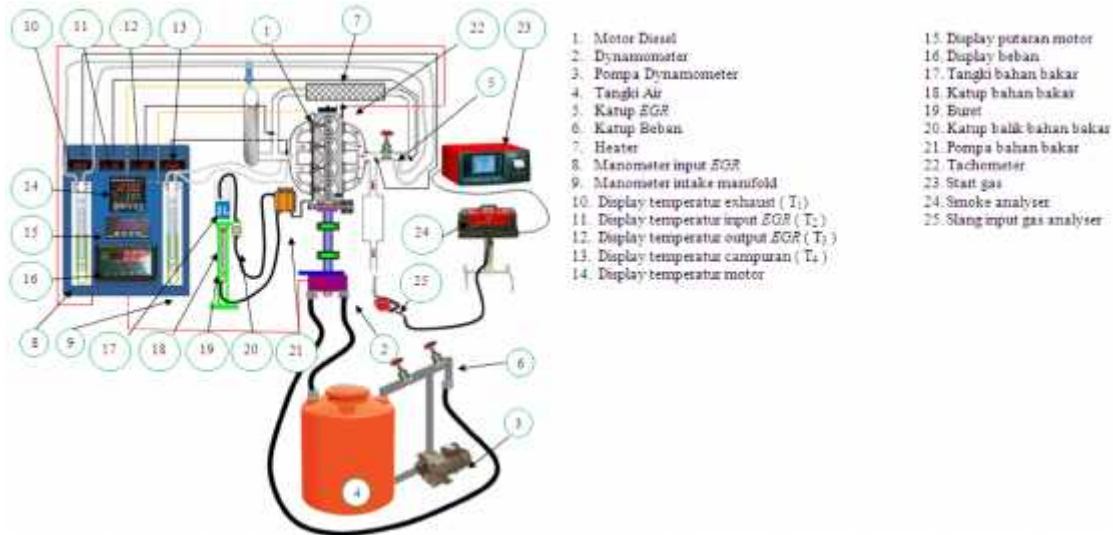
Untuk memperoleh nilai variabel-variabel pengujian dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Beban
Alat: *Dynamometer*
Langkah pengujian:
 - a. Pasang *dynamometer*.
 - b. Pasang saluran air dari pompa air ke *dynamometer*, pastikan tidak ada kebocoran.
 - c. Hidupkan mesin dan distabilkan hingga keadaan stabil pada putaran 2000 rpm.
 - d. Lakukan pembebanan yang diinginkan dengan mengatur debit air yang masuk ke *dynamometer*.
 - e. Lakukan pencatatan pada tiap-tiap variasi.
 - f. Tiap variasi dilakukan pengujian 2 kali.
2. Nilai temperatur
Alat: *Thermocouple dan Display*
Langkah pengujian:
 - a. Hidupkan mesin dan putaran distabilkan hingga keadaan stabil pada 2000 rpm.
 - b. Pada tiap titik *thermocouple*, temperatur udara terbaca dengan menggunakan *Display*.
 - c. Catat hasil pembacaan pada *display*.

- d. Lakukan pencatatan pada tiap-tiap variasi.
- e. Tiap variasi dilakukan pengujian 2 kali.
- 3. Laju massa udara
 Alat : *Orifice plate flowmeter Manometer air raksa*
 Persiapan: Pasang *orifice plate flowmeter* pada saluran *intake manifold*.
 Langkah pengujian:

- a. Hidupkan mesin dan putaran distabilkan hingga keadaan stabil pada 2000 rpm.
- b. Baca dan catat nilai Δh pada manometer *intake manifold*.
- c. Lakukan pencatatan pada tiap-tiap variasi.
- d. Tiap variasi dilakukan pengujian 2 kali.

G. Setup Penelitian



Gambar 3.2. Setup eksperimen

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

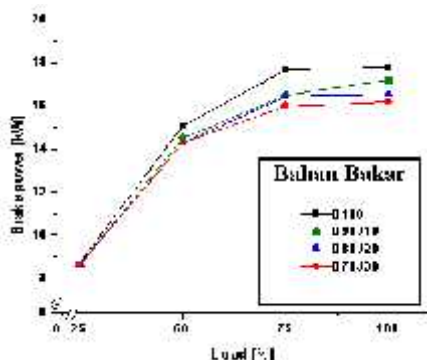
A. Hasil Penelitian

1. Efek terhadap daya mesin diesel

Dari hasil pengujian dan perhitungan diperoleh data sebagai berikut :

Bahan Bakar	Beban			
	25%	50%	75%	100%
D100	8.66808 kW	15.02898 kW	17.65959 kW	17.78896 kW
D90J10	8.65514 kW	14.48992 kW	16.49522 kW	17.20678 kW
D80J20	8.62495 kW	14.2743 kW	16.4521 kW	16.55991 kW
D70J30	8.60339 kW	14.2743 kW	15.99929 kW	16.19335 kW

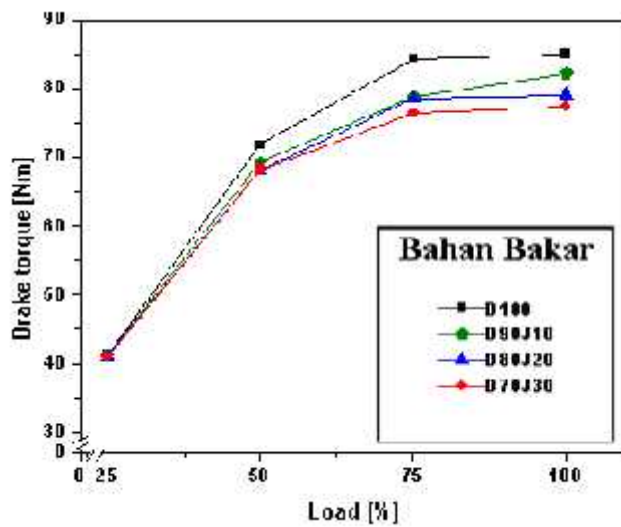
Jika digambarkan sebagai berikut:



2. Efek Terhadap Torsi Mesin Diesel

Dari hasil pengujian diperoleh data :

Bahan Bakar	Beban			
	25%	50%	75%	100%
D100	41.40801 Nm	71.79448 Nm	84.3611 Nm	84.97912 Nm
D90J10	41.34621 Nm	69.21936 Nm	78.79882 Nm	82.19799 Nm
D80J20	41.202 Nm	68.18931 Nm	78.59282 Nm	79.10784 Nm
D70J30	41.099 Nm	68.18931 Nm	76.42971 Nm	77.35676 Nm

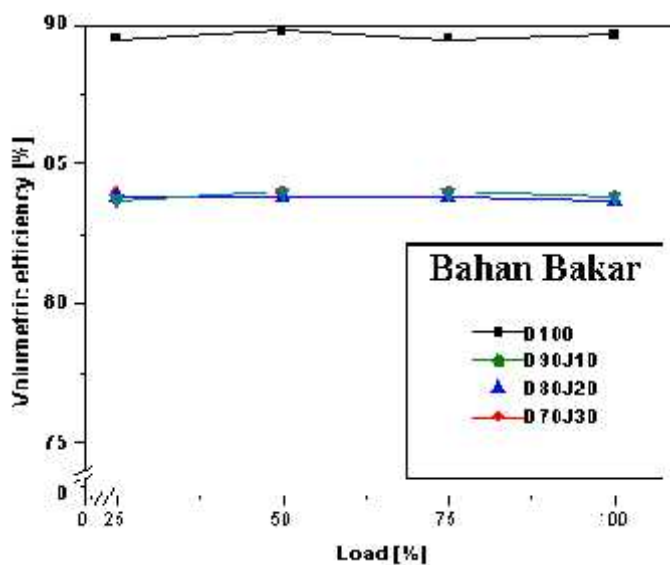


3. Efek Terhadap Volumetric Efficiency

Dari data hasil pengamatan kemudian dilakukan perhitungan diperoleh data sebagai berikut:

Bahan Bakar	Beban			
	25%	50%	75%	100%
D100	89.50777%	89.78128%	89.50777%	89.64463%
D90J10	83.96964%	83.96964%	83.96964%	83.84039%
D80J20	83.84039%	83.84039%	83.84039%	83.71093%
D70J30	83.71093%	83.96964%	83.96964%	83.84039%

Digambar dalam bentuk grafik sebagai berikut:



B. Pembahasan

1. Efek terhadap daya mesin diesel

- Dari grafik Daya VS Load, dapat dilihat untuk semua campuran bahan bakar, daya meningkat dengan naiknya beban, kenaikan signifikan terjadi dari beban 25% ke 50%, rata-rata naik 5.87 kW dari daya pada beban 25%. Dari beban 50% sampai beban 75% terjadi kenaikan, rata-rata 2.1kW dari daya pada beban 50%. Untuk beban 75% ke 100% masih terjadi kenaikan daya walaupun kecil yaitu 0.258kW dari daya pada beban 75%.
- Dari grafik Daya VS Load dapat dilihat pengaruh pertambahan persentase biodiesel jatropha terhadap daya yaitu semakin bertambah persentase biodiesel Jatropha, daya pada semua beban akan menurun, hal ini disebabkan karena *heating value* yang rendah dibandingkan diesel *fuel* (Philip. K, 2002). Nilai penurunan *brake power* pada setiap variasi beban terbesar terjadi pada campuran D70J30, sebesar 0.75%, 5.28%, 10.37% dan 9.85% terhadap daya dengan bahan bakar D100.

2. Efek Terhadap Torsi Mesin Diesel

- Dari grafik Daya VS Torque dapat dilihat torque akan bertambah seiring bertambahnya beban pada semua campuran, dari beban 25% sampai 50% terjadi kenaikan rata-rata torque 28Nm pada seluruh campuran. Untuk beban 50% ke 75% terjadi kenaikan rata-rata torque 10Nm pada seluruh campuran. Untuk beban 75% ke 100% terjadi kenaikan rata-rata torque 1.36 Nm dari beban 75%.
- Pertambahan persentase jatropha biodiesel juga mengakibatkan torque di semua beban akan turun dari torque dengan bahan bakar Diesel *fuel* karena campuran bahan bakar diesel *fuel* dan jatropha mempunyai *heating value* yang rendah dibandingkan diesel *fuel* (Philip. K, 2002). Sebab lain adalah angka cetane untuk jatropha rendah dibandingkan angka cetane diesel *fuel*. Penurunan terendah di setiap variasi beban terjadi pada bahan bakar D70J30 dihitung dari nilai *brake power* D100, sebesar 0.74%, 5.02%, 9.40%, dan 8.96%

3. Efek Terhadap Volumetric Efficiency

- Penurunan terbesar nilai *volumetric efficiency* sebesar 6.33%, 6.61%, 6.33%, dan 6.19% terjadi pada D80J20 dari bahan bakar diesel.
- Terjadi penurunan nilai *volumetric efficiency* bahan bakar campuran pada semua tingkat beban karena type bahan bakar (Heywood, 1988) dan Nilai kalor bahan bakar campuran lebih rendah dari nilai kalor diesel *fuel* (Y.V. Hanumantha Rao, 2009).

- Penurunan *volumetric efficiency* sangat besar sampai rendah dari kisaran *volumetric efficiency* biasanya di mesin diesel yaitu antara 84% - 90%, tentunya berpengaruh langsung terhadap penurunan daya mesin, untuk mengatasi turunnya *volumetric efficiency* pada mesin diesel, langkah awal tanpa modifikasi adalah dengan merapatkan setelan katup intake, sehingga waktu pemasukan udara ke dalam silinder bisa bertambah, diharapkan *volumetric efficiency* bisa meningkat, selain itu ada solusi dengan modifikasi yaitu dengan penambahan supercharger atau turbocharger, lebih baik lagi di tambah juga intercooler.

5. KESIMPULAN

A. Kesimpulan

- Efek seluruh campuran bahan bakar terhadap beban, semakin naik beban maka daya semakin naik kenaikan signifikan terjadi dari beban 25% ke 50%, rata-rata naik 5.87 kW dari daya pada beban 25%. Dari beban 50% sampai beban 75% terjadi kenaikan, rata-rata 2.1kW dari daya pada beban 50%. Untuk beban 75% ke 100% masih terjadi kenaikan daya walaupun kecil yaitu 0.258kW dari daya pada beban 75%.
- Efek pertambahan persentase biodiesel jatropha terhadap daya yaitu semakin bertambah persentase biodiesel Jatropha, daya pada semua beban akan menurun. Nilai penurunan *brake power* pada setiap variasi beban terbesar terjadi pada campuran D70J30, sebesar 0.75%, 5.28%, 10.37% dan 9.85% terhadap daya dengan bahan bakar D100.
- Efek seluruh campuran terhadap torque seiring naiknya beban adalah bertambah naik dari beban 25% sampai 50% terjadi kenaikan rata-rata torque 28Nm pada seluruh campuran. Untuk beban 50% ke 75% terjadi kenaikan rata-rata torque 10Nm pada seluruh campuran. Untuk beban 75% ke 100% terjadi kenaikan rata-rata torque 1.36 Nm dari beban 75% pada seluruh campuran.
- Efek pertambahan persentase biodiesel jatropha terhadap torque yaitu semakin bertambah persentase biodiesel Jatropha, torque pada semua beban akan menurun. Nilai penurunan *torque* pada setiap variasi beban terbesar terjadi pada campuran D70J30, sebesar 0.74%, 5.02%, 9.40%, dan 8.96% terhadap torque dengan bahan bakar D100.
- Efek seluruh campuran bahan bakar terhadap *volumetric efficiency* mesin diesel adalah menyebabkan *volumetric efficiency* menurun, penurunan terbesar nilai *volumetric efficiency*

sebesar 6.33%, 6.61%, 6.33%, dan 6.19% terjadi pada D80J20 dari bahan bakar D100.

B. Saran.

- Karena terjadi penurunan *volumetric efficiency* sangat besar sampai rendah dari kisaran *volumetric efficiency* biasanya di mesin diesel yaitu antara 84% - 90%, ini berpengaruh langsung terhadap penurunan daya mesin, untuk mengatasi turunnya *volumetric efficiency* pada mesin diesel, langkah awal tanpa modifikasi adalah dengan merapatkan setelan katup intake, sehingga waktu pemasukan udara ke dalam silinder bisa bertambah panjang, diharapkan *volumetric efficiency* bisa meningkat, selain itu ada solusi dengan modifikasi yaitu dengan penambahan supercharger atau turbocharger, lebih baik lagi di tambah juga intercooler.

6. REFERENSI

- Demirbas A., "Progress and recent trends in biodiesel fuels" International Journal of Energy Conversion and Management, Elsevier;2009; 40 ; 14–34.
- Heywood, Dr.John B., "Internal combustion engine fundamentals", By Mc.Grew-Hill;1988.
- Philip Kristanto, Ricky Winaya., " Penggunaan Minyak Nabati Sebagai Bahan Bakar Alternatif Pada Motor Diesel Sistem Injeksi Langsung," Jurnal Teknik Mesin ;2002; Vol. 4, (2), pp. 99 – 103.
- Y. V. Hanumantha Rao. "Use of *Jatropha Oil Methyl Ester and Its Blends as an Alternative Fuel in Diesel Engine*". Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering;2009.