

## PENINGKATAN PERFORMA MESIN DIESEL DENGAN MEMANFAATKAN BAHAN BAKAR CAMPURAN SOLAR DAN AMPAS TAHU

Eky Novianarenti<sup>1)</sup>, Muhammad Shah<sup>2)</sup>, dan M Alif Mujibur R<sup>3)</sup>

<sup>1,2,3</sup>Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya

E-mail: ekynovianarenti@ppns.ac.id

### Abstract

Abstract - Nowadays, the need for petroleum is increasing, this is an impetus to look for alternative resources to replace the use of petroleum. One way to create alternative energy sources is bio diesel. In addition to these raw materials, bio diesel can also be obtained from waste tofu. Waste tofu are industrial waste processing soybeans into tofu which are mostly only used as an alternative to animal feed. By varying the diesel - bio diesel mixture from waste tofu, the best performance will be obtained and the obstacles that arise so that a useful recommendation will be obtained. Firstly, making bio diesel from waste tofu, then missing the fuel after that data will be collected on the diesel engine to get performance results in the form of power, torque and fuel consumption. Data retrieval was carried out with four loading conditions, namely with a load using a lamp of 500 watts, 1000 watts, 1500 watts and 2000 watts. From the results of the tests that have been carried out. B20 has the highest power and torque values, value B10 has the lowest fuel consumption value.

**Keywords:** *Waste tofu, Diesel Engine, Mixture of fuel, Performance*

### PENDAHULUAN

Beberapa tahun ke depan, kebutuhan minyak bumi semakin besar, sementara berdasarkan beberapa laporan disebutkan bahwa cadangan minyak dunia semakin menipis. Hal ini menuntut beberapa upaya untuk menciptakan bahan bakar alternatif, mengingat minyak bumi merupakan bahan galian yang sifatnya tidak dapat tumbuh kembali. Upaya yang telah dilakukan untuk menghadapi krisis energi ini diantaranya dengan memanfaatkan sumber energi dari matahari, batu bara dan nuklir serta mengembangkan bahan bakar dari sumber daya alam yang dapat diperbaharui meskipun masih sebatas penelitian dan kapasitas yang terbatas.

Biodiesel merupakan bahan bakar yang ramah lingkungan, tidak mengandung sulfur, mempunyai viskositas yang tinggi dan mempunyai *cetane number* dan *flash point* yang tinggi. Pengembangan potensi biodiesel di Indonesia sangat baik. Hal ini dikarenakan bahan baku biodiesel yang digunakan mudah diperoleh. Bahan baku biodiesel diantaranya adalah biodiesel dari minyak jelantah, minyak nabati dan lemak

hewani. Selain bahan baku tersebut, biodiesel dapat juga diperoleh dari limbah ampas tahu. Ampas tahu merupakan limbah industri pengolahan kedelai menjadi tahu yang kebanyakan hanya digunakan sebagai alternatif bahan pakan ternak. Limbah ampas tahu merupakan limbah yang dapat mengakibatkan pencemaran, sehingga harus ada pengolahan limbah tersebut agar tidak menyebabkan permasalahan baru. Asam lemak yang banyak terdapat pada ampas tahu adalah asam linoleat yaitu sebesar 51,34 - 51,69% (Scrimgeour, 2005). Kandungan lemak yang dihasilkan dari ampas tahu dapat dimanfaatkan menjadi sesuatu yang bernilai lebih yaitu dengan diekstraksi untuk mendapatkan minyak kedelai yang dapat digunakan sebagai bahan baku biodiesel (Angraini dan Fitriani, 2018).

## METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan secara eksperimen dengan sumber data percobaan dilakukan pada motor diesel 4 tak. Selanjutnya data yang diperoleh akan diolah menjadi data yang siap untuk dijadikan bahan perhitungan. Waktu pengerjaan dimulai pada Januari 2021 sampai 6 bulan kedepan setelah *set up* alat siap untuk dilakukan percobaan. Penelitian dilakukan di kampus Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya (PPNS). Adapun variabel penelitian yang digunakan adalah sebagai berikut:

- Konsentrasi campuran bahan bakar yaitu B10 (10% biodiesel 90% solar), B20 (20% biodiesel, 80% solar), B30 (30% biodiesel, 70% solar).
- Daya, torsi dan sfoc

Langkah - Langkah penelitian

1. Pada tahap ini setelah bahan bakar telah siap Kemudian dilanjutkan dengan *engine set up*, dalam hal ini perlu dilakukan pengecekan alat – alat yang digunakan dan melakukan kalibrasi alat alat ukur yang digunakan. Setelah semua siap maka baru dilanjutkan dengan *pra-experiment*.

### a) Engine Set Up

*Setting Up Engine* dilakukan untuk mengetahui unjuk kerja dari motor diesel. Langkah ini dilakukan untuk mengetahui unjuk kerja mula-mula motor diesel.

b) *Pra-experiment*

*Pra-eksperiment* dilakukan untuk mengetahui unjuk kerja dari motor diesel dengan menggunakan bahan bakar konvensional yaitu solar.

## c) Pencampuran bahan bakar

Setelah mengetahui biodiesel telah memenuhi standar, biodiesel akan diolah kembali dengan mencampur dengan solar berjenis pertamina DEXLITE untuk divariasikan menjadi beberapa macam yakni B10, B20, dan B30.

## d) Pengujian dan pengambilan data

Setelah dilakukan pencampuran bahan bakar, maka langkah selanjutnya yaitu pengujian terhadap *four stroke diesel engine*. Selanjutnya, pencatatan dari hasil pengujian yang digunakan sebagai bahan untuk menjawab masalah yang telah disebutkan.

Tabel 1  
Spesifikasi Mesin

ENGINE		GENERATOR	
Model	Dong Feng R 180A	Model	A.C Synchronous Generator
Type	4 cycle	Type	STC-5
Horse Power	8 HP/ 2600 Rpm	Rating	Continous
Jumlah Silinder	1	Voltage	380 volt
Diameter	80 mm	Number of phase	3
Panjang langkah	80 mm	Cycles	50 Hz
Perbandingan kompresi	21: 1	Speed	1500 Rpm
Berat	70 kg	Cos $\Phi$	0.8
		Ampere	3.6 A

### Proses pembuatan Biodiesel dari Ampas Tahu

Biodiesel dari ampas tahu dibuat melalui proses transesterifikasi, yang berujuan untuk mengubah asam lemak bebas dan trigliserida dalam minyak yang direaksikan dengan alkohol dengan bantuan katalis menjadi metil ester (biodiesel) dan gliserol. Jenis alkohol yang digunakan pada proses ini yaitu methanol dan katalis yang digunakan yaitu NaOH. Pada percobaan penelitian ini menggunakan perbandingan campuran minyak ampas tahu dengan methanol sebesar 2 : 1, yang mana 2 (dua) adalah minyak ampas tahu dan 1 (satu) adalah methanol, sedangkan untuk katalisnya sebesar 1% dari berat minyak ampas tahu. Proses reaksi pertama-tama dilakukan dengan skala kecil

yaitu 400 ml minyak ampas tahu dengan 200 ml metanol dan 1 gram NaOH pada gelas breaker 1 liter lalu dipanaskan menggunakan *hot plate* dan *magnetic stirrer* pada rpm konstan pada suhu 60°C selama 90 menit pengadukan. Proses transesterifikasi dapat dilihat pada gambar 1.a



(a)



(b)

Gambar 1. Pembuatan biodiesel (a) Proses Transesterifikasi (b) Proses pencucian biodiesel

Setelah proses pengadukan selama 90 menit, proses selanjutnya yaitu pengendapan selama 24 jam untuk memisahkan metil ester (biodiesel) dengan gliserol. Setelah itu proses selanjutnya yaitu pencucian biodiesel menggunakan aquades yang telah dipanaskan sampai suhu 50°C dengan perbandingan 1 : 1. Proses pencucian ini bertujuan untuk menghilangkan sisa kotoran yang tertinggal setelah proses transesterifikasi dan pemisahan biodiesel dengan gliserol, yang berupa sisa-sisa metanol, katalis, gliserol maupun sabun yang tidak ikut bereaksi selama reaksi transesterifikasi. Proses pencucian biodiesel dapat dilihat pada Gambar 1.b

### Karakteristik Bahan Bakar

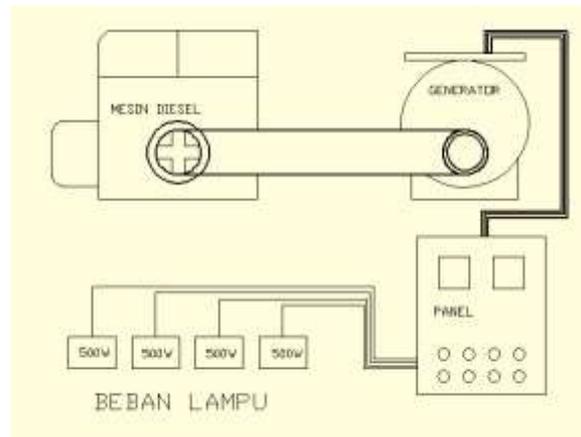
Untuk mengetahui masing - masing karakteristik bahan bakar, maka dilakukanlah pengujian karakteristik pada bahan bakar B10, B20, B30 dan B100 di laboratorium. Dalam hal ini hanya dilakukan pengujian nilai kalori saja. Berikut ini tabel hasil pengujian karakteristik bahan bakar :

Tabel 2  
Nilai Kalori Bahan Bakar

Bahan Bakar	Karakteristik	Nilai	Satuan	Metode Uji
B10	Nilai Kalori	10.280	Kal/gr	Bomb Kalorimeter
B20	Nilai Kalori	10.178		
B30	Nilai Kalori	10.034		
B100	Nilai Kalori	9.405		

### Sketsa Pengujian Mesin Diesel

Berikut ini adalah sketsa pengujian mesin diesel yang dilakukan dalam melakukan pengambilan data:



Gambar 3. Sketsa Pengujian

Mesin diesel dihubungkan terlebih dahulu dengan generator dengan cara menggunakan belt pada *fly wheel* mesin diesel ke *pulley* pada generator. Kemudian generator dihubungkan dengan panel listrik yang sudah terdapat beban lampu. Panel listrik ini menggunakan hubungan generator 3 phase sesuai spesifikasi generator. Beban lampu yang digunakan sebanyak 4 buah yang mana masing-masing mempunyai daya sebesar 500 Watt. Selanjutnya memasang gelas ukur yang dihubungkan ke injector untuk mengetahui konsumsi bahan bakar dari mesin diesel.



(a)



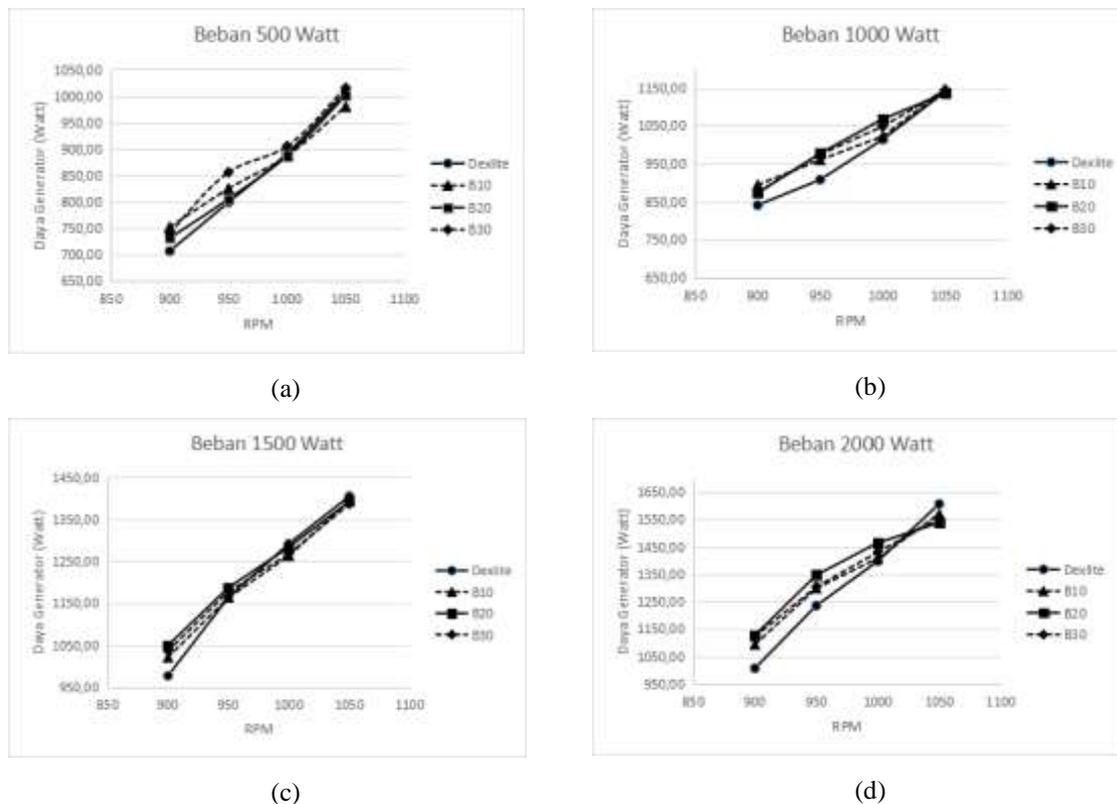
(b)

Gambar 4 (a) Penyambungan beban generator 3 phase (b) Pengetesan mesin diesel dengan beban generator

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada tahap ini, akan dijelaskan mengenai perbandingan hasil unjuk kerja motor diesel menggunakan pertamina dexlite, B10, B20 dan B30 yang berupa daya motor yang dihasilkan dan torsi. Penggunaan dari tiga campuran yang berbeda ini dimaksudkan untuk dapat mengetahui bahan bakar mana yang paling optimal digunakan dalam unjuk kerja motor diesel jika bahan bakar biodiesel minyak ampas tahu dicampur dengan pertamina dexlite dalam jumlah yang berbeda.

### Perbandingan daya pada keempat bahan bakar pada setiap beban

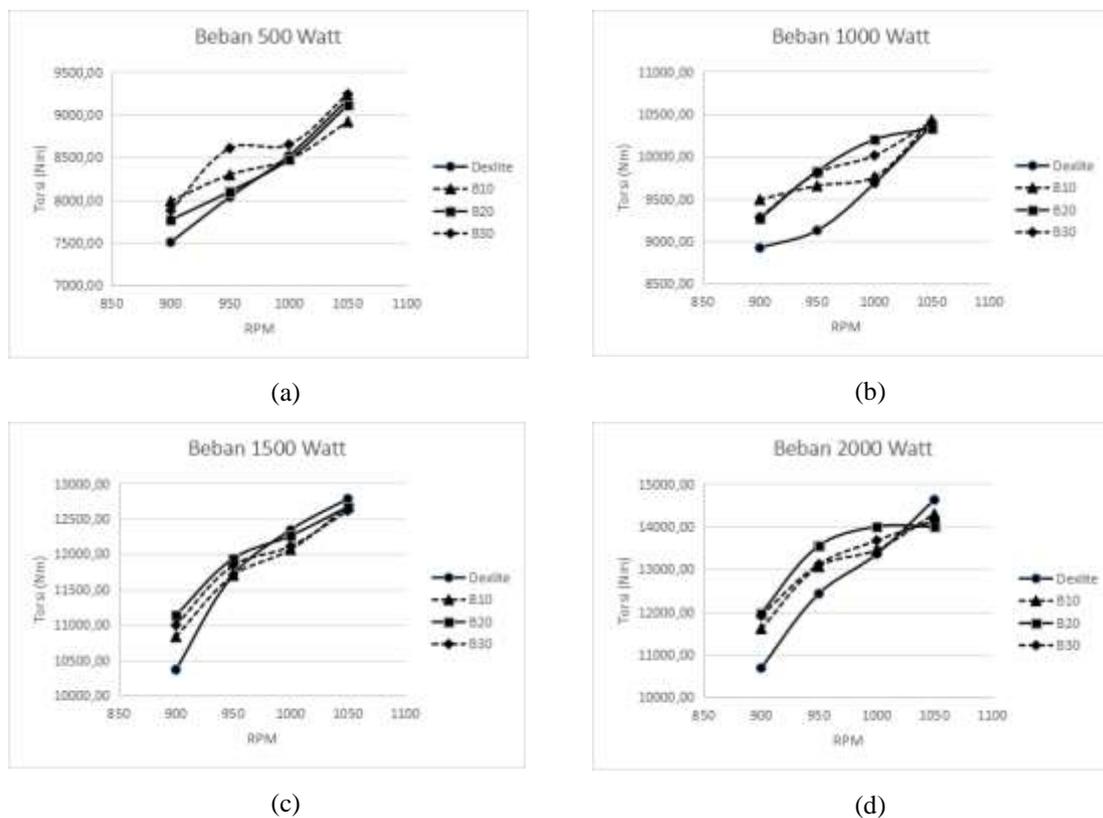


Gambar 5. Grafik hubungan perbandingan daya generator dengan rpm pada keempat bahan bakar pada beban (a) 500 watt (b) 1000 watt (c) 1500 watt (d) 2000 watt

Gambar 5.a menyatakan perbandingan putaran mesin (rpm) terhadap daya motor pada beban 500 Watt diatas dapat diketahui bahwa pada saat rpm 900 bahan bakar B10 memiliki performa yang lebih baik dibanding dengan bahan bakar lainnya. Pada rpm 950, 1000 dan 1050 daya tertinggi dihasilkan oleh bahan bakar B30. Grafik 5.b

perbandingan putaran mesin (rpm) terhadap daya motor pada beban 1000 Watt dapat diketahui bahwa pada keempat bahan bakar memiliki nilai daya semakin besar apabila putaran mesinnya dinaikkan. Grafik 5.c menunjukkan perbandingan putaran mesin (rpm) terhadap daya motor pada beban 1500 Watt diatas dapat diketahui bahwa pada rpm 900 dan 950 bahan bakar B20 memiliki performa yang lebih baik dibanding dengan bahan bakar lainnya. Grafik 5.d menunjukkan pada beban 2000 Watt. Pada ketiga rpm 900, 950 dan 1000 rpm bahan bakar B20 memiliki performa yang lebih baik daripada bahan bakar lain.

### Perbandingan Torsi Pada Keempat Bahan Bakar Pada Setiap Beban



Gambar 6. Grafik hubungan perbandingan torsi dengan RPM pada keempat bahan bakar pada beban (a) 500 watt (b) 1000 watt (c) 1500 watt (d) 2000 watt

Gambar 6.a menunjukkan perbandingan rpm terhadap torsi pada beban 500 Watt, dapat diketahui bahwa nilai torsi tertinggi pada rpm 900 dihasilkan dari bahan bakar B10. Pada rpm 950, 1000 dan 1050 rpm, torsi tertinggi dihasilkan dari bahan bakar B30.

Gambar 6.b menunjukkan perbandingan rpm terhadap torsi pada beban 1000 Watt, nilai torsi tertinggi pada rpm 900 dan 1050 rpm dihasilkan dari bahan bakar B10. Pada rpm 950 torsi tertinggi dihasilkan dari bahan bakar B30. Pada rpm 1000 torsi tertinggi dihasilkan dari bahan bakar B20. Gambar 6.c dapat diketahui bahwa nilai torsi tertinggi pada rpm 900 dan 950 rpm dihasilkan dari bahan bakar B20. Pada rpm 1000 dan 1050 torsi tertinggi dihasilkan dari bahan bakar Pertamina dextrite. Gambar 6.d menunjukkan perbandingan rpm terhadap torsi pada beban 2000 Watt, dapat diketahui bahwa nilai torsi tertinggi pada rpm 900, 950 dan 1000 dihasilkan dari bahan bakar B20. Pada rpm maksimum yakni 1050 torsi tertinggi dihasilkan dari bahan bakar Pertamina Dextrite.

## SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan antara lain sebagai berikut: (1) Hasil pengujian daya didapatkan hasil berupa pembebanan rata - rata dari 500-1000 Watt pada rpm 900 sampai 1050 didapatkan data bahwa jenis bahan bakar B20 memiliki **daya** tertinggi dengan rata-rata sebesar 1201,72 Watt dibandingkan dengan jenis campuran bahan bakar B10 dan B30. (2) Hasil pengujian torsi didapatkan hasil berupa jenis bahan bakar B20 memiliki **torsi** tertinggi dengan rata-rata sebesar 11,744 Nm dibandingkan dengan jenis campuran bahan bakar B10 dan B30.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anggraini, T. M., & Fitriani, N. (2018). Limbah Ampas Tahu Sebagai Bahan Baku Untuk Produksi Biodiesel. *Jurnal Integrasi Proses*, 7(1), 13-19.
- Haryono, E., & Witjonarko, R. D. E. (2017). Analisa Unjuk Kerja Mesin Diesel Kapal Dua Langkah (Two Stroke Marine Diesel Engine) Berbahan Bakar Campuran Minyak Solar (Hsd) Dan Biodiesel Minyak Jelantah Pada Beban Simulator Full Load. *INOVTEK POLBENG*, 7(2), 179-187.
- Semin, S., Iswantoro, A., & Faris, F. (2017). Performance and NOx Investigation on Diesel Engine using Cold EGR Spiral Tube: A Review. *International Journal of Marine Engineering Innovation and Research*, 1(3).
- Kosky, P., Balmer, R., Keat, W., & Wise, G. (2015). *Exploring engineering: an introduction to engineering and design*. Academic Press.
- Scrimgeour, C. (2005). *Chemistry of fatty acids*. Scottish crop research institute. Dundee, Scotland. *Bailey's Industrial Oil and Fat Products*, 2.
- Wijono, A. (2017). Dampak pengurangan emisi kendaraan pada pemakaian campuran biodiesel 20%. *Prosiding Semnastek*.