

JURNAL PRASIDANG SKRIPSI

**PERBANDINGAN BAHAN BAKAR DIESEL SOLAR DENGAN
BIODIESEL KELAPA SAWIT DAN TANAMAN JARAK
TERHADAP PERFORMASI MESIN**



**Oleh:
Fritz Guikajaya
515170021**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
JURUSAN TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS TARUMANAGARA
JAKARTA
2020**

LEMBAR KELAYAKAN PRASIDANG SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan bahwa mahasiswa:

Nama : **Fritz Guikajaya**

NIM : **515170021**

Judul : **Perbandingan Bahan Bakar Diesel Solar dengan Biodiesel Kelapa Sawit dan Tanaman Jarak Terhadap Performasi Mesin**

Telah menyelesaikan tahapan Skripsi yaitu:

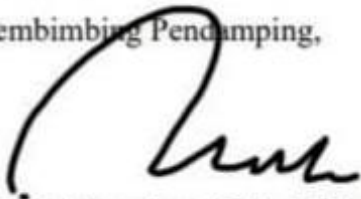
- Kecukupan teori pendukung (Kompetensi A,L,M,N)
- Metode penelitian yang digunakan (Kompetensi B,C,D)
- Data awal (Kompetensi D,E,H,G)
- Analisis data awal (Kompetensi E,F,I)
- Kecukupan daftar referensi (Kompetensi A,G,M)

Dengan persentase total 80 % dan konsep naskah jurnal sehingga layak untuk mengikuti Prasidang Skripsi.

Jakarta, 17 November 2020

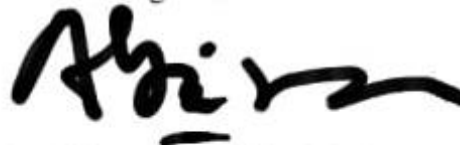
Menyetujui,

Pembimbing Pendamping,



Harto Tanujaya, S.T., M.T., Ph.

Pembimbing Utama



Dr. Abrar Riza, S.T., M.T.

PERBANDINGAN BAHAN BAKAR DIESEL SOLAR DENGAN BIODIESEL KELAPA SAWIT DAN TANAMAN JARAK TERHADAP PERFORMASI MESIN

Fritz G.¹, Abrar R.², Harto T.³

¹Mahasiswa Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Tarumanagara
Fritz.515170021@stu.untar.ac.id

^{2,3}Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Tarumanagara
Jl. Let.Jen S.Parman No. 1 Jakarta 11440, Indonesia

Correspondence Author: Abrarr@ft.untar.ac.id; Hartotan@ft.untar.ac.id

Abstract

Engine performance is a value to measure whether or not an engine is good, the value of engine performance can be determined from 4 variables, namely torque, brake power, specific fuel consumption and thermal efficiency. To get the value of these 4 variables, the characteristics of the fuel are needed as a form of calculation. In this experiment using diesel fuel consisting of diesel, biodiesel Palm Oil and jatropha seeds. In this experiment we will compare the value of engine performance from solar power with 2 different biodiesel. The result of this research is to compare the value of good engine performance between diesel fuel and biodiesel.

Keyword: Engine Performance, Torque, Brake Power, Specific Fuel Consumption, Thermal Efficiency, Biodiesel

PENDAHULUAN

Mesin diesel adalah mesin yang sistem pembakarannya di dalam (*internal combustion engine*) menjadi pilihan banyak pengguna motor bakar untuk kendaraannya karena keunggulan efisiensi bahan bakar. Motor Diesel adalah motor bakar yang proses penyalaannya bukan menggunakan bunga api melainkan menggunakan tekanan yang tinggi untuk mengkompres bahan bakar untuk meledak. Pada saat torak hampir mencapai titik mati atas (TMA), bahan bakar disemprotkan kedalam ruang bakar melalui nosel sehingga terjadilah pembakaran pada ruang bakar yang telah bercampur dengan udara.

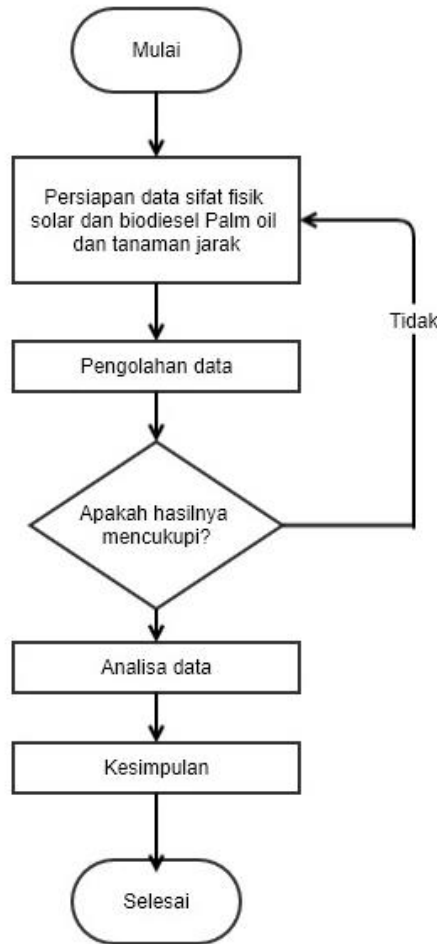
BBM yang digunakannya pun merupakan bahan bakar diesel. Bahan bakar diesel pada umumnya adalah bahan bakar fosil yang disebut solar. Selain bahan bakar fosil, ada juga bahan bakar dari minyak nabati yang disebut Biodiesel. "Kebutuhan masyarakat akan minyak bumi menempati proporsi terbesar sebagai sumber energy penduduk, yakni mencapai 54,4 persen, disusul gas bumi 26,5 persen" (Suntaro, 2011). Untuk mengatasi hal tersebut maka perlu menghemat minyak bumi sebisa mungkin, maka dari itu digunakanlah Biodiesel. Di Indonesia, Biodiesel diproduksi dari minyak kelapa sawit, hal tersebut dikarenakan Indonesia memiliki nilai produksi kelapa sawit yang melimpah serta komposisi dari minyak kelapa sawit sangat mirip dengan bahan bakar solar sehingga sebagian digunakan untuk dijadikan bahan bakar biodiesel. Tidak hanya itu, bahan bakar biodiesel yang dihasilkanpun menghasilkan gas buang yang lebih ramah lingkungan. Untuk menghasilkan hasil pembakaran yang ramah lingkungan juga akan bergantung pada karakteristik bahan bakar. Beberapa karakteristik bahan bakar motor diesel yang paling utama diantaranya adalah berat jenis, Viskositas, Nilai Kalori, Kandungan Sulfur, Daya Pelumasan, Titik Tuang, Titik Nyala, Angka Cetane (Cetane Number), Kandungan Arang, Kadar Abu (Suhartanta dan Arifin, 2008).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui perbedaan sifat fisik bahan bakar dari hasil pembakarannya untuk mendapatkan perbedaan performansi mesin dari bahan bakar yang berbeda, mendapatkan karakteristik dari bahan bakar Biodiesel dan solar.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah dengan mengumpulkan beberapa data sekunder, kemudian melalui data yang sudah didapatkan akan diolah dan dianalisis. Data olahan tersebut akan dibuat menjadi grafik untuk dapat dilihat perbedaan dari hasil performa mesin yang dihasilkan dari bahan bakar solar dan biodiesel. Pembuatan analisa berdasarkan data dan grafik yang sudah didapat untuk dijadikan kesimpulan.

Data sekunder yang dikumpulkan 8 jurnal untuk dimasukkan ke laporan skripsi akhir, yang dimana dibagi jadi 2 jenis percobaan biodiesel yang dimana terdapat 4 jurnal untuk percobaan 1 yang adalah percobaan perbandingan performa mesin dari solar dengan Biodiesel *Palm Oil*, dan 4 jurnal lainnya untuk percobaan 2 yang adalah percobaan perbandingan performa mesin dari solar dengan Biodiesel biji jarak. Dari 2 percobaan akan dipilih masing – masing 1 jurnal sebagai perwakilan untuk pembahasan di jurnal pra-sidang ini.



Gambar 1. Flowchart Pengambilan Data

HASIL & PEMBAHASAN

Data hasil percobaan yang telah dilakukan dari jurnal data sekunder akan diampirkan.

PERCOBAAN PERFORMA MESIN UNTUK DATA BODIESEL *PALM OIL*

Berikut merupakan data spesifikasi mesin dan karakteristik biodiesel dan solar yang digunakan saat melakukan uji coba. (N. Namliwan dan T. Wongwuttanasatian, 2014)

Tabel 1. Data Spesifikasi Mesin yang Digunakan Untuk Percobaan 1

Merk	Kubota RT-100
Jumlah Silinder	1
Siklus	4 Langkah
Volume	547 cc
<i>Maximum Power</i>	7.5 kW
<i>Maximum Torque</i>	3.6 kg.m / 1600 rpm
<i>Fuel Consumption Rate</i>	240 g.hp/hr

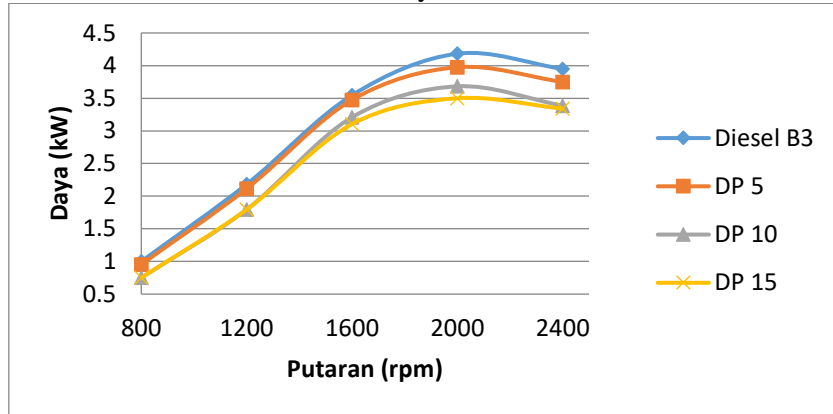
Tabel 2. Data Karakteristik Bahan Bakar Percobaan 1

<i>Properties</i>	Standar	Komposisi				Satuan
		Diesel B3	DP 5	DP 10	DP 15	
<i>Heat Release Rate</i>	ASTM D240	45.805	45.429	44.988	44.761	MJ/kg
<i>Viscosity</i>	ASTM D445	3.274	3.43	3.885	4.406	cSt
<i>Density</i>	ASTM D4052	841.9	844.6	848.0	851.4	Kg/m ³
<i>Acid Value</i>	ASTM D664	0.105	2.455	2.825	3.600	Mg KOH/g
<i>Cloud Point</i>	ASTM D2500	6.9	6.5	6.4	6.4	°C
<i>Flash Point</i>	ASTM D93	67	66	70	69	°C
<i>Water Content</i>	EN ISO 12937	69.5	130.65	182.15	233.95	Mg/kg

Pada tabel, dapat dilihat ada 4 bahan bakar yang diuji coba, yaitu ada Diesel B3 yang dimana bahan bakar ini adalah bahan bakar solar Diesel dengan persentase volume biodiesel *Palm Oil* didalamnya adalah 0%, dan ada DP5 yang sama artinya dengan B5 yaitu campuran dari bahan bakar solar atau Diesel B3 sebanyak 95% dan 5% isinya adalah biodiesel *Palm Oil*, untuk DP 10 sama seperti B10 dimana 10% - nya adalah biodiesel dan 90% - nya adalah solar Diesel B3, untuk DP 15 adalah 15% - nya adalah biodiesel dan 85% sisanya adalah solar Diesel B3.

Untuk nilai karakteristik dapat dilihat bahwa nilai kalor terbesar dimiliki oleh solar Diesel B3. Sesuai dengan teori pada umumnya bahwa nilai kalor dari solar lebih tinggi dibanding nilai kalor dari biodiesel, sehingga dapat disimpulkan bahwa nilai kalor dari bahan bakar dengan persentase volume biodiesel yang tinggi maka nilai kalor nya akan semakin kecil. Berbalik dengan nilai kerapatan atau viskositasnya yang dimana semakin besar persentase volume biodiesalnya, maka semakin besar nilai kerapatannya dan nilai viskositasnya.

Grafik 1. Data Daya dari Percobaan 1

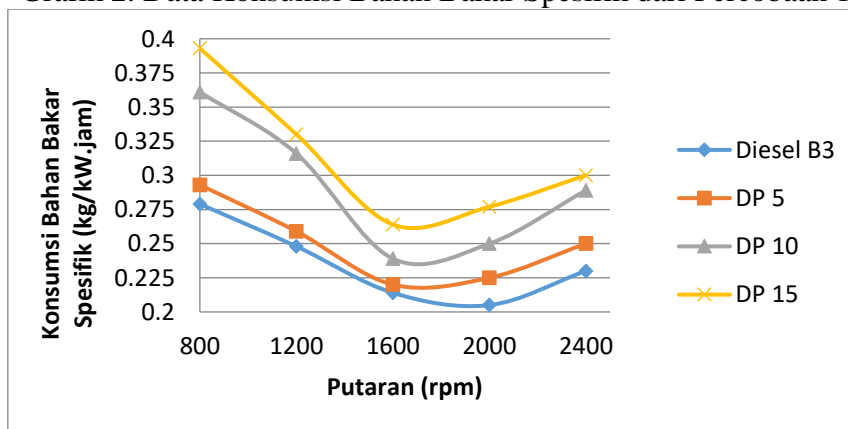


Pada bagian daya, terjadi penurunan nilai daya setiap penambahan campuran biodiesel *palm oil* ke bahan bakar fosil Diesel B3. Nilai daya penghasil tertinggi dimiliki oleh Diesel B3, hal tersebut disebabkan nilai kalor yang dimiliki diesel B3 lebih tinggi dibanding nilai kalor Biodiesel lainnya. Selain itu, nilai dari daya besar juga menghasilkan torsi yang besar, dikarenakan nilai torsi akan berbanding lurus dengan nilai daya, sehingga nilai torsi yang tertinggi pun juga dihasilkan oleh solar Diesel B3.

Meski nilai daya pada putaran 1600 rpm ke 2000 rpm masih meningkat, perlu diketahui bahwa nilai torsi maksimal dari percobaan ini terjadi pada putaran 1600 rpm. Meski telah dikatakan nilai daya dan torsi memiliki perbandingan yang berbanding lurus, tetapi ada factor lain yang membuat daya setelah torsi maksimal masih bisa meningkat, salah satunya yaitu kecepatan putar mesin, sama halnya dengan nilai torsi, nilai kecepatan putar mesin juga berbanding lurus dengan daya, tetapi berbanding terbalik dengan nilai torsi, sehingga nilai daya bisa meningkat. Selain factor tersebut ada juga karena nilai laju bahan bakar yang meningkat, sehingga massa bahan bakar yang terbakar lebih besar dan membuat nilai kalor / daya yang dihasilkan menjadi besar.

Untuk grafik torsi akan sangat mirip dengan nilai daya, hanya saja yang membedakan kurva grafik semua akan menurun dari titik puncaknya bukan 2000 rpm melainkan 1600 rpm, hal tersebut dikarenakan nilai torsi maksimal mesin terjadi pada kecepatan putar 1600 rpm. Grafik torsi juga akan sama dengan grafik daya yang dimana nilai torsi terbesar dihasilkan dari Diesel B3, dan semakin besar persentase volume biodiesel *Palm Oil* didalamnya maka nilai torsi yang dihasilkan juga akan semakin kecil.

Grafik 2. Data Konsumsi Bahan Bakar Spesifik dari Percobaan 1



Pada bagian Konsumsi bahan bakar spesifik, setiap penambahan campuran bahan bakar *palm oil* ke bahan bakar fosil Diesel B3 akan menyebabkan konsumsi bahan bakar spesifik mengalami

peningkatan. Hal tersebut diduga karena terjadi peningkatan nilai densitas seiring dengan penambahan campuran *palm oil*. Peningkatan nilai densitas pada volume engine yang sama akan menyebabkan massa bahan bakar yang dibutuhkan menjadi meningkat sehingga konsumsi bahan bakar spesifik menjadi lebih banyak.

Selain itu, daya yang dihasilkan juga mempengaruhi nilai konsumsi bahan bakarnya, yang dimana nilai konsumsi bahan bakar spesifik berbanding terbalik dengan nilai daya yang dihasilkan sehingga dapat dilihat bahwa nilai BSFC pada diesel B3 memiliki nilai yang terendah dibanding dengan nilai BSFC bahan bakar lainnya, hal tersebut dikarenakan daya yang dihasilkan dari Diesel B3 lebih besar dibanding nilai daya bahan bakar lainnya. dapat dilihat bahwa nilai BSFC menurun dari putaran 800 rpm sampai ke 1600 rpm yang dimana putaran dengan penghasilan torsi maksimal, tetapi mulai meningkat setelah putaran 1600 rpm, hal tersebut terjadi karena dengan peningkatan daya yang terjadi pada putaran 1600 rpm ke 2000 rpm, pada rentang tersebut terjadi pemasokan bahan bakar yang berlebih sehingga daya yang dihasilkan meningkat dan nilai laju bahan bakar meningkat sehingga nilai BSFC juga meningkat.

Dari sisi data efisiensi termalnya, dapat diketahui bahwa rata-rata nilai efisiensi termal pada setiap putarannya diperoleh bahwa efisiensi termal dari bahan bakar fosil memiliki nilai yang paling besar. Nilai efisiensi termal yang didapatkan dari Diesel B3, DP 5, DP 10, dan DP 15 berurutan pada putaran 2400 rpm adalah sebesar 9.39%, 8,92%, 7.81%, dan 7.29%. Hal tersebut menunjukkan bahwa bahan bakar fosil Diesel B3 memiliki efisiensi termal yang paling baik sehingga memiliki performa mesin diesel yang paling baik dibanding biodiesel *palm oil* DP 5, DP 10, dan DP 15. Hal tersebut dapat menyatakan bahwa nilai performa mesin milik Diesel B3 lebih baik dibanding biodiesel lainnya.

PERCOBAAN PERFORMA MESIN UNTUK DATA BIODIESEL BIJI JARAK

Berikut merupakan data spesifikasi mesin dan karakteristik biodiesel dan solar yang digunakan saat melakukan uji coba. (A. Widiyanto, 2014)

Pada percobaan ini menggunakan mesin Mitsubishi kuda 2500 CC tahun 2000. Penelitian menggunakan bahan bakar solar dengan campuran bahan bakar minyak biji jarak. Dengan komposisi bahan bakar Do 100 (solar 100%), B17.5, B20, B22.5 dan B25.

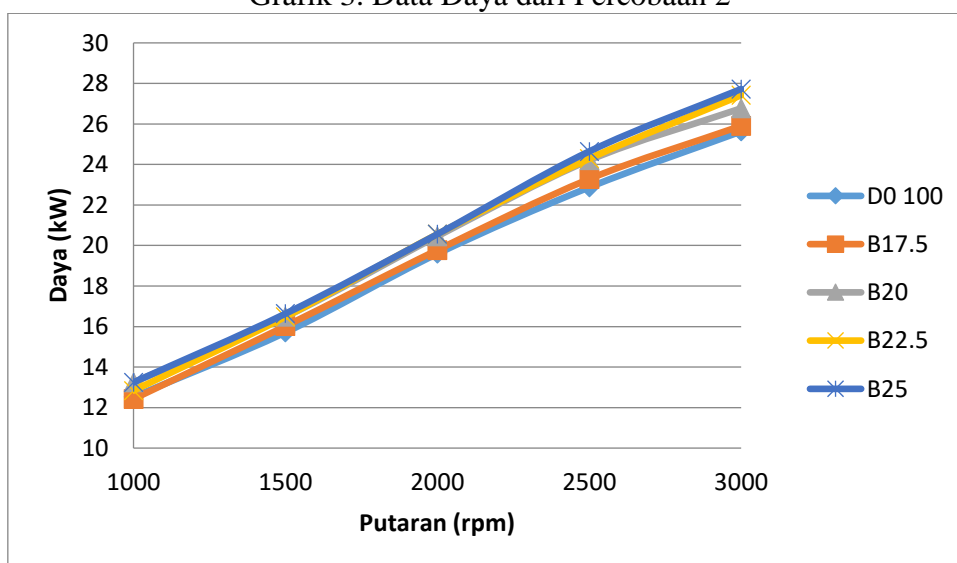
Tabel 3. Data Karakteristik Bahan Bakar Percobaan 2

Karakteristik	Satuan	Komposisi Bahan Bakar				
		D0 100	B17.5	B20	B22.5	B25
Density at 15°C	(gr/cm ³)	0.85	0.86	0.86	0.86	0.86
Viskostas Kinematik at 40°C	cSt	3.65	4.78	4.95	5.03	5.44
Flash Point	°C	63	66	65	67	70
Pour Point	°C	-	-8	-10	-7	-9
Angka Setana	-	50.99	51.43	51.30	51.55	51.93
LHV	Kkal/gr	11620.31	11033.66	10983.23	10736.59	10249.51

Dari tabel diatas, ditunjukkan beberapa perbandingan nilai karakteristik dari beberapa bahan bakar yang diuji. Perlu diketahui bahwa D0 100 adalah bahan bakar solar murni 100%, dan nilai pada samping huruf B di 4 bahan bakar lainnya adalah menandakan persentase volume biodiesel biji jarak yang ada didalamnya, contoh pada B20 yang artinya bahan bakar biodiesel dimana 20% dari isinya adalah minyak nabati dari biji jarak dan 80% sisanya adalah bahan bakar solar.

Dimana dapat dilihat bahwa nilai dari kerapatan pada 5 bahan bakar tersebut, dan dapat disimpulkan bahwa nilai kerapatannya mengalami kenaikan yang tidak signifikan, sehingga tidak dapat dilihat ada perbedaan yang jelas dari B17.5, B20, B22.5, dan B25. Meski dalam kerapatan tidak dapat terlihat perbedaan yang cukup signifikan, tetapi nilai viskositasnya dapat terlihat sedikit berbeda, dimana nilai viskositasnya meningkat seiring pertambahan persentase volum biodiesel didalam bahan bakarnya. Ada juga angka setana yang dimana menentukan kualitas pembakaran bahan bakar tersebut, dengan angka setana yang tertinggi dimiliki dari B25, dan yang terendah dimiliki oleh D0 100. Ada juga nilai LHV atau biasa yang disebut dengan nilai kalor, bisa dilihat bahwa nilai kalor menurun seiring pertambahan persentase volume biodiesel didalam bahan bakarnya.

Grafik 3. Data Daya dari Percobaan 2

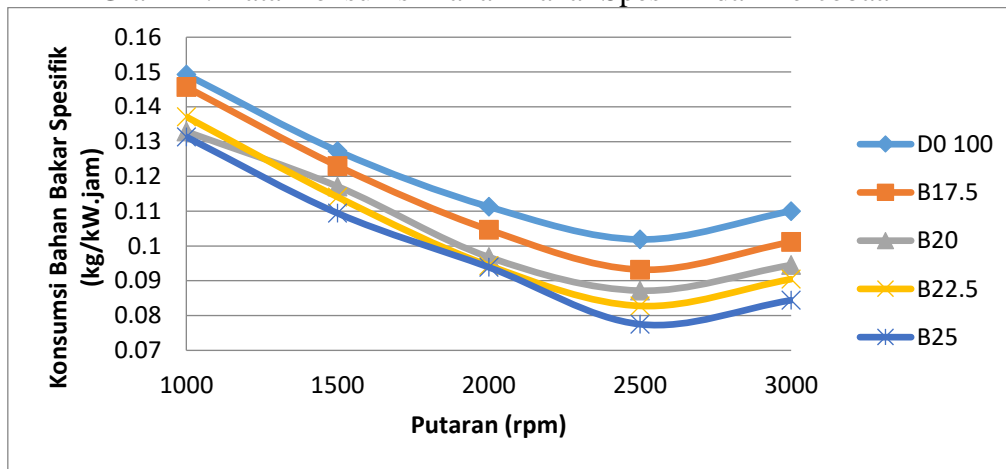


Pada bagaimanapun, putaran 1000 rpm memiliki nilai daya yang berbeda. Nilai daya D0 100 adalah 12.53 kW sedangkan B17.5 mengalami penurunan nilai daya sebesar 0.819% kemudian mengalami kenaikan pada B20 sebesar 5.737% dan pada B22.5 mengalami kenaikan nilai daya terhadap D0 100 dengan nilai sebesar 2.459% dan pada B25% kenaikan nilai daya yang sama dengan B20 sebesar 5.737%. Kondisi ini sesuai dengan kondisi torsi bahwa diduga adanya udara yang bereaksi dengan bahan bakar didalam silinder pada putaran awal belum terkompresi dengan baik sehingga pembakaran terjadi tidak sempurna.

Pada putaran 1500 rpm hingga 3000 rpm, nilai pada grafik terlihat stabil dimana penghasil daya tertinggi adalah biodiesel dengan B25. Di grafik juga dapat ditarik kesimpulan bahwa nilai daya yang dihasilkan akan semakin tinggi jika nilai persentase biodiesel dalam bahan bakar semakin tinggi, sehingga solar D0 100 menghasilkan nilai terendah. Hal tersebut diduga karena pengaruh dari angka setana, dimana angka setana mempengaruhi kualitas pembakaran dalam ruang bakar. Semakin tinggi angka setana, maka kualitas pembakarannya semakin sempurna atau lebih tepatnya lebih mendekati pembakaran stoikiometri, begitu pula sebaliknya, jika angka setana rendah maka pembakaran yang terjadi akan semakin tidak sempurna, atau bisa dimisalkan pada proses pembakaran mungkin mengalami pembakaran pada saat posisi piston lebih jauh dari titik mati atasnya dibanding dengan bahan bakar dengan nilai angka setana yang tinggi, sehingga terjadi kerugian daya yang dihasilkan karena tekanan rugi tersebut seharusnya dapat digunakan untuk langkah kerja lebih. Dengan pembakaran yang lebih sempurna maka persentase nilai kalor yang dihasilkan lebih besar sehingga nilai kalor / daya yang dihasilkan dari biodiesel presentase volumenya tinggi akan lebih besar.

Sama seperti nilai daya yang dihasilkan, nilai torsi yang dihasilkan pada putaran 1500 rpm hingga 3000 rpm secara keseluruhan mengalami kenaikan torsi seiring dengan pertambahan persentase volume biodiesel biji jarak ke dalam campuran bahan bakar tersebut.

Grafik 4. Data Konsumsi Bahan Bakar Spesifik dari Percobaan 2



Pada bagian konsumsi bahan bakar spesifik, setiap campuran komposisi bahan bakar mengalami penurunan nilai konsumsi bahan bakar spesifik. Hal tersebut diduga karena angka setana dari biodiesel lebih tinggi dibanding dengan solar D0 100, sehingga kualitas pembakaran lebih sempurna dan lebih menghasilkan persentase daya yang lebih besar dari setiap proses pembakarannya, sehingga nilai daya yang dihasilkan lebih besar dibanding bahan bakar D0 100. Nilai daya yang dihasilkan pada bahan bakar dengan presentase volume biodiesel yang lebih tinggi menyebabkan nilai BSFC yang dihasilkan pun lebih rendah dibanding nilai BSFC bahan bakar lainnya, diingat bahwa nilai BSFC berbanding terbalik dengan nilai daya.

Meski nilai kerapatan bergantung dengan nilai BSFC, contoh dimana dengan kerapatan yang lebih tinggi seperti biodiesel pasti laju massanya pada proses pembakaran pasti lebih besar karena volume bahan bakar dalam ruang bakar pasti sama untuk setiap bahan bakar sehingga dengan nilai kerapatan yang tinggi membuat nilai laju massanya lebih tinggi, tetapi perlu diingat bahwa nilai laju massa harus dibagi dengan hasil dayanya untuk menjadi nilai BSFC (konsumsi bahan bakar spesifik), maka dengan nilai daya yang dihasilkan lebih tinggi, dapat diasumsikan bahwa nilai daya tersebut menekan nilai laju massa bahan bakarnya sehingga nilai BSFC yang dihasilkan pun juga lebih kecil.

KESIMPULAN

Secara umumnya nilai performa mesin bergantung pada beberapa factor dari karakteristik bahan bakar, seperti nilai kerapatan dan viskositas, angka setana, nilai kalor, dan flammabilitas limit. Variabel – variabel dari performa mesin berupa nilai torsi, daya yang dihasilkan, angka konsumsi bahan bakar spesifik serta persentase dari efisiensi termal dari kerja mesin. Semakin tinggi nilai performa mesin maka nilai kerja mesin dinilai semakin baik. Untuk meningkatkan unjuk kerja mesin, maka diperlukan pemilihan bahan bakar yang baik dari sisi nilai karakteristik bahan bakarnya.

Pada percobaan pada data biodiesel *Palm Oil*, dapat dilihat bahwa nilai torsi dan daya sinkron dimana nilai daya akan meningkat ketika nilai torsi juga meningkat, hanya saja daya pada putaran 1600 rpm ke 1800 rpm masih meningkat hal tersebut dikarenakan adanya pemborosan bahan bakar sehingga daya yang dihasilkan meningkat tetapi setelah putaran 1800 rpm, daya mulai menurun karena nilai torsi telah menurun banyak sehingga pemborosan daya tidak dapat meningkatkan daya yang setimpal dengan kehilangannya nilai torsi yang dihasilkan. Dari grafik yang ditunjukkan dapat

dilihat bahwa nilai daya yang dihasilkan dari solar Diesel B3 lebih tinggi dibanding biodiesel serta nilai BSFC dari Diesel B3 lebih rendah daripada biodiesel, hal tersebut dapat disimpulkan bahwa nilai performa mesin dari Biodiesel *Palm Oil* masih belum efektif untuk dipakai dalam kebutuhan untuk masyarakat dibanding solar Diesel B3.

Pada percobaan pada data biodiesel biji jarak, dapat dilihat daya yang dihasilkan akan semakin meningkat ketika persentase volume biodiesel meningkat, dan nilai daya yang dihasilkan dari solar D100 adalah yang paling kecil. Nilai dari konsumsi bahan bakar spesifik dari percobaan data biodiesel biji jarak juga mendapat hasil yang baik sehingga nilai BSFC – nya rendah dibanding solar D100, sehingga dapat disimpulkan juga bahwa performa mesin yang dihasilkan dari biodiesel biji jarak lebih baik dari solar D100, sehingga biodiesel biji jarak dapat disarankan untuk menjadi bahan bakar pengganti untuk menghemat penggunaan minyak bumi fosil.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. Namliwan and T. Wongwuttanasatian, "Performance of Diesel Engine Using Diesel B3 Mixed with Crude Palm Oil," *The Scientific World Journal*, p. 6, 2014.
- [2] Ulya. "Manfaat dan Kandungan Kimia Jarak Pagar (*jatropha curcas*)," 2019.
- [3] A. Widiyanto, "Uji Kemampuan Campuran Bahan Bakar Solar dan BioDiesel dari Minyak Biji Jarak Terhadap Unjuk Kerja dan Opasitas Mesin Diesel 4 Langkah," *Jurnal Teknik Mesin Universitas Negeri Surabaya*, vol. II, pp. 38-46, 2014 dan Mekan terhadap Umur Pahat pada Pemesinan Frais," *Jurnal Mechanical*, vol. 6, 2015.
- [4] P. Setyadi and C. S. Wibowo, "Pengaruh Pencampuran Minyak Solar dengan BioDiesel Pada Nilai Angka Setana," *Jurnal konversi energi dan manufaktur UNJ*, vol. Edisi terbit II, p. 52, 2015
- [5] Murni and B. Fajar, "Perbandingan Pengaruh Temperatur Solar dan Biodiesel Terhadap Performa Mesin Diesel Direct Injection Putaran Konstan," 2010.
- [6] A. Riza. and H. Tanujaya, "Pengaruh Ukuran Atomasi Bahan Bakar terhadap Unjuk Kerja Motor Bakar," *Jurnal teknik mesin fakultas teknik universitas tarumanagara*, vol. Volume 15 nomor 2, pp. 92-95, 2017.