

ANALISIS PERBANDINGAN PENGGUNAAN BAHAN BAKAR SOLAR DAN BIODIESEL B20 TERHADAP PERFORMANSI ENGINE VOLVO D9B 380

Agus Waluyo¹, Puji Saksono², Gunawan³

Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Balikpapan
Jl. Pupuk Raya Balikpapan. Telp./Fax. 0542-764205
Email : saksono_puji@yahoo.co.id

Abstrak. Pengembangan biofuels sangat mutlak diperlukan sebagai pengganti bahan bakar yang berasal dari minyak bumi yang keberadaannya semakin lama semakin menipis. Biodiesel B20 merupakan jenis bahan biofuel untuk engine diesel dengan komposisi 20 % biodiesel dan 80 % minyak solar. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk menganalisa perbandingan penggunaan bahan bakar biodiesel B20 dan minyak solar terhadap performansi engine alat berat Volvo D9B 380. Peralatan uji performansi yaitu dynamometer (dynotest) tipe PTI PTX System 50 x 02. Hasil pengujian dengan menggunakan bahan bakar biodiesel B20 didapatkan nilai torsi maksimum sebesar 1608 Nm pada putaran engine 1474 rpm, sedangkan minyak solar sebesar 1624 Nm pada putaran engine 1500 rpm atau mengalami penurunan sebesar 0,985 %. Penggunaan biodiesel B20 nilai daya maksimum sebesar 260 kW (348,6 HP) pada putaran engine 1813 rpm sedangkan minyak solar sebesar 266 kW (356,7 HP) pada putaran engine 1850 rpm atau mengalami penurunan sebesar 2,256 %. Penurunan nilai performansi pemakaian biodiesel B20 untuk engine alat berat di bawah 3% masih bisa ditoleransi dalam operasional di perusahaan tambang.

Kata kunci: jenis bahan bakar, pengujian dynotest, performansi engine

1 Pendahuluan

Biodiesel merupakan jenis bahan bakar alternatif yang dapat diperbaharui dan ramah lingkungan. Bahan bakar ini terbuat dari minyak nabati yang kemudian diubah menjadi campuran bahan bakar pada minyak solar.

Tingkat aktifitas kegiatan di sektor pertambangan yang semakin tinggi dan jumlah unit alat berat yang semakin banyak, tentu saja penggunaan bahan bakar fosil jenis solar ini sangatlah dibatasi. Dengan adanya program pemerintah akan penghematan terhadap pemakaian bahan bakar fosil jenis solar akan diganti dengan menggunakan biodiesel B20.

Adapun rumusan masalah pada penelitian ini adalah bagaimana perbandingan penggunaan bahan bakar jenis solar ke biodiesel B20 terhadap nilai performansi engine Volvo D9B 380 ?

Tujuan penelitian yaitu agar dapat memahami dan menganalisa persentase perubahan nilai performansi engine saat menggunakan bahan bakar jenis solar dengan biodiesel B20 pada alat berat.

a. Menghitung Torsi dan Daya Mesin

Torsi atau momen adalah gaya untuk memutar suatu benda pada porosnya. Adapun perumusan dari torsi adalah sebagai berikut. Apabila suatu benda berputar dan mempunyai besar gaya sentrifugal sebesar F , benda berputar pada porosnya dengan jari-jari sebesar l , dengan data tersebut maka:

$$T = F \times l \quad (1)$$

Dimana: T = torsi engine (Nm)

F = gaya sentrifugal dari benda yang berputar (N)

l = jarak benda ke pusat rotasi (m)

Pengukuran torsi pada poros motor bakar menggunakan alat yang dinamakan *dynamometer*.

Daya adalah kemampuan melakukan suatu usaha atau kerja dalam setiap satuan waktu tertentu. Besarnya daya motor merupakan fungsi dari torsi yang terukur oleh dynamometer dan besar putaran poros dari motor dapat dinyatakan dengan menggunakan persamaan berikut.

$$BHP = \frac{T \times 2 \pi \times n}{60000} \quad (2)$$

Dimana: BHP = Brake Horse Power (kW)

T = torsi *engine* (Nm)
 n = putaran motor (rpm)

Sedangkan untuk mengukur BHP (HP) dengan satuan torsi lbs.ft adalah sebagai berikut.

$$BHP = \frac{T \times n}{5252} \quad (3)$$

Dimana: BHP = Brake Horse Power (HP)
 T = torsi *engine* (lb.ft)
 n = putaran motor (rpm)

b. Tempat dan Waktu Penelitian

Tempat penelitian dilakukan di PT. Alun Nusantara Balikpapan (Alun Reman Centre) yang beralamat di Jl. Mulawarman RT. 32 No. 45 Kelurahan Manggar Balikpapan. Sedangkan waktu penelitian dilaksanakan pada bulan Januari s/d Oktober 2016.

c. Objek Penelitian

Spesifikasi dari *Engine* Volvo D9B yang dijadikan bahan uji adalah sebagai berikut:

1. *Engine type* : D9B 380
2. *Max power* : 280 kW (380 Hp) at 1600 - 1900 rpm
3. *Max torque* : 1700 Nm at 1150-1550 rpm
4. *Number of cylinder* : In-line 6 cylinder
5. *Cylinder bore x stroke* : 120 mm x 138 mm
6. *Capacity* : 9364 cm³
7. *Firing sequence* : 1-5-3-6-2-4
8. *Compression ratio* : 18:1
9. *Low idling* : 10 rps (600 rpm)
10. *Fast idling* : 38,3 rps (2300 rpm)

d. Bahan Bakar Solar dan Biodiesel B20

Berikut ini adalah hasil *Laboratory Test Report* untuk bahan bakar solar dan biodiesel B20.

Tabel 1. Hasil test laboratorium untuk solar

No.	Properties	Methods	Units	Limits	Result
1	Flash Point PMcc ¹)	ASTM D 93	°C	Min. 52	63
2	Temperature	ASTM E 77	°C	-	46
3	Density at 15°C	ASTM D – 1298	Kg/m ³	815 - 860	845,5
4	Colour ASTM ¹)	ASTM D 1500	No. ASTM	Max. 3.0	1,0

Tabel 2. Hasil test laboratorium untuk biodiesel B20

No.	Properties	Methods	Units	Limits	Result
1	Flash Point PMcc ¹)	ASTM D 93	°C	Min. 52	68
2	Temperature	ASTM E 77	°C	-	36
3	Density at 15°C	ASTM D – 1298	Kg/m ³	815 - 860	847,9
4	Colour ASTM ¹)	ASTM D 1500	No. ASTM	Max. 3.0	1,0

e. Peralatan Yang Digunakan

1. Power Test Engine Dinamometer
2. Instrumen Sensor
 - a. Instrumen yang dipasang untuk *engine*
 - b. Instrumen yang dipasang untuk Power Test Dinamometer

f. Variabel Penelitian

1. Variabel Bebas
 - a. Putaran *engine* (rpm).
2. Variabel Terikat

- a. torsi (Nm); daya *engine* (HP atau kW).
3. Variabel Kontrol
 - a. Temperatur ruang uji 28-30 °C; Solar dan Biodiesel B20 produksi PT. Pertamina (Persero).



Gambar 1. Power Test Dinamometer

2 Pembahasan

a. Hasil Pengukuran Dengan *Dynotest*

Tabel 3. Rangkuman hasil nilai performansi *engine* dengan bahan bakar solar

No.	Putaran <i>engine</i> (rpm)	Torsi (Nm)	Daya (kW)
1	500	600	31
2	584	637	39
3	608	659	42
4	1210	1278	162
5	1229	1321	170
6	1499	1621	254
7	1500	1624	255
8	1600	1553	260
9	1629	1544	263
10	1850	1374	266
11	1934	1269	257
12	1991	1084	226
13	2004	1070	225
14	2041	1013	216
15	2109	828	183
16	2161	465	105
17	2205	27	6

Tabel 4. Rangkuman hasil nilai performansi *engine* dengan bahan bakar biodiesel B20

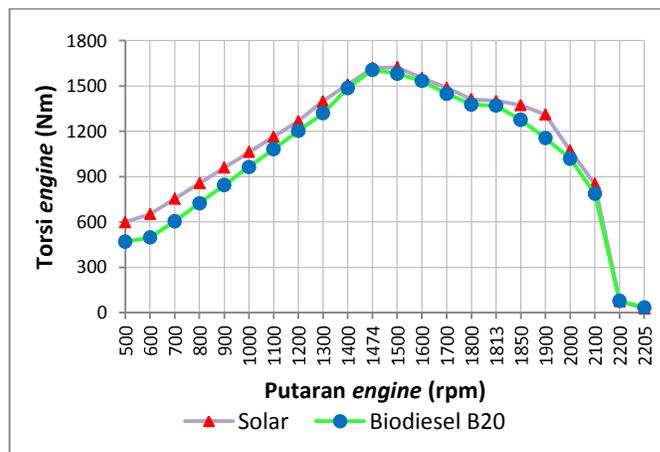
No.	Putaran <i>engine</i> (rpm)	Torsi (Nm)	Daya (kW)
1	476	461	23
2	520	477	26
3	595	497	31
4	611	500	32
5	1214	1219	156
6	1256	1247	164
7	1474	1608	248
8	1495	1584	248
9	1604	1532	257
10	1627	1509	257
11	1711	1440	258
12	1813	1369	260
13	1816	1361	259
14	1913	1123	225
15	1995	1020	216
16	2020	1019	215
17	2089	899	197
18	2116	623	138
19	2137	611	137
20	2205	35	8

b. Menghitung Torsi Engine

Pengukuran torsi pada poros motor bakar menggunakan alat yang dinamakan *Dinamometer* dengan prinsip pengukuran persamaan (1). Rangkuman hasil pengukuran tersebut dapat dilihat pada tabel 3 dan tabel 4. Namun besarnya putaran *engine* (rpm) pada kedua tabel tersebut tidak sama (seragam), maka perlu dilakukan pengolahan data lebih lanjut untuk menyeragamkan besaran putaran *engine* dengan cara interpolasi data. Interpolasi dilakukan untuk mendapatkan besaran putaran *engine* antara 500 rpm hingga 2200 rpm dengan interval sebesar 100 rpm, namun tidak menghilangkan besaran putaran *engine* dimana torsi maksimum, daya maksimum, dan putaran *engine* maksimum tercapai. Berikut data hasil interpolasi putaran *engine* terhadap torsi *engine*.

Tabel 5. Perbandingan putaran dan torsi *engine*

No.	Putaran <i>engine</i> (rpm)	Torsi <i>engine</i> (Nm)	
		Solar	Biodiesel B20
1	500	600	470
2	600	652	498
3	700	754	606
4	800	856	725
5	900	959	845
6	1000	1062	964
7	1100	1165	1083
8	1200	1268	1203
9	1300	1400	1320
10	1400	1511	1486
11	1474	1619	1608
12	1500	1624	1582
13	1600	1553	1534
14	1700	1489	1449
15	1800	1413	1378
16	1813	1402	1369
17	1850	1374	1277
18	1900	1312	1155
19	2000	1074	1020
20	2100	852	787
21	2200	77	78
22	2205	27	35



Gambar 2. Grafik perbandingan putaran *engine* dan torsi *engine*

Pada Gambar 2 di atas menunjukkan nilai torsi *engine* dengan bahan bakar solar lebih tinggi di setiap tingkat putaran *engine*. Untuk bahan bakar jenis solar menghasilkan torsi *engine* maksimum sebesar

1624 Nm (pada putaran 1500 rpm), sedangkan untuk bahan bakar jenis biodiesel B20 menghasilkan torsi *engine* maksimum sebesar 1608 Nm (pada putaran 1474 rpm). Penggunaan bahan bakar biodiesel B20 menghasilkan penurunan torsi *engine* maksimum sebesar 16 Nm dibanding penggunaan bahan bakar solar. Maka dapat diketahui persentase penurunan performansi *engine* saat menggunakan bahan bakar biosolar B20 terhadap bahan bakar solar adalah sebesar:

$$\text{Penurunan torsi engine} = \left(\frac{1624 - 1608}{1624} \right) \times 100 \% = 0,985 \%$$

2.3. Menghitung Daya Engine

Berdasarkan data hasil interpolasi pada tabel 5, maka dapat diperoleh nilai daya *engine* untuk setiap tingkat putaran *engine* dengan melakukan penghitungan menggunakan persamaan (2) sebagai berikut:

- a. Perhitungan daya maksimum untuk bahan bakar solar:

$$BHP = \frac{T \times 2 \pi \times n}{60000}$$

$$BHP = \frac{1374 \times 2 \pi \times 1850}{60000} \quad BHP = 266,19 \text{ kW} = 266 \text{ kW}$$

- b. Perhitungan daya maksimum untuk bahan bakar biodiesel B20:

$$BHP = \frac{T \times 2 \pi \times n}{60000}$$

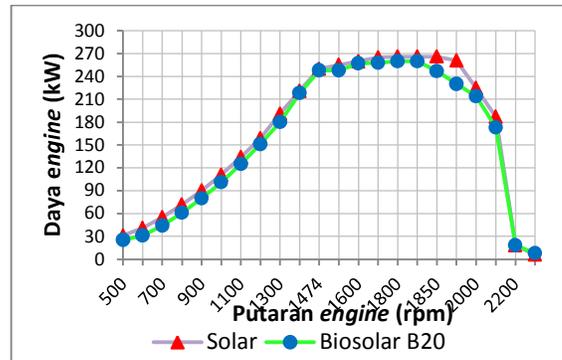
$$BHP = \frac{1369 \times 2 \pi \times 1813}{60000} \quad BHP = 259,91 \text{ kW} = 260 \text{ kW}$$

Perhitungan seperti ditunjukkan di atas dilakukan terhadap data pada tabel 5. Penggunaan persamaan (2) dikarenakan satuan torsi yang terukur adalah Nm, sehingga nilai daya *engine* yang dihasilkan memiliki satuan kW. Untuk selengkapnya, data hasil perhitungan daya *engine* dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 6. Perbandingan putaran dan daya *engine*

No.	Putaran <i>engine</i> (rpm)	Daya <i>engine</i> (kW)	
		Solar	Biodiesel B20
1	500	31	25
2	600	41	31
3	700	55	44
4	800	72	61
5	900	90	80
6	1000	111	101
7	1100	134	125
8	1200	159	151
9	1300	191	180
10	1400	221	218
11	1474	250	248
12	1500	255	248
13	1600	260	257
14	1700	265	258
15	1800	266	260
16	1813	266	260
17	1850	266	247
18	1900	261	230
19	2000	225	214
20	2100	187	173
21	2200	18	18
22	2205	6	8

Data dari tabel 6. di atas dapat diplot ke dalam bentuk grafik seperti terlihat pada grafik berikut.



Gambar 3. Grafik perbandingan putaran dan daya engine

Berdasarkan data di atas, ditemukan perbedaan nilai daya engine yang dihasilkan oleh tiap jenis bahan bakar yang diujikan, dimana daya engine yang dihasilkan pada bahan bakar solar lebih tinggi dibandingkan dengan biodiesel B20. Untuk bahan bakar jenis solar dapat menghasilkan daya engine maksimum sebesar 266 kW (pada putaran engine 1850 rpm), sedangkan untuk bahan bakar biodiesel B20 menghasilkan daya engine maksimum sebesar 260 kW (pada putaran engine 1813 rpm). Penggunaan bahan bakar biodiesel B20 menghasilkan penurunan daya engine maksimum sebesar 6 kW dibanding penggunaan bahan bakar solar. Maka dapat diketahui persentase penurunan performansi engine saat menggunakan bahan bakar biosolar B20 terhadap bahan bakar solar adalah sebesar:

$$\text{Penurunan daya engine} = \left(\frac{266 - 260}{266} \right) \times 100 \% = 2,256 \%$$

3 Simpulan

Berdasarkan dari pembahasan di atas, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Pengujian performansi dengan *dynotest* menggunakan bahan bakar solar diperoleh torsi engine maksimum sebesar 1624 Nm pada putaran engine 1500 rpm dan daya engine maksimum sebesar 266 kW (356,7 HP) pada putaran engine 1850 rpm.
2. Sedangkan pada pengujian menggunakan bahan bakar biodiesel B20 diperoleh torsi engine maksimum sebesar 1608 Nm pada putaran engine 1474 rpm dan daya engine maksimum sebesar 260 kW (348,6 HP) pada putaran engine 1813 rpm.
3. Terjadi penurunan nilai performansi engine menggunakan bahan bakar biodiesel B20 dibandingkan dengan bahan bakar solar, yaitu penurunan torsi engine maksimum sebesar 0,985% dan penurunan daya engine maksimum sebesar 2,256%.

Daftar Pustaka

- [1]. Alun Training Center, 2011, *Basic Engine*. PT. Alun, Jakarta.
- [2]. Arismunandar W., 2002, *Penggerak Mula Motor Bakar Torak, Edisi kelima*, Institut Teknologi Bandung (ITB), Bandung.
- [3]. Impact. 2012, *21/Description, Design and Function/Engine*. Volvo Group
- [4]. Power Test. 2013, *PTI PTX 1,000HP Dinamometer System*. Wisconsin: Power Test Inc
- [5]. Willard W. Pulkrabek, 2000, *Engineering Fundamentals of the Internal combustion Engine (second edition)*, Prentice Hall, New Jersey