

ANALISIS PENGARUH PEMBEBANAN *ENGINE* TERHADAP EMISI GAS BUANG DAN *FUEL CONSUMPTION* MENGGUNAKAN BAHAN BAKAR SOLAR DAN BIODIESEL B10 PADA *ENGINE CUMMINS QSK 45 C*

Puji Saksono dan Pandu Prastiyo Utomo

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

Abstract: *The fuels for Diesel engines derived from petroleum of its existence the longer depleting. Starting from this, the use of biodiesel as a successor is an alternative solution. Conversion of diesel fuel for Diesel engines of heavy equipment to the other types, one of them should pay attention to emissions-related environmental pollution and fuel consumption. This research was conducted with the aim to find out the influence of loading engine against exhaust emissions and fuel consumption using diesel fuel and biodiesel B10 on engine Cummins QSK 45 c. Testing performed in the PT. Saptaindra Sejati workshop (SIS) MIA 3, km. 84, Adaro, Tanjung Tabalong, South Kalimantan, while the primary uses test equipment namely dynamometer (dynotest) Taylor DS4010. The results of testing using biodiesel in diesel fuel compared with B10 imposition engine 0 - 100% decline in average levels of nitrogen oxide (NOx) of 88% (g/kW-hr); carbon monoxide (CO) of 88% (g/kW-hr); and hydrocarbons (HC) by 80% (g/kW-hr), while the fuel consumption experienced a decrease in 0 - 7.14%.*

Keywords: *Fuels, Imposition engine, exhaust emissions, fuel consumption*

PENDAHULUAN

Tingkat aktifitas kegiatan tambang yang cukup tinggi dan jumlah unit yang semakin banyak tentu saja penggunaan bahan bakar sangatlah besar. Pemakaian bahan bakar fosil telah menimbulkan berbagai dampak buruk bagi lingkungan. Seperti meningkatnya efek rumah kaca di atmosfer bumi. Jika hal ini dibiarkan secara terus-menerus maka pemanasan global adalah konsekuensi yang harus dihadapi oleh seluruh penduduk bumi.

Penggunaan biodiesel sangatlah diperlukan untuk mengganti bahan bakar fosil jenis minyak solar yang suatu saat akan habis. Biodiesel B10 merupakan jenis bahan *biofuel* untuk *Diesel engine* dengan komposisi 10% biodiesel dan 90% minyak solar. Konversi jenis bahan bakar pada unit alat berat pasti akan berpengaruh terhadap nilai emisi gas buang dan konsumsi bahan bakar (*fuel consumption*).

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana pengaruh variasi pembebanan *engine* terhadap nilai emisi gas buang dan *fuel consumption* menggunakan bahan bakar solar dan biodiesel B10 pada *engine Cummins QSK 45 C*?. Hipotesis dari penelitian ini adalah dengan meningkatnya pembebanan *engine* (kapasitas muatan pada unit alat berat) maka akan semakin meningkat pula nilai emisi gas buang dan *fuel consumption*, baik pada saat menggunakan bahan bakar solar maupun biodiesel B10.

Pada saat pengujian menggunakan *dyno test* diberikan beberapa tingkat persentase beban *engine* yaitu; pembebanan 0% (tanpa beban), 50%, dan 100%. Sedangkan putaran *engine* akan selalu berubah menyesuaikan dengan pembebanan yang diberikan. Temperatur kerja *engine* yang digunakan adalah pada keadaan normal operasi yaitu 75°s/d 92°C.

Tujuan dari penelitian ini agar dapat memahami dan menganalisa persentase perubahan nilai emisi gas buang *engine* akibat dari variasi peningkatan pembebanan dengan menggunakan bahan bakar solar dan dengan biodiesel B10. Sedangkan penelitian ini akan bermanfaat untuk pengembangan aplikasi unit alat berat pada sektor pertambangan yang ramah lingkungan dengan parameter nilai emisi gas buang yang rendah.

Beberapa penelitian terkait dengan topik ini telah dilakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh besarnya persentase campuran biodiesel pada solar terhadap emisi gas buang pada berbagai variasi kecepatan putaran *engine* (rpm). Dalam percobaan menggunakan *engine test bend*, parameter yang diukur adalah emisi gas buang yang meliputi; CO, CO₂ serta HC. Bahan bakar yang

digunakan adalah solar murni dan campuran biodiesel 5% (B5), 10% (B10), 15% (B15), dan 20% (B20). Dari penelitian diperoleh hasil bahwa; nilai emisi gas buang CO dan CO₂ terendah terjadi pada penggunaan bahan bakar B10, dan HC terendah pada bahan bakar B20 [1].

Penelitian menggunakan *engine* diesel konvensional, yang dioperasikan dengan menginjeksikan sedikit solar sebagai pemicu pengapian saja (*pilot autoignition*), Kemudian bahan bakar gas (BBG) sebagai bahan bakar utama bersama-sama udara dialirkan melewati *mixer* di dalam *intake port* ke dalam silinder *engine*. Pengujian performansi *engine* dengan memakai masing-masing dua jenis BBG, yaitu propana (C₃H₈) dan hidrogen (H₂), dengan persentase yang bervariasi. Sebagai pembanding, pengoperasian *engine* dengan bahan bakar standar (solar 100%, *single-fuel*) juga dilakukan. Uji performansi ini mencakup analisis tekanan di dalam silinder, karakteristik emisi gas buang, dan efisiensi panas. Laju pelepasan panas (*rate of heat release*) dihitung dari penurunan tekanan hasil pengukuran langsung di dalam silinder. Sebagai hasilnya; emisi gas buang pada kondisi pengoperasian dengan kedua BBG (propana dan hidrogen), masing-masing menghasilkan asap (*smoke* atau *soot* atau *Particulate Matter, PM*), hidrokarbon (HC), karbon monoksida (CO), karbon dioksida (CO₂), dan oksida nitrogen (NO_x) yang menurun signifikan, akan tetapi efisiensi panas sedikit menurun [2].

Dibandingkan dengan minyak solar, biodiesel B10 memiliki nilai angka setana yang berbeda. Biodiesel B10 memiliki angka setana 49,2 sedangkan minyak solar 49. Angka setana (*cetane rating*) adalah tolak ukur kemudahan menyala atau terbakar dari suatu bahan bakar di dalam proses pembakaran *Diesel engine*. Hal ini berpengaruh terhadap lebih rendahnya nilai kadar emisi gas, nitrogen (NO_x), dan karbondioksida meningkat yang berefek pada lingkungan.

Tabel 1. Perbandingan *typical characteristic* minyak solar dan biodiesel B10

No	Karakteristik	Solar	Biosolar B10
1.	Angka Setana	49	49,2
2.	Berat Jenis Pada 15°C	8442	8463
3.	Viskositas Pada 40°C	3,5	3,604
4.	Titik Nyala	60	62,2
5.	Karbon Residu	< 0,1	0,02
6.	Kandungan Air	76	177

Sumber: PT Saptaindra Sejati (SIS), Agustus 2015.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan pada bulan Mei s/d Desember 2016. Adapun tempat penelitian di workshop PT. Saptaindra Sejati (SIS) MIA 3, km. 84, Adaro, Tanjung Tabalong, Kalimantan Selatan.

Objek penelitian yaitu *engine Cummins QSK 45 C*. Nama QSK adalah tipe atau *family* dari *engine Quantum Series K* sedangkan 45 adalah total *displacement* dalam satuan liter dan C adalah jenis pemakaian dari *engine* tersebut yaitu *Construction*. *Engine* ini dipakai pada unit Komatsu HD 1500-7.

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

- Total Displacement* : 45 Liter
- Number Of Cylinder* : V12
- Bore and Stroke* : 159 mm (6,26 in) x 190 mm (7,48 in)
- Compression Ratio* : 16,5 : 1
- Engine Power* : 1487 HP @ 1900 rpm
- Peak Torque* : 5042 Lb.ft @ 1300 rpm



Gambar 1. Unit *diesel engine cummins QSK 45*

Tabel 2. Spesifikasi bahan bakar Biodiesel B10

<i>Parameters</i>	<i>Result</i>	<i>Units</i>	<i>ASTM D7467 Standard Specification</i>	<i>Method</i>
<i>Acid Value</i>	0,0616	mgKOH/g	max. 0,3	AOCS Cd 3d-63
<i>Water Content</i>	75,03	ppm	max 500	EN ISO 12937
<i>Oxidation Stability</i>	>24	hours	min 6	EN 14112
<i>Biodiesel Content*</i>	-	%w	10%	FBI A03-03

Sumber: Report of analysis BDF Plant and Laboratory PT. Adaro Indonesia, September 2014.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Pengujian

Data hasil pengujian yang dilakukan dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 3. Penggunaan bahan bakar solar dan biodiesel B10 pada beban 0% (tanpa beban)

Pembebanan engine 0% (tanpa beban)				
	<i>NOx Concentrate on Exhaust Gas (g/kW-hr)</i>	<i>CO Concentrate on Exhaust Gas (g/kW-hr)</i>	<i>HC Concentrate on Exhaust Gas (g/kW-hr)</i>	<i>Fuel Consumption (liter/hr)</i>
Solar	7	8,6	0,5	60
Biodiesel B10	0,84	1,03	0,1	60

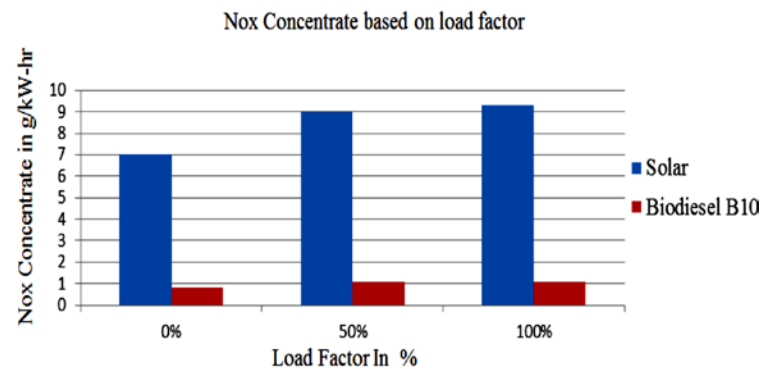
Tabel 4. Penggunaan bahan bakar solar dan biodiesel B10 pada beban 50%

Pembebanan engine 50%				
	<i>NOx Concentrate on Exhaust Gas (g/kW-hr)</i>	<i>CO Concentrate on Exhaust Gas (g/kW-hr)</i>	<i>HC Concentrate on Exhaust Gas (g/kW-hr)</i>	<i>Fuel Consumption (liter/hr)</i>
Solar	9	9	0,8	70
Biodiesel B10	1,08	1,08	0,16	65

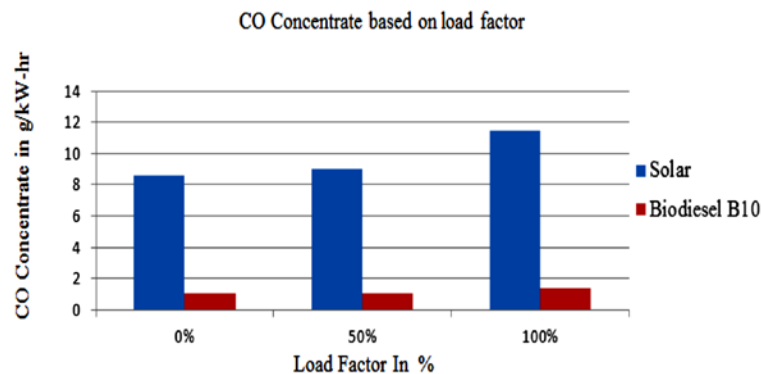
Tabel 5. Penggunaan bahan bakar solar dan biodiesel B10 pada beban 100%

	Pembebanan engine 100%			
	<i>NOx Concentrate on Exhaust Gas (g/kW-hr)</i>	<i>CO Concentrate on Exhaust Gas (g/kW-hr)</i>	<i>HC Concentrate on Exhaust Gas (g/kW-hr)</i>	<i>Fuel Consumption (liter/hr)</i>
Solar	9,3	11,5	1,5	72
Biodiesel B10	1,12	1,38	0,3	68

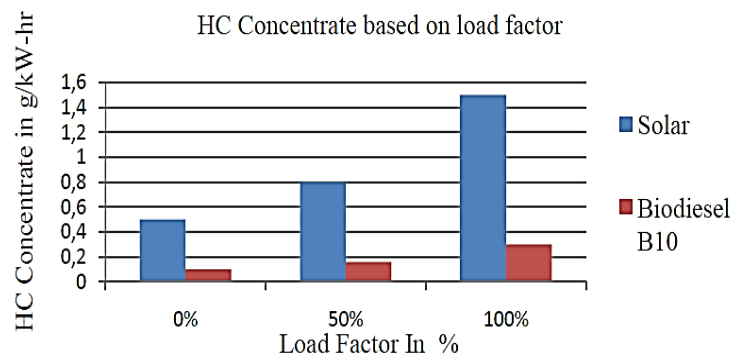
Analisis Hasil Penelitian



Gambar 2. Grafik Perbandingan beban *engine* (*Load Factor*) terhadap konsentrat NOx (*Nitrogen oksida*).



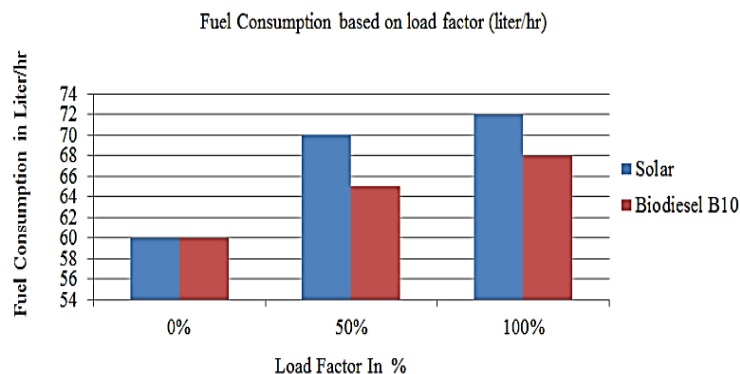
Gambar 3. Grafik Perbandingan beban *engine* (*Load Factor*) terhadap konsentrat CO (*karbon monoksida*).



Gambar 4. Grafik Perbandingan beban *engine* (*Load Factor*) terhadap konsentrat HC (*hydrocarbon*).

Hasil penelitian berdasarkan data tabel dan grafik di atas menunjukkan bahwa pemakaian biodiesel B10 dibandingkan dengan minyak solar untuk *Diesel engine Cummins QSK 45 C* akan berdampak pada:

1. Pembebanan *engine* 0% (tanpa beban) terjadi penurunan rata-rata kadar *nitrogen oksida (NO_x)* sebesar 88% (g/kW-hr); karbon monoksida (CO) sebesar 88% (g/kW-hr); dan hidrokarbon (HC) sebesar 80% (g/kW-hr). Sedangkan konsumsi bahan bakar (*fuel consumption*) sama yaitu sebesar 60 liter/hr.
2. Pembebanan *engine* 50% terjadi penurunan rata-rata kadar *nitrogen oksida (NO_x)* sebesar 88% (g/kW-hr); karbon monoksida (CO) sebesar 88% (g/kW-hr); dan hidrokarbon (HC) sebesar 80% (g/kW-hr). Sedangkan konsumsi bahan bakar (*fuel consumption*) mengalami penurunan sebesar 7,14%.



Gambar 5. Grafik Perbandingan beban *engine (Load Factor)* terhadap penggunaan bahan bakar (*Fuel Consumption*).

3. Pembebanan *engine* 100% terjadi penurunan rata-rata kadar *nitrogen oksida (NO_x)* sebesar 88% (g/kW-hr); karbon monoksida (CO) sebesar 88% (g/kW-hr); dan hidrokarbon (HC) sebesar 80% (g/kW-hr). Sedangkan konsumsi bahan bakar (*fuel consumption*) mengalami penurunan sebesar 5,56%.

SIMPULAN

Hasil dari pengujian emisi gas buang dan *fuel consumption* menggunakan bahan bakar biodiesel B10 dibandingkan dengan minyak solar pada kenaikan pembebanan *engine* 0 - 100% terjadi penurunan rata-rata kadar *nitrogen oksida (NO_x)* sebesar 88% (g/kW-hr); karbon monoksida (CO) sebesar 88% (g/kW-hr); dan hidrokarbon (HC) sebesar 80% (g/kW-hr). Sedangkan untuk konsumsi bahan bakar (*fuel consumption*) pada pembebanan 0% (tanpa beban) besarnya sama yaitu 60 liter/hr. Penurunan *fuel consumption* paling besar terjadi pada saat pembebanan *engine* 50% yaitu sebesar 7,14% dan pada pembebanan *engine* 100% hanya mengalami penurunan sebesar 5,56%.

Bahan bakar alternatif biodiesel B10 ini sangat baik digunakan untuk aplikasi *engine Cummins QSK 45 C*. Namun, semua bahan bakar jenis biodiesel ini sangat perlu perhatian lebih dalam hal ketersediaan yang berkelanjutan, teknik penyimpanan yang baik dan perencanaan pemakaiannya. Dikarenakan sifatnya yang berupa minyak nabati, maka mikroba dapat tumbuh dalam bahan bakar ini, sehingga menjadikan bahan bakar ini sangat cepat kadaluwarsa dibandingkan bahan bakar minyak solar murni.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Syahril Machmud, 2009, Pengaruh Perbandingan Solar – Biodiesel (Minyak Jelantah) Terhadap Emisi Gas Buang Pada Motor Diesel, *Jurnal Janateknika Universitas Janabadra Vol. 11, No. 2, Juli 2009*, Yogyakarta.

- [2]. Arifin Siagian dan Mawardi Silaban, 2011, Performa dan Karakteristik Emisi Gas Buang Mesin Diesel Berbahan Bakar Ganda, *Jurnal Teknik Mesin Universitas Petra Vol. 13, No. 1, April 2011: 49–54*, Surabaya.
- [3]. Altrak 1978. PT., 2011, *Basic Mechanic Course (Training Module-Part 1 & 2)*, PT. Altrak 1978. Balikpapan.
- [4]. Altrak 1978. PT., 2010, *Operation and Maintenance Manual Cummins QSK 45 C*, PT. Altrak 1978, Balikpapan.
- [5]. Ardhita Hendriarto, Puji Saksono, Gunawan, 2016, Analisa Perbandingan Penggunaan Bahan Bakar Solar Dengan Biodiesel B10 Terhadap Performansi Engine Cummins QSK 45 C, *Jurnal JTT Politeknik Negeri Balikpapan Vol. 4, No. 1, Juni 2016: 26-32*, Balikpapan.
- [6]. Arismunandar, W, 2002, *Edisi kelima*, Institut Teknologi Bandung (ITB), Bandung.
- [7]. Arismunandar, W dan Kuichi Tsuda, 2004, *Motor Diesel Putaran Tinggi*, PT. Pradnya Paramita, Jakarta.
- [8]. Willard W. Pulkrabek, 2000, *Engineering Fundamentals of the Internal combustion Engine (second edition)*, Prentice Hall, New Jersey.