

Analisa Perbandingan Penggunaan Bahan Bakar Solar Dengan Biodiesel B10 Terhadap Performansi *Engine Cummins QSK 45 C*

Ardhita Hendriarto¹, Puji Saksono², Gunawan³

^{1,2,3} Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Balikpapan

Jl. Pupuk Raya Balikpapan. Telp./Fax. 0542-764205

Email : ardhita2826@gmail.com; saksono_puji@yahoo.co.id; gun.salsa@gmail.com

Abstract

The type of diesel fuel comes from the petroleum, which its existence is the more long and more less, so that biodiesel represents the alternative solution as the place of it. Biodiesel B10 is the type of fuel for the diesel engine by the composition of 10 % biodiesel and 90 % of diesel fuel. This research is conducted to analyse comparison of usage of diesel fuel with B10 biodiesel to the value of performance of engine Cummins QSK 45 C. This equipment used for the test of performance is Taylor DS4010 dynamometer. Result of examination using biodiesel B10 got by this maximal power value equal to 1432.28 HP (97.51 %) compared to diesel fuel equal 1468.763 HP, at rotation of engine 1901 rpm. While the value of torque maximal equal 4929.3 lb-ft (98.27 %) compared to diesel fuel equal 5016.189 at rotation of engine 1301 rpm.

Key words: The type of fuel, Dynotest, engine performance

Abstrak

Bahan bakar jenis solar berasal dari minyak bumi yang keberadaannya semakin lama semakin menipis, sehingga biodiesel merupakan solusi alternatif sebagai penggantinya. Biodiesel B10 merupakan jenis bahan bakar untuk mesin diesel dengan komposisi 10 % biodiesel dan 90 % solar. Penelitian ini dilakukan untuk menganalisa perbandingan penggunaan bahan bakar solar dengan biodiesel B10 terhadap nilai performansi engine Cummins QSK 45 C. Peralatan yang digunakan untuk uji performansi yaitu dynamometer Taylor DS4010. Hasil pengujian dengan menggunakan biodiesel B10 didapatkan nilai daya maksimal sebesar 1432,28 HP (97,51 %) dibandingkan solar sebesar 1468,763 HP, pada putaran engine 1901 rpm. Sedangkan nilai torsi maksimal sebesar 4929,3 lb-ft (98,27 %) dibandingkan solar sebesar 5016,189 pada putaran engine 1301 rpm.

Kata kunci : Jenis Bahan Bakar, 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 B10.

Adapun rumusan masalah pada penelitian ini adalah bagaimana perbandingan penggunaan bahan bakar jenis solar ke biodiesel B10 terhadap performansi *engine Cummins QSK 45 C* ?

Tujuan penelitian yaitu agar dapat memahami dan menganalisa persentase perubahan performansi *engine* saat menggunakan bahan bakar jenis solar dengan biodiesel B10.

2. Tinjauan Pustaka

2.1. Keunggulan Biodiesel Dari Tanaman Jarak Dibandingkan Solar

Dibandingkan dengan minyak solar, biodiesel B10 memiliki angka memiliki angka cetane yang berbeda. Biodiesel B10 memiliki angka cetane 49,2 sedangkan solar 49 Angka cetane (*cetane rating*) adalah tolak ukur kemudahan menyala atau terbakar dari suatu bahan bakar di dalam mesin diesel. Semakin tinggi angka cetane semakin aman nilai emisi gas buangnya karena bahan bakar dapat terbakar dengan sempurna sehingga kadar emisi gas sulfur (Sox), nitrogen (Nox) dan karbon yang termasuk dalam gas-gas rumah kaca lebih rendah. Selain itu dalam membangkitkan tenaga listrik, biodiesel tidak memerlukan genset baru karena minyak jarak dapat langsung digunakan pada genset yang sudah ada.

Tabel 1. Perbandingan *Typical Characteristic* Solar Dan Biodiesel 10

No	Karakteristik	Solar	Biodiesel B10
1.	Angka Setana	49	49,2
2.	Berat Jenis Pada 15°C (kg/m ³)	8442	8463
3.	Viskositas Pada 40°C (mm ² /s)	3,5	3,604
4.	Titik Nyala (°C)	60	62,2
5.	Karbon Residu (%massa)	< 0,1	0,02
6.	Kandungan Air (mg/kg)	76	177

Tabel 2. *Laboratory Analysis*

Parameters	Result	Units	ASTM D7467 Standard Specification	Method
Acid Value	0.0616	mgK OH/g	max 0.3	AOCS Cd 3d-63
Water Content	79.22	ppm	max 500	EN ISO 12937
Oxidation Stability	> 24	Hours	min 6	En 14112
Biodiesel Content*	-	%w	10%	FBI A03-03

cetane yang berbeda. Biodiesel B10

Biodiesel Content Analysis will be done when MDGC Equipment ready in laboratory; Sumber: BDF Plant and Laboratory

2.2 Manfaat Penggunaan Biodiesel Terhadap Lingkungan

Penggunaan bahan bakar fosil telah menimbulkan berbagai dampak buruk bagi lingkungan. Seperti meningkatnya kadar gas rumah kaca di atmosfer bumi. Jika hal ini dibiarkan secara terus menerus maka pemanasan global adalah konsekuensi yang harus dihadapi oleh seluruh penduduk bumi. Sebagai salah satu sumber energi alternatif, biodiesel dari tanaman jarak pagar ini dapat dikategorikan sebagai sumber energi ramah lingkungan. Karena pembakaran *engine* yang berbahan bakar biodiesel menghasilkan emisi gas buang, asap dan partikel yang lebih rendah. Angka cetane biodiesel yang lebih tinggi dibandingkan dengan solar membuat emisi gas karbon, nitrogen, dan sulfur lebih rendah. Selain itu, penggunaan biodiesel dari tanaman jarak pagar membuka kemungkinan penanaman kembali lahan-lahan kritis yang ada di Indonesia. Saat ini terdapat 13 (tiga belas) juta hektar lahan kering diseluruh Indonesia. Mengingat tanaman jarak pagar merupakan tanaman yang dapat tumbuh di lahan kering dan kurang subur, maka dengan menggunakan biodiesel di Indonesia, lahan-lahan kering tersebut dapat ditanami kembali.

2.3 Hubungan Antara Daya dan Torsi

Daya adalah kemampuan melakukan suatu usaha atau kerja dalam setiap satuan waktu tertentu. Sedangkan torsi adalah kemampuan melakukan suatu gerak putar yang besarnya sama dengan perkalian antara gaya dan jaraknya dari sumbu putar. Daya mekanik suatu *engine* diawali oleh gerak lurus *piston* dari

Titik Mati Atas (TMA) ke Titik Mati Bawah (TMB) selama langkah usaha dengan perantara *connecting rod* dirubah menjadi gerak putar *crankpin* pada *crankshaft*.

Di dalam sebuah *engine*, tentu saja berlaku usaha efektif total *piston* sama dengan usaha total *crankpin*.

Jadi : $W_p = W_{cp}$

$$\text{Atau : } \frac{\pi/4 \times D^2 \times \text{BMEP} \times S \times i}{2} \\ = 2 \pi \times T_q$$

Karena:

$$\text{BHP} = \frac{\pi/4 \times D^2 \times \text{BMEP} \times S \times i \times n}{2 \times 60 \times 550}$$

$$\text{BHP} = \frac{\pi/4 \times D^2 \times \text{BMEP} \times S \times i}{2} \times \frac{n}{60 \times 550}$$

$$\text{BHP} = 2 \pi \times T_q \times \frac{n}{60 \times 550}$$

$$\text{BHP} = \frac{2 \pi \times T_q \times n}{60 \times 550}$$

$$\text{BHP} = \frac{2 \times 3,1416}{60 \times 550} \times T_q \times n \\ = 0,0001904 \times T_q \times n$$

$$\text{BHP} = \frac{T_q \times \text{rpm}}{5252}$$

Dari rumus yang ada di atas, berlaku untuk torsi dalam satuan ft-lb dan dimana untuk 1 HP = 550 ft-lb/dt.

Keterangan:

Torsi(T_q) = *Torque* (Lb.ft)

Daya = *Horse power* (HP)

Putaran *engine* = *Engine Speed* (rpm)

D = diameter piston (m)

BMEP = Tekanan efektif
rata-rata (kg/cm^2)

s = Jumlah silinder

n = Jumlah putaran poros engkol per
menit (rpm)

3. Metodologi Penelitian

3.1. Tempat dan Waktu Penelitian

Tempat penelitian dilakukan di PT. ALTRAK 1978 Balikpapan, sedangkan waktu penelitian dilaksanakan pada bulan Pebruari s/d Desember 2015.

3.2. Objek Penelitian

Objek penelitian yaitu menggunakan unit *engine* Cummins QSK 45 C.



Gambar 1. *Engine* Diesel Cummins QSK 45 C

Spesifikasi *engine* Cummins QSK 45 C adalah sebagai berikut:

- a) *Number Of Cylinder* : V12
- b) *Bore and Stroke* : 159 mm
(6,26 in) x 190 mm (7,48 in)
- c) *Engine Power* : 1487 HP
@ 1900 rpm
- d) *Peak Torque* : 5042 Lbft
@ 1300 rpm

3.3. Peralatan Yang Digunakan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

3.3.1. Taylor Dynamometer DS4010

Dinamometer (*dynotest*) adalah sebuah alat yang digunakan untuk mengukur daya dan torsi yang dihasilkan dari suatu alat yang berputar. Dalam hal ini, alat yang dimaksud adalah *engine*. *Dinamometer* memberikan data yang terbaca dalam satuan daya kuda (*horse power*) serta torsi (*torque*).



Gambar 2. *Taylor Dynamometer DS4010*

Adapun spesifikasi dari *Taylor Dynamometer DS4010* antara lain:

- a) *Power*: 3.500 HP (2.611 kw)
- b) *Torque*: 11.263 Lb.ft (15.271 Nm)
- c) *Speed* : 2.800 rpm
- d) *Water Use*: 255 GPM (16,1 L / s)
- e) *Shipping Weight*: 4.620 lbs (2.097 kg)
- f) *Accessories*: *Drive Shaft, Adapter Plate Kit, Shaft Guard, Air Stater–Single or Dual Directioanal, Base Kit, Throttle Control, Water Recticulating System, Engine Cart, Closed Loop Cooling System.*

3.3.2. Instrumen Sensor

Sensor berfungsi untuk mengukur parameter yang ingin diketahui. Sensor yang dipasang meliputi sebagai berikut:

1. Sensor yang dipasang pada *engine*:
 - a) *Coolant Temperature and Pressure.*
 - b) *Oil Temperature and Pressure.*
 - c) *Air Inlet Restriction.*
 - d) *Intake Manifold Temperature and Pressure.*
 - e) *Fuel Rail and Pressure.*
 - f) *Fuel Restriction and Temperature.*
 - g) *Exhaust Temperature and Restriction.*
2. Sensor yang dipasang di ruang *dynotest*:
 - a) *Coolant Flow Meter* : Mengukur debit air pendingin atau *coolant* yang masuk ke *engine*.
 - b) *Termukopel* : Mengukur suhu ruang *dynotest*.
 - c) *Plint Fuel Gauge* : Mengukur pemakaian atau bahan bakar.

3.4. Langkah Penelitian

Melakukan pemasangan *engine*, langkah yang dilakukan sebagai berikut:

- a) Memasang *engine* pada stand *dynotest room*.
- b) Memasang atau menyambungkan *engine* dengan *dynamometer*.
- c) Memasang instrumen sensor diantaranya :
 1. *Coolant temperature and pressure.*
 2. *Oil temperature and pressure.*
 3. *Air inlet restriction.*
 4. *Intake manifold temperature and pressure.*
 5. *Fuel rail pressure.*
 6. *Fuel restriction and temperature.*
 7. *Exhaust temperature and restriction.*
- d) Menyambungkan peralatan pada *engine* diantaranya:
 1. *Air inlet piping.*
 2. *Exhaust piping.*
 3. *Electric harness for command ECM (Electronic Control Module).*
 4. *Battery cables or air supply.*
 5. *Fuel inlet and outlet to engine.*
 6. *Coolant engine inlet and outlet piping.*
 7. *Coolant (LTA) (Low Temperature Aftercooler) inlet and outlet piping.*
- e) Mengetes kebocoran pada sistem pelumas, pendingin, udara, dan bahan bakar.
- f) Mengetes *priming pump* pada sistem pelumasan.
- g) Mengoperasikan *engine* untuk tes performansi.
- h) Melakukan penelitian atau analisa saat *engine* beroperasi.
- i) Mendapatkan data dari hasil pengujian.
- j) Mengolah data hasil penelitian.

3.5. Variabel Penelitian

Variabel dalam penelitian ini antara lain:

- a. Variabel Bebas
 - putaran *engine* (rpm).
- b. Variabel Terikat
 - torsi *engine* (lb-ft)
 - daya *engine* (HP)
- c. Variabel Kontrol
 - temperatur ruang uji *Dynotest* 28-30 °C.

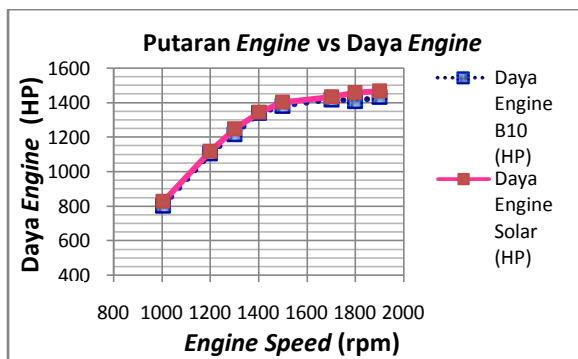
4. Hasil Dan Pembahasan

4.1. Hasil Pengukuran Dengan *Dynotest*

Bedasarkan hasil pengujian diperoleh data-data nilai daya pada putaran *engine* 1000, 1200, 1300, 1400, 1500, 1700, 1800, dan 1900 rpm sebagai berikut:

Tabel 3. Data Hasil Pengukuran Daya Antara B10 dan Solar

No	Putaran <i>Engine</i> (rpm)	Daya <i>Engine</i> B10 (HP)	Daya <i>Engine</i> Solar (HP)
1.	1006	803.126	828.144
2.	1200	1105.809	1118.345
3.	1301	1216.465	1248.752
4.	1402	1304.220	1344.523
5.	1500	1382.343	1402.287
6.	1702	1419.743	1433.831
7.	1801	1408.898	1457.214
8.	1901	1432.280	1468.763



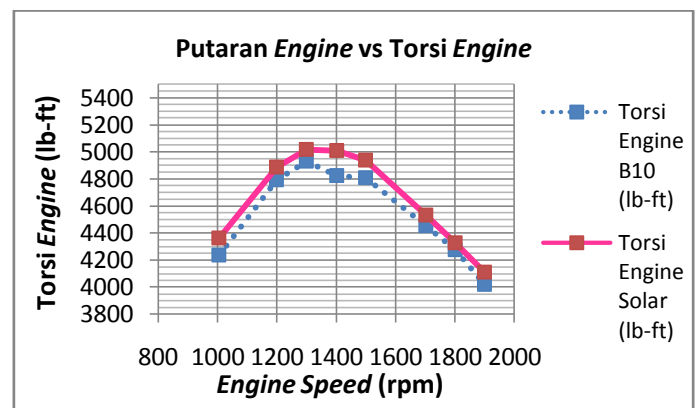
Gambar 3. Grafik Perbandingan Antara Putaran *Engine* Terhadap Daya *Engine* Pada Bahan Bakar B10 dan Solar

Gambar 3 di atas merupakan grafik yang menunjukkan daya *engine* maksimum dari masing-masing *engine* tercapai pada putaran 1901 rpm yaitu sebesar 1432 HP untuk B10 dan 1468 HP

untuk solar. Sedangkan untuk data hasil torsi *engine* dilakukan pada putaran *engine* 1000, 1200, 1300, 1400, 1500, 1700, 1800, dan 1900 rpm. Adapun data yang diperoleh adalah sebagai berikut:

Tabel 4. Data Hasil Pengukuran Torsi Antara B10 dan Solar

No	Putaran <i>Engine</i> (Rpm)	Torsi <i>Engine</i> B10 (lb-ft)	Torsi <i>Engine</i> Solar (lb-ft)
1.	1006	4233.983	4360.342
2.	1200	4789.655	4885.785
3.	1301	4929.300	5016.189
4.	1402	4823.721	5009.532
5.	1500	4808.250	4937.865
6.	1702	4450.430	4529.453
7.	1801	4275.296	4326.214
8.	1901	4016.400	4109.335



Gambar 4. Grafik perbandingan Antara Putaran *Engine* Terhadap Torsi *Engine* Pada Bahan Bakar B10 dan Solar

Gambar 4 merupakan grafik yang menunjukkan nilai torsi *engine* maksimum dari masing-masing *engine* tercapai pada putaran 1301 rpm yaitu sebesar 4929 lb-ft untuk B10 dan 5016 lb-ft untuk Solar.

4.1. Pembahasan

Dari hasil pengujian *dynotest* yang sudah dilakukan merupakan hubungan putaran *engine* terhadap nilai daya dan torsi yang menggunakan bahan bakar B10 dan solar.

a. Daya / Power

Pada gambar 3 di atas menunjukkan grafik nilai daya tertinggi yaitu pada putaran *engine* 1900 rpm. Penggunaan bahan bakar biodiesel B10 dengan nilai daya 1432,28 HP, sedangkan solar sebesar 1468,763 HP, maka persentasenya adalah sebesar:

$$\frac{1432,28}{1468,763} \times 100 \% = 97,51 \%$$

Sehingga dapat diketahui penggunaan biodiesel B10 mengalami penurunan nilai daya *engine* sebesar 2,49 %.

b. Torsi / Torque

Gambar 4 di atas menunjukkan nilai torsi tertinggi yaitu pada putaran *engine* 1300 rpm. Penggunaan bahan bakar biodiesel B10 dengan nilai torsi 4929,300 lb-ft, sedangkan solar sebesar 5016,189 lb-ft, maka persentasenya adalah sebesar:

$$\frac{4929,300}{5016,189} \times 100 \% = 98,27 \%$$

Sehingga dapat juga diketahui penggunaan biodiesel B10 mengalami penurunan nilai torsi *engine* sebesar 1,73 %.

5. Kesimpulan

Bedasarkan hasil dan pembahasan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Pergantian bahan bakar dari solar ke biodiesel ini sangat baik karena dapat mengurangi penggunaan bahan bakar fosil yang termasuk tidak dapat diperbaharui dan keberadaannya saat ini mulai menipis, sedangkan untuk biodiesel sendiri adalah jenis bahan bakar yang dapat diperbaharui.
2. Pada pengujian performansi dengan alat uji *dynotest*, pada penggunaan bahan bakar biodiesel B10 didapatkan nilai daya maksimal sebesar 1432,28 HP pada putaran *engine* 1901 rpm dan nilai torsi maksimal sebesar 4929,3 lb-ft pada putaran *engine* 1301 rpm.

4. Persentase daya *engine* maksimal dengan menggunakan bahan bakar biodiesel B10 dibandingkan dengan solar pada putaran *engine* yang sama hanya sebesar 97,51% sedangkan untuk torsi sebesar 98,27%.

6. Ucapan Terima Kasih

Terima kasih ditujukan kepada PT. ALTRAK 1978 Balikpapan yang telah memberikan tempat dan fasilitas dalam penelitian ini.

7. Daftar Pustaka

A.R. Holowenko dan Cenddy Prapto. 1995, *Dinamika Permesinan*, Erlangga, Jakarta.

Altrak 1978 PT., 2011, *Basic Mechanic Course*, Training Module-Part 1, PT Altrak 1978, Balikpapan.

Altrak 1978 PT., 2011, *Basic Mechanic Course. Training Module-Part 2*, PT Altrak 1978, Balikpapan.

Altrak 1978 PT., 2010, *Operation And Maintenance Manual Cummins QSK 45 C*, PT Altrak 1978, Balikpapan.

Arismunandar, W, 2002, *Penggerak Mula Motor Bakar Torak*, Edisi kelima, Institut Teknologi Bandung (ITB), Bandung.

Arismunandar, W dan Kuichi Tsuda, 2004, *Motor Diesel Putaran Tinggi*, PT. Pradnya Paramita, Jakarta.

Farin W., 2011, *Penggunaan Bahan Bakar Nabati Biosolar Dari Tanaman Jarak Pengganti Bahan Bakar Fosil Solar*, <http://farinlutvy.blogspot.co.id/2011/11/penggunaan-bahan-bakar-nabati-biosolar.html>, Diakses tanggal 10 April 2015.

Intan R.P. 2010, *Bahan Bakar*, www.nayhndy.wordpress.com. Diakses tanggal 15 April 2015

Pratiwi Praningrum. 2008, *Biodiesel Dari Tanaman Jarak Sebagai Energi Alternatif Pengganti Solar*. www.gbioscience05.wordpress.com. Diakses tanggal 12 Mei 2015

Wikipedia. 2014, *Pengertian Bahan Bakar*, www.wikipedia.org. Diakses tanggal 28 Mei 2015

Willard W. Pulkrabek, 2000, *Engineering Fundamentals of the Internal combustion Engine (second edition)*, Prentice Hall, New Jersey.