

Performance Comparison of 9-Lt Diesel Engine with Three Types of Fuel: Biosolar, Pertadex and B30

Ade Kurniawan^{1,*}, Ma'ruf¹ dan Ihwan Haryono¹

¹Balai Teknologi Termodinamika, Motor dan Propulsi, Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi - Tangerang

*Korespondensi: ade.kurniawan@bppt.go.id

Abstract. To fulfill the scarcity of vehicles for the rural transportation, it has been developed diesel engine vehicles under 1000 cc. As rural vehicle, the engine must have high performance, low fuel consumption and low emissions. Beside engine design, engine performance are affected by fuel used. Biodiesel application for transportation on 2016 are regulated by Ministerial Regulation ESDM No. 12 in 2015. Ministerial regulation arrange the Biodiesel content on Diesel fuel which would increase until 30% on 2020. A diesel engine was tested to get performance data with 3 various fuel, that were Biosolar from gas station, Pertadex and Biodiesel 30% (B30). The test was using an engine from a pick up vehicle with 0.9 litre cylinder volume, natural aspirated, common rail system and compression ratio 20:1. The test was conducted in Internal Combustion Engine Laboratory BT2MP-BPPT that used UN ECE R85 Method. The result show that engine power between Pertadex and Biosolar were almost the same, and B30 was the lowest. There were no significant different results for specific fuel consumption. There were significant difference results for smoke emission that Pertadex, Biosolar and B30 were the highest to the lowest respectively.

Abstrak. Untuk melengkapi kelangkaan kendaraan untuk transportasi pedesaan, telah dikembangkan kendaraan bermesin diesel dengan harga di bawah 1000 cc. Sebagai kendaraan pedesaan, mesin harus memiliki performa tinggi, konsumsi bahan bakar rendah dan emisi rendah. Selain desain mesin, performa mesin dipengaruhi oleh bahan bakar yang digunakan. Aplikasi biodiesel untuk transportasi pada tahun 2016 diatur oleh Peraturan Menteri ESDM No. 12 pada tahun 2015. Peraturan menteri mengatur kandungan biodiesel pada bahan bakar diesel yang akan meningkat sampai 30% pada tahun 2020. Sebuah mesin diesel diuji untuk mendapatkan data kinerja dengan 3 macam bahan bakar, yaitu Biosolar dari SPBU, Pertadex dan Biodiesel 30% (B30). Tes tersebut menggunakan mesin dari kendaraan pick up dengan volume silinder 0,9 liter, sistem aspirasi alami, sistem rel umum dan rasio kompresi 20: 1. Pengujian dilakukan di Laboratorium Pembakaran Mesin Internal BT2MP-BPPT yang menggunakan metode UN ECE R85. Hasilnya menunjukkan bahwa tenaga mesin antara Pertadex dan Biosolar hampir sama, dan B30 adalah yang terendah. Tidak ada hasil yang signifikan untuk konsumsi bahan bakar spesifik. Ada hasil perbedaan yang signifikan untuk emisi asap yang terjadi pada Pertadex, Biosolar dan B30 yang paling tinggi sampai yang terendah.

Kata kunci: diesel engine, diesel fuel, biodesel, engine performance, smoke

© 2017. BKSTM-Indonesia. All rights reserved

Pendahuluan

Untuk memenuhi kelangkaan kendaraan untuk keperluan angkutan pedesaan maka telah dikembangkan kendaraan bermesin diesel dibawah 1000 cc. Sebagai angkutan pedesaan maka kendaraan bermotor tersebut harus sesuai kebutuhan pasar yaitu memiliki unjuk kerja tinggi, hemat bahan bakar dan ramah lingkungan. Selain faktor dari desain engine, unjuk kerja juga ditentukan oleh bahan bakar yang digunakan. Sementara itu pemakaian biodiesel pada moda transportasi pada tahun 2016 diwajibkan pemerintah melalui Permen ESDM No. 12 Tahun 2015. Dalam Permen tersebut kandungan biodiesel dalam bahan bakar mineral akan terus ditingkatkan sampai dengan 30% (B30) pada tahun 2020, sebagaimana ditunjukkan pada tabel 1.

Pengembangan kendaraan angkutan umum yang murah, berkinerja tinggi dan ramah lingkungan yang dikembangkan pemerintah yang merupakan bagian program pengentasan kemiskinan harus sejalan dengan pembangunan energi nasional. Pengembangan kendaraan umum murah dengan menggunakan mesin diesel harus sejalan dengan *road map* pemanfaatan biodiesel yaitu biodiesel 20% (B20) pada tahun 2016 dan 30% (B30) pada tahun 2020. Untuk mencapai sasaran yang diinginkan maka diperlukan kajian untuk memperoleh data acuan yang digunakan untuk pengembangan lebih lanjut, baik itu segi teknologi engine diesel kapasitas kecil maupun teknologi bahan bakarnya.

Tujuan penelitian adalah untuk mendapatkan data karakteristik unjuk kerja, konsumsi bahan bakar dan emisi asap dari engine kendaraan berme-

sin diesel di bawah 1.000 cc, dengan menggunakan bahan bakar biosolar yang dipasarkan di SPBU dan biodiesel 30% (B30). Karakteristik unjuk kerja engine tersebut dibandingkan dengan bahan bakar mineral (B0) produksi PT. Pertamina (Pertadex).

Tabel 1. Peta jalan pemanfaatan biodiesel di Indonesia

Jenis Sektor	April 2015	Januari 2016	Januari 2020	Januari 2025	Keterangan
Rumah Tangga	-	-	-	-	Saat ini tidak ditentukan
Usaha Mikro, Usaha Perikanan, Usaha Pertanian, Transportasi, dan Pelayanan Umum (PSO)	15%	20%	30%	30%	Terhadap kebutuhan total
Transportasi Non PSO	15%	20%	30%	30%	Terhadap kebutuhan total
Industri dan Komersial	15%	20%	30%	30%	Terhadap kebutuhan total
Pembangkit Listrik	25%	30%	30%	30%	Terhadap kebutuhan total

Metode Penelitian

Engine uji berasal dari kendaraan *pick-up* yang diusulkan untuk kendaraan umum murah dilepas dari rangkanya. Engine tersebut dipasang pada dudukan (*mounting*), yang telah dibuat sebelumnya, dan dipasang pada bangku (*test bed*) dalam *test cell* BT2MP (gambar 1), untuk dilakukan persiapan pengujian. Persiapan terdiri dari *alignment*, instrumentasi dan kalibrasi alat ukur.



Gambar 1. Instalasi *test bed*

Pengujian menggunakan bahan bakar Pertadex (B0) sebagai acuan, biosolar SPBU dan campuran B30 yang berasal dari Fatty Acid Methyl Ester (FAME) dari nyamplung yang memenuhi Standar Nasional Indonesia. Adapun spesifikasi dari Pertadex ditunjukkan pada tabel 2 dan biodiesel murni (B100) dapat dilihat pada tabel 3.

Sebelum dilakukan pengujian, dilakukan pengecekan akhir yang disebut dengan *commissioning*. Pengecekan ini dilakukan dengan cara menghidupkan engine untuk melakukan pengecekan fungsional akhir pada engine dan sistem uji hingga seluruhnya bekerja sebagaimana mestinya.

Setelah seluruh tahap persiapan perangkat uji dan *commissioning* selesai, mesin kemudian dihidupkan untuk memasuki tahap pemanasan (*warming up*) sampai temperatur oli mencapai 80°C. Tahapan ini dilakukan setiap kali menjalankan mesin dari keadaan berhenti. Kemudian tahapan

pengujian berikutnya baru dapat dilakukan. Hal ini dilakukan secara otomatis dengan menggunakan suatu program (AUTOTEST).

Tabel 2. Spesifikasi PERTADEx [1]

Parameter	Unit	Min	Max	ASTM
Angka setana	-	51	-	D613-95
Index setana	-	48	-	D4737-96a D4052-96
Berat jenis, 15°C	Kg/m ³	820 ¹⁾	860	D445-97
Viskositas, 40°C	Mm ² /sec	2,0	4,5	D2622-98
Kandungan sulfur	%m/m	-	0,05 ²⁾	
Distilasi t 90 ³⁾	°C	-	340	
t 95 ³⁾	°C	-	360	D93-99c
bp akhir	°C	-	370	
Titik nyala	°C	55	-	D97
Titik tuang	°C	-	18	
Residu karbon	%m/m	-	18	D4530-93
Kandungan air	Mg/kg	-	0,3	D1744-92
Stabilitas oksidasi	G/m ³	-	500	D2274-94
Biological growth ^{*)}	-	-	25	
Kandungan fame ^{*)}	%v/v	-	-	
Kandungan metanol dan etanol	%v/v	-	-	
Korosi lempeng tembaga	Merit	-	-	D4815
Kandungan abu	%m/m	-	Nihil	D130-94
Kandungan sedimen	%m/m	-	1,0	D482-95
Bilangan asam kuat	Mgko	-	Tidak terdeteksi	D473 D664
Bilangan asam total	H/g	-	Kelas 1	D2276-99
Partikulat	Mgkoh/g	-	0,01	D6079-99
Lubrisitas (hfr wear scar dia @60°C	-	-	0,01	(ccc f-06-a-96)
Penampilan visual	Mg/l	-	0	
Warna	Micron	-	0,3	D1500
	No astm	-	10	
		-	460	
			Jernih dan terang	
			1,0	

^{*)} Khusus minyak solar yang mengandung biodiesel

¹⁾ Aditif harus kompatibel dengan minyak mesin, aditif yang mengandung komponen pembentuk abu (ash) tidak diperbolehkan

²⁾ Pemeliharaan secara baik untuk mengurangi kontaminasi

³⁾ Pelabelan pada pompa harus memadai dan terdefinisi

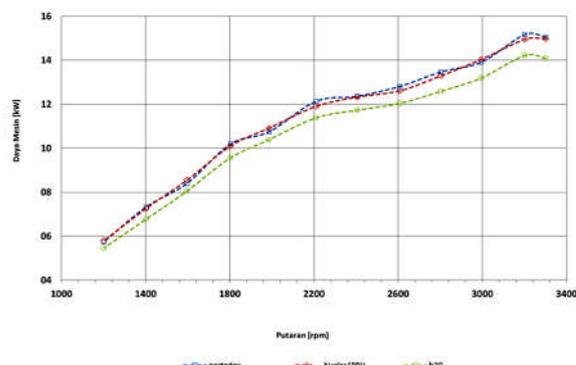
Tabel 3. Spesifikasi Biodiesel Indonesia [2]

No	Parameter uji	Satuan, min/maks	Persyaratan
1	Massa jenis, 40 °C	kg/m ³	850 – 890
2	Visk kinematik, 40 °C	mm ² /s (cSt)	2,3 – 6,0
3	Angka setana	Min	51
4	Titik nyala (<i>close cup</i>)	°C, min	100
5	Titik kabut	°C, maks	18
6	Korosi bilah tembaga (3h, 50°C)		nomor 1
7	Residu karbon - percontoh asli; atau - 10% ampas distilasi	%-m, maks	0,05 0,3
8	Air dan sedimen	%-v	0,05
9	Temperatur distilasi 90%	°C, maks	360
10	Abu tersulfatkan	%-m, maks	0,02
11	Belerang	mg/kg, maks	50
12	Fosfor	mg/kg, maks	4
13	Angka asam	mg-KOH/g, maks	0,5
14	Gliserol bebas	%-m, maks	0,02
15	Gliserol total	%-m, maks	0,24
16	Kadar ester metil	% m, min	96,5
17	Angka iodium	%-m (g-I ₂ /100 g), maks	115
18	Kestabilan oksidasi Periode induksi metode rancimat atau Periode induksi metode petro oksidasi		480 36
19	Monogliserida	%-m, maks	0,8

Pengujian unjuk kerja dilakukan dengan prosedur yang mengacu pada ECE R 85. Pengujian unjuk kerja dilakukan untuk mendapatkan karakteristik mesin yang meliputi: *torsi*, *daya poros (brake power)*, *brake specific fuel consumption (BSFC)* dan *smoke (FSN)* pada setiap putaran antara 1200 – 3500 rpm pada kondisi *throttle* terbuka penuh (100%).

Hasil dan Pembahasan

Gambar 2 menunjukkan power untuk bahan biosolar SPBU, PertaminaDEX dan B30.

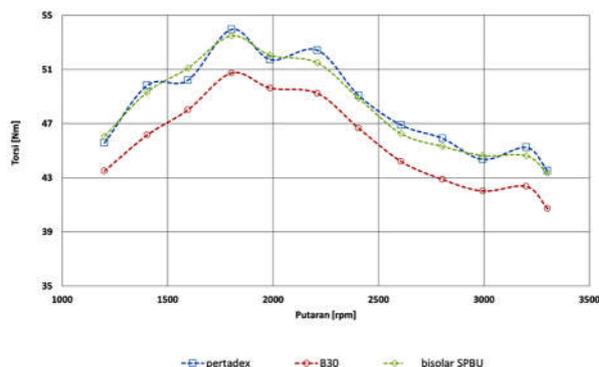


Gambar 2. Perbandingan Daya mesin

Bahan bakar PertaminaDEX menunjukkan hasil power yang identik dengan biosolar untuk semua putaran engine seperti ditunjukkan dalam gambar 2.

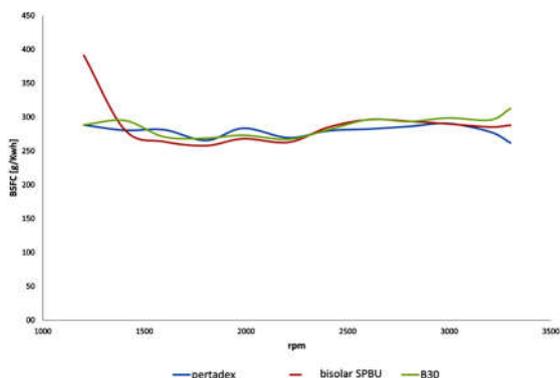
B30 dihasilkan dari campuran biodiesel (B100) dengan minyak diesel mineral (B0). Kandungan nilai kalor dari B100 sekitar 8 sampai dengan 12% lebih rendah dibandingkan dengan minyak diesel [3]. Power B30 yang memiliki nilai kalor di bawah biosolar dan PertaminaDEX menunjukkan hasil power yang relatif sama pada putaran engine rendah sampai menengah tetapi pada putaran tinggi perbedaan power B30 dibandingkan dengan dua bahan bakar lainnya menunjukkan pengurangan sekitar 3%.

Gambar 3 menunjukkan torsi engine untuk bahan bakar biosolar, PertaminaDEX dan B30.



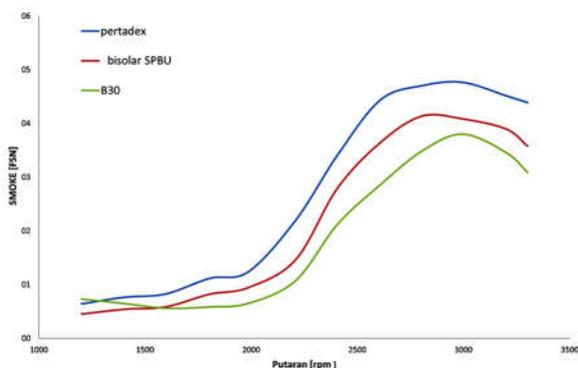
Gambar 3. Perbandingan Torsi mesin

Untuk torsi engine, hasil pengujian menunjukkan trend yang sama dengan power dimana B30 memiliki nilai yang lebih rendah dibandingkan dengan bahan bakar biosolar dan PertaminaDEX. Perbedaan maksimum untuk torsi B30 dibandingkan dengan dua bahan lainnya adalah sekitar 3%. Hal ini dapat dipertimbangkan karena rendahnya nilai kalori yang dimiliki oleh B30 membuat torsi yang dihasilkan terutama pada kondisi torsi maksimum sedikit lebih rendah dibandingkan biosolar dan PertaminaDEX.



Gambar 4. Perbandingan konsumsi bahan bakar

Gambar 4 menunjukkan konsumsi bahan bakar spesifik untuk biosolar, PertaminaDEX dan B30. Konsumsi bahan bakar yang dinyatakan dalam satuan g/kwh menunjukkan hasil yang identik untuk semua putaran engine seperti ditunjukkan pada gambar 4. Hal ini menunjukkan bahwa untuk B30 walaupun memiliki nilai kalor yang lebih rendah dari biosolar dan PertaminaDEX yang membuat powernya sedikit turun tetapi pembakaran yang lebih baik dari B30 membuat nilai spesifik konsumsi bahan bakarnya menjadi identik. Biodiesel mempunyai kandungan oksigen (oxygenated) yang membuat pembakarannya lebih baik [4].



Gambar 5. Perbandingan Smoke

Gambar 5 menunjukkan hasil emisi smoke untuk bahan bakar biosolar, PertaminaDEX dan B30 untuk putaran engine rendah sampai tinggi. Hasil emisi menunjukkan bahwa untuk setiap putaran engine B30 memiliki nilai smoke yang lebih rendah di bandingkan dengan biosolar dan PertaminaDEX. Hal ini dapat dipertimbangkan bahwa kandungan oksigen dalam B30 dan naiknya nilai cetane berpengaruh dalam menghasilkan pembakaran yang lebih sempurna sehingga emisi smoke yang dihasilkan B30 lebih rendah [5]. Gambar 5 juga menunjukkan bahwa biosolar menghasilkan emisi smoke yang lebih rendah dari Pertamina DEX, hal ini dapat dipertimbangkan karena biosolar memiliki kandungan biodiesel yang membuat pembakaran menjadi lebih sempurna. Dalam hal ini pengurangan emisi smoke, kandungan oksigen relatif memberikan pe-

ngaruh yang lebih besar dibandingkan dengan nilai cetane.

Dari berbagai grafik yang ditampilkan di atas terlihat bahwa kondisi operasi engine menghasilkan torsi yang lebih tinggi pada putaran sekitar 1800 rpm sedangkan emisi asapnya terlihat lebih rendah pada putaran yang rendah, dan untuk konsumsi bahan bakarnya terlihat rata untuk seluruh putaran, sedangkan untuk dayanya semakin tinggi dengan semakin bertambahnya putaran engine. Hal menunjukkan bahwa engine lebih optimal untuk putaran rendah dan hal tersebut cocok diperuntukkan untuk engine kendaraan angkutan pedesaan.

Kesimpulan

Hasil kajian menunjukkan bahwa *power* engine dengan bahan bakar pertadex hampir sama dengan biosolar, tetapi untuk B30 lebih rendah. Konsumsi bahan bakar spesifik ketiga bahan bakar yang diuji tidak memperlihatkan perbedaan yang signifikan. Sementara itu hasil uji kepekatan asap (*smoke*) menunjukkan bahwa pemakaian biosolar SPBU lebih rendah dari Pertadex sedangkan biodiesel 30% (B30) lebih rendah dari biosolar SPBU dengan perbedaan yang cukup signifikan. Kondisi operasi engine lebih optimal untuk putaran rendah dan hal tersebut cocok diperuntukkan untuk engine kendaraan angkutan pedesaan.

Referensi

- [1] Keputusan Dirjend Migas No. 3675 K/24/DJM/2006.
- [2] Anonim, 2015. The Biodiesel, SNI 7182.
- [3] Teresa, L. dkk., 2016. Biodiesel Handling and Use Guide. (Fifth Edition), Energy Efficiency and Renewable Energy, <http://biodiesel.org/docs/using-hotline/nrel-handling-and-use.pdf?sfvrsn=4> (diakses 18 September 2017)
- [4] Amar, P. and Atul, P., 2013. Investigation on Performance and Emission Characteristics of Diesel Engine with Biodiesel (Jatropha Oil) and Its Blends, *Journal of Renewable Energy*.
- [5] McCormick R.L. dkk., 2006. Effects of Biodiesel Blends on Vehicle Emissions, National Renewable Energy Laboratory, <https://www.nrel.gov/docs/fy07osti/40554.pdf> (diakses 18 September 2017)